



INGENIEURGRUPPE PTM

Prüfbericht Nr.: 18 – 2206 – 03

Projekt: Bindemittelprüfungen von RAR-X

Auftraggeber: Ruthmann GmbH
Breite Straße 92
41836 Hückelhoven

- ASPHALTPRÜFSTELLE
- BAUSTOFFPRÜFUNGEN
- BAUGRUND
- GEOTECHNIK
- GEORADAR
- ZERSTÖRUNGSFREIE MESSUNGEN
- ERDBAULABORATORIUM
- ALTLASTEN
- DEPONIEWESEN
- FACHBAULEITUNGEN
- FACHPLANUNGEN
- ROHSTOFFGEOLOGIE
- HYDROGEOLOGIE
- FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG
- SEMINARE UND SCHULUNGEN

INGENIEURGESELLSCHAFT
PTM DORTMUND MBH

frische luft 155
44319 dortmund
telefon: 0231/92 71210
fax: 0231/92 712122
e-mail: dortmund@ptm.net
internet: www.ptm.net

geschäftsführung:
günther mörchen
sarah mörchen
dr. daniel gogolin

st.-nr. fa unna 316/5741/0813
ust.-id-nr.: de 8147 53 914
hbr 19971 ag dortmund

national bank ag dortmund
BIC: NBAGDE3E
IBAN: DE23 3602 0030 0008 5309 71

sparkasse arnsberg-sundern
BIC: WELADED1ARN
IBAN: DE86 4665 0005 0001 0267 72

prüfstelle nach rap-stra 15
anerkannt für die fachgebiete

- A1 · A3 · A4
- BB3 · BB4
- F2 · F3 · F4
- G3 · G4
- H1 · H3 · H4
- I1 · I2 · I3 · I4

mitglied im bundesverband
unabhängiger prüfinstitute **bup**
ingenieurkammer nrw nr. 102497

Dieser Prüfbericht enthält 10 Seiten Text und 3 Seiten Anlage.

Prüfberichte und Gutachten dürfen grundsätzlich nur ungekürzt vervielfältigt werden.
Die auszugsweise Wiedergabe und jede Veröffentlichung bedarf unserer schriftlichen Zustimmung.

Dortmund, 15. August 2018

Sachbearbeiter: Dr.-Ing. D. Gogolin, T. Lümekemann, B.Sc.

WEITERE STANDORTE

- ARNSBERG
- BAUTZEN
- DANZIG
- HAMBURG
- JENA
- RIGA
- STADE
- TOSTEDT



Inhalt

1 Vorgang und durchgeführte Untersuchungen	3
1.1 Modifizierung	4
1.2 Nadelpenetration	5
1.3 Erweichungspunkt Ring und Kugel	5
1.4 Dynamisches Scherrheometer	5
1.5 Biegebalkenrheometer.....	6
1.6 Elastische Rückstellung	6
1.7 Kraftduktilität.....	6
1.8 RTFOT-Verfahren (Rolling-Thin-Film-Oven-Test)	7
2 Ergebnisse der Untersuchungen.....	8
3 Bewertung der Ergebnisse.....	10

Anlagen

Anlage 1: Zusammenfassung Untersuchungsergebnisse	(1 Blatt)
Anlage 2: BBR	(2 Blatt)



1 Vorgang und durchgeführte Untersuchungen

Die Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH wurde von der Fa. Ruthmann GmbH beauftragt mit dem Produkt

- RAR-X (Probenbezeichnung RAR-X-G)

Straßenbaubitumen 50/70 und 70/100 in verschiedenen Konzentrationen zu modifizieren und hinsichtlich folgender Prüfungen nach Tabelle 3 der Technischen Lieferbedingungen für Gummimodifizierte Bitumen Ausgabe 2010 (TL RmB-StB By) zu untersuchen und zu vergleichen:

- Nadelpenetration
- Erweichungspunkt Ring und Kugel
- Elastische Rückstellung
- BBR (bei -16 °C)
- DSR (bei 60 °C)
- Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft
 - Relative Masseänderung
 - Änderung des Erweichungspunktes Ring und Kugel
 - Elastische Rückstellung

Das Produkt RAR-X (Probenbezeichnung RAR-X-G) wurde vom Auftraggeber angeliefert. Das Bindemittel 50/70 und 70/100 wurde von der Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH bereitgestellt.

1.1 Modifizierung

Zur Modifizierung wird folgendes Laborverfahren eingesetzt:

- Erhitzen des Basisbitumens auf ca. 185 °C
- Gummimehl chargenweise hinzugeben bei 500 U/min
- Mischzeit Gummimehl = 20 min bei 500 U/min

Zur Modifizierung wurde der nachfolgend dargestellte Flügelrührer verwendet:



Abbildung 1: Flügelrührer zur Modifizierung

Die Mischungen wurden in einem 1000 ml Becherglas mit niedriger Form in einer Menge von 500 ml pro Charge hergestellt.



1.2 Nadelpenetration

Mit Hilfe der Nadelpenetration wird das physikalische Verhalten des Bindemittels im mittleren Temperaturbereich nach DIN EN 1426 ermittelt.

1.3 Erweichungspunkt Ring und Kugel

Über den Erweichungspunkt Ring und Kugel wird der Übergang vom Grenztemperaturbereich bis zum zähflüssigen Aggregatzustand nach DIN EN 1427 dargestellt.

1.4 Dynamisches Scherrheometer

Mit dem dynamischen Scherrheometer (DSR) können rheologische Eigenschaften von bitumenhaltigen Bindemitteln gemessen und geprüft werden. Dabei wird eine Bindemittelprobe kraftschlüssig zwischen einer stillstehenden und einer oszillierenden Platte eingespannt und deformiert. Durch das Aufbringen von sinusförmigen Schwingungen können aus den Messungen mit dem DSR die viskoelastischen Eigenschaften eines Bindemittels mit Hilfe von zwei gemessenen signifikanten Kenngrößen, dem komplexen Schermodul G^* und dem Phasenverschiebungswinkel δ (kurz: Phasenwinkel) beschrieben werden. G^* und δ werden in Anlehnung an die DIN EN 14770 (30 °C bis 90 °C) über einen erweiterten Temperaturbereich von -10 °C bis 150 °C bestimmt. Für die Untersuchungen wird ein Probedurchmesser von 25 mm gewählt.

Der Komplexe Schermodul G^* entspricht dem Widerstand der untersuchten Probe gegen eine erzwungene Verformung.

Der Phasenwinkel δ beschreibt die zeitliche Verschiebung zwischen der aufgetragenen, oszillierenden sinusförmigen Spannung und der aus der Bindemittelprobe resultierenden Dehnung. Er dient somit als ein Maß für die elastischen und viskosen Anteile der Probe.

Die Prüfparameter zur Bestimmung der rheologischen Kennwerte sind in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1: Prüfparameter zur Best. der rheologischen Bindemittelkennwerte mit dem DSR**

Messsystem	Platte/Platte
Prüfart	weggesteuert/oszillierend
Vorgegebene Deformation	0,5 bis 1,0 %
Prüftemperaturbereich	-10 bis 60 °C bzw. 60 bis 150 °C
Prüfintervalle	10 °C
Prüffrequenzen	1,59 Hz
Zeit der Temperierung zwischen den Prüfintervallen	15 min
Probendurchmesser	25 mm
Spaltbreite	2 mm

1.5 Biegebalkenrheometer

Durch die Prüfung mit dem Biegebalkenrheometer soll das mechanische Verhalten, insbesondere die Kriechverformungen, von Bitumen im Tieftemperaturbereich bestimmt werden. Bei dieser auf der Balkentheorie basierenden Messmethode, wird ein Bindemittelbalken in einem Kältebad mit einer konstanten Einzellast in Balkenmitte belastet und die dabei entstehende Durchbiegung (Kriechbiegung) und aufgebrachte Kraft kontinuierlich gemessen. Aus der Belastung und der Durchbiegung kann die Biegekriechsteifigkeit S_m nach DIN EN 14771 bestimmt werden.

1.6 Elastische Rückstellung

Die elastische Rückstellung nach DIN EN 13398 dient zur Unterscheidung von herkömmlichen Straßenbaubitumen und polymermodifizierten Bitumen. Die Probe wird gedehnt und der Rückzug in die Ausgangslage gemessen.

1.7 Kraftduktilität

Mit der Kraftduktilität wird nach DIN EN 13589 die Kraft gemessen die eine Probe gegen eine Dehnung aufbringt. Nach DIN EN 13703 wird die Formänderungsarbeit zur Beschreibung der Streckeigenschaften bestimmt.



1.8 RTFOT-Verfahren (Rolling-Thin-Film-Oven-Test)

Das RTFOT-Alterungsverfahren wird nach DIN EN 12607-1 durchgeführt.

Eine Bindemittelprobe wird in Glasgefäßen in einer Wärmekammer für eine bestimmte Zeit auf eine festgelegte Temperatur erwärmt. Durch rotieren der Gefäße entsteht ein dünner Bindemittelfilm der mit konstanter Luftzufuhr beaufschlagt wird.

Durchführung des Verfahrens bei 163 °C für 75 Minuten.



2 Ergebnisse der Untersuchungen

Die Untersuchungsergebnisse mit dem Produkt RAR-X sind, hinsichtlich der geprüften Parameter nach Tabelle 3 der TL RmB-StB By, der Tabelle 2 und der Tabelle 3 zu entnehmen. Die Ergebnisse der BBR-Untersuchungen werden zusätzlich in der Anlage 2 detailliert aufgeführt.

Tabelle 2: Untersuchungsergebnisse RAR-X-G RmB G 20/60-55

Geprüfter Kennwert nach Tabelle 3 der „TL RmB-StB By“		Richtwerte für ein RmB G 20/60-55	RmB G 20/60-55
Zusammensetzung			50/70 mit 25 M.-% RAR-X-G
Nadelpenetration	$[\frac{1}{10} \text{mm}]$	20 bis 60	35
EP Ring und Kugel	[°C]	≥ 55	67,0
Flammpunkt nach Cleveland	[°C]	≥ 235	≥ 235
Elastische Rückstellung	[%]	≥ 55	65 (81 mm)
BBR (bei -16 °C)			
Steifigkeit	[MPa]	≤ 250	151
m-Wert	[-]	≥ 0,3	0,326
DSR (bei 60 °C)			
G*	[Pa]	≥ 9.000	15.200
δ	[°]	≤ 70	61,2
Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft nach DIN EN 12607-1			
Relative Masseänderung	[%]	≤ 0,5	0,07
Zunahme EP Ring und Kugel	[K]	≤ 8	7,8
Abnahme EP Ring und Kugel	[K]	≤ 2	-
Elastische Rückstellung	[%]	≥ 55	70 (63 mm)



Tabelle 3: Untersuchungsergebnisse RAR-X-G RmB G 35/70-55

Geprüfter Kennwert nach Tabelle 3 der „TL RmB-StB By“		Richtwerte für ein RmB G 35/70-55	RmB G 35/70-55
Zusammensetzung			70/100 mit 35 M.-% RAR-X-G
Nadelpenetration	$[\frac{1}{10}\text{mm}]$	35 bis 70	43
EP Ring und Kugel	[°C]	≥ 55	75,4
Flammpunkt nach Cleveland	[°C]	≥ 235	≥ 235
Elastische Rückstellung	[%]	≥ 60	68 (76 mm)
BBR (bei -16 °C)			
Steifigkeit	[MPa]	≤ 200	85
m-Wert	[-]	≥ 0,3	0,351
DSR (bei 60 °C)			
G*	[Pa]	≥ 12.000	15.500
δ	[°]	≤ 65	55,0
Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft nach DIN EN 12607-1			
Relative Masseänderung	[%]	≤ 0,5	0,08
Zunahme EP Ring und Kugel	[K]	≤ 8	5,2
Abnahme EP Ring und Kugel	[K]	≤ 2	-
Elastische Rückstellung	[%]	≥ 60	73 (80 mm)



3 Bewertung der Ergebnisse

In nachfolgende Tabelle 4 bzw. in der Anlage 1 werden die geprüften Varianten mit dem Produkt RAR-X-G in Hinblick auf die Anforderungen der Sorten RmB G 20/60-55 und RmB G 35/70-55 nach der Tabelle 3 der TL RmB-StB By 2010 bewertet.

Tabelle 4: Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Sorte	50/70	70/100
	25 M.-% RAR-X-G	35 M.-% RAR-X-G
RmB G 20/60-55 50/70 mit 22 M.-% GRM 40/15	X	X
RmB G 35/70-55 70/100 mit 33 M.-% GRM 40/20	X	X

X = Anforderungen erfüllt ; --- = Anforderungen nicht / teilweise erfüllt


Dr.-Ing. D. Gogolin


T. Lümke, B.Sc.

Anforderungen an im Labor hergestellten Mischungen aus Straßenbaubitumen und Gummimodifiziertem Bitumengranulat				Laborergebnisse			
Merkmal oder Eigenschaft	Einheit	RmB G		Sorte			
		20/60-55	35/70-55	50/70	70/100	20/60-55	35/70-55
Hinweise zur zweckmäßigen Zusammensetzung		50/70 mit 22 M.-% GRM 40/15	70/100 mit 33 M.-% GRM 40/20				
Dichte bei 25 °C	[g/cm³]	1,000 bis 1,100	1,000 bis 1,100	1,025	1,025		
Nadelpenetration (100 g, 5 s, 25 °C)	[0,1mm]	20 bis 60	35 bis 70	51	76	35	43
Erweichungspunkt Ring und Kugel	[°C]	≥ 55	≥ 55	51,0	46,8	67,0	75,4
Flammpunkt nach Cleveland	[°C]	≥ 235	≥ 235			≥ 235	≥ 235
Elastische Rückstellung bei 25 °C	[%]	≥ 55	≥ 60			65 (81 mm)	68 (76 mm)
Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft nach DIN EN 12607-1							
Relative Masseänderung	[%]	≤ 0,5	≤ 0,5			0,07	0,08
Zunahme des EP Ring und Kugel	[K]	≤ 8	≤ 8			7,8	5,2
Abfall des EP Ring und Kugel	[K]	≤ 2	≤ 2			-	-
Elastische Rückstellung bei 25 °C	[%]	≥ 55	≥ 60			70 (63 mm)	63 (80 mm)
Verformungsverhalten im Dynamischen Scherrheometer (DSR)							
Komplexer Schermodul G* bei 60 °C	[Pa]	≥ 9000	≥ 12000			15.200	15.500
Phasenwinkel δ bei 60 °C	[°]	≤ 70	≤ 65			61,2	55,0
Verhalten bei tiefen Temperaturen, Biegebalkenrheometer (BBR)							
Steifigkeit S bei -16 °C	[MPa]	≤ 250	≤ 200			151	85
m-Wert bei -16 °C	[-]	≥ 0,3	≥ 0,3			0,326	0,351



**Ingenieurgesellschaft
PTM Dortmund mbH**

Frische Luft 155, 44139 Dortmund

Tel.: (0231) 92 71 21 0

Fax: (0231) 92 71 21 22

Mail: dortmund@ptm.net

Auftraggeber:

Ruthmann GmbH
Breite Straße 92
41836 Hückelhoven

Projekt:

Bindemittelprüfungen von RAR-X-G

Anlage:

1

Projekt-Nr.:

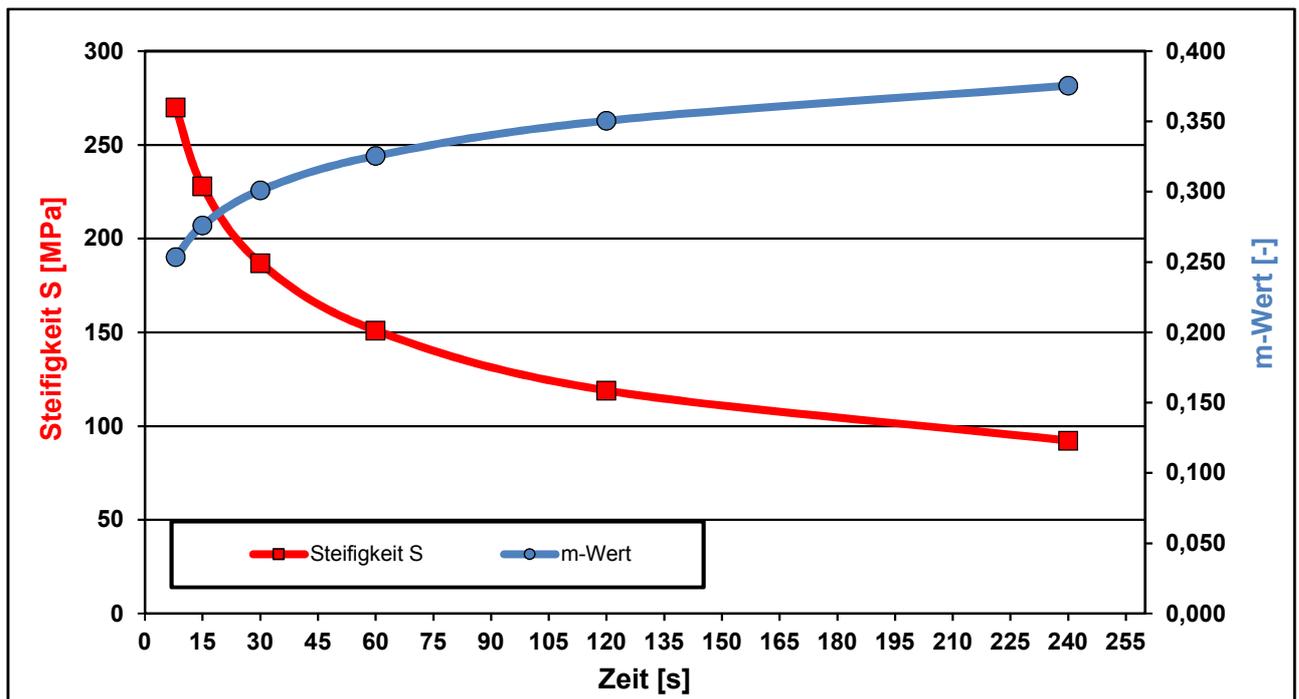
18-2206-03

Datum:

15.08.2018

Bestimmung des Tieftemperaturverhaltens mittels Biegebalkenrheometer (BBR) nach DIN EN 14771 / TL Bitumen-StB 07

Steifigkeit S						m-Wert					
T	Zeit	Probe 1	Probe 2	Mittelwert	S _{Grenz}	T	Zeit	Probe 1	Probe 2	Mittelwert	m-Wert _{Grenz}
[°C]	[s]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[°C]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]
-16	8	267	273	270		-16	8	0,252	0,255	0,254	
	15	226	230	228			15	0,276	0,276	0,276	
	30	185	189	187			30	0,303	0,299	0,301	
	60	149	153	151			60	0,329	0,322	0,326	
	120	117	121	119			120	0,356	0,345	0,351	
	240	91	94	92			240	0,383	0,368	0,376	



**Ingenieurgesellschaft
PTM Dortmund mbH**
Frische Luft 155
44319 Dortmund
Tel.: (0231) 92 71 21 0
Fax: (0231) 92 71 21 22
Mail: dortmund@ptm.net

Probenbezeichnung:
50/70 + 25 % RAR-X-G

Prüftemperatur [°C]:
-16

Auftraggeber:
Ruthmann GmbH

Anlage :
2.1

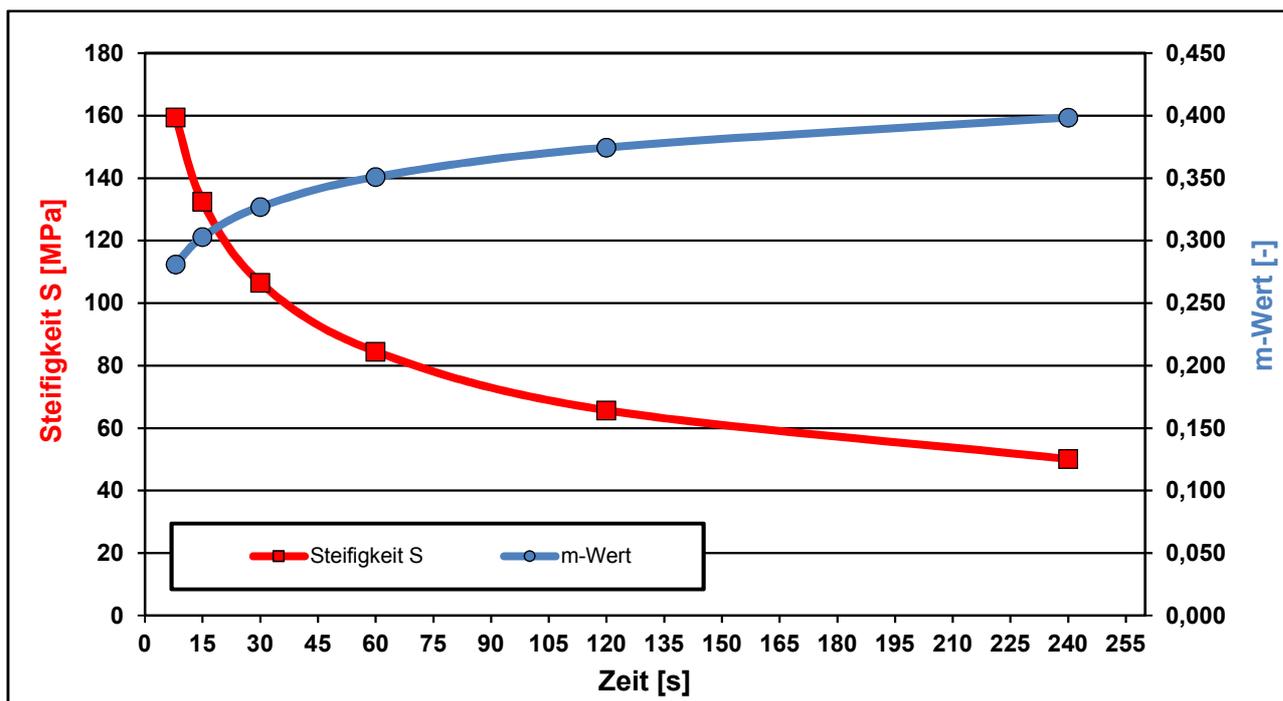
Projekt-Nr.:
18-2206-03

Prüfdatum
14.08.2018

Berichtsdatum:
15.08.2018

Bestimmung des Tieftemperaturverhaltens mittels Biegebalkenrheometer (BBR) nach DIN EN 14771 / TL Bitumen-StB 07

Steifigkeit S						m-Wert					
T	Zeit	Probe 1	Probe 2	Mittelwert	S _{Grenz}	T	Zeit	Probe 1	Probe 2	Mittelwert	m-Wert _{Grenz}
[°C]	[s]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[°C]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]
-16	8	158	161	160		-16	8	0,279	0,283	0,281	
	15	131	134	133			15	0,301	0,305	0,303	
	30	106	107	107			30	0,325	0,329	0,327	
	60	84	85	85			60	0,349	0,353	0,351	
	120	65	66	66			120	0,372	0,377	0,375	
	240	50	50	50			240	0,396	0,401	0,399	



 Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH Frische Luft 155 44319 Dortmund Tel.: (0231) 92 71 21 0 Fax: (0231) 92 71 21 22 Mail: dortmund@ptm.net	Probenbezeichnung: 70/100 + 35 % RAR-X-G	Anlage : 2.2
	Prüftemperatur [°C]: -16	Projekt-Nr.: 18-2206-03
	Auftraggeber: Ruthmann GmbH	Prüfdatum: 14.08.2018
		Berichtsdatum: 15.08.2018