Organ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, der Bundesvereinigung der Straßenbau- und Verkehrsingenieure und der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße · Schiene · Verkehr

Straße und Autobahn

Sonderdruck



Entwicklungen, Erfahrungen und Hinweise zur Viskositätsveränderung von Asphalt

Sonderdruck aus Heft 9/2016

KIRSCH BAUM

sasol

Entwicklungen, Erfahrungen und Hinweise zur Viskositätsveränderung von Asphalt

Volker Schäfer und Verena Rosauer

Die Verwendung von viskositätsverändernden Zusätzen (VvZ) bzw. viskositätsveränderten Bindemitteln (VvB) ist primär auf die Temperaturabsenkung zur Einhaltung von Arbeitsschutzbestimmungen beim Einbau von Gussasphalt und finanzielle Einsparungen bei der Herstellung von Asphalt zurückzuführen. Während aus erstgenanntem Grund die Anwendung bei Gussasphalt seit 2007 auch im Technischen Regelwerk verankert ist, fehlen geeignete Hinweise zur Anwendung im Walzasphalt. Hier bietet die Viskositätsveränderung aber ein großes Potenzial, das unter anderem von ebenfalls der Temperaturabsenkung über eine bessere Verarbeitbarkeit bis hin zur früheren Verkehrsfreigabe und Verbesserung von Gebrauchseigenschaften reicht; dies zeigen auch die aufgeführten Beispiele von der stark belasteten Autobahn, der Hafenflächenbefestigung, des Kreisverkehrs und des Einbaus in einem Tunnel. Neben den Beispielen werden wesentliche Aspekte zur Anwendung von VvZ bzw. VvB und ergänzende Hinweise, insbesondere auch im Hinblick auf die bauvertragliche Umsetzung sowie ihren zweckmäßigen Einsatz, gegeben.

Verfasseranschriften:
Dipl.-Ing. V. Schäfer,
v.schaefer@schaefer-consult.com,
Schäfer Consult,
Ulmenstraße 42,
26135 Oldenburg;
Dr.-Ing. V. Rosauer,
mail@rosauer.biz,
Rosauer – Gutachten und Beratung zum Straßenbau,
Machabäerstraße 62,
50668 Köln

The usage of viscosity modifying additives (VvZ) or viscosity modified bitumen (VvB) traces back to the temperature reduction in order to meet the health and safety regulations for the paving of mastic asphalt and to financial savings in the production of asphalt. While for the former reason the application in mastic asphalt is fixed in the technical regulations since 2007, suitable information and adequate notes lack concerning roller-compacted asphalt. Here, the viscosity modification offers great potential ranging amongst others also from the temperature reduction, a better workability up to an early opening to traffic, and an improved performance. This is also shown by the examples of a heavily trafficked and loaded motorway, a port area, the roundabout, and the laying in a tunnel. In addition to these examples, the paper gives principal points to the application of VvZ or VvB and supplementary information, in particular with a view to the contractual implementation as well as their appropriate selection and use.

1 Einleitung

Viskositätsverändernde Zusätze (VvZ) bzw. viskositätsveränderte Bindemittel (VvB) ermöglichen die Reduzierung der Misch- und Einbautemperatur, die Verbesserung der Einbaubarkeit und die Verbesserung des Gebrauchsverhaltens und finden inzwischen seit über 15 Jahren Anwendung im Asphaltstraßenbau.

Anlass für die Entwicklung von VvZ bzw. VvB war einerseits die Verknappung und Verteuerung des Erdöls und andererseits die 1997 im Sinne des Arbeitsschutzes in den TRGS 900 (BAuA 2006) aufgenommenen Grenzwerte für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen. Einen ausführlichen Überblick über die Entwicklung geben z. B. Beer et al. (2014), Mansfeld et al. (2009) und Oelkers (2015a).

Bei einer Temperaturabsenkung um 10 K reduziert sich die Konzentration der Dämpfe und Aerosole überschlägig auf die Hälfte (Hinrichs 2016). Um die Beurteilungswerte nach Gefahrstoffverordnung am Arbeitsplatz zuverlässig einzuhalten, ist daher heute bei der Herstellung und dem Einbau von Gussasphalt die Verwendung von VvZ bzw. VvB zur Temperaturabsenkung erforderlich und auch nach dem nationalen Technischen Regelwerk (ZTV und TL Asphalt-StB 07/13; FGSV 2014a, FGSV 2014b) explizit vorgesehen.

Für den Walzasphalt bieten VvZ und VvB ein großes Potenzial, welches zunehmend anerkannt wird. So wird auf ihre mögliche Zugabe auch ausdrücklich im Kommentar zur ZTV und TL Asphalt-StB (Bull-Wasser et al. 2011) hingewiesen, ihre Eignung bzw. Bewährung vorausgesetzt. Der Fokus des Einsatzes von VvZ bzw. VvB liegt beim Walzasphalt aber besonders – bei gleicher Einbautemperatur – auf der besseren Verarbeitbarkeit sowie dem geringeren Einbauwiderstand, auch bei ungünstigen Wetterbedingungen, und auf der höheren Verformungsbeständigkeit bei Gebrauchstemperaturen. Weitere Aspekte können z. B. eine vorgezogene Verkehrsfreigabe oder auch geringere Einbautemperaturen beim Einbau in Tunneln oder Innenräumen sein.

2 Viskositätsverändernde Zusätze und viskositätsveränderte Bindemittel

2.1 Wirkungsweise

Die VvZ werden in organische und mineralische Zusätze unterschieden. Zu den viskositätsverändernden organischen Zusätzen (VvoZ) zählen Fettsäureamid, Fischer-Tropsch-Wachs (auch FT-Paraffin genannt) und Montan-Wachs. Die VvoZ sind unterschiedliche Kohlenwasserstoffverbindungen, die sich aufgrund der Zusammensetzung und Struktur in den Schmelz- bzw. Erstarrungspunkten unterscheiden und darüber zu einer unterschiedlichen Phasenübergangstemperatur im viskositätsveränderten Bindemittel führen. Unterhalb des Erstarrungspunktes wird die viskositätsvermindernde Wirkung des VvoZ aufgehoben und entsteht mit der Erstarrung des VvoZ eine Viskositätserhöhung und damit meist eine höhere Steifigkeit des viskositätsveränderten Bindemittels als bei dem entsprechenden Ausgangsbindemittel.

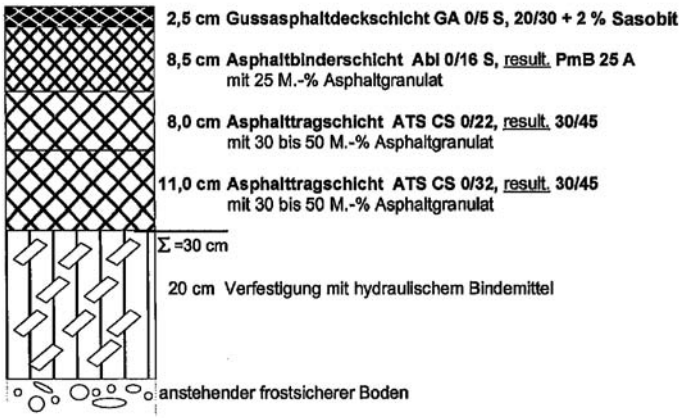


Bild 1: Aufbau der Befestigung der BAB A 1 Landesgrenze Hamburg – Horster Dreieck, Richtungsfahrbahn Bremen

Der gängige viskositätsverändernde mineralische Zusatz (VvmZ) ist Zeolith. Zeolith gibt beim Erhitzen stetig Kristallwasser in mikrofeinen Dampfblasen ab, worüber die Viskositätsverminderung des Bindemittels erzielt wird. Beim Abkühlen kondensieren die Dampfbläschen, sodass die Viskosität des Bindemittels schließlich wieder jener des Ausgangsbindemittels entspricht; eine Veränderung der Eigenschaften bei Gebrauchstemperatur geht hier folglich nicht einher.

Naturasphalt, ein natürlich vorkommendes Gemisch von natürlich gebildeten Bitumenanteilen und vorwiegend Feinanteilen und feinen Gesteinskörnungen, wurde besonders im Gussasphalt lange Zeit als Einbauhilfe eingesetzt. Vereinzelt wurde in Gussasphalt auch die Kombination aus Naturasphalt und VvZ erprobt. Insgesamt verliert der Naturasphalt jedoch unter anderem durch die Entwicklung und Fortschritte bei den VvoZ und VvmZ in der Praxis zunehmend an Bedeutung (Mansfeld et al. 2009).

2.2 Handhabung

Die Viskositätsveränderung des Bindemittels erfolgt durch die Zugabe der VvZ, welche entweder im Fall von VvoZ von dem Produzenten des Bindemittels bereits dem Bindemittel beigemischt (VvB) oder erst vor Ort in der Asphaltmischanlage bei der Herstellung des Asphaltmischgutes dosiert werden. Bei der Zugabe in der Asphaltmischanlage ist auf eine einwandfreie und homogene Einmischung in das Asphaltmischgut zu achten.

Bei der Verwendung von VvoZ ist im Hinblick auf die Qualität und Prozesssicherheit die Verwendung von VvB zu bevorzugen. Erfolgt aber die Zugabe an der Asphaltmischanlage, sind die VvoZ aufzuschmelzen, um sie homogen einzumischen. Das Aufschmelzen sollte möglichst mit einer Aufschmelzanlage erfolgen, über welche der aufgeschmolzene VvoZ direkt in den Bitumenstrom gegeben wird, sodass im Prinzip ein an der Asphaltmischanlage hergestelltes viskositätsverändertes Bindemittel dem Asphaltmischprozess hinzugefügt wird. Weil dies jedoch eine besondere Maschinentechnik erfordert, kann nicht jede Asphaltmischanlage derart verfahren. Hier ist noch eine weitere Variante zur Viskositätsveränderung möglich, welche auch in der Praxis gehandhabt wird, nämlich die Zugabe der VvoZ direkt in den Mischer. Wichtig ist bei dieser Vorgehensweise, dass die Zugabe der VvoZ erst nach der Zugabe des Bindemittels erfolgt und die Nachmischzeit gegebenenfalls erhöht wird. Werden die VvoZ vorher dem Gesteinskörnungsgemisch zugegeben, kann dieses an der Oberfläche der Gesteinskörner haften und so die Haftung zwischen Bitumen und Gestein beeinträchtigen. Weitere Varianten der Zugabe des VvoZ existieren, werden zurzeit jedoch seltener angewendet oder sind gegenüber den dargestellten Varianten nachteilig. Bei Gussasphalt können die VvoZ auch in den fahrbaren Rührwerkskessel parallel zur Befüllung zugegeben werden, sofern bis zum Einbaubeginn noch eine Dauer von mindestens 60 Minuten verbleibt.

VvmZ werden hingegen dem Gesteinskörnungsgemisch vor dem Bindemittel hinzugefügt. Mit der unterschiedlichen Dosierung korrespondierend sind VvoZ in der Asphaltmischgut-Rezeptur dem Bindemittel hinzuzurechnen und VvmZ dem Fülleranteil.

Weitere Informationen über die Möglichkeiten der Dosierung der Zusätze bzw. der Herstellung des Asphaltmischgutes und über die hierbei zu berücksichtigenden Aspekte geben Mansfeld et al. (2009).

2.3 Vorteile und Grenzen

Die Vorteile des Einsatzes der VvZ bzw. VvB liegen einerseits in den Gründen ihrer Entwicklung:

- Verringerung der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim Einbau des temperaturabgesenkten Asphaltmischgutes (Arbeitsschutz)
- Einsparung der Energie und Kosten bei der Herstellung des Asphaltes.

Darüber hinaus ergeben sich folgende Vorteile bei der Anwendung von VvZ bzw. VvB:

- Reduzierung der CO_2-Emissionen und geringerer Verschleiß der Asphaltmischanlage bei der Herstellung des Asphaltmischgutes
- bessere Einbau- und Verdichtbarkeit von Walzasphalt (bei nur geringer oder keiner Temperaturabsenkung), dadurch sicherer Einbau auch bei ungünstigen Wetterverhältnissen, bei der Verwendung von hochviskosen Bindemitteln oder bei Handeinbau möglich
- geringere Beanspruchung und Alterung des Bindemittels durch geringere Verarbeitungstemperaturen
- höherer Widerstand gegen Verformungen bei Gebrauchstemperaturen bei der Verwendung von VvoZ, dadurch auch Ermöglichung einer vorzeitigen Verkehrsfreigabe.

Die Grenzen der VvZ bzw. VvB zeigen sich in folgenden Punkten:

- Eventuell zusätzliche Maschinentechnik oder zusätzlicher Bitumentank an der Asphaltmischanlage erforderlich
- Erfahrung bei der Herstellung von Asphalt mit VvZ bzw. VvB notwendig (Temperaturanpassung, Temperaturabsenkung in Abhängigkeit von Wetter, Homogenität des Asphaltmischgutes, Zeitablaufplanung)
- Erfahrung und gegebenenfalls Anpassung beim Einbau von Walzasphalt mit VvoZ erforderlich durch die höhere Viskosität unterhalb der Phasenübergangstemperatur.

Mit der Verwendung von Thermomulden, welche nach dem Rundschreiben Straßenbau des BMVI vom 16.12.2005 ohnehin zunehmend und ab dem 1.1.2019 für alle herzustellenden Asphaltflächen einzuset-

zen sind, wird eine längere Nutzung des Effektes der Viskositätsveränderung ermöglicht und ein vorzeitiges Auskühlen des gegebenenfalls zugleich temperaturabgesenkten Asphalts vermieden.

Die Einbaubedingungen nach den ZTV Asphalt-StB 07/13 gelten auch bei der Verwendung von VvZ oder VvB und sind daher einzuhalten; zwar ergeben sich aus der Viskositätsveränderung zusätzliche Möglichkeiten wie z. B. Einbau unter erschwerten Bedingungen, doch sollten sie nicht überreizt werden.

2.4 Beschreibungen und Festlegungen im Technischen Regelwerk

Die Anwendung von VvZ bzw. VvB wird seit der Ausgabe 2007 der TL Asphalt-StB und ZTV Asphalt-StB als möglicher Bestandteil von Gussasphalt mit dem Ziel der Reduzierung der Temperatur bei der Herstellung und dem Einbau aufgeführt. Dabei gelten VvZ bzw. VvB als „geeignet", die in der Erfahrungssammlung der BASt (aktuell mit dem Stand November 2010; BASt 2010) aufgeführt sind. Diese Erfahrungssammlung bezieht sich neben der Anwendung in Gussasphalt auch auf die Anwendung in Walzasphalt (Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten, Splittmastixasphalt und Asphaltbinder). Gleichwohl sind in den TL Asphalt-StB und ZTV Asphalt-StB nicht explizit Regelungen für die Verwendung von VvZ bzw. VvB in Walzasphalt enthalten. Nur in den Hinweisen zu Planung, Entwurf und Ausführung (BMVBS 2014) zur ZTV-Ing Teil 5 Tunnelbau, Abschnitt 1 Geschlossene Bauweise ist festgelegt, dass in Tunnelbauwerken bei der Ausschreibung von Walzasphalt aus Gründen des Arbeitsschutzes temperaturabgesenkter Walzasphalt vorzusehen ist.

Die Erstprüfung für Asphaltmischgut mit VvZ oder VvB erfolgt analog zu den unmodifizierten Asphaltmischgütern. Wird das VvB oder der VvZ gewechselt, ist eine neue Erstprüfung durchzuführen. Ergänzend ist im Eignungsnachweis der Erweichungspunkt Ring und Kugel des rückgewonnenen viskositätsveränderten Bindemittels anzugeben. Auf diesen bemisst sich bei der Kontrollprüfung die zulässige Spannweite von ± 8 K, wobei die ZTV Asphalt-StB 07/13 entsprechende Anforderungen nur für den Gussasphalt enthalten. Im Falle der Verwendung von VvB oder VvoZ im Walzasphalt werden die Anforderungen in der Regel einzelvertraglich vereinbart.

Einige Bundesländer, z. B. Hamburg, Bremen, Sachsen-Anhalt und Bayern, haben – in unterschiedlichem Umfang – Festlegungen zur Verwendung von VvZ in Walzasphalt in ihren landesspezifischen Ergänzungen zum nationalen Technischen Regelwerk getroffen. Die Zugabe von VvZ zum Walzasphalt wird dabei verschiedentlich als Verarbeitungshilfe sogar vorgeschrieben, insbesondere bei der Verwendung von höherviskosen Bindemitteln, ungünstigen Wetterbedingungen beim Einbau oder kleinen Einbauflächen. Eine Empfehlung zur Verwendung der VvB in verschiedenen Anwendungsfällen wird im Abschnitt 4 dieses Beitrags gegeben.

Weiterführende Informationen und Hinweise, insbesondere auch zur erweiterten Erstprüfung, gibt das „Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt" (FGSV 2011).

Da trotz der inzwischen als etabliert zu bezeichnenden Anwendung bis dato keine technischen Beschreibungen für viskositätsveränderte Bindemittel existierten, um produktneutral deren Eigenschaften anzusprechen, wurden im Arbeitskreis 7.3.7 „Temperaturabsenkung" der FGSV für die Klassifizierung von viskositätsveränderten Bindemitteln die „Empfehlungen zur Klassifikation von viskositätsveränderten Bindemitteln" (E KvB; FGSV 2016) erarbeitet, mit der organisch viskositätsveränderte Straßenbaubitumen und organisch viskositätsveränderte gebrauchsfertige polymermodifizierte Bitumen erstmalig hinsichtlich typischer Eigenschaften eingeordnet werden können. Ein wichtiger Kennwert zur Unterscheidung ist die Phasenübergangstemperatur, bei der die mit VvoZ veränderten Bindemittel ein deutlich abweichendes Materialverhalten bei Scherbeanspruchung aufweisen. Ist diese Temperatur kleiner als 100 °C, zählen die VvB zu der Kategorie „L" mit einer niedrigen (low) Phasenübergangstemperatur und bei einer Temperatur größer gleich 100 °C zur Kategorie „H" mit einer hohen (high) Phasenübergangstemperatur. Diese Kategorie wird der Bitumenbezeichnung zusammen mit der Angabe PmB, sofern es sich um ein polymermodifiziertes Bitumen handelt, dem Bereich der Nadelpenetration und dem Buchstaben „V" für die Viskositätsveränderung angehängt. So bezeichnet beispielsweise „35/50 VH" ein viskositätsverändertes Straßenbaubitumen mit einer Nadelpenetration zwischen 35 und 50 0,1 mm und einer hohen Phasenübergangstemperatur und „PmB 10/25 VL" ein viskositätsverändertes polymermodifiziertes Bitumen mit einer Nadelpenetration zwischen 10 und 25 0,1 mm und einer niedrigen Phasenübergangstemperatur.

3 Beispiel der Anwendung von VvZ

3.1 BAB A 1 Landesgrenze Hamburg – Horster Dreieck

Die BAB A 1 zwischen der Landesgrenze Hamburg und dem Horster Dreieck zählt zu den am stärksten belasteten Autobahnabschnitten in Niedersachsen; 2003 betrug der DTV 102.000 Kfz pro Tag und bei einem Lkw-Anteil von knapp 15 %. Im Jahr 2005 wurde die Richtungsfahrbahn Bremen im rund 8 km langen Abschnitt mit dem in Bild 1 dargestellten Aufbau von April bis Oktober grunderneuert.

In den vorherigen, fast 15 Jahren wurde in Niedersachsen auf den Einbau von Gussasphalt insbesondere mit Blick auf die lärmtechnischen Eigenschaften verzichtet. Dem wurde nun begegnet, indem ein lärmtechnisch verbesserter Gussasphalt 0/5 S eingebaut wurde, der zudem mit Blick auf die Belastung hoch verformungsbeständig konzipiert wurde. Auf den Brückenbauwerken wurde die Asphaltdeckschicht aus Gussasphalt in gleicher Dicke und Zusammensetzung auf einer 8,5 cm dicken Asphaltschutzschicht aus Gussasphalt 0/11 S mit polymermodifiziertem Bitumen 25 A eingebaut.

Der Gussasphalt 0/5 S wurde hier mit einem mit Fischer-Tropsch-Wachs modifizierten Bitumen 20/30 hergestellt (heute nach den E KvB: viskositätsverändertes Straßenbaubitumen 15/25 VL). Der Erweichungspunkt Ring und Kugel des VvB liegt nach Herstellerangaben zwischen 65 und 80 °C gegenüber 55 bis 63 °C bei einem unmodifizierten Straßenbaubitumen 20/30. In der Eignungsprüfung wurde der Erweichungspunkt Ring und Kugel am rückgewonnenen Bindemittel mit 79,0 °C ermittelt. Im Rahmen der erweiterten Untersuchungen im Zusammenhang mit der Eignungsprüfung wurde außerdem ein Fokus auf die gezielte Einstellung der Viskosität der Mastix gelegt. Der Vergleich der Gussasphalte mit einerseits dem VvB (SmB 20) und andererseits dem Ausgangsbindemittel 20/30 und dem polymermodifizierten Bitumen PmB 25 A (Tabelle 1) zeigt einen deutlich höheren Verformungswiderstand bei erhöhten Gebrauchstemperaturen des mit VvB zusammengesetzten Gussasphalts. Das Tieftemperaturverhalten des VvB ist etwa mit jenem vom Bitumen 20/30 vergleichbar, wobei beide eine hö-

Merkmal und Dimension / Anforderungen und Ergebnisse				Soll[1)]	Eignungsprüfung GA 0/5 S mit		
					SmB 20	20/30	PmB 25 A
1. Gesteinskörnungen							
Gesteinsart grobe Gesteinskörnung					Rhyolith	Rhyolith	Rhyolith
Kornanteil	≤ 0,09	mm	M.-%	24 – 34	27,7	28,1	27,7
Kornanteil	0,09 bis 2	mm	M.-%	Rest	28,2	28,5	28,2
Kornanteil	> 2	mm	M.-%	35 – 55	44,1	43,4	44,1
Kornanteil	2 bis 5	mm	M.-%		40,9	40,3	40,9
Kornanteil	> 5	mm	M.-%	≤ 10	3,2	3,1	3,2
Brechsand-Natursand-Verhältnis				≥ 1 : 2	1,3 : 1	2 : 1	1,3 : 1
Gesteinskörnungsvolumen			Vol.-%		82,0	82,9	82,2
2. Bindemittel							
Bindemittelsorte					SmB 20	20/30	PmB 25 A
Bindemittelgehalt			M.-%	7,0 - 8,5	7,7	7,3	7,7
Bindemittelvolumen			Vol.-%		18,0	17,1	17,8
Bindemittelüberschuss (230 °C)			Vol.-%		6,4	5,3	6,4
EP RuK nach Extraktion			°C		79,0	62,6	68,0
3. Eigenschaften am Probewürfel							
Raumdichte			g/cm³		2,407	2,407	2,451
Statische Eindringtiefe nach 0,5 h bei 40 °C			mm	1,0 – 2,0	1,6	1,9	1,7
Zunahme nach weiteren 0,5 h			mm	≤ 0,4	0,3	0,4	0,3
4. Zusätzliche Prüfungen							
Dynamische Eindringtiefe nach 0,5 h bei 40 °C			mm		0,80	2,55	1,89
Zunahme nach weiteren 0,5 h			mm		0,23	0,72	0,56
Bruchtemperatur			°C	≤ –20	–21,00	–22,10	–24,20
Kryogene Zugspannung			N/mm²		5,551	5,738	4,296
5. Verarbeitungstemperatur			°C		220	245	245

1) gemäß „Hinweise für die Herstellung von Gussasphaltdeckschichten mit lärmtechnisch verbesserten Eigenschaften, Ausgabe 2000“ (FGSV Nr. 761)

Tabelle 1: Eignungsprüfungen für Gussasphalt GA 0/5 S mit verschiedenen Bindemitteln

here Bruchtemperatur und eine höhere kryogene Zugspannung beim Bruch aufweisen als das polymermodifizierte Bitumen. Die Verarbeitungstemperatur des mit VvB hergestellten Gussasphalts liegt aber mit 220 °C um 25 K unterhalb der Temperatur bei der Zusammensetzung mit den nicht viskositätsveränderten Bindemitteln, sodass bei gleicher Verarbeitbarkeit sowohl erheblich weniger Dämpfe und Aerosole austreten als auch weniger Energie zur Herstellung erforderlich ist.

Aufgrund der Fahrbahnbreite von 15,50 m wurde der Gussasphalt in zwei Bahnen (6,60 m + 8,30 m) mit Nachlegestreifen (je 0,3 m) eingebaut. Zwischen den Einbaubahnen und zum Nachlegestreifen sowie an sämtlichen Einbauten wurde eine Fuge ausgeführt.

Im Rahmen der Kontrollprüfung an 26 Proben wurde ein Erweichungspunkt Ring und Kugel von durchschnittlich 70,41 °C ermittelt und der Bindemittelgehalt lag mit 7,95 M. % im Mittel um 0,25 M. % oberhalb des Wertes nach Eignungsprüfung. Die dynamische Eindringtiefe erhöhte sich dadurch auf durchschnittlich 1,21 mm, was jedoch die zusätzliche Anforderung einer dynamischen Eindringtiefe von höchstens 2,0 mm sehr gut erfüllte und auch noch unterhalb der Werte des Asphaltmischguts mit PmB 25 A oder 20/30 liegt.

Insgesamt zeigte sich anhand der erweiterten Eignungsprüfung sowie der Kontrollprüfungen, dass eine sehr verformungsbeständige und zugleich sehr ebene und geräuscharme Asphaltdeckschicht hergestellt wurde. Die erste Belastungsprobe stellte sich direkt im ersten Jahr mit den extremen Wetterbedingungen ein: Der erste Winter nach der Herstellung der Asphaltbefestigung war von langer Dauer und mit häufigen Frost-Tau-Wechseln. Der anschließende Sommer zeigte sich mit einer langen Periode von sehr heißen Tagen, im Juli mehreren Hitzerekorden, Lufttemperaturen am Tag von häufig über 30 °C und einzelnen Tropennächten. Bei der Besichtigung Anfang August 2006, etwa ein Jahr nach Verkehrsfreigabe, war an keiner Stelle des Hauptfahrstreifens oder der Überholfahrstreifen ein Ansatz einer Verformung in Querrichtung zu erkennen (Bild 2), während sich auf vielen anderen Autobahnen größere Spurrinnen bildeten.

Die zweite Belastungsprobe folgte im Jahr 2007 mit der Erneuerung der Gegenfahrbahn unter einer 5s+0-Verkehrsführung, womit der gesamte Verkehr über mehrere Monate über die Richtungsfahrbahn Bremen geführt wurde. Auch hier waren nach der Fertigstellung der Richtungsfahrbahn Hamburg keine Spurrinnen oder andere Schäden auf den Fahrstreifen der Richtungsfahrbahn Bremen festzustellen, sodass die hohe Belastung sehr gut von der Asphaltbefestigung aufgenommen wurde.

Beide Richtungsfahrbahnen zeigen nach einer Nutzung von 11 bzw. 9 Jahren unter Verkehr ein einwandfreies Gebrauchsverhalten.

3.2 Hafenflächenbefestigung Niedersachsenkai

Der Hafen in Brake liegt etwa 26 km südlich des Mündungstrichters der Weser. Die Hafenanlage verläuft auf einer Länge von rund 2,5 km entlang der Weser und wurde zwischen 2008 und 2012 um den im nördlichen Bereich liegenden „Niedersachsenkai“ erweitert.

Die in zwei Ausbaustufen geplante und hergestellte Kaianlage des Niedersachsenkais weist eine Gesamtlänge von 450 m bei einer Sohltiefe von etwa NN – 17,00 m auf, sodass zwei Großschiffe anlegen und bedient werden können. In späteren Bauabschnitten wurde die Lagerfläche erweitert („Lagerfläche NE 3“, 2012) sowie eine ca. 8.000 m² große Lagerhalle („Halle Nord“, 2013) errichtet (Bild 3). Der Niedersachsenkai ist insbesondere für den Umschlag von Eisen- und Stahlgütern sowie Teilen von Onshore-Windkraftanlagen und Projektladung vorgesehen, die auf der Lagerfläche mit Schwerlaststaplern, Reach-Stackern, Rolltrailern und Portalstaplern transpor-



Bild 2: Überblick über das Baulos im August 2006



Bild 3: Luftaufnahme des Niedersachsenkais aus dem Jahr 2014 (Foto: J. Müller AG)

tiert werden. Im Jahr 2015 wurden ca. 1,0 Mio. t Eisen und Stahl und 0,1 Mio. t Projektladung umgeschlagen.

Die Nutzung der Fläche ist güterbedingt durch sehr hohe Belastungen geprägt und erfordert für eine hohe Transportgeschwindigkeit der Umschlaggeräte eine möglichst gute Ebenflächigkeit mit wenig Stößen und Absätzen in der Befestigung. Daher und aufgrund der Erfahrungen an weiteren Hafenflächenbefestigungen in Hamburg und Bremerhaven wurde die Flächenbefestigung der Lagerfläche in Asphaltbauweise beschlossen und unter Einsatz der rechnerischen Dimensionierung nach den RDO Asphalt 09 (FGSV 2009) wie in Bild 4 dargestellt konzipiert (Schäfer, Rosauer 2016).

Die Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton AC 16 D S wurde mit polymermodifiziertem Bitumen 10/40 65 A RC+, das einen erhöhten Polymergehalt besitzt, und 3 % VvoZ, einem Fischer-Tropsch-Wachs, hergestellt (heute nach den E KvB: viskositätsverändertes polymermodifiziertes Bitumen PmB 10/25 VL). Dabei wurde der VvZ hier insbesondere zur Erhöhung des Widerstands gegen Verformungen, aber auch zur Verbesserung der Einbau- und Verdichtbarkeit des relativ steif eingestellten Asphaltmischguts eingesetzt.

Die Konzeption der Asphalte sah zusätzliche Prüfungen im Rahmen des Eignungsnachweises vor. Mit Blick auf die Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton sind eine hohe Verformungsbeständigkeit und ein für den Einsatz gutes Ermüdungs- und Kälteverhalten nachgewiesen. Der mit den Kontrollprüfungen nachgewiesene geringe Hohlraumgehalt und der hohe Verdichtungsgrad der eingebauten Asphaltschichten belegen die Herstellung einer alterungs- und verformungsbeständigen Asphaltbefestigung. In der Asphaltdeckschicht wurde ein Hohlraumgehalt von durchschnittlich 4,3 Vol. % bei einem Verdichtungsgrad von im Mittel 99,3 % erzielt; dies ist sowohl auf die dichte Zusammensetzung des Asphaltbetons als auch seine – trotz der steifen Beschaffenheit bei Gebrauchstemperaturen – sehr gute Einbau- und Verdichtbarkeit zurückzuführen. Die Ergebnisse der Kontrollprüfungen belegen zudem eine sehr hohe Rezepturtreue des Asphaltbetons für die Asphaltdeckschicht (Tabelle 2).

Nach der Fertigstellung der ersten Ausbaustufe wurden auf der Fläche Tragfähigkeitsmessungen mit dem Falling Weight Deflectometer durchgeführt. Hierbei zeigte sich eine hohe Gleichmäßigkeit der Tragfähigkeit sowohl der ungebundenen als auch gebundenen Schichten. Der E-Modul der Asphaltbefestigung ließ sich hierüber mit 7.900 MPa berechnen und liegt damit auf einem guten Niveau.

Um die temperaturbedingten Bewegungen des Asphalts auf einer so großen Fläche aufnehmen zu können, wurden für die Einbaubahnen Breiten bis zu 8,50 m gewählt und sämtliche Nähte und Anschlüsse in der Asphaltdeckschicht als Fugen ausgebildet.

Die hohe Tragfähigkeit und Verformungsresistenz der Befestigung hat sich bereits bei der Lagerung von unter anderem diversen Stahlteilen und Bauteilen für den Bau von Windkraftanlagen bewährt. Bei der Lagerung wurden sie auf Brettern, Kanthölzern oder Ähnlichem platziert, sowohl aus logistischen Gründen als auch, um eine gute Lastverteilung auf der Befestigung zu erreichen. Die Vertikalspannungen im Bereich der Auflager betrugen so überwiegend zwischen 0,3 und 1,8 N/mm² bei der Lagerung von Stahlplatten und trägern (Bild 5) und zwischen 0,4 und 1,1 N/mm² bei der Lagerung von Bauteilen

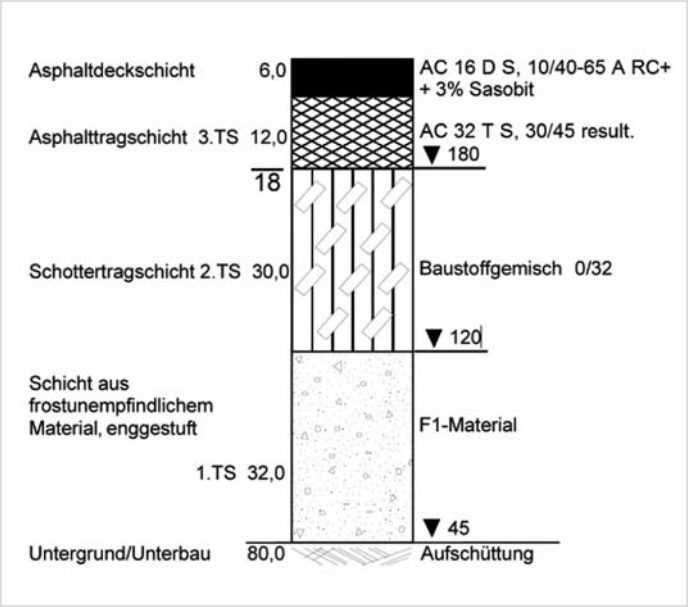


Bild 4: Aufbau der Befestigung der Lagerflächen am Niedersachsenkai

für Windkraftanlagen. Auch nach durchschnittlichen Lagerdauern von 4 bis zu 6 Wochen oder auch nach mehreren Monaten waren hierbei – anders als bei konventionell zusammengesetzten, nicht für die Beanspruchung optimierten Asphalten – keine Abdrücke in der hergestellten Asphaltdeckschicht vorzufinden, weder durch das gelagerte Gut noch durch die zahlreichen Fahrten der Umschlaggeräte zum Auflagern und Räumen der Stapel. Erst ab Lagerdauern von 3 Monaten waren geringe Vertiefungen von höchstens 2 mm bis 3 mm festzustellen und bei höheren Vertikalspannungen zeigten sich bei längerer Lagerung größere Vertiefungen; erfahrungsgemäß sollte daher die Vertikalspannung den Wert von etwa 2 N/mm² längerfristig nicht überschreiten (Bild 6).

Andere Schäden, die bei nicht für die Belastung optimierten Asphaltdeckschichten zu erwarten wären, zeigten sich in der Asphaltbefestigung bis heute nicht. So sind beispielweise auch keine Spurrinnen oder Kornausbrüche und Ablösungen an den Rad-Drehpunkten der Transportfahrzeuge zu erkennen.

Bei weiteren hochbelasteten Hafenflächenbefestigungen hat sich die gewählte Zusammensetzung darüber hinaus ebenfalls bewährt.

3.3 Kreisverkehr Aurich

Die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Geschäftsbereich Aurich, schrieb im Sommer 2013 den Umbau der bis dato mit einer Lichtsignalanlage gesteuerten Kreuzung der Landesstraße 7 (Auricher Straße) und der Kreisstraße 40 (Kummer- bzw. Königsweg) in einen Kreisverkehr aus. Die Landesstraße 7 führt von Aurich an die Nordseeküste bei Dornum, zwischen Norden und Esens, und erschließt damit das Gebiet nördlich von Aurich. Aufgrund des Verkehrsaufkommens und der Anlage als Kreisverkehr wurde die Verkehrsfläche der Belastungsklasse Bk 10 zugeordnet und war mit dem in Bild 7 dargestellten Aufbau herzustellen. Die Schicht aus frostunempfindlichem Boden entsprach im Bereich der vorhandenen Straßenbefestigung der vorhandenen Schicht. Im Verbreiterungsbereich durch den Kreisverkehr war diese Schicht als Bodenaustausch des nicht tragfähigen Untergrundes aus Torf mit frostunempfindlichem Boden herzustellen.

Der Kreisverkehr wurde leicht erhöht zu den angrenzenden Rad- und Gehwegen sowie dem Gelände angelegt und besitzt einen Außendurchmesser von 38 m bei einer Breite der Kreisfahrbahn von 7 m. Im Kreisinnern ist eine begrünte Kreisinsel mit 13 m Durchmesser angeordnet und ein mit Rasengittersteinen befestigter Innenring von 5,5 m Breite.

Die Fertigstellung der Bauarbeiten war für Anfang Dezember 2013 festgelegt, doch aufgrund von Verzögerungen konnte der Einbau der Asphaltdecke schließlich erst im Dezember 2013 bei Lufttemperaturen zwischen 0 und 5 °C erfolgen. Um dennoch eine hohe Einbauqualität sicherzustellen und eine hinreichende Verdichtung zu gewährleisten, wurde abweichend vom ursprünglichen Bauvertrag und vorgelegten Eignungsnachweis für den Asphaltbinder AC 16 B S sowie den Asphaltbeton AC 11 D S dem Asphaltmischgut auf Initiative des Auftragnehmers ein viskositätsverändernder Zusatz, ein Fischer-Tropsch-Wachs, hinzugefügt. So wurde die Asphaltbinderschicht aus Asphaltbinder AC 16 B S mit polymermodifiziertem Bitumen 25/55-55 A RC und 1,5 % VvoZ sowie 50 M. % Asphaltgranulat und die Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton AC

Anforderungen und Ergebnisse / Merkmal und Dimension		AC 16 D S	
		Eignungsnachweis	Kontrollprüfung
1. Gesteinskörnungen			
Gesteinsart grobe Gesteinskörnung		Granodiorit	
Asphaltgranulat	M.-%	–	
2. Bindemittel			
Bindemittelsorte		10/40-65 A RC+ mit 3 % VvoZ	
Bindemittelgehalt	M.-%	5,0	5,1
Erweichungspunkt RuK	°C	89,0	86,6
3. Asphaltmischgut/-schicht			
Hohlraumgehalt MPK	Vol.-%	3,4	3,7
Hohlraumgehalt BK	Vol.-%		4,3
Verdichtungsgrad	%		99,3
4. Zusätzliche Prüfungen			
Spurrinnentiefe[1)]	mm	1,5	
Abkühlversuch – Bruchtemperatur – Bruchspannung	 °C N/mm²	 – 17,0 3,561	
Ermüdungsbeständigkeit[2)]	–	139.599	

1) Prüfung nach TP A-StB bei 50 °C im Wasserbad mit Stahlrad
2) Anzahl der Zyklen; Prüfung mit dem Zugschwellversuch bei 5 °C

Tabelle 2: Zusammensetzung und Eigenschaften des Asphaltmischguts für die Asphaltdeckschicht



Bild 5: Lagerung von Stahlträgern am Niedersachsenkai



Bild 6: Transport und Lagerung von Coils am Niedersachsenkai

11 D S mit polymermodifiziertem Bitumen 25/55-55 A RC und 1,5 % VvoZ sowie 40 M. % Asphaltgranulat hergestellt. (Heute nach den E KvB: in beiden Fällen viskositätsverändertes polymermodifiziertes Bitumen PmB 25/45 VL.)

Der Einbau der Asphaltdeckschicht in den Kreiszu- und Kreisabfahrten sowie der Kreisfahrbahn erfolgte unter Vollsperrung, wobei die Kreisbahn über die gesamte Breite eingebaut wurde. Nur an der Stelle zwischen Beginn und Ende der Einbaubahn in der Kreisbahn sowie an den Anschlüssen an die Kreiszu- und Kreisabfahrten wurde eine Naht hergestellt.

Trotz der widrigen Bedingungen konnte im Rahmen der Kontrollprüfungen die anforderungskonforme, gleichmäßige und qualitativ hochwertige Herstellung der Asphaltbefestigung, insbesondere auch der Asphaltdeckschicht nachgewiesen werden. Ebenso belegt der Zustand des Kreisverkehrs nach einer Nutzungsdauer von gut 2,5 Jahren (Bild 8) mit einer dichten und ebenen Oberfläche der Asphaltdeckschicht bis an den Fahrbahnrand ein gutes Gebrauchsverhalten. Dies gilt auch für die im Handeinbau hergestellten Flächen, beispielsweise an den Aufweitungen der Kreiszu- und abfahrten, in etwaigen Zwickeln und vor den Fahrbahnteilern.

Ähnliche Anwendungen dokumentiert Mansfeld (2010).

3.4 Wallringtunnel Hamburg

Beim Einbau von Walzasphalt im Tunnel entsteht allgemein eine erhöhte Konzentration der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen, welche mit bis zu 19 mg/m³ oberhalb des in Deutschland eingeführten Grenzwertes von 10 mg/m³ liegen. Da mit der Temperaturabsenkung die Emissionen deutlich auf etwa 4 mg/m³ reduziert werden, ist der Einbau von viskositätsverändertem Walzasphalt im Tunnel mit Blick auf die TRGS 900 (BAuA 2006) praktisch unumgänglich und auch mit den Hinweisen des BMVBS (2014) festgelegt. Spezielle, zum Teil als Alternative angeführte Lüftungs- oder Absaugkonzepte erfordern einen erhöhten baubetrieblichen und auch finanziellen Aufwand sowie maschinentechnische Umrüstungen, wodurch ihre Anwendung uninteressant wird (Rühl et al. 2012).

Auch bei der Sanierung und sicherheitstechnischen Nachrüstung des etwa 550 m langen Wallringtunnels in Hamburg im September 2014 wurde viskositätsveränderter Walzasphalt eingebaut (Hinrichs 2016). Der Wallringtunnel am Hauptbahnhof Hamburg ist Teil des Rings 1 und damit innerstädtisch ein äußerst stark befahrener Straßenabschnitt; im Jahr 2014 betrug der DTV werktags an in der Nähe gelegenen Zählstellen auf der Lombardsbrücke 65.000 Kfz/24 h und dem Klosterwall 35.000 Kfz/24 h (BWVI Hamburg 2016).

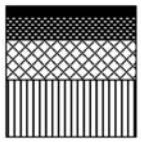


Bild 7: Aufbau der Befestigung des Kreisverkehrs und der Kreiszu- und Kreisabfahrten im Kreuzungsbereich L 7/K 40 nördlich von Aurich

Der hergestellte Aufbau der Asphaltbefestigung besteht aus einer Asphalttragschicht aus Asphalttragschichtmischgut AC 22 T Hmb mit Straßenbaubitumen 50/70, einer Asphaltbinderschicht aus Asphaltbinder AC 16 B Hmb mit polymermodifiziertem Bitumen 10/40-65 A und 3 % VvoZ und einer Asphaltdeckschicht aus Splittmastixasphalt SMA 8 Hmb mit polymermodifiziertem Bitumen 25/55-55 A und 3 % VvoZ. Der zugegebene VvoZ war im Splittmastixasphalt und Asphaltbinder jeweils ein Fischer-Tropsch-Wachs (Hinrichs 2016, BG Bau 2015). (Heute nach den E KvB: im Asphaltbinder ein viskositätsverändertes polymermodifiziertes Bitumen PmB 10/25 VL und im Splittmastixasphalt ein viskositätsverändertes polymermodifiziertes Bitumen PmB 25/45 VL.)

Obgleich die Einbautemperatur nur gering, beim Asphaltbinder auf 162 °C und beim Splittmastixasphalt auf 157 °C, reduziert wurde, belegen Messungen der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft während des Einbaus im Tunnel eine deutlich geringere Belastung am Arbeitsplatz des Fertigerfahrers, des Bohlenführers und des Walzenfahrers (Tabelle 3). Gegenüber dem Einbau von konventionellem Walzasphalt im Tunnel wurde die Exposition um knapp 60 bis gut 80 % reduziert. Die Einsparung an Heizöl wurde mit gut 1.400 l und die Reduzierung von Emissionen von Klimagasen mit gut 4.400 kg gegenüber dem Einbau von konventionellem Walzasphalt kalkuliert (BG Bau 2015).

Anhand von Messungen bei weiteren Baumaßnahmen in Tunneln während des Einbaus von Asphalt mit VvZ (Rühl et al. 2012), bei denen die Einbautemperatur zum Teil stärker abgesenkt wurde, sind besonders für den Fertigerfahrer und Bohlenführer weitere Reduzierungen der



Bild 8: Kreisverkehr nördlich von Aurich mit dichter und ebener Beschaffenheit der Oberfläche der im Dezember eingebauten Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton AC 11 D S mit 25/55-55 A RC und 1,5 % VvoZ nach gut 2,5 Jahren Nutzung

	Dämpfe und Aerosole (mg/m³)	
	Asphalt mit VvZ Wallringtunnel	konventioneller Walzasphalt Expositionsbeschreibung
Fertigerfahrer	6,6	18,6
Bohlenführer	3,2	18,5
Walzenfahrer	3,0	7,2

Tabelle 3: Konzentrationen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen beim Einbau von Walzasphalt im Tunnel

Tabelle 4: Zweckmäßige viskositätsveränderte Bindemittel in Abhängigkeit von der zu erwartenden Beanspruchung

Belastungsklasse/ Flächenart	Asphalttragschicht*)	Asphaltbinder**)	Asphaltdeckschicht aus		
			Asphaltbeton**)	Splittmastixasphalt**)	Gussasphalt
Bk 100	35/50 VL, 35/50 VH	PmB 25/45 VL, PmB 25/45 VH	–	PmB 25/45 VL, PmB 25/45 VH	15/25 VL, 15/25 VH (PmB 10/25 VL, PmB 10/25 VH) (PmB 25/45 VL, PmB 25/45 VH)
Bk 32			PmB 25/45 VL, PmB 25/45 VH (PmB 10/25 VL, PmB 10/25 VH)		25/35 VL, 25/35 VH (PmB 25/45 VL, PmB 25/45 VH)
Bk 10					
Bk 3,2	35/50 VL	PmB 25/45 VL	PmB 25/45 VL	PmB 25/45 VL	25/35 VL (PmB 25/45 VL)

Anmerkung: Bei einem kleinflächigen Einbau sollte generell nur die Sorte „VL“ mit einer niedrigen Phasenübergangstemperatur gewählt werden.

Erläuterung:
*) bei temperaturabgesenkten Asphalten in Tunneln
**) bei temperaturabgesenkten Asphalten in Tunneln oder bei besonderen Einbaubedingungen zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit oder Erhöhung der Verformungsbeständigkeit
( ) nur in besonderen Fällen, z. B. bei Schutz- und Deckschichten auf Stahlbrücken oder bei Logistikflächen mit hohen Punktlasten
– Einsatz nicht vorgesehen

Konzentration um etwa ein Drittel zu erwarten.

Die Anforderungen an die Schichteigenschaften, besonders Verdichtungsgrad und Hohlraumgehalt, wurden zielsicher erfüllt (Hinrichs 2016).

4 Ergänzende Hinweise

Sollen VvZ oder VvB im Asphaltmischgut verwendet werden, ist dies beim Erstellen der Leistungsbeschreibung entsprechend anzugeben. Dabei ist es zweckmäßig, das Ziel der Anwendung zu benennen (z. B. Temperaturabsenkung, frühere Verkehrsfreigabe, Verbesserung der Verdichtbarkeit). Verschiedene Hersteller oder Lieferanten von VvZ oder VvB stellen dem Ausschreibenden gerne Beispiel-Formulierungen für die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis zur Verfügung, welche darüber hinweghelfen, dass in dem Standardleistungskatalog geeignete Formulierungen bisher nur für den Gussasphalt enthalten sind. Allerdings sind diese im Regelfall produktspezifisch, wobei das Produkt explizit genannt wird. Dies widerspricht den vergaberechtlichen Anforderungen für die Aufstellung der Leistungsbeschreibung, insbesondere § 2 Absatz 2 VOB/A (keine Diskriminierung) und § 7 Absatz 2 VOB/A (keine Produktnennung).

Abhilfe – zumindest im Hinblick auf VvB – für eine geeignete und konkrete Ausschreibung schaffen die E KvB (FGSV 2016) mit den Produktbezeichnungen und klassifikationen. Beispiele für eine mögliche Ausschreibung gibt Bild 9. Vorschläge zu zweckmäßig in den Asphaltschichten und Asphaltmischgutarten anzuwendenden VvB in Abhängigkeit von der zu erwartenden Beanspruchung sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Für den Fall der Additivierung von Bindemitteln mit VvoZ an der Asphaltmischanlage, was aber zukünftig zugunsten der Verwendung von VvB vermieden werden sollte, sind einheitliche und hinreichend genaue Lösungen noch zu erarbeiten. Hierbei ist auch zu definieren, wie die Qualitätskontrolle erfolgt und welche Prüfungen bei der Erstprüfung sowie der Kontrollprüfung durchgeführt werden sollten.

Im Rahmen des Eignungsnachweises sollte nach bisheriger Meinung bei der Verwendung von VvB der Erweichungspunkt Ring und Kugel nicht nur entsprechend den ZTV Asphalt-StB 07/13 am rückgewonnenen Bindemittel angegeben werden, sondern zur weiteren Bewertung (Kontrollprüfung) auch am Frischbitumen. Gleichwohl hat sich inzwischen in der Praxis gezeigt, dass der Erweichungspunkt Ring und Kugel und die übliche bei der Kontrollprüfung hierauf gültige Spannweite von ± 8 K nicht ein für die Eigenschaften von viskositätsveränderten Bindemitteln charakteristischer Kennwert ist (Oelkers 2015b). So beschreibt ein hoher Erweichungspunkt Ring und Kugel bei viskositätsveränderten Bindemitteln nicht – wie für konventionelle Bindemittel gültig – dessen Alterung und Verhärtung, sodass der Erweichungspunkt Ring und Kugel in den E KvB zur Klassifizierung nicht mehr verwendet wird. Ein möglicher alternativer Ansatz ergibt sich aus den E KvB: Hier wird unter anderem für die Beständigkeit gegen Verhärtung bei der RTFOT-Alterung, welche den Produktions- und Einbauprozess simuliert, ein Mindestanteil der verbleibenden Penetration definiert. Dieser beträgt 46 bis 55 % bei viskositätsveränderten Straßenbaubitumen und 60 % bei viskositätsveränderten polymermodifizierten Bitumen und könnte im Rahmen der Kontrollprüfungen zur Bewertung des rückgewonnenen viskositätsveränderten Bindemittels oder des rückgewonnenen Bindemittels mit viskositätsverändernden Zusätzen herangezogen werden. Dies ist dann in der Leistungsbeschreibung entsprechend festzulegen.

Bei fehlender Erfahrung in der Zusammensetzung und im Einbau von Walzasphalt mit VvB oder VvoZ sollte im Rahmen der Erstprüfung die Raumdichte am Marshall-Probekörper auch bei geringeren und höheren Verdichtungstemperaturen ermittelt werden, um das veränderte Verdichtungsverhalten bewerten und die Verdichtung

auf der Baustelle entsprechend optimieren zu können. Gleichwohl ist anzumerken, dass dieser bisher angewendete Ansatz in Fachkreisen intensiv diskutiert wird, eine Alternative wird jedoch noch entwickelt. Weiterhin sollte die maßgebende Verdichtungstemperatur, bei der die Raumdichte der Referenzraumdichte des unmodifizierten Referenzmischgutes entspricht, ergänzend ermittelt und im Eignungsnachweis angegeben werden. Mit dieser Temperatur sind dann auch bei den Kontrollprüfungen die Marshall-Probekörper zu verdichten.

Bei Gussasphalt ist als erweiterte Untersuchung die Verarbeitbarkeit im Rührwerkskessel zu empfehlen, eine Alternative bietet das aus der Betontechnologie bekannte Ausbreitmaß (Oelkers 2015b).

Im Rahmen der Eigenüberwachungen und Kontrollprüfungen ist zu berücksichtigen, dass die Extraktion aufgrund der schwerer lösbaren viskositätsverändernden Zusätze – welche dem Bindemittelgehalt zugerechnet werden – angepasst werden muss. Nach Erfahrungen in der Praxis wird das viskositätsveränderte Bindemittel nach einer Extraktionszeit von 90 Minuten und nur mit dem Lösemittel Trichlorethen vollständig rückgewonnen. Die entsprechende Vorgehensweise sollte zwischen den Parteien möglichst vertraglich vereinbart werden und ist von den beteiligten Prüfstellen zu berücksichtigen.

Da sich VvmZ/Zeolithe nicht auf den Erweichungspunkt Ring und Kugel auswirken und sich der Effekt im labortechnischen Maßstab mit den heutigen Techniken nicht nachweisen lässt, sind hier keine zusätzlichen Untersuchungen erforderlich.

Die Wiederverwendung von mit VvB oder VvZ hergestellten Asphalten ist nach bisheriger Erfahrung prinzipiell problemlos möglich. Allerdings bietet der Erweichungspunkt Ring und Kugel, wenn das Bindemittel mit VvoZ modifiziert wurde, wie oben erläutert, kein geeignetes Kriterium zur Beurteilung der Qualität des Asphaltgranulats und der Verhärtung des Asphalts. Daher kann auch die Wiederverwendung von viskositätsverändertem Asphalt mit einem Erweichungspunkt Ring und Kugel von durchschnittlich mehr als 70 °C vorgesehen werden. Die Eignung des mit dem Asphaltgranulat aus viskositätsverändertem Asphalt hergestellten Asphaltmischguts ist in der Erstprüfung nachzuweisen. Analog zum konventionellen Asphalt mit VvB oder VvZ ist beim Einbau die viskositätsverändernde Wirkung zu beachten und sind gegebenenfalls besondere Regelungen hinsichtlich der Anforderungen an das Asphaltmischgut zu treffen.

Asphaltdeckschicht aus MA 8 S herstellen
Asphaltdeckschicht aus Gussasphalt MA 8 S herstellen.
Einbaubreiten nach Unterlagen des AG.
In Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk 100.
Einbaudicke = 3,0 cm einschließlich eingedrücktem Abstreumaterial.
Bindemittel = viskositätsverändertes Straßenbaubitumen 15/25 VL.
Fremdfüller = Kalksteinfüller Kategorie CC70.

Asphaltdeckschicht aus AC 11 D S herstellen
Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten AC 11 D S herstellen.
In Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk 3,2.
Einbaudicke = 4 cm.
Bindemittel = viskositätsverändertes polymermodifiziertes Bitumen PmB 25/45 VL.

Bild 9: Beispiele für einen Positionstext für Gussasphalt bzw. Walzasphalt mit viskositätsverändertem Bindemittel nach E KvB (Bindemittelzeile hervorgehoben)

Um die Sperrzeiten von Verkehrsflächen zu reduzieren, besteht zunehmend – insbesondere bei Maßnahmen der Baulichen Erhaltung im innerörtlichen Bereich – das Interesse nach einer früheren Verkehrsfreigabe, als nach Regelwerk festgelegt. Auch aus diesem Grund wurde in der FGSV der Arbeitskreis „Frühere Verkehrsfreigabe“ wieder ins Leben gerufen. Die frühere Verkehrsfreigabe wurde mit der Zugabe von VvoZ lange Zeit auf der Basis von praktischen Erfahrungen entschieden und ist deutlich von den Umgebungsbedingungen abhängig. Eine geeignete Prüfmethodik zur zerstörungsfreien Bewertung der Verformungsbeständigkeit, z. B. der PVE-Tester und das modifizierte leichte Fallgewichtgerät (mod. LFGG) zur Simulation der statischen bzw. dynamischen Belastung, wurde in den letzten Jahren erforscht (Radenberg, Gehrke 2014). Im Rahmen einer Baumaßnahme in Hamburg, bei der die Asphaltdeckschicht saniert und unter Verwendung von 85 M. % Asphaltgranulat und VvoZ neu hergestellt wurde, zeigten Untersuchungen mit diesen Prüfverfahren, dass eine Verkehrsfreigabe bereits bei ca. 30 °C Asphalttemperatur bzw. 3,5 Stunden nach dem Einbau möglich war, ohne dass Schäden zu erwarten gewesen wären (Gehrke, Louis 2015).

5 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Verwendung von VvZ und VvB im Asphaltstraßenbau liegen nun Erfahrungen über eine Dauer von mehr als 15 Jahren vor. Die Erfahrung beschränkt sich dabei nicht nur auf die inzwischen im Regelwerk verankerte Verwendung in Gussasphalt, welche im Wesentlichen auf den Arbeitsschutz und wirtschaftliche Gründe zurückzuführen ist. Auch für Walzasphalt liegt eine umfassende Erfahrung vor, wo sich der Einsatz von VvZ und VvB unter anderem zur Verbesserung der Verdichtbarkeit – auch bei ungünstigen Einbaubedingungen –, der Erhöhung des Widerstands gegen Verformungen bei Gebrauchstemperaturen, für eine frühzeitige Verkehrsfreigabe oder auch zur Temperaturabsenkung in Tunneln bewährt hat. Beispiele hierfür sind im Abschnitt 3 gegeben.

Die Viskositätsveränderung der Asphalte sollte bei der Herstellung durch die Verwendung von vorgemischten VvB erfolgen. Die besonders zu Beginn der Entwicklung der Viskositätsveränderung vorgenommene Zugabe von VvZ an der Asphaltmischanlage sollte in Zukunft möglichst vermieden werden, um ein homogenes viskositätsverändertes Asphaltmischgut mit auch über die einzelnen Herstellchargen gleichmäßigen Eigenschaften zu gewährleisten.

Im nationalen Technischen Regelwerk sind die VvZ und VvB und der Umgang mit ihnen noch unzureichend für die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten beschrieben. Eine erste Lücke wird mit der Veröffentlichung der E KvB (FGSV 2016) geschlossen, in denen VvB erstmalig hinsichtlich typischer Eigenschaften spezifiziert werden. Mit dieser Klassifikation ist jetzt auch das fachgerechte Erstellen einer Leistungsbeschreibung für Asphalte mit VvB möglich.

Für den Fall der Zugabe von VvZ an der Asphaltmischanlage sind einheitliche und hinreichend genaue Lösungen noch zu

erarbeiten und derzeit einzelvertraglich zu regeln. Besonders die Frage der Qualitätskontrolle und Durchführung von geeigneten Prüfungen ist festzulegen. Dabei ist zu beachten, dass der für Bindemittel bekannte und im Technischen Regelwerk vielfach herangezogene Kennwert Erweichungspunkt Ring und Kugel nach heutiger Kenntnis nicht zur Beschreibung von viskositätsveränderten Bindemitteln geeignet ist, weil dieser durch die Zugabe von VvoZ bereits erhöht ist und hier nicht eine Alterung des Bindemittels anzeigt. Ein alternativer, aber geeigneter und mit konventionellen Prüfmethoden zu bestimmender Kennwert ist hingegen die Nadelpenetration.

Dies ist auch im Hinblick auf eine mögliche Wiederverwendung von Asphaltgranulat aus viskositätsverändertem Asphalt zu berücksichtigen, die nach ersten Erfahrungen problemlos möglich ist. In der Zukunft ist vor dem Hintergrund der Entwicklung der Anwendung von VvB und VvZ von einer zunehmenden Menge entsprechenden Ausbauasphalts auszugehen. Hier gilt es, die geeignete Wiederverwendung und Zusammensetzung des resultierenden Asphaltmischguts sicherzustellen und die Anwender – sowohl Auftraggeber als auch Auftragnehmer – in dieser Hinsicht zu sensibilisieren und zu schulen. Ein unsachgemäßer Umgang mit Asphalt, insbesondere Walzasphalt, mit VvB oder VvZ wird ebenso frühzeitige Schäden oder nicht anforderungskonforme Ergebnisse bewirken, wie es auch bei unmodifiziertem Asphalt der Fall ist.

So ist auch zu betonen, dass die zum Teil von Kritikern der Viskositätsveränderung befürchtete vorzeitige Schadensbildung mit Rissen, Ausbrüchen und Ausmagerungen im Walzasphalt mit vorliegenden Erfahrungen zu widerlegen ist (siehe z. B. Damm (2014) und die obigen Beispiele). Die Erfahrungen aus diversen Projekten und auch mit Produkten unterschiedlicher Hersteller lassen dies bei geeigneter Zusammensetzung, dies setzt in jedem Fall natürlich die Durchführung von erweiterten Untersuchungen im Rahmen der Erstellung des Eignungsnachweises (z. B. Tieftemperaturverhalten und Ermüdungsbeständigkeit) voraus, und anforderungsgerechtem Einbau nicht erkennen. Stattdessen ist ein mindestens vergleichbares, in der Regel jedoch besseres Gebrauchsverhalten gegeben, werden die Baumaßnahmen mit vergleichbaren Projekten ohne Viskositätsveränderung verglichen. Um dies im Detail nachvollziehen zu können, ist vorgesehen, ausgewählte Baumaßnahmen, für die zudem hinreichend Informationen über den Bestand und den seinerzeitigen Einbau vorliegen, in einer Langzeitbetrachtung zu erfassen und zu analysieren. Hierbei sollen auch Proben entnommen und hinsichtlich der heutigen Gebrauchs- und Bindemitteleigenschaften untersucht werden.

Literaturverzeichnis

Beer, F.; Bommert, F.; Grodotzki, O.; Harnischfeger, St.; Mansfeld, R.; Nölting, M.; Rühl, R.; Täube, A. (2014): 15 Jahre Praxis. Asphalte mit viskositätsverändernden Zusätzen. In: Asphalt, 49, 7, Giesel-Verlag, Hannover, 10–14

BG Bau (2015): Messung der Dämpfe und Aerosole beim Einbau von Walzasphalt im Wallringtunnel, August 2015. Nicht veröffentlicht

Bull-Wasser, R.; Schmidt, H.; Weßelborg, H.-H. (2011): ZTV/TL Asphalt-StB – Handbuch und Kommentar. 3. Auflage, Kirschbaum Verlag, Bonn

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2006): Technische Regeln für Gefahrstoffe 900, Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900), Ausgabe Januar 2006. In: BArBl. Heft 1/2006, 41-55. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin

Bundesanstalt für Straßenwesen (2010): Erfahrungssammlung über die Verwendung von Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt, Stand November 2010. Verfügbar: http://www.bast.de/DE/Strassenbau/Publikationen/Download-Publikationen/Downloads/s3-erfahrungssammlung.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2014): Hinweise zu den ZTV-Ing Teil 5, Abschnitt 1, Hinweise zu Planung, Entwurf und Ausführung, Stand 30.12.2014. Verfügbar: http://www.bast.de/DE/Ingenieurbau/Publikationen/Regelwerke/Baudurchfuehrung/EC-ZTV-ING-Hinweise-Baudurchfuehrung.html?nn=613324

BWVI Hamburg (2016): Verkehrsbelastung, Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärken an Werktagen (Montag–Freitag), Hamburg 2014. Verfügbar: http://www.hamburg.de/bwvi/verkehrsbelastung/

Damm, K. (2014): Gefährden Wachse das Gebrauchsverhalten von Asphaltbefestigungen? In: Straße und Autobahn, 65, 8, 598–607. Kirschbaum Verlag, Bonn

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2009): Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen in Asphaltbauweise, Ausgabe 2009 (RDO Asphalt 09). FGSV Verlag, Köln

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2011): Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt (M TA), Ausgabe 2011. FGSV Verlag, Köln

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2014a): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007/Fassung 2013 (ZTV Asphalt-StB 07/13). FGSV Verlag, Köln

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2014b): Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen, Ausgabe 2007/Fassung 2013 (TL Asphalt-StB 07/13). FGSV Verlag, Köln

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2016): Empfehlungen zur Klassifikation von viskositätsveränderten Bindemitteln (E KvB), Entwurf 3/2016. FGSV Verlag, Köln

Gehrke, M.; Louis, H.-P. (2015): Untersuchungsbericht Nr. 1505030, Bestimmung des Verformungsverhaltens der Asphaltdeckschicht mit dem PVE-Tester und dem mod. LFGG, 19.5.2015. Ingenieurgesellschaft für Technische Analytik mbH, Essen. Nicht veröffentlicht

Hinrichs, B. (2016): Wallringtunnel in Hamburg, Mehr Sicherheit im Tunnel – weniger Temperatur beim Einbau. In: Asphalt, 51, 1, 38–41. Stein-Verlag, Iffezheim

Mansfeld, R.; Barth, R.; Beer, F.; Breitbach, P.; Gogolin, D.; Pass, F.; Radenberg, M.; Riebesehl, G.; Sadzulewsky, S.; Wölfle, H. (2009): Temperaturabgesenkte Asphalte – Ratschläge aus der Praxis für die Praxis. Asphalt Leitfaden, Deutscher Asphaltverband, Bonn

Mansfeld, R. (2010): Qualitätssicherung bei ungünstigen Temperaturen. Einsatz von viskositätreduzierenden Zusätzen. In: Asphalt, 45, 2, 39–40. Giesel-Verlag, Hannover

Oelkers, C. (2015a): Asphalte mit viskositätsverändernden Zusätzen – 15 Jahre Praxis. In: Gestrata Journal Nr. 143, 10–14. Gestrata, Wien

Oelkers, C. (2015b): Optimierung der Performance von Gussasphalt. In: Asphalt, 50, 5, 9–16. Giesel-Verlag, Hannover

Radenberg, M.; Gehrke, M. (2014): Einfluss viskositätsverändernder Zusätze auf den Zeitpunkt der Verkehrsfreigabe. Schlussbericht zum FE 07.0246/2011 der Bundesanstalt für Straßenwesen. Nicht veröffentlicht

Rühl, R.; Schellenberger, M.; Winklbauer, M. (2012): Einbau von temperaturabgesenktem Walzasphalt in Tunnelbauwerken – Keine Alternative. In: Asphalt, 47, 2, 10–15. Giesel-Verlag, Hannover

Schäfer, V.; Rosauer, V. (2016): Experience with asphalt pavement on the heavy loaded port area of the "Niedersachsenkai". In: Proceedings of 6th Eurasphalt & Eurobitume Congress, 1st–3rd June 2016, dx.doi.org/10.14311/EE.2016.076, Prag