



Gummimodifizierung von Bitumen und Asphalt

Wirkungsweise und praktische Umsetzung am Beispiel einer Erprobungsstrecke

Neues aus der Straßenbautechnik

Kolloquium am 17. Dezember 2014, Karlsruhe
Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen (ISE)



Inhalt

- Grundlagen der (Gummi-)modifizierung
- Vorhandene Regelwerke (TL RmB-StB By, E GmBA)
- Praktische Umsetzung am Beispiel einer Erprobungsstrecke auf der A6 westlich von Nürnberg



Modifizierung von Bitumen



Quelle: www.sciencephoto.com

In Deutschland werden ca. 23 % des gesamten für den Straßenbau verwendeten Bitumens modifiziert.
(Quelle: EAPA, Europäischer Asphaltverband)

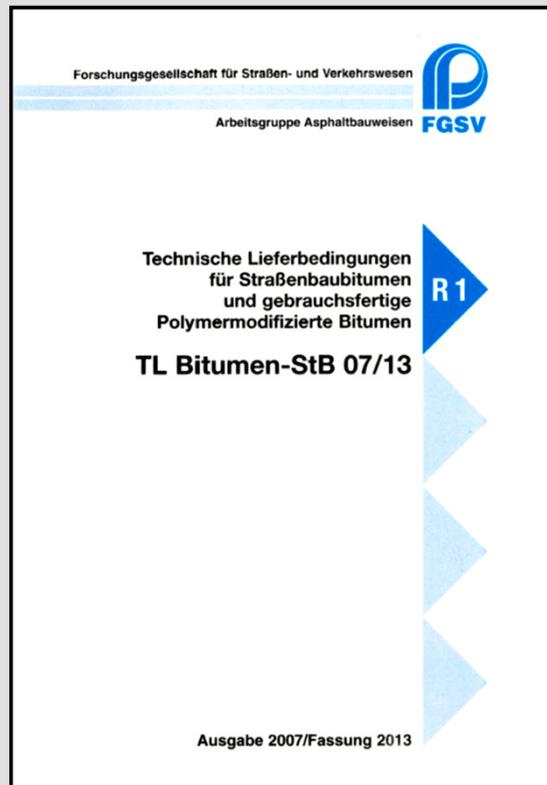
Warum Modifikation?



- Erweiterung der Plastizitätsspanne
 - Bessere Verformungsbeständigkeit bei Wärme
 - Verminderte Rissbildung bei Kälte
- Bessere Haftung am Gestein (Adhäsion)
- Bessere Kohäsion
- Besseres Ermüdungsverhalten



Geltendes Regelwerk für Bitumen



mit Bekanntmachung vom 20.12.2013 in Bayern eingeführt

Anforderungen an:

- Straßenbaubitumen
- Polymermodifizierte Bitumen

Elastomermodifizierte Bitumen (PmB A)

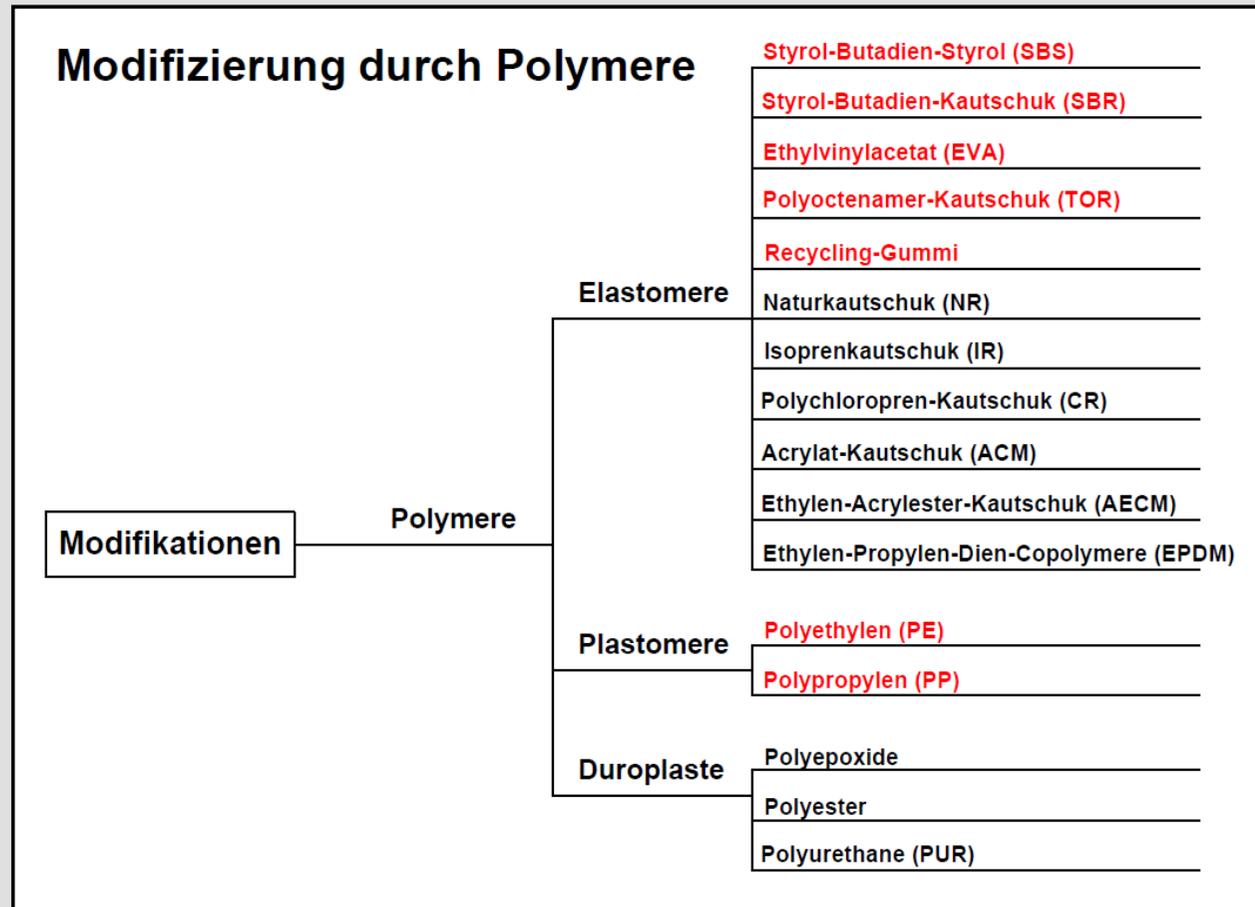


Plastomermodifizierte Bitumen (PmB C)





Auf dem Markt erhältliche Modifikatoren

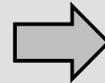




Wofür weitere Bindemittel?

Es stehen eine Vielzahl von Bindemitteln nach den TL Bitumen-StB 07/Fassung 2013 zur Auswahl

- Steigende Verkehrsbelastungen
- Klimatische Veränderungen
- Wirtschaftlicher Druck
- Arbeitsschutz
- Umweltschutz
- etc.



Standardbindemittel nach TL Bitumen-StB 07/Fassung 2013 nicht immer ausreichend



Neue Bindemittelkonzepte

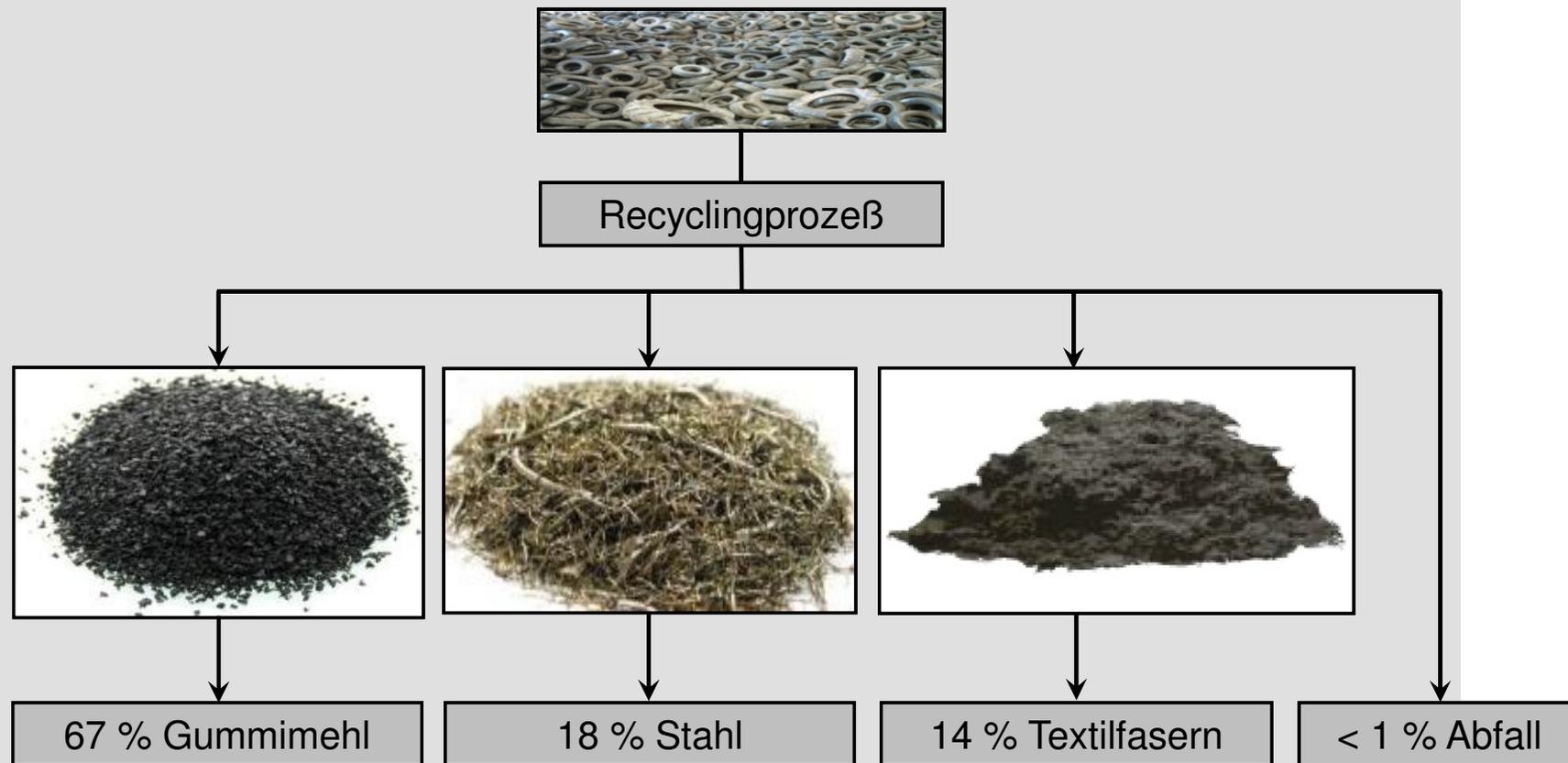


wachsmodifiziert
gummimodifiziert
hochpolymermodifiziert
mehrfachmodifiziert



Altreifen als hochwertiger Zusatz für Bitumen/Asphalt

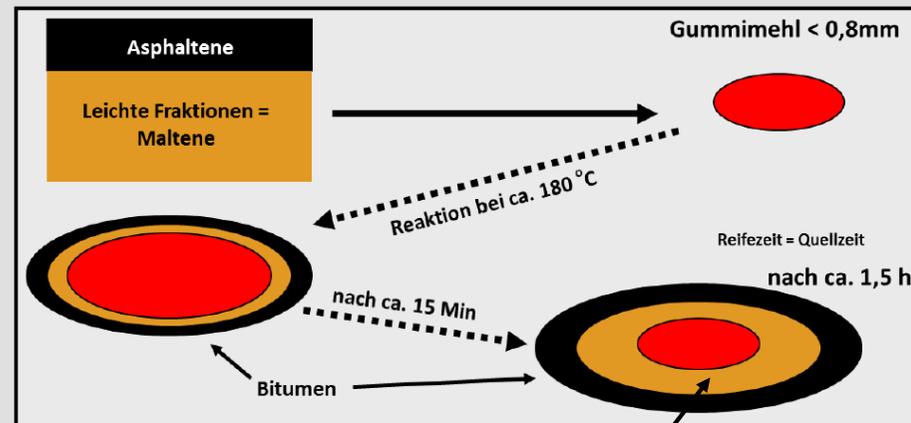
- 600.000 Tonnen Reifen werden pro Jahr in Deutschland demontiert (Stand 2010)





Möglicher Reaktionsablauf der Gummimodifikation

- Reaktion zwischen Maltenen des Bitumens und den Elastomeren der Gummipartikel
- Quellen der Gummipartikel bis zum Doppelten der Ausgangsgröße
- Gelbildung aus Elastomeren, Maltenen und Asphaltene
- Teile vom Gummi verbleiben als reine Gummipartikel in der Bitumenmatrix



Quelle: Vortrag Dipl.-Ing. Manke und Dr.-Ing. Gogolin

In Bitumen gelöstes Gummi

➔ Erhöhung der Viskosität



Gummimodifizierte Bindemittel

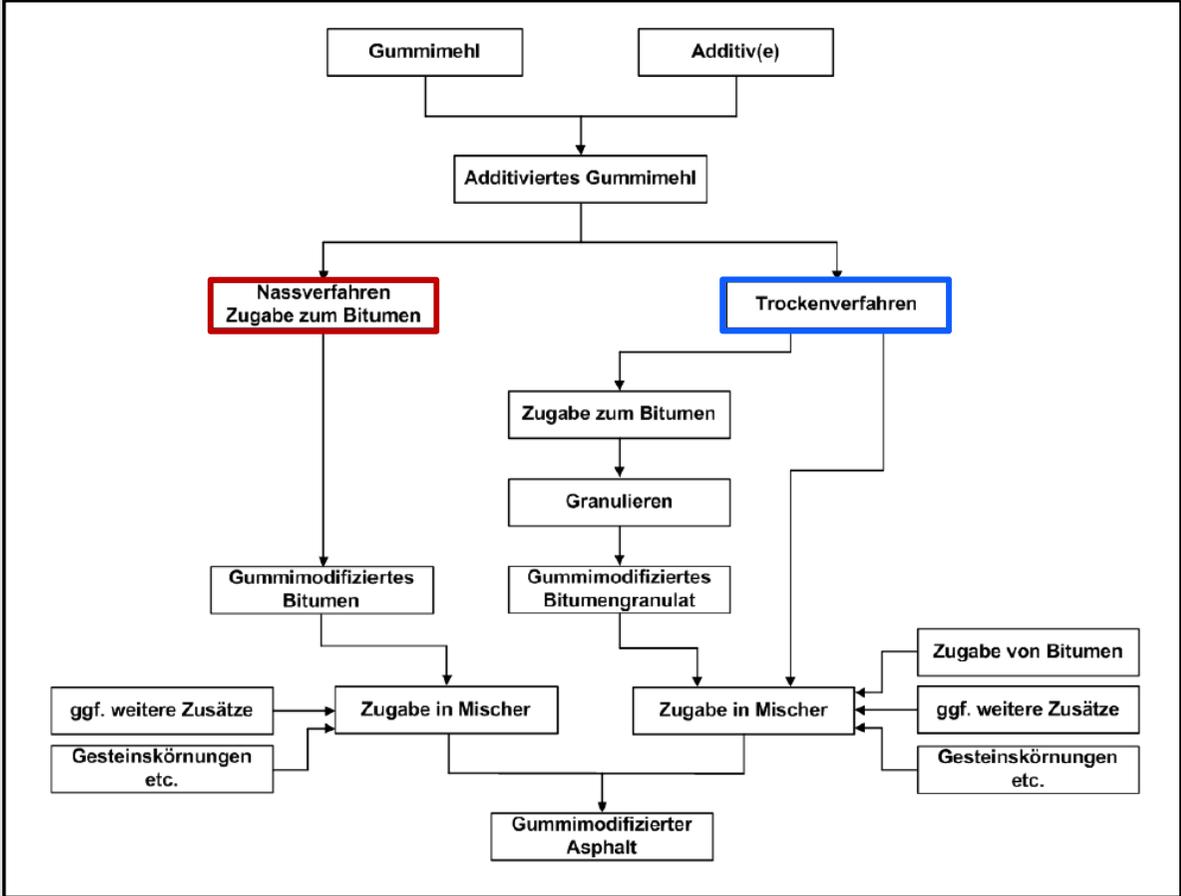


Bild 1 gem. E GmBA



TL RmB-StB By 10

Gummimodifizierte Bindemittel können alternativ zu **Polymermodifizierten Bindemitteln** eingesetzt werden.

Den Autobahndirektionen und den Staatlichen Bauämtern wird die Anwendung der TL RmB-StB By 10 als technische Mindestbedingung in geeigneten Bauverträgen empfohlen. Zur Erfahrungssammlung ist die Oberste Baubehörde über die Anwendung der TL RmB-StB By 10 bei Ausschreibungen zu informieren.

Sachgebiet IID9 München, 03.02.2010
 Az.: IID9-43434-001/10 Auskunft erteilt: Herr Dr.-Ing. Hecht
 Nebenstelle: 3565

913-1

Technische Lieferbedingungen für Gummimodifizierte Bitumen
 TL RmB-StB By
 Ausgabe 2010

Bekanntmachung
 der Obersten Baubehörde im
 Bayerischen Staatsministerium des Innern
 vom 3. Februar 2010, Az.: IID9-43434-001/10

Regierungen
 Autobahndirektionen
 Staatliche Bauämter

nachrichtlich:
 Landkreise
 Städte
 Gemeinden

Anlage:
 Technische Lieferbedingungen für Gummimodifizierte Bitumen TL RmB-StB By, Ausgabe 2010

Gummimodifizierte Bindemittel können alternativ zu Polymermodifizierten Bindemitteln eingesetzt werden. Die technischen Lieferbedingungen für Gummimodifizierte Bitumen (TL RmB-StB By 10) wurden gemeinsam von Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung erarbeitet.

Die TL RmB-StB By 10 stehen auch unter <http://www.stmi.bayern.de> als pdf-Datei zur Verfügung. Den Autobahndirektionen und den Staatlichen Bauämtern wird die Anwendung der TL RmB-StB By 10 als technische Mindestbedingung in geeigneten Bauverträgen empfohlen. Zur Erfahrungssammlung ist die Oberste Baubehörde über die Anwendung der TL RmB-StB By 10 bei Ausschreibungen zu informieren.

Josef Poxleitner
 Ministerialdirektor



Anforderungswerte aus den TL RmB-StB By

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	DIN EN 14770	≥ 7.000	≥ 12.000
Phasenwinkel δ bei 60 °C	°		≤ 75	≤ 65
Verhalten bei tiefen Temperaturen, Biegebalkenrheometer (BBR) ²⁾ (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 (≤ 20 cm) ist die Ausziehlänge anzugeben.

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

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>				
		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	1,000 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
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	DIN EN 1427	≥ 52	≥ 55
Flammpunkt im offenen Tiegel nach Cleveland	°C	DIN ISO 2592	≥ 235	≥ 235
Elastische Rückstellung bei 25 °C ¹⁾	%	DIN EN 13398	≥ 50	≥ 55
Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft nach DIN EN 12607-1				
Relative Masseänderung	%	DIN 12607- 1	≤ 0,5	≤ 0,5
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	≥ 55
Verformungsverhalten im Dynamischen Scherrheometer (DSR) ²⁾ (Abschnitt 3.5.1)				
Komplexer Schermodul G* bei 60 °C	Pa	DIN EN	≥ 7.000	≥ 9.000
Phasenwinkel δ bei 60 °C	°	14770	≤ 75	≤ 70
Verhalten bei tiefen Temperaturen, Biegebalkenrheometer (BBR) ²⁾ (Abschnitt 3.5.2)				
Steifigkeit S bei -16 °C	MPa	DIN EN	≤ 300	≤ 250
m-Wert bei -16 °C	-	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.



Zweckmäßige Bindemittelarten und -sorten gem. TL RmB-StB

Tabelle A1: Zweckmäßige Bindemittelart und Bindemittelsorte in Abhängigkeit von der zu erwartenden Beanspruchung

Bauklasse/ Flächenart	Asphaltbinder- schicht	Asphaltdeckschicht aus		
		Asphalt- beton	Splittmastix- asphalt	Offenporigem Asphalt
SV und I	RmB R 20/80-55	—	RmB R 20/80-55	
II	RmB G 25/80-52	RmB R 20/80-55	RmB G 25/80-52	RmB R 35/70-55
III	RmB G 20/80-55	RmB G 25/80-52	RmB G 20/80-55	RmB G 35/70-55

Erläuterung: – Einsatz nicht vorgesehen



Anforderungswerte aus den E GmBA

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 (BBR)					
Steifigkeit bei -16 °C	MPa	≤ 200	≤ 150	≤ 150	DIN EN 14771
m-Wert bei -16 °C		≥ 0,3	≥ 0,3	≥ 0,3	
Verformungsverhalten Dynamisches Scherrheometer (DSR) bei 60 °C und 1,59 Hz mit 2 mm Spaltweite ³⁾					DIN EN 14770
Komplexer Schermodul G* bei 60 °C	Pa	≥ 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	%	≤ 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.

Hinweis:
Für beide Verfahren sind die Richtwerte identisch



Zweckmäßige Bindemittelarten und -sorten gem. E GmBA

Tabelle 3: Zweckmäßige Bindemittelsorte GmB oder GmBT in Abhängigkeit von der zu erwartenden Beanspruchung

Belastungs- klasse	Asphalttragschicht und Asphaltbinder- schicht	Asphaltdeckschicht aus		
		Asphalt- beton	Splittmastix- asphalt	Offenporigem Asphalt
Bk100 und Bk32		GmB 25/55-65, GmBT 25/55-65, GmB 25/55-55, GmBT 25/55-55		
Bk10 und Bk3,2		GmB 25/55-55, GmBT 25/55-55		GmB 25/55-55, GmBT 25/55-55
Bk1,8 bis Bk0,3		GmB 25/55-50, GmBT 25/55-50		



Erprobungsstrecke mit Gummimodifizierten Asphalten

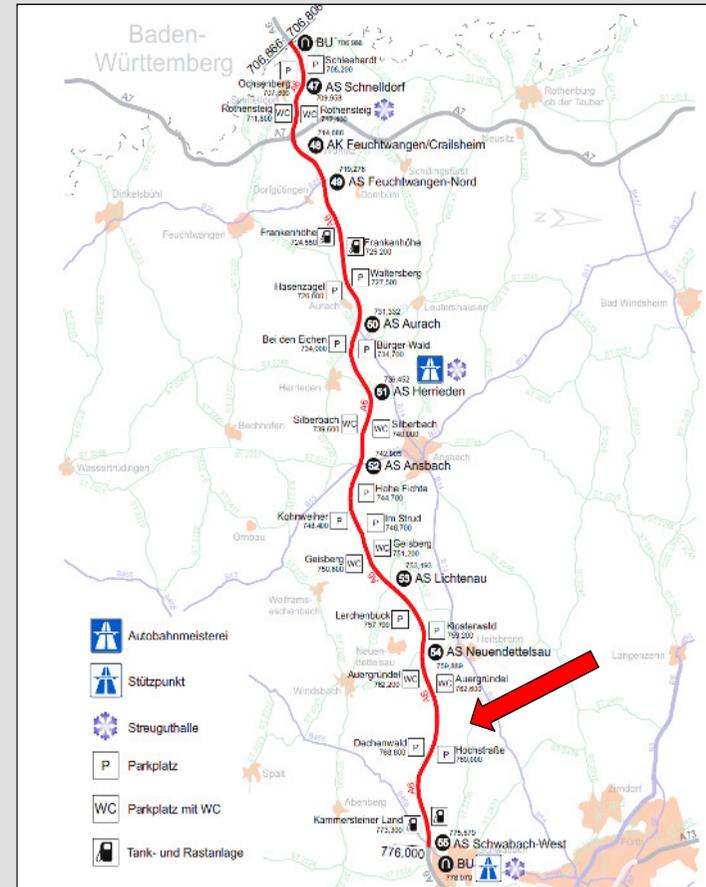
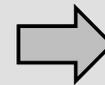
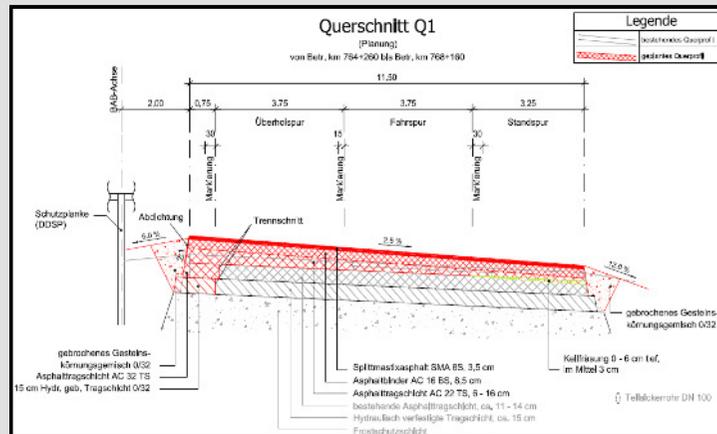
Warum?

- Einsatz verschiedener Gummimodifizierter Bitumen / Asphalte gem. den TL RmB-StB By 10 und den E GmBA, um Auswirkungen der verschiedenen Varianten auf die Eigenschaften der Asphalte vergleichend zu beobachten
- Ergebnisse sollen in eine zukünftige Fortschreibung der TL RmB-StB By einfließen



Erprobungsstrecke auf der A6

Die Erprobungsstrecke befindet sich auf der A6 zwischen der AS Schwabach-West und der AS Neuendettelsau Fahrtrichtung Heilbronn



Verkehrszahlen:

DTV₍₂₀₁₂₎: 53.122 KFZ/24h

DTV_(SV 2012): 13.811 KFZ/24h $\hat{=}$ 26,0 %



Bindemittelvarianten

	Bindemittel	Hersteller	Verfahren	Regelwerk
Variante 1	RmB R 20/60-55	Shell Mexphalte RM (TIB Mannheim)	nass	TL RmB-StB By
Variante 2	RmB R 20/60-55	CTS, RmB R (BHG, Nessa)	nass	TL RmB-StB By
Variante 3	GmBT 25/55-55	50/70 (BP, Vohburg) + 10 MT Genan, Road+	trocken	E GmBA
Variante 4	RmB G 20/60-55	50/70 (BP, Vohburg) + 22 M.-% CTS, GRM 40/15	trocken	TL RmB-StB By
Variante 5	25/55-55 A	OMV, Großmehring	„nass“	TL Bitumen



Einbauplan



Bau-km.	
764+252	
764+300	
764+400	
764+500	
764+600	
764+700	
764+780	
764+800	
764+882	
764+900	
764+974	
764+984	
765+000	
765+100	
765+200	
765+300	
765+400	
765+500	
765+600	
765+700	
765+708	
765+800	
765+900	
766+000	
766+100	
766+200	
766+300	
766+400	
766+495	
766+500	
766+597	
766+610	
766+700	
766+800	
766+900	
767+000	
767+100	
767+200	
767+300	
767+335	
767+400	
767+500	
767+600	
767+700	
767+800	
767+900	
768+000	
768+100	
768+160	

<p>LV-Position: 01, 19,0010 Mischgutart: SMA 8 S Bindemittelsorte: 25/55-50 Einbautag: 23.08.2013</p>	<p>Baumabnahme: BAB A6, Nürnberg - Heilbronn, D 765 L Vertt.-Nr.: 2 0028 13 H F521 Mischguteinbauplan SMA</p>
<p>LV-Position: 01, 19,0040 Mischgutart: SMA 8 S Bindemittelsorte: 50/70 CTS GRM 40/15 Einbautag: 23.08.2013</p>	
<p>LV-Position: 01, 19,0050 Mischgutart: SMA 8 S Bindemittelsorte: 50/70 Genan Road + Einbautag: 22.08.2013</p>	
<p>LV-Position: 01, 19,0020 Mischgutart: SMA 8 S Bindemittelsorte: CTS BHG Nesssa Einbautag: 21.08.2013</p>	
<p>LV-Position: 01, 19,0030 Mischgutart: SMA 8 S Bindemittelsorte: Shell Mexphalle RM Einbautag: 21.08.2013</p>	



Erstprüfung

- Erstellung durch das Institut Dr. Gauer, Regenstauf
- Bei der Erstellung der Erstprüfung gab es keine nennenswerten Probleme
- Alle 5 Varianten haben annähernd die gleiche Sieblinie und den gleichen Hohlraumgehalt
 - nur so ist eine Aussage über die Dauerhaftigkeit im Bezug auf das Bindemittel möglich!



Erstprüfung

- Es wurden 4 EP (ohne Fasern) + 1 EP (mit Fasern) erstellt
 - Bis auf Genan Road+ wurden alle Gummimodifizierten Asphalte ohne Cellulosefasern als Bindemittelträger hergestellt!
 - Road+ ohne Fasern hat den Ablauftest gem. TP Asphalt nicht bestanden
Zugabe von 0,1 M.-% (gem. TL Asphalt-StB 07 mind. 0,3 M.-%)
- Für die Erstellung der Erstprüfung sind die produktspezifischen Angaben der Hersteller (Arbeitsanleitungen) zwingend zu beachten
 - z.B.: sind Reifezeiten des Gummimodifizierten Asphalt es notwendig, um praxisnahe und reproduzierbare Prüfergebnisse zu erhalten



Probemischungen

- gem. Bauvertrag war für alle 4 Gummimodifizierten Asphalte eine Probemischung vor dem Einbau an der jeweiligen Asphaltmischanlage durchzuführen
 - Mischgutzusammensetzung
 - Hohlraumgehalt am Marshall-Probekörper
 - Nadelpenetration, EP-RuK und elastische Rückstellung am extrahierten Bindemittel (zur Erfahrungssammlung)
 - **Gesamtbindemittelgehalt nach Rückgewinnung des Bindemittels durch Extraktion – aufgeteilt in**
 - den löslichen Bindemittelgehalt,
 - die ungelösten Gummipartikel,
 - und in den unlöslichen Bindemittelgehalt.



Probemischungen

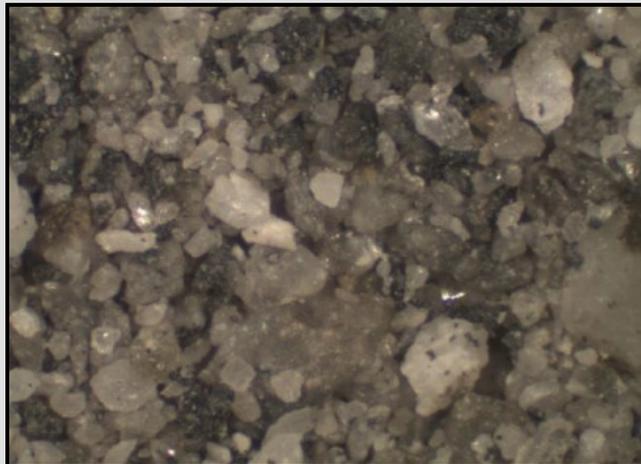
	Bindemittel	Hersteller	Asphaltmischwerk	Datum
V 1	RmB R 20/60-55	Shell Mexphalte RM (TIB Mannheim)	BAM Nürnberg- West	19.08.2013
V 2	RmB R 20/60-55	CTS, RmB R (BHG, Nessa)	BAM Nürnberg- Langwasser	19.08.2013
V 3	GmBT 25/55-55	50/70 (BP, Vohburg) + 10 MT Genan, Road+	BAM Nürnberg- West	19.08.2013 (15.08.2013)
V 4	RmB G 20/60-55	50/70 (BP, Vohburg) + 22 M.% CTS, GRM 40/15	BAM Nürnberg- Langwasser	15.08.2013



Probemischungen

Schwierigkeiten bei der Extraktion des Asphaltmischgutes

Gummianteil in Gesteinskörnungen



Quelle: Vortrag Dipl.-Ing. Manke und Dr.-Ing. Gogolin

Fülleranteil in ungelösten Gummipartikeln

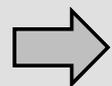




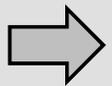
Probemischungen

Probleme und Lösungen

- Bei der Herstellung von Gummimodifiziertem Asphalt lösen sich die Gummipartikel nicht vollständig im Bitumen auf
- Der lösliche Bindemittelgehalt schwankt in Abhängigkeit von der Lagerdauer, der Lagertemperatur und dem Gummianteil des Bindemittels
- Genaue Erfassung der ungelösten Anteile bei der Extraktion derzeit nicht möglich



Keine zutreffende Ermittlung des Bindemittelgehaltes gem. TP Asphalt-StB 07, Teil 1



Entwicklung einer Prüfanweisung zur Bestimmung des Bindemittelgehaltes unter Berücksichtigung des unlöslichen Gummianteils



Probemischungen

Bestimmung des Bindemittelgehaltes nach Anhang B (RmB R) und Anhang C (RmB G) der TL RmB-StB By 10

- Erfassung der ungelösten Gummipartikel über das Dekantierverfahren
- Extraktion des Asphaltmischgutes und des verbleibenden gelösten Bindemittels nach TP Asphalt-StB 07, Teil 1
- Gesamtbindemittelgehalt:
Summe des rückgewonnenen Bindemittels (löslicher Bindemittelgehalt), der Masse an ungelösten Gummipartikeln und des unlöslichen Bindemittelgehalts



Mischgutproduktion

- Beim Nassverfahren:
 - Entmischungsneigung beachten (2-3 Tage lagerstabil, wenn Tank mit Rührwerk ausgestattet; Umpumpen innerhalb eines Tanks vermeidet in der Regel Entmischungen nicht)
 - Evtl. direkt aus Tankwagen in Mischer pumpen
 - Viskosität des Bindemittels beachten, evtl. andere Pumpen einsetzen

- Beim Trockenverfahren:
 - Lagerung des Gummimehls bzw. der Gummimodifizierten Bitumengranulate muss trocken und sonnengeschützt erfolgen.
 - Bei Sackware die Stapelhöhe beachten - Verklumpung
 - Anpassung der Nachmischzeit
 - Mischanlagenleistung beachten
 - Silolagerung 1-2 h (Gummimehl muss „quellen“)
 - Bei Gummimodifizierten Bitumengranulaten kann die Reifezeit entfallen



Mischgutproduktion

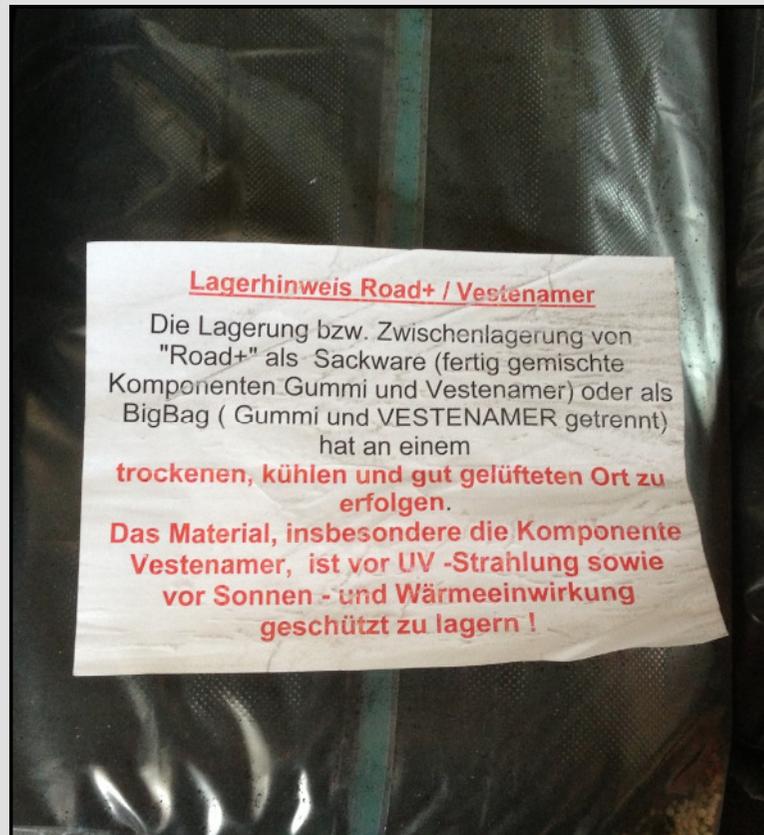
- An beiden Asphaltmischanlagen (Nürnberg-West und Nürnberg-Langwasser) wurde beim Trockenverfahren das Gummimehl bzw. das Gummimodifizierte Bitumengranulat händisch in den Mischer zugegeben, da keine Zugabevorrichtungen vorhanden waren (Sackzugabe)



Quelle: Vortrag Dipl.-Ing. Manke und Dr.-Ing. Gogolin



Mischgutproduktion



Lagerung von Road+ in der MA Nürnberg-West



Einbau und Verdichtung

- Keine Unterschiede zu herkömmlichem Asphaltmischgut
- Walzschema im kompletten Baulos gleich
- Die Verdichtungskontrolle erfolgte im Zuge der Eigenüberwachung zusätzlich mit Troxlersonde
- Kein zusätzlicher Reinigungsaufwand an den Mischgutfahrzeugen
- Evtl. unangenehme Geruchsbelästigung (temperaturabhängig)



Einbau und Verdichtung



Asphaltfertiger: 2 Volvo ABG 8820
Beschicker: 2 Vögele MT 1000-1
Walzen: 2 Bomag BW 174 AP
3 Bomag BW 174 AD
1 Hamm DV 8



Einbau und Verdichtung



Bitumenanreicherung, CTS RmB R

Reduzierung des Bindemittelgehaltes um 0,2 M.-% entgegen
der Probemischung



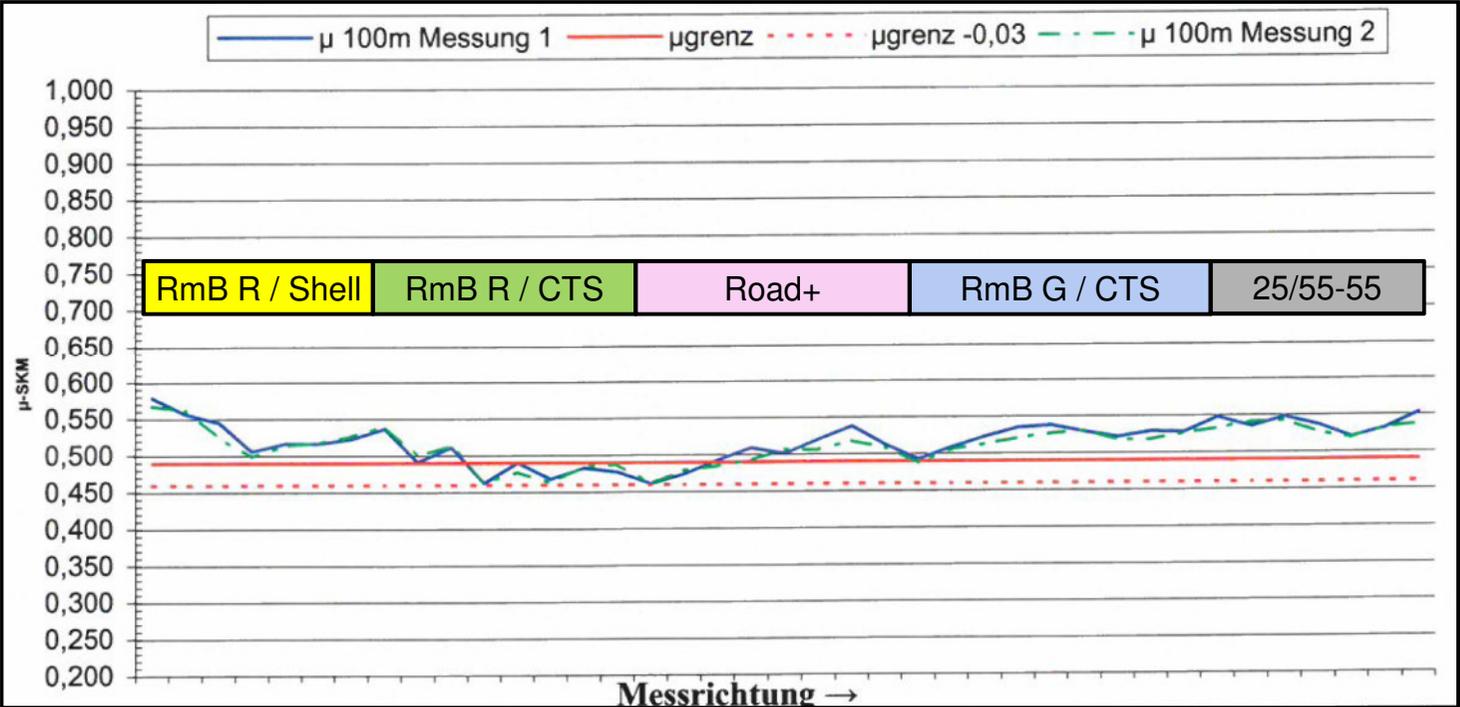
Kontrollprüfungen

- Unterschreitung des Bindemittelgehaltes um 0,32 M.-% (Shell Mexphalte RM)
- Unterschreitung des Hohlraumgehaltes am Marshall-Probekörper um 0,2 Vol.-% (CTS RmB R) bzw. 0,3 Vol.-% (PmB-Variante)
- Ebenheitsmessung: Unebenheiten nur im Bereich von Tagesfugen



Kontrollprüfungen

- Griffigkeit: kein 100 m – Mittelwert unter μ_{SKM} von 0,46
(Verkehrsfreigabe am 03.09.2013; SKM-Messung am 17.10.2013)





Monitoring

- jährliche visuelle Untersuchung der verschiedenen Streckenabschnitte
- ggf. weitere Untersuchungen in Abstimmung mit der OBB

Ausblick

Beantragung eines Forschungsvorhabens mit dem Ziel, labortechnisch die Dauerhaftigkeit der unterschiedlichen Bitumenvarianten abzuschätzen.



Fazit



**Es gibt kein Bindemittel für jeden Zweck,
aber es gibt für (fast) jeden Zweck ein Bindemittel.**



Vielen Dank

BAB A73 bei Möhrendorf