



Foto: CTS

Gummimodifiziertes Bitumen flüssig und als Granulat

Gummimodifikation: Eine Einordnung

Produktion und Dosierung: trocken/trocken, nass/nass, nass und trocken.
Wer kennt sich da noch aus?

ROLF REITER

Obwohl die Modifikation von Bitumen bzw. Asphalt mit Gummi beinahe schon als ein Stück „Asphalt-Geschichte“ in Deutschland bezeichnet werden kann, gibt es aktuell immer noch einen erheblichen Klärungsbedarf rund um die vielen Begriffe, die in den Regelwerken und Köpfen der Anwender verankert sind und nahezu beliebig verwendet werden. Und dies sehr häufig nicht sachlich richtig. Ich möchte den Versuch unternehmen, diese Begrifflichkeiten einzuordnen.

Auch der Artikel in der Ausgabe 1/2022 der „asphalt“ „Entwicklung eines rezyklierten Gummimehls zur Asphaltproduktion“ hat mich zu diesem Beitrag inspiriert.

„Die Begriffe
rund um die
Gummimodifi-
kation werden
häufig nicht
richtig ange-
wendet.“

Rolf Reiter

Ein wenig Historie vorab

Mitte der 1980er Jahre wurden hierzulande die ersten Strecken gebaut, bei denen gummimodifizierte Bindemittel verwendet wurden. Die überwiegend positiven Erfahrungen aus dem Ausland konnten so schließlich auch in Deutschland bestätigt werden.

Die ersten großtechnischen Erkenntnisse gehen allerdings auf Maßnahmen in den Vereinigten Staaten zurück. Dort wurden bereits in den 1970er Jahren in Arizona großflächige Versuche durchgeführt. In Europa waren Frankreich, Belgien und Österreich (beispielsweise bei der Inntalautobahn) Vorreiter in Sachen Gummimodifikation. Bei allen damaligen Anwendungen wurde ausschließlich vorproduziertes, heiß-flüssiges gummimodifiziertes Bindemittel eingesetzt.

Beim Einsatz in Europa waren – aufgrund des hohen personellen und materiellen Aufwands – die heißflüssigen gummimodifizierten Bindemittel anfänglich auf die Anwendung in Offenporigen Asphalten fokussiert. Gerade dort zeigten sich die qualitativen Vorteile schon innerhalb von kurzen Liegedauern sehr deutlich. Und, was man in diesem Zusammenhang auch nicht verschweigen darf, auch die Bereitschaft der Auftraggeber, Mehrkosten zu tragen, war bei dieser Applikation deutlicher ausgeprägt.

Die Regelwerke

Bis zum Jahr 2010 war die Verwendung der Gummimodifikation an kein Regelwerk gebunden. Erst 2010 wurde das erste Regelwerk, das sich ausschließlich mit der Gummimodifikation von Asphalt und Bitumen befasste, veröffentlicht: die Technischen Lieferbedingungen für Gummimodifizierte Bitumen (TL RmB-StB By) der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren. Hier sei die Anmerkung gestattet, dass seither auch in vielen anderen Bundesländern nach diesem Regelwerk Ausschreibungen erfolgten und erfolgreich Baumaßnahmen umgesetzt worden sind.

Zwei Jahre später – 2012 – folgten die „Empfehlungen zu Gummimodifizierten Bitumen und Asphalt“ der FGSV, kurz E GmBA. Erste Korrekturen wurden für dieses Regelwerk 2016 veröffentlicht. Eine Bearbeitergruppe ist allerdings weiterhin damit beschäftigt, das Regelwerk anzupassen.

Zwei Regelwerke für ein „Nischenprodukt“?

Zwangsläufig gibt es in den Regelwerken Gemeinsamkeiten, aber leider auch – sehr zum Leidwesen der Anwender – wesentlich unterschiedliche Sichtweisen und Ausprägung der einzelnen Produktspezifikationen.

Beide Regelwerke beschreiben die Gruppe der gebrauchsfertigen heißflüssigen Gummimodifizierten Bitumen (Bild 1). Die Produktion dieser Bindemittel wird auch häufig als „Nass-Verfahren“ bezeichnet.

Beim „Nass-Verfahren“ werden additivierte Gummimehle mit heißflüssigem Straßenbaubitumen vermischt. Diese Bindemittel werden heißflüssig und gebrauchsfertig an die Asphaltmischanlage geliefert. Die Zugabe erfolgt dann analog zu üblichen Straßenbaubitumen als „Nass-Dosierung“. Die Polymere aus dem Gummi quellen im Produktionsprozess stark an und verbinden sich letztlich mit der Bitumenmatrix. Ein starker Viskositätsanstieg und eine Erhöhung des Erweichungspunktes Ring und Kugel sind die Folgen dieser Reaktion. Bedauerlicherweise ist dies auch mit unerwünschten Emissionen verbunden.

Von der Seite des Arbeitsschutzes (Berufsgenossenschaft, Gesprächskreis Bitumen) sah man

2010

ERSCHIEN das erste Regelwerk, das sich ausschließlich mit Gummimodifikation von Asphalt und Bitumen befasste in Bayern. 2012 folgte ein Regelwerk der FGSV, die E GmBA.

sich deshalb gezwungen, zu reagieren und reduzierte die maximal zulässige Temperatur des Gummimodifizierten Bindemittels bei Produktion, Transport und Verarbeitung. Sie beträgt aktuell maximal 190 °C. Denn nach einer Faustregel werden durch die Absenkung der Temperatur um 10 °C die Emission halbiert. Eine weitere Reduktion der Temperatur auf 180 °C kann jedoch künftig nicht ausgeschlossen werden.

Durch die verbindlich vorgeschriebenen Temperaturrestriktionen bei der Produktion können die Polymere aus dem eingesetzten Gummimehl nicht mehr optimal anquellen und aufgeschlossen werden. Das heißt, es wird lediglich ein unzureichendes und schwankendes Viskositätsniveau des Fertigprodukts erreicht. Die Folge: Bei der Verwendung im OPA und SMA kann u.U. aufgrund der nicht erreichten Viskosität Bindemittel ablaufen. Dieser Produktionsnachteil muss deshalb durch einen Zusatz von Faserstoffen oder hochversteifenden Füllern ausgeglichen werden. Die gewünschte und auch erwartete „Asphaltperformance“ kann sich aufgrund der nicht erreichten Viskosität des Ausgangsproduktes so nicht mehr einstellen.

In der Folge wurde die Produktion der heißflüssigen Gummimodifizierten Bindemittel in Deutschland vor ein paar Jahren gänzlich eingestellt. Obwohl sich diese Produktgruppe in mehr als 25 Jahren Einsatz in Deutschland bewährt hatte, gab es in der Praxis immer wieder Handling-Probleme: ▶

2.3 Liefersorten, Technische Daten

Gebrauchsfertige Gummimodifizierte Bitumen müssen den Anforderungen der Tabelle 1 genügen.

Tabelle 1: Anforderungen an Gebrauchsfertige Gummimodifizierte Bitumen

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 bis 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) ²⁾ (Abschnitt 2.3.1)				
Komplexer Schermodul G* bei 60 °C	Pa		≥ 7.000	≥ 12.000
Phasenwinkel δ bei 60 °C	°	DIN EN 14770	≤ 75	≤ 65
Verhalten bei tiefen Temperaturen, Biegebalkenrheometer (BBR) ²⁾ (Abschnitt 2.3.2)				
Steiifigkeit S bei -16 °C	MPa		≤ 300	≤ 200
m-Wert bei -16 °C		DIN EN 14771	≥ 0,3	≥ 0,3

¹⁾ Beim vorzeitigen Reißen des Fadens (≤ 20 cm) ist die Ausziehlänge anzugeben.

²⁾ Die Prüfungen dienen der Erfahrungssammlung, bei den angegebenen Größen handelt es sich um Orientierungswerte.

Bild 1: Anforderungen an Gebrauchsfertige Gummimodifizierte Bitumen entsprechend der TL RmB-StB By, Ausgabe 2010

- nur sehr kurze Lagerstabilität,
- stark witterungsabhängige und daher komplexe Disposition,
- bei sehr großen und kompakten Maßnahmen konnten aufgrund von Produktionsengpässen nicht immer alle Lieferanforderungen erfüllt werden,
- keine Möglichkeit der Rücknahme von Resten aus dem Bindemitteltank der Asphaltmischanlage, verbunden mit der Fragestellung „Wohin mit den Resten?“,
- aufgrund der systemimmanenten Inhomogenität lagerten sich Gummireste an den Heizschlangen des Bitumentanks (Heizprobleme aufgrund von Isolation) und es kam zu Blockaden innerhalb des Bitumenfördersystems,
- viskositätsabhängig kam es auch zu Überbeanspruchungen der Bindemittelpumpen,
- eine volumetrische Dosierung war aufgrund der hohen Viskosität ausgeschlossen und
- es kam häufig zu Geruchsbelästigungen bei Anlieferung und Verarbeitung an der Asphaltmischanlage und gelegentlich auch bei der Verlegung des Asphalts.

Auswege aus den Handlingsproblemen

Ein Blick in die Regelwerke hilft weiter. Denn neben den heißflüssigen Gummimodifizierten Bindemitteln werden dort auch Gummimodifizierte Bitumengranulate beschrieben, die in der TL RmB-StB By sogar eine eigenständige Bezeichnung erhielten: GRM (Granulate Rubber Modified). Auch in der E GmBA sind GRM aufgeführt. Allerdings endet mit der Benennung dieser Produktgruppe in den Regelwerken die Gemeinsamkeit der beiden Regelwerke.

200

GRAD und mehr werden beim Nassverfahren erzielt, so dass das Gummi ausreichend Quellen kann.

Speziell in der TL RmB-StB By werden dem Produktionsprozess deutlich tiefergehende Restriktionen auferlegt. Grundsätzlich ist beispielsweise die Zusammensetzung der Gummimodifizierten Bitumengranulate in der Tabelle 2 zwingend festgelegt (Bild 2), weil die Anforderungswerte der damit hergestellten RmB G in der Tabelle 3 zur Qualitätsbeschreibung einer Gummimodifizierung nicht ausreichend sind (Bild 3). Nur die reinen Anforderungswerte zur alleinigen Bewertung heranzuziehen, würde dem Ziel der TL RmB-StB By entgegenstehen. Bitumeneigenschaften lassen sich auch mit anderen Zusatzstoffen oder Additiven verändern. Die speziellen Vorteile der Modifizierung mit Gummimodifizierten Bitumengranulaten (Typ: GRM) sind damit jedoch zurzeit nicht zu erreichen.

Um die Anforderungen an Arbeitssicherheit, Umweltschutz und der Vermeidung von Emissionen zu genügen, benötigt man für einen sicheren Produktionsprozess der Gummimodifizierten Bitumengranulate spezifisch ausgestattete Produktionsanlagen (z.B.: spezielle Reaktionsbehälter, Reaktion unter Schutzgas, grundsätzlich geschlossen Systeme mit Abgasrückgewinnung).

Für diesen Prozess gelten die bereits genannten Temperaturrestriktionen nicht, da während des modifizierten „Nass-Verfahren“ keine Emissionen freigesetzt werden können. Entscheidend dabei ist, dass sich nur bei diesem Verfahren Reaktionstemperaturen (> 200 °C) und Verweildauer (häufig mehrere Stunden) im Reaktionsbehälter optimal aufeinander abstimmen lassen. Nach Beendigung des kontrolliert ablaufenden Reaktionsprozesses bis zum maximalen Viskositätsanstieg wird das Gemisch abgekühlt und in weiteren Verfahrensschritten granuliert. Das so hergestellte Gummimodifizierte Bitumengranulat wird an der Asphaltmischanlage mit den Gesteinskörnungen und Frischbindemittel direkt dem Mischer zugegeben. Diese Zugabe wird dann „Trocken-Dosierung“ genannt. Im Gegensatz zum „Trockenverfahren“, bei dem Gummimehl und gegebenenfalls weitere Stoffe direkt in den Mischer zugegeben werden, wurden die für die Gummimodifizierung notwendigen Verfahrensschritte bereits im Produktionsprozess vorweggenommen.

Deshalb müssen sich die beiden Produkte Bitumen und das Gummimodifizierte Bitumengranulat in der Asphaltmischanlage nur noch vermischen. Die Modifizierung des zuzugebenden Bitumens ist innerhalb weniger Sekunden abgeschlossen. Wesentliche, für die Modifizierung notwendige Löse- oder Quellungsreaktionen, müssen nicht mehr stattfinden. Eine Reifezeit ist nicht notwendig.

Vorteile der Nass-Produktion mit anschließender Trockendosierung

Wird die TL RmB-StB korrekt interpretiert, so bedeutet dies, dass zur Erreichung der Zielwerte

Liefersorten

Gummimodifizierte Bitumengranulate GRM werden in zwei Sorten nach der Tabelle 2 geliefert. In Tabelle 3 sind die Anforderungen an Gummimodifizierte Bitumengranulate für die verschiedenen Liefersorten zusammengestellt.

Tabelle 2: Kenngrößen Gummimodifizierter Bitumengranulate

Eigenschaft		Liefersorte		Prüfung nach
		GRM 40/15	GRM 40/20	
Spezifisches Gewicht	g/cm ³	1,00 bis 1,04	1,00 bis 1,04	DIN EN 12607-3
Gummimehlgehalt / davon angelöst	M.-%	40/15	40/20	keine
Bitumengehalt	M.-%	50	50	keine
Füllergehalt	M.-%	10	10	keine
Granulatgröße	mm	0 bis 20	0 bis 20	DIN EN 933-1 bzw. 52098

Die Massenprozent dienen der Benennung. Sie sind nicht prüfbar. Die Eigenschaften werden am laborgemischten Gummimodifizierten Bitumen geprüft (siehe 3.5).

Foto: TL RmB-StB By

Bild 2: Tabelle 2 der TL RmB-StB By; 2010

gem. Tabelle 3 ausschließlich nur vorher reagierte Produkte eingesetzt werden dürfen.

Asphalttechnologisch gesehen hat dies folgenden Grund: Die Gummipartikel werden durch die hohen Temperaturen und die Behandlungsdauer partiell devulkanisiert und in die Bitumenmatrix eingebunden. Zusammen mit den stark aufgequollenen Resten der nicht vollständig degradierten Gummipartikeln ergibt sich der gewollte starke Anstieg der Viskosität, wohlgerneht nur durch den Produktionsprozess – ohne jede weitere Zusätze von z.B. Faserstoffen, Wachsen, Harzen, etc.. Dieser Ablauf aus Vorreaktion des Gummis mit Bitumen zu GRM und anschließender Abmischung mit üblichem Straßenbaubitumen zu den entsprechenden RmB G Qualitäten bei der Asphaltproduktion ist die Basis des von den Verfassern der TL RmB-StB By gewollten Herstellungsverfahrens.

Zielvorgabe ist ein starker Anstieg der Viskosität. Im Asphalt verhindert diese das Abfließen von Bindemitteln, es entstehen dicke Bitumenfilme – eine wesentliche Voraussetzung für eine langsame Alterung und eine lange Nutzungsdauer des Asphaltes.

Bei der Formulierung der TL RmB-StB By standen Qualitätsgedanken maßgeblich im Vordergrund. Schließlich verfügte man in der Bayerischen Straßenbauverwaltung über einen umfangreichen Bewertungshintergrund. Viele langjährig erfolgreiche Strecken, die mit dem heißflüssigen Gummimodifizierten Bitumen (RmB R) konzipiert waren und seit 2005 zunehmend auch Strecken, die mit den Gummimodifizierten Bitumengranulaten (GRM 40/15 und 40/20) ausgeführt worden waren, standen als Hintergrundinformation zur Verfügung. Und genau diese Erfahrungen sollten sich im Regelwerk spiegeln.

Tatsächlich ist es sogar so, dass in der Zwischenzeit die Wirksamkeit der in speziellen Anlagen hergestellten Gummimodifizierten Bitumengranulate diejenige der heißflüssigen Gummimodifizierten Bitumen übertrifft. Die Gründe dafür liegen in den sich verändernden Qualitäten der Destillationsbitumen, aber auch in der Beschränkung der Reaktionstemperatur bei der heißflüssigen Variante.

Laboruntersuchungen haben ergeben, dass die heutige Qualität der gebrauchsfertigen heißflüssigen Gummimodifizierten Bitumen RmB R nicht mehr derjenigen früherer Produkte entspricht.

Das Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg in Leipheim kommt in seinem Gutachten 17So510 „Gegenüberstellung der asphalttechnologischen Eigenschaften von offenporigen Asphalten mit unterschiedlichen Gummimodifizierten Bindemitteln“ zu folgendem Ergebnis: „Aus den

2005

WURDE in Bayern die erste Straße unter Verwendung von Gummimodifizierten Bitumengranulat (GRM) gebaut.

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 Bitumen PA 8-Variante R ausgegangen werden kann.“

Diese Aussage unterstreicht, dass nur durch einen optimalen Aufschluss im Nass-Verfahren (Anquellprozess des Gummis über hohe Temperatur und Zeit) – der über die entstandene Viskosität auch reproduzierbar, nachvollziehbar und messbar sein muss – sich qualitativ hochwertige Gummimodifikationen herstellen lassen. Diese Aussage beschreibt letztlich auch die Erfolgsgeschichte der Gummimodifizierten Bitumengranulate gemäß den TL RmB-StB By.

Die Vorteile bei der Verwendung von Gummimodifizierten Bitumengranulaten (GRM 40/15 und GRM 40/20) sind:

- Die problemlose Logistik, da eine Lagerung direkt an der Asphaltmischanlage möglich ist.
- Eine einfache, wetterunabhängige Disposition.
- Die hohe und konstant reproduzierbare Qualität des hergestellten Asphalts. ▶

Tabelle 3: Anforderungen an im Labor hergestellten Mischungen aus Straßenbaubitumen und Gummimodifiziertem Bitumengranulat

Merkmal oder Eigenschaft	Prüfung nach	Sorte		
		RmB G 25/60-52	RmB G 20/60-55	RmB G 35/70-55
<i>Hinweise zur zweckmäßigen Zusammensetzung</i>		<i>50/70 mit 12 M.-% GRM 40/15</i>	<i>50/70 mit 22 M.-% GRM 40/15</i>	<i>70/100 mit 33 M.-% GRM 40/20</i>
Dichte bei 25 °C	g/cm ³ DIN EN ISO 3838	1,000 bis 1,100	1,000 bis 1,100	1,000 bis 1,100
Nadelpenetration (100 g, 5 s, 25 °C)	0,1 mm DIN EN 1426	25 bis 60	20 bis 60	35 bis 70
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C DIN EN 1427	≥ 52	≥ 55	≥ 55
Flammpunkt im offenen Tiegel nach Cleveland	°C DIN ISO 2592	≥ 235	≥ 235	≥ 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 12607-1	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Zunahme des Erweichungspunktes Ring und Kugel	K DIN EN 1427	≤ 8	≤ 8	≤ 8
Abfall des Erweichungspunktes Ring und Kugel	K DIN EN 1427	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Elastische Rückstellung bei 25 °C ¹⁾	% DIN EN 13398	≥ 50	≥ 55	≥ 60
Verformungsverhalten im Dynamischen Scherrheometer (DSR) ²⁾ (Abschnitt 3.5.1)				
Komplexer Schermodul G* bei 60 °C	Pa DIN EN 14770	≥ 7.000	≥ 9.000	≥ 12.000
Phasenwinkel δ bei 60 °C	°	≤ 75	≤ 70	≤ 65
Verhalten bei tiefen Temperaturen, Biegebalkenrheometer (BBR) ²⁾ (Abschnitt 3.5.2)				
Steifigkeit S bei -16 °C	MPa DIN EN 14771	≤ 300	≤ 250	≤ 200
m-Wert bei -16 °C	-	≥ 0,3	≥ 0,3	≥ 0,3

¹⁾ Beim vorzeitigen Reißen des Fadens (≤ 20 cm) ist die Ausziehlänge anzugeben.

²⁾ Die Prüfungen dienen der Erfahrungssammlung, bei den angegebenen Größen handelt es sich um Orientierungswerte.

Bild 3: Tabelle 3 der TL RmB-StB By; 2010

Tabelle 1: Eigenschaften und Richtwerte für Gummimodifizierte Bitumen

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

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 Spaltweiten keine ausreichende Präzision bietet.

Foto: E GmBA

Bild 4: Tabelle 1 der E GmBA; 2012

- An der Asphaltmischanlage werden keine, kaum steuerbare Anforderungen an Temperatur und „Reifezeit“ zwischen Bitumen und Gummikomponenten gestellt, da die gem. TL RmB-StB hergestellten Bitumengranulate einer gebrauchsfertigen Gummimodifikation entsprechen.
- Durch unterschiedliche Dosierungen von GRM und Variation der Basisbindemittel sind an jeder Asphaltmischanlage alle Spezifikationen gem. TL RmB-StB By (oder E GmBA) herstellbar.
- Darüber hinaus sind alle gängigen PmB-Äquivalente einstellbar.
- Gummimodifizierte Bitumengranulate GRM 40/15 oder GRM 40/20 können auch bei der Verwendung von RC-Material eingesetzt werden.

Was sagt die E GmBA?

In der E GmBA ist die Begriffsbestimmung der „Gummimodifizierten Bitumengranulate“ sehr ähnlich zur TL RmB-StB By formuliert, einen Hinweis auf eine definierte Zusammensetzung dieser Produkte (zum Beispiel analog zur Tabelle 2 der TL RmB) sucht man jedoch vergebens. Es sind auch keine Angaben zur Art der Aufbereitung vorhanden. Die Vorteile einer Vorreaktion (Nass-Verfahren) bei der Produktion der Bitumengranulate werden ebenfalls nicht erwähnt.

Eigene Verfahrenshinweise oder Spezifikationen für die Gummimodifizierten Bitumengranulate sind ebenfalls nicht Bestandteil der E GmBA. Aus Sicht des Regelwerks werden daher konsequenterweise die Bitumengranulate im Kapitel 8.1.2. „Trocken-Verfahren“ mit abgehandelt, obwohl dies, wie

„Die in den E GmBA empfohlene einstündige Reifezeit ist für eine vollständige Umhüllung zwischen Gummi und Bitumen nicht ausreichend.“

Prof. Dr. Ulrich Giese, in seiner Stellungnahme „Wechselwirkung von Altgummigranulat und Bitumen unter dem Einfluss von Temperatur und Zeit“.

bereits dargestellt, lediglich das Zugabeverfahren, nämlich die „Trockendosierung“, nicht jedoch das Herstellungsverfahren korrekt beschreibt.

Ein ganz wesentliches Unterscheidungsmerkmal der TL RmB-StB By gegenüber der E GmBA ist die Tatsache, dass in dem Kapitel Trocken-Verfahren auch die reinen additivierten Gummimehle bzw. Gummigranulate enthalten sind. Diese Produktgruppe wurde nicht mit in die TL RmB-StB By aufgenommen, da die damit hergestellten gummimodifizierten Bitumen nicht den Qualitätsanforderungen der bayerischen Straßenbaubehörden entsprach. Die zu erzielenden Eigenschaften von Gummimodifizierten Bitumen sind in der Tabelle 1 der E GmBA dargestellt (Bild 4).

Als GmB werden die in Deutschland nicht mehr hergestellten heißflüssigen Gummimodifizierten Bindemittel bezeichnet. GmB T beinhaltet alle Abmischungen aus dem „Trocken-Verfahren“ stammenden Gummimodifizierte Bitumengranulate oder additivierte Gummimehle und Gummigranulate sowie aus üblichen Straßenbaubitumen hergestellten Gummimodifizierte Bitumen.

Das Regelwerk gibt allerdings keine konkreten Hinweise auf die zu verwendende Spezifikation der entsprechenden Straßenbaubitumen. Auch liegen die zweckmäßigen Dosiermengen der entsprechenden Zusätze im Verantwortungsbereich der jeweiligen Hersteller. Es sind lediglich die Eigenschaften der in Tabelle 1 genannten GmB T zu erreichen. Für die Prüfung der Bindemeileigenschaften werden im Zuge von Erstprüfungen entsprechende GmB T Abmischungen im Labor hergestellt.

Die Verwendung eines additivierten Gummimehls, Gummigranulats oder additivierten Bitumengranulats an der Asphaltmischanlage durch direkte Zugabe während des Asphaltmischprozesses wird „Trocken-Dosierung“ genannt.

Da bei diesem Verfahren üblicherweise keine Vorreaktion in Gegenwart von Straßenbaubitumen stattgefunden hat, wird in der E GmBA für die Produktgruppen additivierte Gummimehle und Gummigranulate gegebenenfalls eine erforderliche „Reifezeit“ vorausgesetzt, um einen Quellprozess des Gummimehls zu erreichen. Diese „Reifezeit“ soll durch eine ausreichende Lagerzeit im Mischgutsilo oder im Transportfahrzeug erreicht werden. Dabei wird eine „Reifezeit“ von einer Stunde als ausreichend unterstellt. Als weitere Einschränkung darf jedoch eine maximale Mischtemperatur von 170 °C nicht überschritten werden.

Um den vorreagierten Produkten Rechnung zu tragen, wird vorsichtig formuliert, dass bei der Verwendung von Gummimodifizierten Bitumengranulaten u.U. ein Teil der erforderlichen „Reifezeit“ des Gummimehls bereits bei der Produktion stattgefunden haben kann. In einem solchen Fall

könnte dann die erforderliche Reifezeit reduziert werden. Wie und in welcher Größenordnung bleibt dem Mischgutproduzenten überlassen.

Temperatur und resultierende Asphaltqualität

Ob ein Produkt praxisgerecht hergestellt worden ist, zeigt sich letztlich in einer langen Nutzungsdauer des Asphalts. Die hierfür notwendige Alterungsstabilität lässt sich erfahrungsgemäß nur durch ein optimales Anquellen der Gummikomponente, verbunden mit einem starken Viskositätsanstieg, erreichen. Hierfür sind vorproduzierte Gummimodifizierte Bitumengranulate, welche nach den Prinzipien des „Nass-Verfahrens“ hergestellt wurden, die einzige Alternative. Nachweisbare lange Liegezeiten – auch bei anspruchsvollen Asphaltkonzeptionen – belegen dies.

Versuche, ähnliche Eigenschaften allein durch die Zugabe von Gummimehl oder -pulver und gegebenenfalls noch anderen Zusätzen zu erreichen, haben bisher nicht die gewünschten Ergebnisse gebracht.

Ursächlich ist oft die zu niedrige Bindemittelviskosität aufgrund der nicht eingehaltenen aber notwendigen Reaktionstemperatur zwischen Gummi und Bitumen. Hohe Temperaturen sind eine zwingende Voraussetzung, weil es erst weit jenseits der 170 °C zur gewünschten Reaktion zwischen Gummi und Bitumen kommt. Als weiterer 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 in den E GmBA empfohlene einstündige „Reifezeit“ ist für eine vollständige Reaktion zwischen Gummi und Bitumen nicht ausreichend.

Leider sind zahlreiche Baumaßnahmen bekannt, bei denen die Erwartungen nicht erfüllt worden sind, weil mangelhaft aufgeschlossene Gummikomponenten verwendet wurden. Bei diesen Baumaßnahmen wurde die angestrebte Nutzungsdauer nicht erreicht oder der Asphalt mussten bereits nach kurzer Zeit wieder ausgebaut und erneuert werden.

Die Praxiserfahrungen werden wissenschaftlich untermauert durch Untersuchungen des Deutschen Instituts für Kautschuktechnologie e.V. in Hannover (DIK). In einer Stellungnahme zum Thema „Wechselwirkung von Altgummigranulat und Bitumen unter dem Einfluss von Temperatur und Zeit“, kommt Prof. Dr. Ulrich Giese zu folgenden Erkenntnissen, beginnend mit einer starken Aussage pro Gummimodifikation insgesamt:

- 1 Eine hohe strukturelle Ähnlichkeit zwischen Bitumen und der Gummipartikel ist ideal erfüllt.

250

GRAD ist die Temperatur, bei der Polymere des Naturkautschuks geschädigt werden. Sie quellen am stärksten zwischen 170 und 200 °C.

- 2 Weiterhin führen Verarbeitungstemperaturen von über 170 °C, insbesondere bei ca. 200 °C zu einer Degradation des Schwefelnetzwerks. Das führt dann zu einer starken Quellung (Anmerkung: in den Laborergebnissen als Viskositätsanstieg dargestellt) und auch ein partielles Lösen von Polymeranteilen (Anmerkung: ermöglicht erst eine gewünschte Einbettung der Polymere in die Bitumenmatrix).
- 3 In einer zusätzlichen Erläuterung geht Prof. Giese explizit auch auf die Reaktionstemperaturen zwischen 170 und 200 °C ein.
 - a.) Die Erhöhung der Temperatur bewirkt natürlich auch eine Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit der Degradation der Gummipartikel.
 - b.) Nach den Gesetzen der Kinetik verläuft die Reaktion nicht linear, sondern exponentiell.
 - c.) 10 °C Temperaturerhöhung würde eine Verdopplung der Geschwindigkeit bedeuten.
- 4 Auch die Ausprägung der Quellung der Partikel verläuft wahrscheinlich nicht linear.
- 5 Bei einem höheren Temperaturniveau tragen auftretende Reaktions- und Spaltprodukte zusätzlich zur Erhöhung der Quellung bei.
- 6 Thermogravimetrische Untersuchungen zeigen eine beginnende Schädigung der Polymere des Naturkautschuks erst bei über 250 °C.

Untermauerung durch Laborergebnisse

Gute Praxiserfahrungen bilden die Basis für eine erfolgreiche Anwendung. Erfreulich, wenn die Erfahrungen durch die Versuchsergebnisse unabhängiger Prüflaboratorien untermauert werden können.

Das Institut Dr. Ing. Gauer in Regensburg wurde beauftragt, vergleichende Untersuchungen an unterschiedlichen Gummimodifizierten Bindemitteln vorzunehmen. Die Produkte entsprachen nach Herstellerangaben den beiden Regelwerken, TL RmB-StB By und E GmBA. Die verglichenen Produkte wurden nach unterschiedlichen Produktionsprozessen hergestellt. Im IFB-Prüfbericht 22 121-B1-A vom 31.03.2022 sind die Ergebnisse dargestellt. Aus diesem Prüfbericht stammen die hier veröffentlichten Erkenntnisse. Folgende Produkte wurden verglichen:

- Probe 1: CTS GRM 40/15, Gummimodifiziertes Bitumengranulat gem. TL RmB-StB By; Tabelle 2,
- Probe 2: Gummimodifiziertes Bitumengranulat, das nicht der Tabelle 2 der TL RmB-StB entspricht, gem. Herstellerangabe handelt es sich um ein „reagiertes und aktiviertes“ Produkt,
- Probe 3: Additiviertes Gummimehl, gem. E GmBA sowie
- Probe 4: Additiviertes Gummimehl, gem. E GmBA bei dem lt. Herstellerangabe das

Gummimehl durch Zugabe eines „sehr speziellen Additivs“ beim Produktionsprozess bereits devulkanisiert worden ist.

Die Herstellung der Gummimodifizierten Bindemittel erfolgte gem. Anhang C der TL RmB-StB By bzw. in Anlehnung daran.

Als Maßstab für die Wirksamkeit der Gummimodifizierung wurde die Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur untersucht. Die Messungen wurden im Dynamischen Scherrheometer bzw. mit dem Haake Handviskosimeter VT02 durchgeführt. Mit dem DSR lassen sich rheologische Eigenschaften sehr genau beschreiben. Die einfache Handmessung mit dem Rotationsviskosimeter liefert schnell und unkompliziert Viskositätsdaten. Die Ergebnisse beider Viskositätsmessungen (Tabelle 1, Bild 5) zeigen anschaulich, dass die höchsten Viskositäten mit Probe 1, dem Gummimodifizierten Bitumengranulat gemäß TL RmB-StB By erreicht wurden.

Eine weitere Möglichkeit der Beschreibung und Differenzierung bietet das Bitumen-Typisierung-Schnell-Verfahren (BTSV). Gegenüber dem „historischen“ Ring-und-Kugel-Verfahren lassen sich mit dem BTSV auch komplexe Bindemittel sicher charakterisieren. Aus den BTSV-Ergebnissen (Tabelle 2, Bild 6) lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- 1 Zur Kennzeichnung des Wirkungsgrades einer Modifizierung mit „Gummimaterial“ lässt sich ableiten, dass ein höherer Modifikationsgrad (wirkungsvoller Polymeraufschluss) zu einem stärkeren Anstieg des komplexen Schermoduls G^* führt.
- 2 Die zunehmende Wirkung einer Modifikation ist durch einen abnehmenden Phasenwinkel δ charakterisiert.
- 3 Vor diesem Hintergrund zeigt die Probe 1, das Gummimodifizierte Bitumengranulat gemäß TL RmB-StB By, die höchste Wirksamkeit.

Tabelle 1: Viskositätsergebnisse verschiedener Gummimodifizierter Produkte

Gummimodifiziertes Bindemittel aus Bitumen 50/70 und:	VISKOSITÄT [MPa*s]	
	Haake VT02	DSR
Probe 1	3.400	3.427
Probe 2	1.300	1.197
Probe 3	1.300	1.344
Probe 4	600	585

5

PROZENT der 2020 in Deutschland verwendeten PmB waren Gummimodifizierte Bitumen

Marktanalyse und Zusammenfassung

Gummimodifizierte Bindemittel haben ihre Leistungsfähigkeit in der Praxis bereits seit mehr als 2 Jahrzehnten bewiesen. Mit ihnen sind nachweislich sehr langlebige Asphaltbefestigungen an jeder Asphaltmischanlage ohne zusätzliche Ausstattung herstellbar. Und trotzdem sind die Gummimodifikationen immer noch als „Nischenprodukt“ der modifizierten Asphalte zu bezeichnen. Die in diesem Artikel dargestellte – leider sehr unübersichtliche und schwer verständliche – Nomenklatur und 2 nicht kongruente Regelwerke tragen dabei nicht gerade zu einer Akzeptanz dieser Produkte bei.

Im Jahr 2020 wurden in Deutschland rund 1,45 Mio. t Bitumen für den Straßenbau verwendet. Rund 30 % davon fielen auf die modifizierten Bindemittel. Der Großteil davon zählt zu der Gruppe der Polymermodifizierten Bindemittel (>25 %). Knapp 5 % davon waren Gummimodifizierte Produkte (berechnet als PmB-Äquivalent). Der weit überwiegende Anteil (>80 %) bestand aus den nach dem „Nass-Verfahren“ hergestellten Gummimodifizierten Bitumengranulaten (GRM 40/15 und GRM 40/20), welche an der Asphaltmischanlage trocken zudosiert werden können.

Ausgehend von diesen Zahlen ist festzustellen, dass sich in Deutschland das reine „Trocken-Verfahren“ nicht durchsetzen konnte. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die nach dem „Trocken-Verfahren“ hergestellten Produkte nicht auf einer vorherigen zeit- und temperaturintensiven Degradation der im Gummimaterial vorhandenen Schwefel-Vernetzungen basieren. Infolge des Fehlens der notwendigen Temperatur und Einwirkzeit ist eine Einbindung der Gummi-Polymerstrukturen in das Bitumen nicht oder nur sehr rudimentär möglich. Entgegen anderslautender Behauptungen können auch Zusatzstoffe oder Additive die fehlenden Zeit- und Temperaturkomponenten bei der Direktzugabe von Gummimehl in den Asphaltmischer nicht ausgleichen.

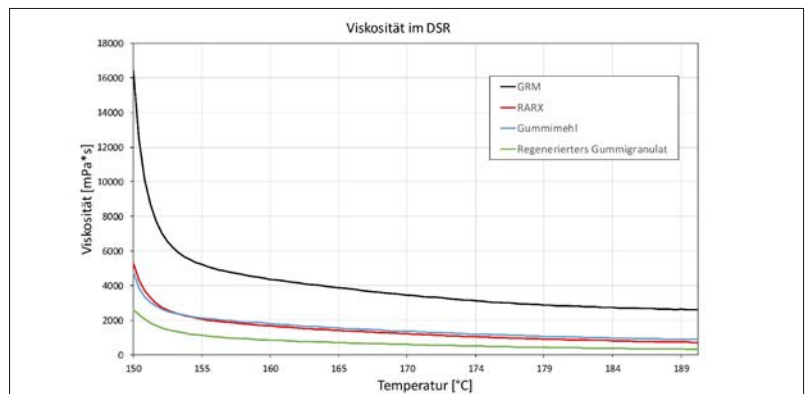


Bild 5: Viskositätsverläufe verschiedener Gummimodifikationen

Foto: Institut Dr. Ing. Gauer

Foto: Institut Dr. Ing. Gauer

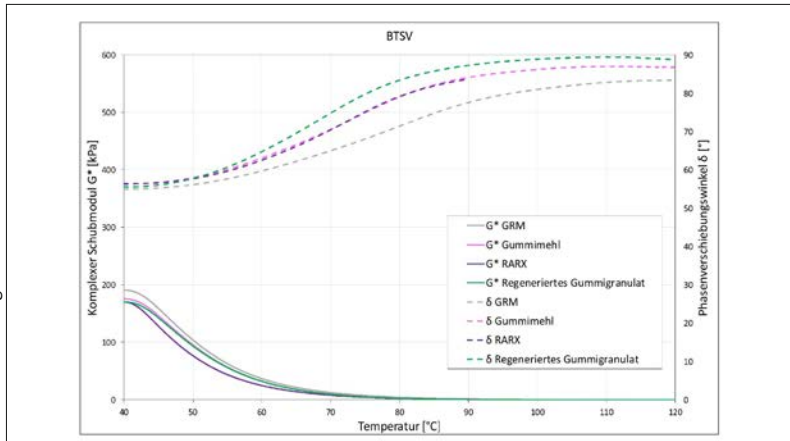


Bild 6: Grafische Darstellung der BTSV verschiedener Gummimodifikationen

Leider werden die mit ungeeigneten Produkten gemachten schlechten Erfahrungen immer wieder auf „die Gummibitumen“ verallgemeinert. Deshalb sei an dieser Stelle noch einmal ganz deutlich formuliert: die aufwändige Herstellung Gummimodifizierter Bitumengranulate (GRM) führte zu qualitativ hochwertigen Produkten, welche seit vielen Jahren nicht nur im Offenerporenen Asphalt erfolgreich angewendet werden. Jegliche Art der Zugabe von Gumpipulver, Gummipartikeln oder additiviertem Gummimehl sei es mit oder ohne Fasern oder anderen Zusatzstoffen führt nicht zu vergleichbaren Modifizierungen.

Zweifellos lassen sich mit verschiedenen Arten der Gummizugabe zum Asphalt bestimmte, begrenzte positive Effekte erreichen. Eine technisch einwandfreie chemisch/physikalische Modifizierung lässt sich jedoch nur durch entsprechend vorreagierte Gummi/Bitumenmischungen erzielen, wie sie in den TL RmB-StB By ausdrücklich definiert sind. Die damit erzielbare Viskosität und Alterungsbeständigkeit sind mit keinem anderen Produkt erreichbar.

Anschrift des Verfassers:
Rolf Reiter
 CTS Bitumen GmbH
 Tannenring 1
 84172 Buch am Erlbach
 r.reiter@ctsag.com

Tabelle 2: Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren verschiedener Gummimodifikationen

	BTSV	
	ÄQUISTEIFIGKEITS-TEMPERATUR ($T_{G^{*15.000}}$) [°C]	PHASENWINKEL ($\delta_{G^{*15.000}}$) [°]
Probe 1	68,5	64,1
Probe 2	64,6	65,7
Probe 3	66,7	67,9
Probe 4	66,5	71,1

Deshalb: Dort wo qualitativ verlässliche und sichere Produkte verwendet wurden, sind die Erfahrungen mit Gummibitumen durchwegs positiv, die Akzeptanz ist über die Jahre gewachsen, genauso wie die Konzentration auf die Vorteile, die nur eine Gummimodifikation nach der TL RmB-StB By bieten kann. ■

Literatur

- [1] Roos, Plachkova-Dzhurova u.a. „Entwicklung eines rezyklierten Gummimehls zur Asphaltmodifikation“; 2022
- [2] TL RmB-StB, By Ausgabe 2010; „Technische Lieferbedingungen für Gummimodifizierte Bitumen
- [3] E GmBA; „Empfehlungen zu Gummimodifizierten Bitumen und Asphalten, Ausgabe 2012
- [4] Wistuba, Schrader, Alisov: Das Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren, 2018
- [5] Giese, „Wechselwirkung von Altgummigranulat und Bitumen unter dem Einfluss von Temperatur und Zeit“; 2022
- [6] Schellenberg, „Gegenüberstellung der asphalttechnologischen Eigenschaften von offenerporenen Asphalten mit unterschiedlichen Gummimodifizierten Bindemitteln“
- [7] Reiter, „Gummimodifizierte Bindemittel“; 2018

ALLES ÜBERDACHT

- Robust
- Preiswert
- Ohne fundament



Tel. : 0173 6203 130
www.shelterall.de

