

Gummimodifizierte Bindemittel

Anlässlich des diesjährigen Asphaltseminars in Willingen in wurde zum Thema „Gummimodifizierte Bindemittel – Stand 2018“ vorgetragen. Dabei blieben viele Fragen offen,

ROLF REITER

Deshalb wurde der Vortrag und die daraus resultierende Diskussion zum Anlass genommen, den Versuch einer Standortbestimmung zu unternehmen.

Bitumenverbrauch in Deutschland

Interessant ist ein kurzer Blick auf den Bitumenkonsum in Deutschland. 2016, aktuellere Zahlen liegen noch nicht vor, wurden 1,6 Mio. t Bitumen im Straßenbau eingesetzt. Bei einer Asphaltproduktion von 41 Mio. t (Quelle: DAV) betrug der Anteil an polymermodifizierten Bindemitteln mit 486.000 t knapp 30 % (Quelle: Eurobitume).

Sofern hier von Polymermodifizierten Bitumen die Rede ist, sind die Elastomermodifizierten Bindemittel gemäß Tabelle 2 der TL Bitumen, Typ PmB A, gemeint. Plastomere (Tabelle 3 der TL Bitumen, Typ PmB C) zur Modifikation von Bitumen haben – zumindest in Deutschland – keine nennenswerte Verbreitung gefunden.

Eine Besonderheit der Elastomermodifizierten Bitumen stellen die Gummimodifizierten Bindemittel dar. Sie sind aber bislang nicht Gegenstand der in der TL Bitumen beschriebenen Bindemittel. Obgleich man sich schon recht lange mit der Modifikation von Bitumen durch Zugabe von Gummimehlen beschäftigt hat. So datiert ein Patent mit Gummizusätzen für den landwirtschaftlichen Wegebau aus dem Jahr 1823.

So richtig in Schwung kam die „Gummimodifikation“ in den 1970er Jahren. Der Anstoß kam aus den USA – zuerst in den

Wüsten-Staaten (z.B. Arizona), um bei den extremen klimatischen Bedingungen eine qualitativ hochwirksame Bitumenmodifikation gegen Rissbildung und Verdrückung zur Verfügung zu haben.

Dann verkam die Gummimodifikation jedoch zu einem reinen Entsorgungskonzept für gebrauchte Reifen. Bis sie dann in Europa sukzessive zu einem High-Tech-System weiterentwickelt wurde. Heute sind es vor allen Dingen die ausgesprochen positiven physikalischen und chemischen Eigenschaften – allen voran die hohe thermische und mechanische Stabilität – der im Naturkautschuk vorkommenden Polymere, die eine Verbreitung der Gummimodifizierten Bitumen bzw. Asphalte unaufhaltsam vorantreiben.

Trotz der zwischenzeitlich spürbaren Verbreitung, ist eine Quantifizierung dieser Produkte in Deutschland nahezu unmöglich, da zu den gebrauchsfertigen, heißflüssigen Gummimodifizierten Bindemitteln eine breite Palette an trockendosierten „Gummimodifizierten“ Produkten addiert werden muss. Diese werden zudem in unterschiedlichen Konzentrationen entsprechend der Regelwerke oder gemäß Herstellerangabe appliziert.

Im „Konzert“ der Modifikation von Bitumen sind Gummimodifizierte Produkte (bislang) jedoch nur eine Randerscheinung. Zwar mit merklich zunehmender Tendenz, aber im Gesamtmarkt der Bindemittel für den Straßenbau sind sie bislang über die Rolle eines „Nischenproduktes“ nicht herausgekommen.



Bei einer ganzheitlichen Betrachtung mag diese Aussage zutreffen, doch bei einer differenzierteren Analyse und Fokus auf speziellen Asphaltbefestigungen, wie beispielsweise der PA, werden die Vorteile einer Gummimodifikation sehr offensichtlich. Und deren Akzeptanz ist merklich gestiegen.

Eigenschaften von Gummimodifikation im Asphalt

Da die Gummimodifizierten Bitumen ihre Basis nicht leugnen können, verhalten sie sich im Asphalt wie klassische PmB A. Diese Eigenschaften lassen sich im Wesentlichen charakterisieren durch:

- eine erweiterte Plastizitätsspanne,
- verbessertes Kälteverhalten (Abkühlversuch),
- verbesserte dynamische Beanspruchung bei tiefen Temperaturen (Quelle: IFTA, Dr. Potschka, Abbildung 1),
- ausgesprochen hohe Kohäsion sowie
- signifikante Viskositätserhöhung des Basisbindemittels.



Foto: Rolf Reiter

Einbau von Kompaktasphalt auf der B 463: Asphaltbinder- und Deckschicht sind gummimodifiziert

Wobei die Viskositätserhöhung eine der wesentlichen Charakteristika von mit Polymeren modifizierter Bindemittel ist. Bei allen heißflüssigen Bindemitteln ist die maximal handhabbare Produktviskosität durch mehrere Faktoren begrenzt. Dazu gehören die Produktionstechnik, der Trans-

port sowie das Handling an der Asphaltmischanlage (Bindemittelfördersystem).

Bei der Trocken-Dosierung von Gummi-Produkten findet die Viskositätserhöhung des zugesetzten Straßenbaubitumens erst im Mischer der Asphaltmischanlage statt. Aufgrund der dort herrschenden sehr hohen Scherkräfte kann dort problemlos mit Viskositäten umgegangen werden, die auf einem angestrebten wesentlich höheren Niveau liegen. Die Vorteile:

- wesentliche dickere Bindemittelfilme können so im Asphalt erzeugt werden,
- dadurch erfolgt eine erheblich verzögerte Verhärtung und
- das Bindemittel läuft nicht ab, sodass meistens auf einen Zusatz von Sperrstoffen im Asphalt verzichtet werden kann. Das gilt vor allem für Asphalte der Sorte PA, SMA, SMA-LA und SMA 16 B S,
- erheblich längere Liegezeiten sind realisierbar und damit verbunden eine stark verbesserte Wirtschaftlichkeit.

Beispielhaft sind die Liegezeiten von Offenporigen Asphaltdeckschichten in Bayern. Aus Marktbeobachtungen lässt sich deshalb ableiten, dass PmB 40/100-65 A mit einer durchschnittlichen Gebrauchsdauer von 9, maximal 11 Jahren aufwartet. Gummimodifiziertes Bitumen jedoch mit einer durchschnittlichen Gebrauchsdauer von knapp 15 Jahren, maximal knapp 19 Jahre liegen deutlich darüber (Abbildung 2). Als Konsequenz daraus haben

Verbessertes dynamisches Kälteverhalten bei tiefen Temperaturen (-15°C)

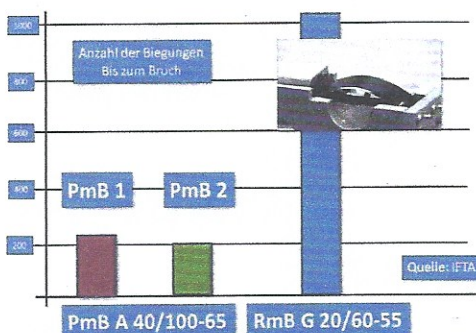


Abbildung 1: Dynamisches Kälteverhalten bei tiefen Temperaturen

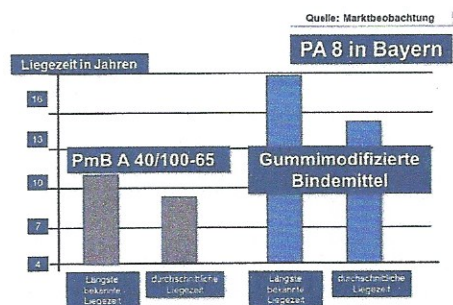


Abbildung 2: Liegedauern von PA 8 in Bayern.

die Autobahndirektionen in Bayern bei der Ausschreibung von Offenporigen Asphaltdeckschichten auf die Verwendung von PmB A seit Implementierung der TL RmB-StB, By (2010) Abstand genommen. Aus Gründen der besseren Wirtschaftlichkeit wird die Ausführung nur noch (mit Ausnahme einiger wenigen Vergleichsabschnitte) mit gummi-modifizierten Produkten zugelassen.

An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass man ebenfalls in Baden-Württemberg im PA 8 nur noch den Einsatz von Gummi-modifizierten Bindemitteln zulassen wird. Kommuniziert wurde dieser Umstand bereits im November 2017 während des Asphalt-Kolloquiums am Karlsruher Institut für Technologie (Universität Karlsruhe). Eine Veröffentlichung in den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen BaWü, Ausgabe 2018, stand zum Zeitpunkt dieser Veröffentlichung noch aus.

Dass Gummi-modifizierte Bindemittel ein verbessertes Alterungsverhalten zeigen, hat Dr. Daniel Gogolin (PTM) bereits in seinem Referat anlässlich des DAV-Asphaltseminars in Willingen 2014 verdeutlicht. Er berichtete von umfangreichen Laborversuchen, in denen verschiedene Bindemittelsysteme einer Kurz- (RTFOT) und Langzeitalterung (RTFOT plus PAV) ausgesetzt und danach das Schermodul G^* bei konstant 60 °C bestimmt wurden (Abbildung 3). Die Vorteile der Gummi-modifikation sind

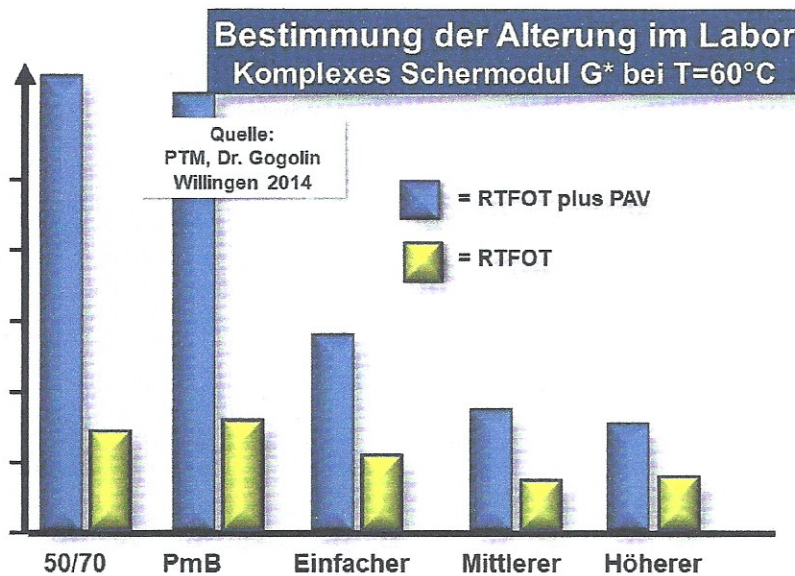


Abbildung 3: Alterungsverhalten im Labor



Abbildung 4: Recycling von Reifen

nicht zu übersehen. Und, was eigentlich zu erwarten war: „Viel hilft viel“, d.h., bei einem höheren Modifikationsgrad, einer höheren Konzentration an Gummimehl oder Gummi-modifiziertes Bitumengranulat, kann von einer weiteren erheblichen Verbesserung des Alterungsverhaltens ausgegangen werden.

Laborergebnisse sind die eine Seite der Medaille. Doch wie sieht es in der Praxis aus? Hier kommen viele Faktoren zusammen, die eine wirtschaftliche Umsetzung überhaupt ermöglichen.

Eine der empfindlichsten Asphaltbefestigungen ist der PA 8. Die vielen zugänglichen Hohlräume und offene Strukturen lassen normalerweise das Bindemittel wie im Zeitraffer altern. Nicht jedoch die Strecken, die mit Gummi-modifizierten Bindemitteln konzipiert wurden. 15 Jahre Liegezeit sind

eher die Regel als Ausnahme. Das unterstreichen auch die Untersuchungen des Landesamtes für Umwelt in Bayern. Das LfU hat an insgesamt 21 Streckenabschnitten Bohrkern entnommen und die Verhärtung der Bindemittel bestimmt. Eine Zunahme des Erweichungspunktes Ring und Kugel im PA 8 von durchschnittlich $0,7$ bis $1,0\text{ °C}$ pro Jahr Liegezeit bestätigt die sehr günstigen Voraussetzungen für die beobachteten langen Liegezeiten. In mehr geschlossenen Asphaltbefestigungen war der Anstieg des Erweichungspunktes noch wesentlich moderater. Beispielhaft sei hier Splittmastixasphalt erwähnt, bei dem pro Jahr Liegezeit der Anstieg des Erweichungspunktes von lediglich $0,1$ bis $0,3\text{ °C}$ zu verzeichnen war. Daraus folgt, dass während der angestrebten üblichen Nutzungsdauer von 15 bis 20 Jahren der RuK-Grenzwert des eingesetzten Bitumen von 70 °C zur Wiederverwendung nicht erreicht wird.

Immer wieder wird diskutiert, ob weitere Ursachen für die geringe Alterungsneigung in den Gummi-modifizierten Asphalten selbst liegen oder ob z.B. weitere Komponenten aus der Reifenherstellung eine Rolle spielen. Ob da Ruß oder andere Additive, die bei der Reifenproduktion (Abbildung 4) Verwendung finden, noch „Wirkung“ zeigen. Möglich – aber dies konnte bislang labor-technisch noch nicht verifiziert werden.

Die Eigenschaften der Polymere aus den Rohstoff „Reifen“ sollte die ausschlaggebende Größe sein, um sich mit der Produktion von Gummi-modifizierten Bindemitteln zu beschäftigen. Aber eben nicht nur.

Dazu addierten sich in der Vergangenheit hin und wieder Probleme bei der Beschaffung von synthetischen Polymeren und letztlich deren rohölabhängige Preis-sensibilität. Der Rohstoff „Reifen“ zeigt sich

jedoch auf einem konstanten Preisniveau und ist nahezu unbegrenzt verfügbar. All diese Faktoren begünstigen die hohe Wirtschaftlichkeit und außerdem die aktuell sehr gute Wettbewerbsfähigkeit zum PmB A.

Regelwerke

Das erste Regelwerk, indem Gummimodifizierte Bindemittel beschrieben und eingebunden wurden, sind die Technischen Lieferbedingungen für Gummimodifizierte Bitumen, TL RmB-StB By, Ausgabe 2010.

Aufgrund der sehr positiven Erfahrungen der Bayerischen Autobahnverwaltungen wurde die TL RmB-StB By implementiert. Das Regelwerk wurde gemeinsam von Vertretern aus der Verwaltung, Wissenschaft und Wirtschaft erarbeitet. In der Präambel ist eine Gleichwertigkeit der Gummimodifikation zur Polymermodifikation manifestiert. In der TL RmB-StB By sind Gebrauchsfertige Gummimodifizierte (RmB R) und Gummimodifizierte Bitumengranulate (GRM) und die daraus hergestellten Bindemittel (RmB G) beschrieben. Aus Gründen der Prozess- und Ausführungssicherheit wurden additivierte Gummimehle und deren Anwendung nicht behandelt.

Obwohl die TL RmB-StB By ursprünglich als regionales Regelwerk für den Freistaat Bayern angesehen wurde, erfolgten zwischenzeitlich auch vielfach Anwendungen des Regelwerks im europäischen Ausland (z.B.: Italien, Österreich) und in den Bundesländern Baden-Württemberg, Berlin, Hessen, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Sachsen-Anhalt. Die Anwendung der TL RmB-StB hat sich bewährt. Das ist sicherlich ein Grund dafür, dass sie bislang nicht überarbeitet werden musste. Ein weiterer Grund stellt möglicherweise die bislang noch nicht veröffentlichte neue Ausgabe der E GmBA da. Denn es wäre sicherlich sehr wünschenswert, wenn künftig nur noch ein bundesweit akzeptiertes und einheitliches Regelwerk die Gummimodifikation regeln würde. Unterhalb der TL RmB wurde aktuell die Leistungsbeschreibung LB-StB By, Ausgabe 07, Asphalttschichten im Dezember 2017 aktualisiert. In dieser Fassung ist der Gebrauch von RmB R und RmB G in folgenden Asphaltbefestigungen festgelegt und beschrieben:

- PA 8, PA 11,
- SMA 8 S, SMA 11 S,
- AC 8 D S, AC 11 D S und

- AC 16 B S, AC 22 B S.

Zwei Jahre nach der TL RmB-StB By, 2012, wurde als FGSV-Papier, die „Empfehlungen zu Gummimodifizierten Bitumen und Asphalten, E GmBA“, veröffentlicht. In der E GmBA ist der Gebrauch von folgende Arten der Gummimodifikation fixiert:

- gebrauchsfertige Gummimodifizierte (GmB),
- Gummimodifizierte Bitumengranulate (GmB T) und
- additivierte Gummimehle oder Gummigranulate (GmB T).

Aus Gründen der Prozesssicherheit wurden Gummimehle, die keine gesonderte Additivierung aufweisen können, und deren Anwendung nicht beschrieben.

Die Empfehlungen zeigen sich offen für nahezu alle gängigen und verfügbaren Gummimodifikationen. Seit 2014 wird das Regelwerk überarbeitet und die Konzeption nachhaltig überprüft.

Eine Konzeption, die sicherlich auch dem hohen qualitativen Anspruch der TL RmB-StB By gerecht werden müsste. Die Veröffentlichung der neuen Fassung der E GmBA steht noch aus. Weitere Regelungen finden sich im Berliner Regelwerk, „Ergänzende Standardleistungstexte Stadt Berlin, Gummimodifizierter Asphalt“, die Ende 2012 erschienen sind.

Gebrauchsfertige, heißflüssige Gummimodifizierte Bitumen

In Deutschland liegen mit den gebrauchsfertigen und heißflüssigen Gummimodifizierten Bindemitteln die längsten Erfahrungen (seit 1986 und damit über 30 Jahre) in der Praxis vor. Gummimodifizierte Bindemittel sind mit Gummimehl modifizierte Straßenbaubitumen.

Diese Gummimehle können auch zusätzlich additiviert sein. Die produktspezifischen Vor- und Nachteile der gebrauchsfertigen und heißflüssigen Produkte („Nass-Verfahren“ und „Nass-Dosierung“) sind:

- Durch die nur sehr kurzen Lagerstabilitäten muss die maximale Lagerungsdauer im Vorfeld mit dem Lieferanten präzise abgestimmt werden.
- Die Bindemittel tanks an der Asphaltmischanlage müssen mit leistungsfähigen Rührsystemen ausgestattet sein. Leidvolle Erfahrungen zeigten, dass nur ein Umpumpen des Bindemittels nicht ausreichend ist.

- Der Einbau ist wie bei anderen Asphaltarten auch witterungsabhängig. Für die Disposition ist aber zu beachten, dass die Lagerstabilität der Gummimodifizierten heißflüssigen Bindemittel eingeschränkt ist.
- Die Anlieferung kann nur in vollständig befüllten Tkw erfolgen.
- Bei sehr großen und kompakten Maßnahmen können aufgrund von Produktionsengpässen möglicherweise nicht immer alle Lieferanforderungen wunschgerecht erfüllt werden.
- Keine Rücknahme von Resten aus dem Bindemittel tank der Asphaltmischanlage. (Wohin mit den Resten?)
- Aufgrund der Inhomogenität können sich sedimentierte Gummireste an den Heizschlangen des Bitumentanks (Heizprobleme aufgrund von Isolation) anlagern. Die Folge sind unausweichliche Blockaden innerhalb des Bitumenfördersystems.
- Viskositätsabhängig kann es auch zu sehr hohen Beanspruchungen der Bindemittelpumpen kommen.
- Eine volumetrische Dosierung ist aufgrund der hohen Viskosität nahezu ausgeschlossen.
- Deshalb kam es häufig zu Geruchsbelästigungen bei der Anlieferung und Verarbeitung an der Asphaltmischanlage und letztendlich auch beim Einbau des Asphalts.
- Da diese Bindemittel sich nicht mit einem höheren Modifikationsgrad herstellen lassen, aufgrund von Handlingproblemen mit einer noch höheren Produktviskosität, ist eine Verwendung von RC-Material praktisch ausgeschlossen.
- Eine Produktion von Asphalten, die mit niedrigen Temperaturen hergestellt werden, ist problemlos möglich. Es müssen lediglich viskositätsverändernde Additive zum Asphalt (vor der Nachmischphase) hinzugesetzt werden.
- An der Asphaltmischanlage sind keine gesonderten Dosiereinrichtungen erforderlich.
- Die heißflüssigen Gummimodifizierten Bitumen sind konform zur E GmBA und zur TL RmB-StB By.

Mit den produktspezifischen Nachteilen haben alle Beteiligten gelernt ▶

Bitumen & Zugaben

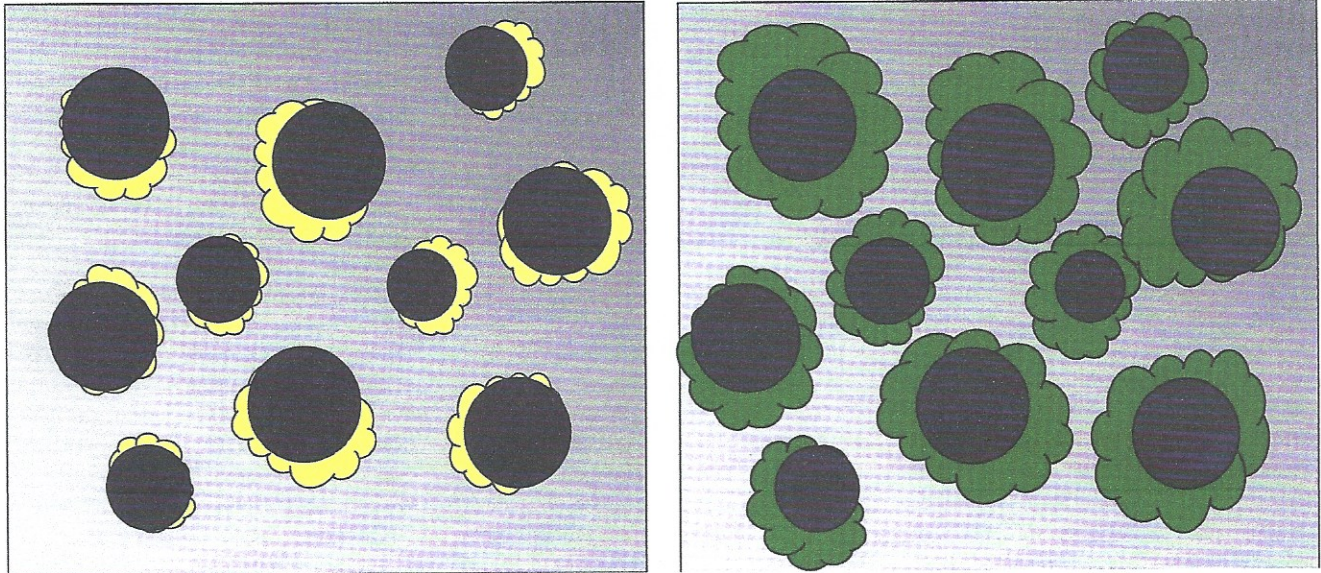


Abbildung 5: Der Blick durch das Rasterelektronenmikroskop zeigt deutliche Unterschiede. Links: Schematische Darstellung von suboptimal aufgeschlossenen Gummipartikeln. Ein erwarteter Quellprozess hat nicht oder nur sehr ungenügend stattgefunden. Mögliche Ursachen: Reaktionstemperatur zu niedrig und/oder (zusätzlich) Reaktionszeit viel zu kurz. Rechts: Schematische Darstellung von optimal aufgeschlossenen Gummipartikeln. Abgestimmte Reaktionstemperatur und -zeit. Die eingesetzten Gummipartikel sind, wie erwartet, stark angequollen.

umzugehen; sich gezwungener Maßen notdürftig „arrangiert“. Ursächlich sind die Bindemittelviskosität und die notwendige Reaktionstemperatur zwischen Gummi und Bitumen für die Vielzahl der Nachteile verantwortlich. Die hohe Temperatur ist aber eine zwingende Voraussetzung, weil es erst jenseits der 200 °C zur gewünschten Reaktion zwischen Gummi und Bitumen kommt. Als zweiter wichtiger Faktor ist die Reaktionszeit anzusehen. Je nach Zusammensetzung und Beschaffenheit des verwendeten Straßenbaubitumens und des eingesetzten Gummimaterials, kann eine optimale Reaktionszeit bis zu mehreren Stunden betragen.

Die Polymere aus dem Gummi quellen dabei an und verbinden sich mit der Bitumenmatrix. Ein starker Viskositätsanstieg und eine Erhöhung des Erweichungspunktes Ring und Kugel sind die Folgen dieser Reaktion. Bedauerlicherweise ist dies auch mit stärkeren Emissionen verbunden.

Von Seiten des Arbeitsschutzes sah man sich deshalb gezwungen zu reagieren und reduzierte die zulässige Temperatur des Gummimodifizierten Bindemittels bei der Produktion, Transport und Verarbeitung. Sie beträgt aktuell gemäß TL RmB-StB By maximal 190 °C und gemäß E GmBA maximal 180 °C bei der Produktion und 170 °C bei der Verarbeitung. (Faustregel: Absenkung der

Temperatur um 10 °C, halbiert die Emission). Eine weitere Reduktion der Temperaturen kann künftig nicht ausgeschlossen werden.

Und mit den abgesenkten Temperaturen bei Produktion, Transport und

Verarbeitung haben es die heißflüssigen Gummimodifizierten Bitumen zunehmend schwerer, den Spagat zwischen den erforderlichen Polymeraufschlusstemperaturen und den Forderungen des Arbeitsschutzes gerecht zu werden. Entweder werden die

Merkmal oder Eigenschaft	Einheit	Prüfmethode	Sorten	
			RmB R 20/60-55	RmB R 35/70-55
Dichte	g/cm ³		Ist anzugeben	
Penetration bei 25 °C	0,1 mm	DIN EN 1426	20 bis 60	35 - 70
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	DIN EN 1427	≥ 55	≥ 55
Flammpunkt	°C	DIN EN ISO 2592	≥ 235	≥ 235
Elastische Rückstellung bei 25 °C ¹⁾	%	DIN EN 13398	≥ 50	≥ 60
Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft nach DIN EN 12607-1				
Masseänderung	%	DIN EN 12607-1	≤ 0,5	≤ 0,5
Verbleibende Penetration	%	DIN EN 1426	≥ 60	≥ 60
Zunahme des Erweichungspunktes Ring und Kugel	K	DIN EN 1427	≤ 8	≤ 8
Abfall des Erweichungspunktes Ring und Kugel	K	DIN EN 1427	≤ 2	≤ 2
Elastische Rückstellung bei 25 °C ¹⁾	%	DIN EN 13398	≥ 50	≥ 60
Verformungsverhalten im Dynamischen Scherrheometer (DSR) ¹²⁾ (Abschnitt 2.3.1)				
Komplexer Schermodul G* bei 60 °C	Pa	DIN EN 14470	≥ 7.000	≥ 12.000
Phasenwinkel δ bei 60 °C	°		≤ 75	≤ 65
Verhalten bei tiefen Temperaturen, Biegebalkenrheometer (BBR) ¹²⁾ (Abschnitt 2.3.2)				
Steifigkeit S bei -16 °C	MPa	DIN EN 14771	≤ 300	≤ 200
m-Wert bei -16 °C			≥ 0,3	≥ 0,3
¹⁾ Beim vorzeitigen Reißen des Fadens (≤ 20cm) ist die Ausziehlänge anzugeben				
²⁾ Die Prüfungen dienen der Erfahrungssammlung, bei den angegebenen Größen handelt es sich um Orientierungswerte				

Abbildung 6: Tabelle 1 der TL RmB-StB By: Anforderungen an Gebrauchsfertige Gummimodifizierte Bitumen

Merkmal/Eigenschaft	Einheit	Prüfmethode	Sorten		
			GmB 25/55-50	GmB 25/55-55	GmB 25/55-65
Nassverfahren			GmBT 25/55-50	GmBT 25/55-55	GmBT 25/55-65
Trockenverfahren			GmBT 25/55-50	GmBT 25/55-55	GmBT 25/55-65
Penetration bei 25 °C ¹⁾	0,1 mm	DIN EN 1426	25 bis 55	25 bis 55	25 bis 55
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	DIN EN 1427	≥ 50	≥ 55	≥ 65
Dichte bei 25 °C	g/cm ³	DIN EN ISO 3838	1,0 bis 1,1		
Flammpunkt	°C	DIN EN ISO 2592	≥ 235		
Elastische Rückstellung bei 20 cm Fadenlänge bzw. Fadenabriss (25 °C) ²⁾	%	DIN EN 13398	≥ 50		≥ 60
Verhalten bei tiefen Temperaturen, Biegebalkenrheometer (BBR)					
Steifigkeit bei -16 °C	MPa	DIN EN 14771	≤ 200	≤ 150	≤ 150
m-Wert bei -16 °C			≥ 0,3	≥ 0,3	≥ 0,3
Verformungsverhalten, Dynamisches Scherrheometer (DSR) bei 60 °C und 1,59 Hz, 2 mm Spaltweite ³⁾					
Komplexer Schermodul G* bei 60 °C	PA	DIN EN 14770	≥ 6.000	≥ 8.000	≥ 10.000
Phasenwinkel δ	°		≤ 65	≤ 65	≤ 65
Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft nach DIN EN 12607-1, bei 163 °C					
Masseänderung	%	DIN EN 12607-1	≤ 0,5		
Verbleibende Penetration	%		≥ 60		
Zunahme des Erweichungspunktes Ring und Kugel	°C	DIN EN 1427	≤ 8		
Abnahme des Erweichungspunktes Ring und Kugel	°C	DIN EN 1427	≤ 2		
Elastische Rückstellung bei 20 cm Fadenlänge bzw. Fadenabriss (25 °C) ²⁾	%	DIN EN 13398	≥ 50		

¹⁾ Nadelpenetration: Es sind mindestens 8 Einzelmessungen durchzuführen
²⁾ Bei vorzeitigem Reißen des Fadens ist die Ausziehlänge anzugeben
³⁾ Abweichend von DIN EN 14770, da das Verfahren bei geringeren Spaltenbreiten keine ausreichende Präzision bietet

Abbildung 7: Tabelle 1 der E GmBA: Eigenschaften und Richtwerte für Gummimodifizierte Bitumen



Bild 1: Einbau eines PA 8 auf der A 9 vor den Toren Münchens mit einem Bindemittel RmB G 35/70-55

Polymere effizient aufgeschlossen - was unweigerlich mit einer signifikanten Viskositätserhöhung verbunden ist - dann ist das fertige Produkt aufgrund der hohen Viskosität (bei den aktuell einzuhaltenden abgesenkten Verarbeitungstemperaturen) nicht mehr handhabbar. Oder es erfolgt bei niedrigeren Temperaturen ein suboptimaler Polymeraufschluss (Abbildung 5). Dieses Produkt verliert an gewohnter Performance - ist aber leicht handhab- und verarbeitbar.

Innerhalb der TL RmB By sind zwei Spezifikationen der heißflüssigen Bindemittel, RmB R 20/60-55 und RmB R 35/70-55, beschrieben (Abbildung 6). Die E GmBA bietet sogar Raum für drei unterschiedliche Spezifikationen: GmB 25/55-50, GmB 25/55-55 und GmB 25/55-65 (Abbildung 7). Die Bezeichnung der Spezifikationsmerkmale ist analog zu den Polymermodifizierten Bindemitteln gewählt worden.

Vorteil der Nass-Dosierung ist, dass die Dosierung des Gummimodifizierten Bindemittels aus den Bindemittel tanks der Asphaltmischanlage analog zu üblichen Straßenbaubitumen erfolgen kann.

Die heute einzuhaltenden reduzierten Temperaturen bei der Produktion haben einen erheblichen Einfluss auf die Produktqualität. Unbestritten werden heute die Spezifikationen der Regelwerke zwar erreicht, die „Produktperformance“ ist bedauerlicherweise jedoch nicht mehr mit der bekannten und gewohnten Wirksamkeit der Gummimodifizierten Bindemittel der frühen Jahre vergleichbar.

Normalerweise kann der Auftraggeber durch eine Gummimodifizierung der Asphalte eine Verbesserung der Qualität erwarten (Bild 1). Das Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg in Leipzig bestätigt das und kommt in seinem Gutachten 17So510 „Gegenüberstellung der asphalttechnologischen Eigenschaften von offenporigen Asphalten mit unterschiedlichen Gummimodifizierten Bindemitteln“ zu folgender Schlussfolgerung: „Aus den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen lässt sich zusammenfassend ableiten, dass bei der unter Zugabe von Gummigranulat GRM 40/20, Fa. CTS hergestellten PA 8 - Variante G sowohl von einem tendenziell günstigeren Verhalten bei Kälte als auch von einem günstigeren Verhalten in Bezug auf Kornverlust als bei der mit gebrauchsfertigem Gummimodifizierten Bitu- ▶

Tab. 1: Schüttelabrieb an MPK

PA 8 - VARIANTE	RAUMDICHTHE [G/CM ³]	HOHLRAUMGEHALT [VOL.-%]	SCHÜTTELABRIEB [M.-%]
Gummimodifiziertes Bitumengranulat	1,912	21,8	18,5
GRM 40/20 „G“	1,910	21,9	19,0
RmB G 35/70-55	1,913	21,8	20,1
	1,895	22,5	19,1
	1,896	22,5	19,0
	1,900	22,3	22,6
MITTELWERT	1,904	22,1	19,7
Heißflüssiges Gummimodifiziertes Bitumen	1,917	23,5	24,0
„R“	1,905	24,0	36,4
RmB R 35/70-55	1,904	24,1	37,6
	1,900	24,2	38,1
	1,892	24,5	39,1
	1,902	24,1	38,0
MITTELWERT	1,903	24,1	37,2

men PA 8 – Variante R ausgegangen werden kann“ (Tabellen 1 und 2).

Diese Ergebnisse und Aussagen des Instituts für Materialprüfung Dr. Schellenberg, wurden bereits auch von anderen Prüfinstituten bestätigt (beispielsweise im FGSV Heft 1093, Ausgabe Juli 2013, „Optimierung der asphalttechnischen und akustischen Eigenschaften von Offenporigen Asphaltdeckschichten hinsichtlich Nutzungsdauer und schalltechnischer Wirksamkeit“, Institut Dr. Gauer).

Es gibt allerdings viele Strecken, bei der die Qualität der heutigen Gummimodifizierung (auf Basis von maximal 190 bzw. 180 °C Produktionstemperatur) wirklich nicht mehr der Wirksamkeit früherer Produkte entspricht. Beispielsweise auf der Versuchsstrecke auf der A 6: Bei diesem Vergleich unterschiedlicher Gummimodifizierungen im SMA zeigten die nicht optimal aufgeschlossenen Produkte ein derart niedriges Viskositätsniveau, dass ein Ablaufen des Bindemittels nur mit Hilfe von Faserstoffen unterbunden werden konnte.

Leider sind zahlreiche Baumaßnahmen, die mit mangelhaft aufgeschlossenen Gummikomponenten gefertigt wurden bekannt, bei denen die Erwartungen nicht erfüllt worden sind. Bei diesen Baumaßnahmen sind die angestrebten Liegedauern nicht annähernd erreicht worden oder sie mussten gar nach kurzer Zeit wieder ausgebaut und saniert werden.

„Leicht“ verarbeitbares, heißflüssiges Gummimodifiziertes Bitumen ist in seiner Wirkungsweise eigentlich nur noch mit dem des reinen Trockenverfahrens (siehe E GmBA) vergleichbar. In beiden Fällen können die Gummikomponenten mangels ausreichend hoher Reaktionstemperatur nicht mehr optimal aufgeschlossen werden. Als Konsequenz verbinden sie sich nur noch ungenügend mit der Bitumenmatrix. Die erwartete „Performance“ wird so nicht erreicht werden können.

Gummimodifizierte Bitumengranulate

Da die heißflüssigen Gummimodifizierten Bindemittel stets mit einer Reihe von operativen „Beschwerlichkeiten“ zu kämpfen hatten, wurde versucht, praxisgerechtere Lösungen zur Marktreife zu entwickeln. Dabei war das oberste Entwicklungsziel auf keinen Fall von der Linie der qualitativ hochwertigen und optimal aufgeschlossenen Produkte abzuweichen. Nach langer Entwicklungszeit gelang es schließlich als Alternative, Gummimodifizierte Bitumengranulate herzustellen und erste Praxisversuche zu initiieren. Bereits 2005 wurden dann regulär erste Maßnahmen zur Zufriedenheit aller Beteiligten erfolgreich durchgeführt, wie beispielsweise auf der B 463, wo in Kompaktbauweise eine gummimodifizierte Asphaltbinder- und eine gummimodifizierte Asphaltdeckschicht eingebaut wurden.

Bei genauerer Betrachtung beschreibt die Gruppe der Gummimodifizierten Bitumengranulate in der Produktion einen „Königsweg“. Bekannte und effiziente Reaktionsabläufe zwischen Gummi und Bitumen werden mit den Vorteilen einer Trockendosierung verknüpft. (Produktion traditionell im „Nass-Verfahren“, Dosierung im „Trocken-Verfahren“). Gummimodifizierte Bitumengranulate bestehen aus einem konzentrierten Gummimodifiziertes Bitumen gemäß TL RmB-StB By. Das in einem abgeschlossenen System unter Schutzgas (Vermeidung von Emissionen) hergestellt wird. Bei dieser Produktion können Reaktionstemperatur (>200 °C) und Länge der Reaktionszeit optimal eingehalten werden. Der Reaktionsprozess wird anlagentechnisch kontinuierlich überwacht. Dieses „flüssige“ höchstviskose Konzentrat wird zur einfacheren Verarbeitung an der Asphaltmischanlage in weiteren Verfahrensschritten granuliert.

Diese Gummi/Bitumenkonzentrate werden in der vorgegebenen Menge an der Asphaltmischanlage direkt in den Mischer auf die Gesteinskörnungen und Füller – vor der eigentlichen Trockenmischphase – appliziert. In der Trockenmischzeit (üblicherweise 5 bis 10 Sekunden) werden die Granulate homogen verteilt und schließlich durch das zugegebene Straßenbaubitumen gelöst. Eine Erhöhung der Nachmischzeit ist eigentlich nicht erforderlich. Sie ist jedoch abhängig vom Zustand des Mixers. Probe-

Tab. 2: Kornverlust (Cantabro-Test)

PA 8 - VARIANTE	RAUMDICHTHE [G/CM ³]	HOHLRAUMGEHALT [VOL.-%]	KORNVERLUST [M.-%]
Gummimodifiziertes	1,905	22,1	8,5
Bitumengranulat	1,906	22,0	7,1
GRM 40/20 „G“	1,911	21,8	6,7
RmB G 35/70-55	1,893	22,6	8,6
	1,890	22,7	7,6
	1,909	21,9	9,8
	1,899	22,3	8,0
	1,920	21,5	6,7
	1,895	22,5	8,1
	1,890	22,7	9,2
MITTELWERT	1,902	22,2	8,0
Heißflüssiges	1,905	24,0	21,6*
Gummimodifiziertes	1,908	23,9	16,2
Bitumen „R“	1,919	23,5	18,6
RmB R 35/70-55	1,911	23,8	17,0
	1,899	24,3	17,9
	1,904	24,1	17,7
	1,917	23,5	16,4
	1,895	24,4	15,7
	1,902	24,1	16,8
	1,913	23,7	17,8
MITTELWERT	1,907	23,9	17,0

*Ausreißer, wurde bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt

mischungen zur visuellen Homogenitätsbeurteilung sind daher empfehlenswert. Heute, nach fast 15 jähriger Erfahrung mit den Bitumengranulaten, kann davon ausgegangen werden, dass dadurch die Qualität des Gummimodifizierten Bitumens gegenüber den früheren flüssigen Produkten, die ebenfalls bei über 200 °C hergestellt wurden, nochmals gesteigert werden konnte.

Die Hauptvorteile und Nachteile bei der Verwendung von Gummimodifizierten Bitumengranulaten sind:

- problemlose Logistik, Lagerung direkt an der Asphaltmischanlage möglich,
- einfache und wetterunabhängige Disposition,
- Anlieferung per Lkw, Bahn oder per Container in Big Bags oder Konfektionierung nach Kundenwunsch,
- auch kleine und kleinste Mengen sind disponierbar,
- hohe und konstant reproduzierbare Qualität des hergestellten Asphalts,
- an der Asphaltmischanlage werden

kaum steuerbaren Anforderungen an Temperatur und „Reifezeit“ zwischen Bitumen und Gummikomponenten gestellt,

- durch unterschiedliche Dosierungen von GRM und Varianz der Basisbindemittel sind an jeder Asphaltmischanlage alle Spezifikationen gemäß TL RmB-StB By oder E GmBA herstellbar,
- darüber hinaus sind alle gängigen PmB-Äquivalente, wie aus einem Baukasten, reproduzierbar herstellbar.
- Die Gummimodifizierten Bitumengranulate eignen sich hervorragend bei der Verwendung von RC-Material. Die Zugabemenge wird dann auf den Gesamtbindemittelgehalt berechnet. So steht ausnahmslos der angestrebte Modifikationsgrad, unabhängig von der tatsächlichen RC-Zugabemenge, dem Asphaltgemisch zur Verfügung.
- Ein Zusatz von viskositätsverändernden Additiven ist möglich.
- Die Produktion von Asphalten, die

mit niedrigen Temperaturen hergestellt werden, ist ebenfalls problemlos möglich, weil die Gummimodifizierten Bitumengranulate bereits fertig aufgeschlossen sind. Diese Reaktion erfolgt beim Herstellungsprozess, sodass nachgelagerte Reaktionszeiten nicht notwendig sind. Gerade bei Mischguttemperaturen von <150 °C muss eine Reaktion zwischen der Bitumenmatrix und den Polymeren aus dem Gummi kritisch hinterfragt werden.

- Die Gummimodifizierten Bitumengranulate sind konform zur E GmBA und zur TL RmB-StB By.
 - Es ist ein erhöhter personeller Aufwand notwendig.
- Außerdem wird an der Asphaltmischanlage eine eigene Dosiervorrichtung benötigt:
- Sackzugabe (Produkt in Aufschmelzverpackung) direkt in den Mischer,
 - Zugabe über eine eigene Dosiervorrichtung mit Verwiegeeinrichtung,
 - Dosierung über die Kalt-

Merkmal oder Eigenschaft	Einheit	Prüfmethode	Sorten	
			GRM 40/15	GRM 40/15
Dichte	g/cm ³	DIN EN 12607-3	1,00 bis 1,04	
Gummigehalt, davon angelöst	M.- %		40 / 15	40 / 20
Bitumengehalt	M.- %		50	50
Füllergehalt	M.- %		10	10
Granulatgröße	mm	DIN EN 933-1 bzw. 52098	0 - 20	0 - 20

Abbildung 8: Tabelle 2 der TL RmB-StB By: Kenngrößen Gummimodifizierter Bitumengranulate

zugabe, wobei eine Anpassung der Verwiegeeinrichtung und der Anlagensteuerung empfohlen wird.

- Eine Zugabe über eine Einblasvorrichtung hat sich nicht bewährt, da es zu Blockaden aufgrund von elektrostatischer Aufladung kommen kann.

Die Gummimodifizierten Bitumengranulate werden in der TL RmB-StB By als GRM (Granulate Rubber Modified) bezeichnet. In der TL sind im Gegensatz zur E GmBA eigene Spezifikationen hinterlegt (Abbildungen 8 und 9). Auch wurden bereits Ausschreibungen, die „analog“ zur TL RmB-StB By erfolgen sollten, veröffentlicht. In „Hochlagen“ (ca. 800 Höhenmeter) erschien beispielsweise den Verwaltungen (Deutschland und Österreich) die Gradation des Straßenbaubitumen 50/70 als nicht kälteflexibel genug. Dort kamen als Basisbindemittel für die Mischgutsorte AC 8 D S jeweils Straßenbaubitumen 70/100 mit 12 und 22 M.-% GRM 40/15 zum Einsatz.

Additivierte Gummimehle

Additivierte Gummimehle sind Zubereitungen aus Gummimehl (aus Altreifen hergestellte Gummipartikel mit einer maximalen Korngröße von 1,0 mm) und Zusätzen. Diese Zusätze können Prozessöle, viskositätsverändernde Additive, Polymere sein. Auch Mehrfach-Additivierungen sind möglich. Die Dosierung erfolgt im „Trocken-Verfahren“. Die produktspezifischen Vor- und Nachteile der Additivierten Gummimehle sind:

- problemlose Logistik, Lagerung direkt an der Asphaltmischanlage ist möglich,
- einfache und wetterunabhängige Disposition,
- Anlieferung per Lkw, Bahn oder per Container in Big Bags oder Konfektionierung nach Kundenwunsch,
- auch kleine und kleinste Mengen sind

disponierbar.

- Da es im Herstellungsprozess der Additivierten Gummimehle keine Reaktion zwischen Bitumen und den Polymeren aus dem Gummimehl gegeben hat und selbst der Mischprozess an der Asphaltmischanlage dies nicht sicherstellen kann, muss eine zusätzlichen Reife- und/oder Lagerzeiten an der Asphaltmischanlage vor Auslieferung des Asphaltmischgutes eingerechnet werden. Die Länge der Reifezeiten ist nach Angabe des Herstellers zu bemessen und kann bis zu 60 Minuten betragen.
- Für die Einhaltung dieser „Reifezeit“ ist alleine der Mischgutproduzent verantwortlich.
- Bei dem Einsatz von Additivierten Gummimehlen ist mit einem erhöhten Bindemittelanspruch zwischen 0,3 und 0,5 M.-% (Herstellerangaben sind zu beachten) zu rechnen. Der erhöhte Bindemittelanspruch beruht auf der Tatsache, dass bei der Reaktion zwischen Gummi und Bitumen leichte Bitumenkomponenten zum Anquellen des Gummis benötigt werden.
- Die Additivierten Gummimehle sind für die Verwendung von RC-Material geeignet, da die Zugabemenge auf den Gesamtbindemittelgehalt kalkuliert wird. So steht ausnahmslos der angestrebte Modifikationsgrad, unabhängig von der tatsächlichen RC-Zugabemenge, dem Asphaltgemisch zur Verfügung.
- Ein erhöhter Bindemittelanspruch besteht auch bei der Verwendung von RC-Material.
- Ein Zusatz von viskositätsverändernden Additiven ist möglich.
- Die Produktion von Asphalten, die mit

abgesenkten Temperaturen hergestellt werden, muss jedoch als problematisch eingestuft werden, weil die Polymere aus den Gummimehlen nicht aufgeschlossen sind. D.h., dass eine Reaktion zwischen Bitumen und Gummi im Herstellungsprozess nicht stattgefunden hat. Bei Mischguttemperaturen von < 150 °C ist eine gewünschte Reaktion zwischen der Bitumenmatrix und Gummi kritisch zu hinterfragen.

- Die Additivierten Gummimehle sind nur konform zur E GmBA.
- Es ist ein erhöhter personeller Aufwand notwendig.

Auch hier wird eine eigene Dosiervorrichtung benötigt.

- Sackzugabe (Produkt in Aufschmelzverpackung) direkt in den Mischer,
- Zugabe über eine eigene Dosiervorrichtung mit Verwiegeeinrichtung,
- Dosierung über die Kaltzugabe, Anpassung der Verwiegeeinrichtung und der Anlagensteuerung wird empfohlen.
- Eine Zugabe über eine Einblasvorrichtung (Faserzugabe) ist produktabhängig möglich und muss deshalb mit dem Hersteller vorab diskutiert werden.

Das Additivierte Gummimehl wird in der vorgegebenen Menge an der Asphaltmischanlage direkt in den Mischer auf die Gesteinskörnungen und Füller – vor der eigentlichen Trockenmischphase – appliziert. In der Trockenmischzeit (üblicherweise 5 bis 10 Sekunden) werden die Gummimehle homogen verteilt und schließlich durch das zugegebene Straßenbaubitumen gelöst. Eine Erhöhung der Nachmischzeit (bis zu 30 Sekunden) kann nach Herstellerangabe erforderlich sein.

Sie ist jedoch abhängig vom Zustand des Mixers. Probemischungen zur visu-

Merkmal/Eigenschaft	Einheit	Prüfmethode	Sorten		
			RmB G 25/60-52	RmB G 20/60-55	GmB G 35/70-55
Hinweise zur zweckmäßigen Zusammensetzung			50/70 mit 12 M.-% GRM 40/15	50/70 mit 22 M.-% GRM 40/15	70/100 mit 33 M.-% GRM 40/20
Dichte bei 25 °C	g/cm ³	DIN EN ISO 3838	1,0 bis 1,1		
Penetration bei 25 °C	0,1 mm	DIN EN 1426	25 bis 60	20 bis 60	35 - 70
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	DIN EN 1427	≥ 52	≥ 55	≥ 55
Flammpunkt	°C	DIN EN ISO 2592	≥ 235		
Elastische Rückstellung bei 25°C ¹⁾	%	DIN EN 13398	≥ 50	≥ 55	≥ 60
Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft nach DIN EN 12607-1					
Relative Masseänderung	%	DIN EN 12607-1	≤ 0,5		
Zunahme des Erweichungspunktes Ring und Kugel	K	DIN EN 1427	≤ 8		
Abnahme des Erweichungspunktes Ring und Kugel	K	DIN EN 1427	≤ 2		
Elastische Rückstellung bei 25°C ¹⁾	%	DIN EN 13398	≥ 50	≥ 55	≥ 60
Verformungsverhalten, Dynamisches Scherrheometer (DSR) ²⁾ bei 60 °C und 1,59 Hz, 2 mm Spaltweite ³⁾					
Komplexer Schermodul G* bei 60°C	PA	DIN EN 14770	≥ 7.000	≥ 9.000	≥ 12.000
Phasenwinkel δ	°		≤ 75	≤ 70	≤ 65
Verhalten bei tiefen Temperaturen, Biegebalkenrheometer (BBR) ²⁾					
Steifigkeit S bei -16 °C	MPa	DIN EN 14771	≤ 300	≤ 250	≤ 200
m-Wert bei -16 °C	%		≥ 0,3		
¹⁾ Beim vorzeitigem Reißen des Fadens (≤ 20cm) ist die Ausziehlänge anzugeben					
²⁾ Die Prüfungen dienen der Erfahrungssammlung, bei den angegebenen Größen handelt es sich um Orientierungswerte					

Abbildung 9: Tabelle 3 der TL RmB-StB By: Anforderungen an im Labor hergestellte Mischungen aus Straßenbaubitumen und Gummimodifiziertem Bitumengranulat

ellen Homogenitätsbeurteilung sind daher in jedem Fall empfehlenswert.

Die Gemische aus Additivierten Gummimehlen und Straßenbaubitumen sind frei wählbar. Die daraus resultierenden Bindemittel unterliegen jedoch der in der E GmBA genannten Spezifikationen (siehe Tabelle 1 der E GmBA: Eigenschaften und Richtwerte für Gummimodifizierte Bitumen).

Da festgelegte Mengenverhältnisse nicht fixiert sind, muss der Anteil an Gummimehl entweder in der Erstprüfung festgelegt werden oder erfolgt nach Vorgabe des jeweiligen Herstellers.

Wiederverwendung

Hier gilt es mindestens zwei Aspekte zu beleuchten. Einerseits die Wiederverwendung von „üblichem“ RC-Material, das mit herkömmlichem Straßenbaubitumen oder mit PmB konzipiert worden ist und bei dem als neues Frischbindemittel Gummimodifiziertes Bitumen Verwendung finden soll. Andererseits die Wiederverwendung von RC-Material, das ehemals mit Gummimodifizierte Bitumen hergestellt wurde. Wobei

die Auswahl eines möglichen Frischbindemittels dann von sekundärer Bedeutung ist, weil alle denkbaren Varianten grundsätzlich praktikabel sind.

Schon vor knapp 10 Jahren hat sich das Institut Dr.-Ing. Gauer (IFB) in der Stellungnahme Nr. S 043 mit der Thematik intensiv beschäftigt. Der Grund dieser Stellungnahme waren vereinzelte Anfragen von Auftragnehmern, die Angaben zur Recyclingfähigkeit von Gummimodifizierten Asphalten „unter asphalttechnischen/emissionsrechtlichen Gesichtspunkten“ erwarteten.

Hinsichtlich der asphalttechnischen Gesichtspunkte stellt IFB die wichtigsten Kriterien für eine Wiederverwendung von Asphalt in den Vordergrund seiner Überlegungen: die Qualität der verwendeten Gesteinskörnungen sowie der Alterungs- und Zustand des Bindemittels.

Für die Wiederverwendung bedeutet die sehr geringe Alterungsneigung von Gummimodifiziertem Bitumen einen erheblichen Vorteil, da keine Einschränkungen der Zugabemengen wegen eines zu hohen

Erweichungspunktes zu erwarten sind.

Da umweltschutzrechtliche Belange eine entscheidende Bedeutung einnehmen müssen, zielen viele durchgeführte Untersuchungen darauf ab, die Umweltverträglichkeit von Gummimodifizierten Bindemitteln bei der Herstellung, Verarbeitung und Wiederverwendung zu belegen.

Das Institut für Materialprüfung Dr.-Ing. Schellenberg beurteilt die Umweltverträglichkeit von CTS Gummimodifizierten Bitumen wie folgt: „Umweltbeeinträchtigende organische Substanzen liegen in solch geringen Mengen vor, dass eine Schadstoffabgabe während der Verarbeitung des Bindemittels nicht zu befürchten ist.“

Zur zusätzlichen Absicherung dieser Aussage und im Hinblick auf eine mögliche Beeinträchtigung der Grundwasserqualität wurde das Auslaugverhalten von PAK und Phenolen untersucht.

Phenole waren im Eluat nicht nachweisbar, die PAK-Belastung war sehr gering und auf dem gleichen Niveau wie bei Asphalten, die mit herkömmlichen Straßenbaubitumen hergestellt werden. ▶

Schließlich wurde auch eine Wiederverwendung mit einer Asphalttheißaufbereitung simuliert. Bei dieser Erhitzungsprüfung des Gummimodifizierten Bindemittels und Differenzbildung zu einem üblichen Straßenbaubitumen kann davon ausgegangen werden, dass weder PCB noch PAK durch eine Gummimodifikation an die Umgebung abgegeben werden.

An dieser Stelle Erwähnung finden sollte das Ergebnis aus einem reinen Laborversuch an CTS Bitumen. Weil hiermit die immer wieder auftkommende Behauptung widerlegt wird, dass Gummimodifizierte Bindemittel krebserregende Stoffe in einer gefährlichen Konzentration freisetzen würden, wie beispielsweise Nitrosamine (Quelle: Expositionsmessungen der Tiefbau Berufsgenossenschaft).

In einer Stellungnahme von Asphaltmischwerksbetreibern aus Bayern wird die Umsetzung einer höchstwertigen Wiederverwendung bestätigt:

- Auf den bayerischen Autobahnen wird schon seit mehr als 20 Jahren Offenporiger Asphalt mit Gummimodifizierten Bitumen hergestellt und entsprechend der Nutzungsdauer derartiger Deckschichten auch wieder ausgebaut und der Wiederverwendung zugeführt.
- An allen Standorten werden deshalb auch die wieder ausgebauten Offenporigen Asphalte angenommen.
- Die Bestandteile sind hinsichtlich der Annahme und Lagerung an den Mischwerken unkritisch.
- Sie bestehen aus meist sehr hochwertigen Gesteinskörnungen sowie Gummimodifiziertem Bitumen.
- Der angenommene Ausbauphase wird in eigenen (häufig auch in unabhängigen) Laboratorien untersucht und auf Basis dieser Untersuchungsergebnisse wird über die höchstwertige Wiederverwendung entschieden.
- In der Vergangenheit ist dieser Ausbauphase meist in Asphalttrag- und Binderschichten wieder verwendet worden.
- Im Zuge eines Pilotprojekts (2017) auf der A 70 wurde im Bereich der Autobahndirektion Nordbayern ein SMA mit nennenswerten Anteilen an ausgebautem Offenporigen Asphalt hergestellt. Das in diesem Pilotprojekt eingesetzte Bindemittel war ebenfalls ein Gummimodifiziertes Bitumen.

Auch im Aufsatz „Besonderheiten bei der Verwendung von Asphaltgranulat in Gummimodifizierten Asphalten“ (Ausgabe 05/2017 der „asphalt“) kommen die Autoren zu einem klaren Ergebnis ihrer Untersuchungen: Die Verwendung von Asphaltgranulat in Gummimodifizierten Asphalten ist grundsätzlich möglich. Die Art und Höhe der Modifikation ist dabei abhängig von der Qualität des Asphaltgranulats, der Auswahl des Grundbitumens, das verwendete Gummiprodukt sowie die Mischanlagentechnik.

Um einen wirklich konstanten Modifikationsgrad zu realisieren, wird der Einsatz von Trockendosierungen (Gummimodifizierte Bitumengranulate oder Additivierte Gummimehle) mehr als dringend empfohlen.

Denn die Zugabemengen werden auf den Gesamtbindemittelgehalt kalkuliert, unabhängig von der tatsächlichen Aufteilung zwischen Frischbindemittel und Bindemittelgehalten aus dem RC-Material.

Fazit

Im Vergleich zur Modifikation mit synthetischen Elastomeren sind Gummimodifizierte Bindemittel immer noch ein Nischenprodukt. Aber die Tendenz ist eindeutig: Die Verbreitung steigt überproportional. Dabei stehen nicht nur die traditionellen Hauptanwendungen, offene Asphalte (PA 8 und SMA LA), im Mittelpunkt. Viele Anwender haben die vielen asphalttechnologischen Vorteile der Modifikation mit Naturkautschuken in den verschiedensten Applikationen erkannt und schätzen gelernt.

PmB können (kurzfristig) nicht durch Gummimodifizierungen ersetzt – aber dort, wo es sinnvoll ist – wirkungsvoll ergänzt werden. Und dort, wo Resistenz gegen Verhärtung das beherrschende Thema ist, da ist die Domäne von Gummimodifizierten Bindemitteln in erster Linie angesiedelt.

Der Hauptvorteil ist die besonders hohe Viskosität. Sofern diese durch eine effizient wirksame Modifizierung mit Gummi realisiert wird.

Denn nur diese kann die ganz besonders dicken Bindemittelfilme nachhaltig garantieren. Und die sind letztlich ausschlaggebend für die signifikant verlangsamt Versprödung der Bindemittel. Die hohe Viskosität kann aber nur von dem Mischer in der Asphaltmischanlage beherrscht werden. D.h., nur eine Gum-

mimodifikation, die per Trockendosierung direkt auf die Gesteinskörnungen gegeben wird, kann den Produktvorteil auch zielgerichtet umsetzen.

Zwei Regelwerke beschreiben den Einsatz und Gebrauch von Gummimodifizierten Bindemitteln, die TL RmB-StB By hat sich seit 2010 bewährt. Die E GmBA – Ausgabe 2012, als FGSV-Papier, wird gerade kräftig überarbeitet. In den Regelwerken werden gemeinsam zwei Produktgruppen beschrieben: heißflüssige und gebrauchsfertige Gummimodifizierte Bindemittel (Nassproduktion und Nassdosierung) sowie Gummimodifizierte Bitumengranulate (Nassproduktion und Trockendosierung). Die additivierten Gummimehle werden nur in der E GmBA beschrieben (Produktion und Trockendosierung).

Es können große qualitative Unterschiede zwischen Labormischungen und Praxisproben bei den „trocken-dosierten“ additivierten Gummimehlen auftreten. Sie beruhen auf eine unterschiedliche thermische Beanspruchung/Verweildauer der gemischten Asphalte.

Die „Trocken-Produkte“ haben viele logistische Vorteile (Transport und Disposition). Sie sind nahezu unbegrenzt an der Asphaltmischanlage lagerfähig. Allerdings erfordert deren Dosierung einen erhöhten personellen Aufwand.

Die Gummimodifizierten Bitumengranulate sind zudem „fertige“ Produkte, da deren Polymere aus dem Rohstoff bereits während der Produktion optimal aufgeschlossen worden sind. „Reife- oder Lagerzeiten“ fallen nicht an. Ein höherer Bindemittelanspruch besteht ebenfalls nicht.

Bei der Verwendung von Ausbauphase können nur trocken dosierte Produkte einen gleichbleibenden Modifikationsgrad garantieren.

Gummimodifizierte Asphalte sind unbegrenzt recycelfähig. Gesundheitsgefährdende Stoffe werden bei deren Verarbeitung nicht emittiert. ■