

Gummimodifizierung von Gussasphalt

Die Gummimodifizierung von Gussasphalt wurde in Ost-Berlin bereits vor ca. 40 Jahren, vor allem für Brückenbeläge und Bushaldebereiche, erfolgreich angewandt. Auf den dabei gemachten guten Erfahrungen basierend, wurden 2019 im Berliner Stadtbezirk Reinickendorf 2 Erprobungsstrecken unter Verwendung des gummimodifizierten Bitumengranulats der CTS Bitumen GmbH angelegt. Beim Bauvorhaben **Eichborndamm**, das sich in einer Hauptverkehrsstraße mit hohem Schwerverkehrsanteil befindet, erfolgte die Erprobung des gummimodifizierten Gussasphalts (MA 11 S) im Rahmen einer großflächigen Instandhaltungsmaßnahme. Dabei wurde die Deckschicht durch einen Gussasphalt unter Zugabe von 12 M.-% Gummimodifiziertes Bitumengranulat (GRM 40/15, bezogen auf den Bindemittelgehalt) modifiziert. Die zweite Erprobungsstrecke wurde in einem stark frequentierten Bushaldebereich auf dem **Wilhelmsruher Damm** angelegt. Hierbei wurde der Gussasphalt MA 11 S durch die Zugabe von 22 M.-% Gummimodifiziertes Bitumengranulat GRM 40/15 (bezogen auf den Bindemittelgehalt) modifiziert. Bei beiden Erprobungsstrecken wurde das Bitumen Nypave PX 25 (Straßenbaubitumen der Sorte 20/30 mit viskositätsveränderndem Zusatz) eingesetzt. Beide Erprobungsstrecken werden im Hinblick auf die Langlebigkeit (Riss- und Spurrinnenbildung) weiter beobachtet.

The rubber modification of mastic asphalt was successfully used in East Berlin around 40 years ago, especially for bridge coverings and bus stop areas. Based on the positive experience gained, 2 test routes were created in the Berlin district of Reinickendorf in 2019 using the rubber-modified bitumen granulate from CTS Bitumen GmbH. In the Eichborndamm construction project, which is located on a main road with a high proportion of heavy traffic, the rubber-modified mastic asphalt (MA 11 S) was tested as part of a large-scale maintenance measure. The top layer was modified by mastic asphalt with the addition of 12% by mass of rubber-modified bitumen granulate (GRM 40/15, based on the binder content). The second test route was laid out in a busy bus stop area on Wilhelmsruher Damm. The MA 11 S mastic asphalt was modified by adding 22% by mass of rubber-modified bitumen granulate GRM 40/15 (based on the binder content). The bitumen Nypave PX 25 (road construction bitumen of the 20/30 type with a viscosity-changing additive) was used on both trial tracks. Both trial tracks will continue to be monitored with regard to long-term performance (formation of cracks and rutting).

1 Vorbemerkungen – Historie

Im Ostteil Berlins war bis in die 90er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts die Gussasphaltbauweise für Deckschichten dominierend.

Diese vor allem in Deutschland praktizierte und bewährte Bauweise hatte jedoch auch Nachteile.

Vor allem an signalgeregelten Knotenpunkten traten Wellenbildungen auf und an spurgeführten Bereichen sowie Bushaltestellen waren Verformungen (Spurrinnen) bereits nach kurzer Nutzungsdauer sichtbar.

Nach erfolgreichen Laboruntersuchungen im Zentrallabor des Straßenwesens der DDR (Magdeburg) erfolgte ab 1981 unter Regie

des Verfassers durch die Bezirksdirektion des Straßenwesens (BDS) Berlin eine umfangreiche praktische Erprobung der Verwendung von Gummirauhstaub (Gummimehl) als Modifizierungsmittel für Gussasphalt [1] und [2].

Diese Erprobung hatte das Ziel, die Verformungsbeständigkeit und die Rissicherheit der Gussasphaltbeläge durch die Gummimodifizierung zu erhöhen.

Bei den umfangreichen Untersuchungen wurde festgestellt, dass sich Gussasphalt mit hoher Verformungsbeständigkeit und gutem Kälteverhalten bei Verwendung von Bitumen B 45 (jetzt 30/45) und Gummimehlzugaben (Größtkorn ≤ 2 mm) von mindestens 5 bis 10 M.-% (bezogen auf den Bindemittelgehalt) herstellen lässt.

Für Brückenbeläge und andere Beläge, bei denen die Rissicherheit (Kälteflexibilität, Plastizität – des Asphalts auf „schwingenden“ Systemen) im Vordergrund steht, sollte das weichere Bindemittel B 80 (jetzt 70/100) bei erhöhtem Gummimehlanteil von mindestens 15 bis 20 M.-% (bezogen auf den Bindemittelgehalt) Verwendung finden [3].

Außerdem wurde festgestellt, dass die Verarbeitbarkeit durch den Gummizusatz erheb-

lich beeinflusst wird, es tritt eine „Versteifung des Gussasphaltgemisches“ ein. Durch einen erhöhten Bindemittelgehalt (mindestens 0,5 M.-%) oder durch die Zugabe von Wachsen, wie Rohmontanwachs (Romonta, mindestens 2 bis 3 M.-% bezogen auf den Bindemittelgehalt) kann eine gute Verarbeitbarkeit erreicht werden [4].

Einige mit gummimodifiziertem Gussasphalt hergestellte Asphaltbeläge auf Straßen, Bushaltestellen und Brücken sind nach 30 bis 40 jähriger Liegedauer heute noch vorhanden.

Rückblickend muss man jedoch feststellen, dass die positiven Erfahrungen der damaligen Vorgehensweise überwiegend darauf beruhen, dass Gussasphalt bei wesentlich höheren Temperaturen hergestellt worden ist. Dazu addiert sich eine üblich längere Verweildauer im Kocher. Hohe Temperaturen – über einen längeren Zeitraum hinweg – sind jedoch eine zwingende Notwendigkeit, um die Polymere aus dem Recycling-Gummi solide aufzuschließen, damit diese sich nachhaltig und effizient mit der Bitumenmatrix verbinden können [5]. Da dieses Temperaturniveau aus Gründen des Arbeits- und Umweltschutzes heute nicht nur nicht zeitgemäß, sondern sogar verboten

■ Verfasser

Prof. Dr.-Ing. Dieter Großhans
berlin@peba.de

Patrick Feige

c/o PEBA Prüfinstitut für Baustoffe GmbH
Köpenicker Landstraße 280
12437 Berlin

ist, musste eine andere Art der Gummimodifikation das heutige Bewusstsein hinsichtlich Exposition von Dämpfen und Aerosolen und CO₂-Einsparung [6] mit der angestrebten hohen Leistungsfähigkeit einer optimalen Gummimodifikation verknüpfen.

2 Erprobungsstrecken

Nachdem sehr gute Erfahrungen mit der Gummimodifizierung bei offenporigen Asphalten (PA), Splittmastixasphalt (SMA), Asphaltbetondeck- und -binderschichten (AC D und AC B) in Deutschland in den letzten Jahren, speziell auch mit dem gummimodifizierten Bindemittel der CTS Bitumen GmbH gemacht wurden, konnte die Idee der Gummimodifizierung von Gussasphalt endlich wieder aufgegriffen werden. Folgende Asphalteigenschaften sollten durch eine Gummimodifikation positiv beeinflusst werden:

- gute Affinität zum Mineral,
- erweiterte Plastizitätsspanne,
- elastisches Verhalten,
- erhöhte Wärmestandsfestigkeit (Verformungsbeständigkeit),
- verbessertes Kälteverhalten (Abkühlversuch),
- ausgesprochen hohe Kohäsion,
- signifikante Viskositätserhöhung der Mörtelphase,
- geringere Temperaturempfindlichkeit der Polymere des Naturkautschuks [7].

Auf Initiative der CTS Bitumen GmbH und der Verfasser wurden mit Unterstützung des Bezirksamtes Reinickendorf von Berlin zwei Erprobungsstrecken mit gummimodifiziertem Gussasphalt angelegt. Beide Erprobungsbereiche liegen auf Hauptverkehrsstraßen im Stadtbezirk Berlin-Reinickendorf. Die Erstprüfungen (Eignungsnachweise) dazu wurden durch das Zentrallabor Berlin der Deutag GmbH erstellt.

An beiden Erprobungsstrecken erfolgten an jeweils einer entnommenen Probe (*Probe 1* – Eichborndamm, *Probe 2* – Wilhelmsruher Damm) Mischgut- und Bindemitteluntersuchungen. Außerdem wurden zur Einschätzung der Standfestigkeit die statische Eindringtiefe gemäß TP Asphalt, Teil 20 und die dynamische Stempel Eindringtiefe gemäß TP Asphalt, Teil 25 A 1 ermittelt. Zusätzlich wurden durch Zugretardationsversuche (ReVis) die Viskosität des gummimodifizierten Gussasphalts festge-



Bild 1:
Gussasphalt-
verlegung



Bild 2:
Fertiggestellte
großflächige
Flickung

stellt sowie Abkühlversuche gemäß TP Asphalt-StB, Teil 46 A durchgeführt. Damit sollte auf das Kälteverhalten und somit auf das Rissverhalten geschlossen werden.

Zum Vergleich der Standfestigkeit und des Kälteverhaltens zwischen dem modifizierten und einem nicht modifizierten Gussasphalt wurde eine weitere Probe (*Probe 3* – Holländerstraße in Berlin-Reinickendorf) eines nicht modifizierten Gussasphalts entnommen, als Referenzbaumaßnahme.

2.1 Verwendete Mischgut- und Bindemittelsorten

Bei beiden Erprobungsstrecken und der Referenzbaumaßnahme wurde ein Gussasphalt MA 11 S verlegt. Diese Mischgutart besitzt eine obere Siebgröße von 11 mm und eignet sich für die Anwendung bei besonders hoch beanspruchten Verkehrsflächen.

Bei beiden Erprobungsstrecken ist ein Sonderbindemittel der Firma Nynas mit der

SPRITZMASCHINEN:





Bilder 3 und 4: Gussasphaltverlegung



Bild 5: Fertiggestellte Asphaltfläche im Bushaldebereich

Bezeichnung Nypave PX 25 verwendet worden. Die Nadelpenetration des Bindemittels Nypave PX 25 ist gleichzusetzen mit einem Straßenbaubitumen der Sorte 20/30. Der Erweichungspunkt Ring und Kugel von 75–90 °C lässt auf einen viskositätsabsenkenden Zusatz schließen. Das Bindemittel besitzt rheologisch verbesserte Eigenschaften, welche die Absenkung der Herstell- und Einbautemperaturen des Gussasphalts ermöglichen. Die Verarbeitungstemperatur kann dadurch auf unter 230 °C abgesenkt werden. Somit ist die Entstehung von Dämpfen und Aerosolen stark vermindert, sodass die für Asphaltarbeiten geltenden Arbeitsplatzgrenzwerte sicher eingehalten werden können. Außerdem wird bei

der Herstellung der Asphalte Heizenergie eingespart, wodurch unter anderem die Emission von Kohlendioxid (CO₂) reduziert wird.

Als Additiv zur Verbesserung der Standfestigkeit und Verformungsbeständigkeit wurde das von CTS-Bitumen hergestellte konzentrierte Gummimodifizierte Bitumengranulat GRM 40/15 verwendet. Das CTS GRM 40/15 entspricht den gängigen Regelwerken der E GmBA und der TL RmB-StB, By, Tabelle 2. Aus speziell für die Firma CTS hergestellten additivierten Gummimehlen (Einsatzprodukt nur Lkw-Reifen) mit spezifischen Eigenschaften wird in einem komplexen und kontrolliert ablaufenden Herstellungsverfahren CTS GRM 40/15 hergestellt.

GRM steht für Granulate Rubber Modified. Die Bezeichnung 40/15 gibt den Gummigehalt (40 M.-%) und den davon im Bitumen angelösten Anteil (15 M.-%) an. Dabei sollen der Bindemittelgehalt 50 M.-%, der Füllergehalt 10 M.-% und die Granulatgröße des Gummimehls 0 bis 2 mm betragen.

Für den Vergleich der Standfestigkeit sowie des Kälteverhaltens zu einem nicht modifizierten Gussasphalt derselben Sorte (MA 11 S) wurde eine weitere Probe an einem anderen Bauvorhaben entnommen. Auch hier wurde ein Sonderbindemittel der Firma Nynas verwendet, welches die gleichen rheologisch verbesserten Eigenschaften besitzt wie das oben erwähnte Nypave PX 25. Dieses trägt die Bezeichnung Nypave PX 35 und ist gleichzusetzen mit einem Straßenbaubitumen der Sorte 30/45 mit viskositätsabsenkendem Zusatz. Der Erweichungspunkt Ring und Kugel liegt zwischen 70 und 80 °C.

Proben-Nr.	Bindemittelgehalt [M.-%]	Gummigehalt ¹⁾ [M.-%]	Mischgutzusammensetzung [M.-%]					
			0,063 [mm]	2,0 [mm]	5,6 [mm]	8,0 [mm]	11,0 [mm]	16,0 [mm]
1	7,2	12	22,1	48,8	67,6	78,5	99,7	100
2	8,1	22	23,5	47,4	70,1	80,7	99,2	100
3**	7,4	0	23,1	49,7	69,0	81,5	99,8	100
Soll*	mindestens 6,8	/	20–28	45–55	–	70–85	90–100	100

* gemäß TL Asphalt-StB 07/13 **gemäß Eignungsnachweis 1) bezogen auf den Bindemittelgehalt

Tabelle 1: Mischgutparameter der Bauvorhaben Eichborndamm (Probe 1), Wilhelmsruher Damm (Probe 2) und Holländerstraße (Probe 3)

2.2 Erprobungsbereich Eichborndamm

Die Erprobung mit gummimodifiziertem Gussasphalt erfolgte im Rahmen einer großflächigen Instandhaltungsmaßnahme. Dabei wurde ein Gussasphaltgemisch MA 11 S unter Zugabe von 12 M.-% Gummigranulat (GRM 40/15, bezogen auf den Bindemittelgehalt) modifiziert.

Ausgangsbindemittel war das Bitumen

Proben-Nr.	Bindemittelart	Erweichungspunkt RuK		Nadelpenetration		elastische Rückstellung		Biegebalkenrheometer (BBR)	
		[C]		[1/10 mm]		[%]		T _{S=300}	T _{M=0,3}
		IST	SOLL*	IST	SOLL**	IST	SOLL*	[Mpa]	[-]
1	Nypave PX 25	77,6	74,0	22	20-30	15	20	-15,4	-14,4
	12 M.-% GRM 40/15								
2	Nypave PX 25	76,2	78,8	24	20-30	33	30	-20,0	-18,2
	22 M.-% GRM 40/15								
3	Nypave PX35	/	74,0	/	30-45	/	/	/	/
	2 M.-% Trinidad Epuré								

* gemäß Eignungsnachweis ** gemäß Produktdatenblatt Nynas

Tabelle 2: Bindemittelkennwerte der Bauvorhaben Eichborndamm (Probe 1), Wilhelmsruher Damm (Probe 2) sowie Holländerstraße (Probe 3)

Nypave PX 25 (15/25 VL = Straßenbaubitumen der Sorte 20/30 mit viskositätsveränderndem Zusatz). Der gummimodifizierte Gussasphalt wurde manuell in einer Dicke von 4 cm mit einer Temperatur von 230 °C eingebaut. Nach Angaben der Kollegen vom Asphalteinbau unterschied sich die Verlegung gegenüber herkömmlichen Gussasphaltbelägen ähnlichen Verwendungszwecks nicht. Auch war keine erhöhte Geruchsbelästigung wahrnehmbar.

Nach Aussage von CTS Bitumen ist dies ein bekannter und erwartbarer Effekt, der darauf beruht, dass die Polymere bereits beim Produktionsprozess von CTS GRM in die Bitumenmatrix eingebunden wurden.

Die Bilder 1 und 2 zeigen Fotos vom Einbau.

2.3 Erprobungsbereich Wilhelmsruher Damm

In einem Bushaltebereich auf dem Wilhelmsruher Damm wurde am 21.5.2019 auf einer Fläche von 92 m² die Asphaltdeckschicht mit Gussasphalt MA 11 S erneuert. Dabei wurde dem Gussasphaltgemisch mit dem Bitumen Nypave PX 25 (Straßenbaubitumen der Sorte 20/30 mit viskositätsveränderndem Zusatz) ein Gummigranulatanteil GRM 40/15 von 22 M.-% (bezogen auf den Bindemittelgehalt) zugegeben.

Die Einbautemperatur des in 4 cm Dicke verlegten Gussasphalts betrug 229 °C. Im Gegensatz zum Gussasphalt beim Bauvorhaben Eichborndamm war dieser gummimodifizierte Gussasphalt von Hand schwer

verlegbar, auch wurde eine geringe Geruchsbelästigung festgestellt. Die Ursachen dafür sind wahrscheinlich im sehr hohen Gummianteil zu suchen.

Die Bilder 3 bis 5 zeigen Fotos vom Einbau und von der fertiggestellten Gussasphaltfläche.

2.4 Referenzstrecke Holländerstraße

Bei einem im gleichen Zeitraum in standgesetzten Bereich (großflächige Flickung) der „Holländerstraße“ ist ebenfalls ein Mischgut der Sorte MA 11 S verwendet worden. Als Bindemittel wurde Nypave PX 35 (Straßenbaubitumen der Sorte 30/45 mit viskositätsveränderndem Zusatz) eingesetzt.



PMMA für Betonfahr- bahntafeln

- BASt-Listung
- bis 0 °C Untergrundtemperatur verarbeitbar
- überarbeitbar nach 30 Minuten



Tabelle 3: Kennwerte der fertigen Schicht der Bauvorhaben Eichborndamm (Probe 1), Wilhelmsruher Damm (Probe 2) und Holländerstraße (Probe 3)

Proben-Nr.	statische Eindringtiefe [mm]		dynamische Eindringtiefe [mm]	
	30 min	60 min	2.500 LW	5.000 LW
1	1,9	2,3	1,4	2,1
2	2,1	2,6	1,6	2,3
3*	2,1	2,4	1,5	/

* gemäß Eignungsnachweis

Tabelle 4: Bedingungen beim Zug-Retardationsversuch

Versuchstemperatur	[°C]	+15	+25	+35
Temperierdauer	[min]	150	150	150
Belastungsdauer	[min]	60	60	60
Versuchsdauer nach Entlastung	[min]	10	10	10
Belastung	[N/mm ²]	0,050	0,0375	0,025

Tabelle 5: Ermittelte Werte der Abkühlversuche der Bauvorhaben Eichborndamm (Probe 1) und Holländerstraße (Probe 3)

Proben-Nr.	Bindemittelart	Bruchtemperatur T _{Br} [°C]	Bruchspannung σ _{Br} [MPa]
1	Nypave PX 25 12 M.-% GRM 40/15	-18,5	5,083
3	Nypave PX 35 2 M.-% Trinidad Epuré	-20,7	5,467

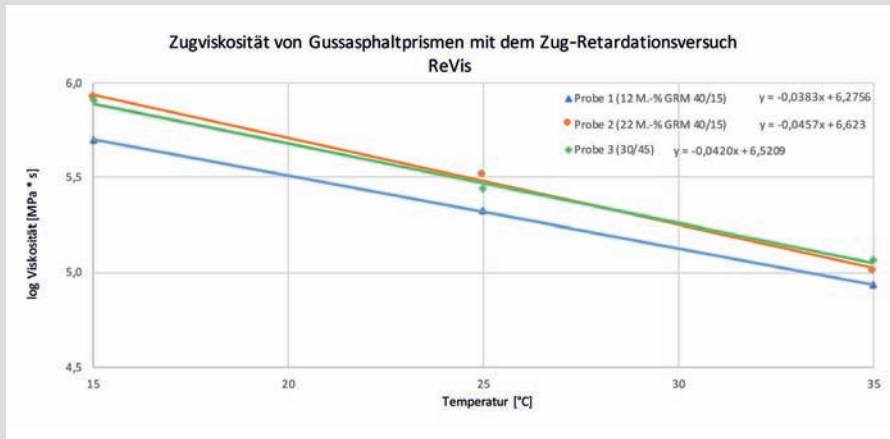


Bild 6: Verlauf der Viskositäten über der Temperatur des gummimodifizierten Gussasphalts der Bauvorhaben Eichborndamm (Probe 1) und Wilhelmsruher Damm (Probe 2) sowie die nicht modifizierte Variante (Holländerstraße - Probe 3)

Außerdem erfolgte ein Zusatz von 2 M.-% Trinidad Epuré. Die Gussasphaltdeckschicht wurde in einer Dicke von ca. 4 cm eingebaut.

3 Auswertung

3.1 Mischgut- und Bindemittelkennwerte

Die Probenahme im Eichborndamm (Probe 1) erfolgte während des Einbaus am

16.12.2019. Der aus der entnommenen Probe ermittelte Bindemittelgehalt ist mit 7,2 M.-% geringer als der im Eignungsnachweis vorgesehene Bindemittelgehalt von 7,6 M.-%.

Die Mischgutzusammensetzung entspricht mit den zulässigen Abweichungen der im Eignungsnachweis vorgesehenen Zusammensetzung für die Mischgutsorte MA 11 S. An der im Wilhelmsruher Damm entnom-

menen Probe 2 wurde gegenüber dem Eignungsnachweis (Soll: 7,7 M.-%) mit 8,1 M.-% ein erhöhter Bindemittelgehalt ermittelt. Die Mischgutzusammensetzung entspricht dem Eignungsnachweis mit den zulässigen Toleranzen für einen Gussasphalt MA 11 S.

Aus dem Eignungsnachweis der Probe 3 (Referenzbereich „Holländerstraße“) ist ein Bindemittelgehalt von 7,4 M.-% sowie ein Erweichungspunkt Ring und Kugel von 74,0 °C zu entnehmen.

Untersuchungsergebnisse vom eingebauten Material liegen nicht vor.

Der Tabelle 1 sind die ermittelten Mischgutparameter und der Tabelle 2 die Bindemittelkennwerte zu entnehmen.

Die ermittelten Bindemittelkennwerte Erweichungspunkt RuK und Nadelpenetration der Proben 1 und 2 (Tabelle 2) liegen, unabhängig von der zugegebenen Gummimenge, in ähnlicher Größenordnung und entsprechen einem Bindemittel 20/30 mit viskositätsabsenkendem Zusatz.

Der erhöhte Gummianteil der Probe 2 bewirkt eine höhere elastische Rückstellung und ein besseres Kälteverhalten gegenüber Probe 1.

3.2 Standfestigkeit

Mit einer an Probe 1 (Eichborndamm) ermittelten statischen Stempeleindringtiefe von 1,9 mm nach 30 Minuten und einer Zunahme von 0,4 mm nach weiteren 30 Minuten ist von einem verformungsbeständigen Gussasphalt auszugehen. Bestätigt wird dieses Ergebnis durch die dynamische Stempeleindringtiefe mit 1,4 mm nach 2.500 Lastwechseln und mit einer Zunahme von 0,7 mm nach weiteren 2.500 Lastwechseln.

Trotz erhöhtem Gummianteil ist nach den Untersuchungsergebnissen (Tabelle 3) die Standfestigkeit des Gussasphalts beim Wilhelmsruher Damm (Probe 2) gegenüber dem Gussasphalt beim Bauvorhaben Eichborndamm (Probe 1) nicht höher zu bewerten. Die Ursache dafür ist im sehr hohen Bindemittelgehalt begründet.

Der gegenüber der Erstprüfung erhöhte Bindemittelgehalt von 0,4 M.-% (Probe 2) führt zu einer Stempeleindringtiefe von 2,1 mm mit einer Zunahme nach einer halben Stunde von 0,5 mm. Die dynamische Stempeleindringtiefe von 1,6 mm nach 2.500 Lastwechseln und eine Zunahme von 0,7 mm nach weiteren 2.500 Lastwechseln bestätigt die Ergebnisse der statischen Stempeleindringtiefe.

Die gemäß Erstprüfung ermittelte statische Eindringtiefe der Probe 3 (Holländerstraße) von 2,1 mm und einer Zunahme nach weiteren 30 Minuten von 0,3 mm liegt auf ähnlichem Niveau wie bei den ermittelten Werten der Proben 1 und 2. Dies zeigt sich auch bei der dynamischen Eindringtiefe mit 1,5 mm bei 2.500 Lastwechseln.

In Tabelle 3 sind die Kennwerte der fertigen Schicht hinsichtlich Standfestigkeit und Verformungsverhalten aufgeführt.

3.3 Viskosität

In Anlehnung an das „Arbeitspapier zur Bestimmung der Viskositäten von Bitumen, modifiziertem Bitumen, Asphaltmastix und Asphaltmörtel mit dem Zug-Retardationsversuch AP ReVis“ [8] und der Veröffentlichung [9] wurde mittels Zug-Retardationsversuch (ReVis) die Viskosität des gummimodifizierten Gussasphalts im Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg (Rottweil) ermittelt. Beim ReVis-Versuch wird ein prismatischer Probekörper der Gussasphaltprobe bei einer konstanten Versuchstemperatur durch eine sprungartig aufgebrachte und anschließend konstant gehaltene einaxiale Zugspannung statisch belastet. Dabei wurde die sich einstellende axiale Dehnung in Abhängigkeit von der Zeit erfasst und aus der aufgezeichneten Zeit-Dehnungskurve die Zugviskosität (λZ) über die Steigerung im quasi-linearen Abschnitt bestimmt. Die Versuchsbedingungen für die Prüfung an den Gussasphaltprismen sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

In Bild 6 sind die Ergebnisse der Zug-Retardationsversuche der Gussasphaltproben mit dem Verfahren ReVis dargestellt. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen bei der Prüfung von Bindemittel und Asphaltmastix in [10] liegen die MPa · s ermittelten Viskositäten jeweils auf einer Geraden, wenn man die ermittelten Viskositäten logarithmisch über die Temperatur aufträgt. Die sich so einstellenden Regressionsgeraden ermöglichen eine Interpolierung der Viskositäten, auch außerhalb des gemessenen Temperaturbereichs. Ziel ist es, bei hohen Temperaturen eine vergleichsweise hohe Viskosität zu erreichen und bei tiefen Temperaturen eine möglichst geringe. Um diese Bedingungen zu erfüllen, muss die Regressionsgerade möglichst flach verlaufen.

Beim Vergleich der Geraden in Bild 6 kommt es auf die Höhenlage und die Steigung an. Den angestrebten flachen Verlauf weist die

Probe 1 mit 12 M.-% GRM 40/15 auf, bei ausreichend hohem Niveau der Viskosität. Bei der Zugabe von 22 M.-% GRM 40/15 liegt ein deutlich höheres Viskositätsniveau vor, mit steilerem Verlauf der Regressionsgeraden. Die Probe 3, ohne Gummimodifikation, wird sich bei tieferen Temperaturen unter null ungünstiger, also rissanfälliger verhalten.

Zum Verlauf der Regressionsgeraden der Viskosität des Gussasphalts ist grundsätzlich zu bemerken, dass diese sehr stark von der Viskosität des Ausgangsbindemittels, aber auch vom Füller-Bitumen-Verhältnis abhängt, wie der Literaturstelle [10] entnommen werden kann.

3.4 Kälteverhalten

Zur vergleichenden Untersuchung der Rissempfindlichkeit bei Kälte der eingebauten Gussasphaltdeckschichten (Proben 1 und 3) wurden Abkühlversuche gemäß TP Asphalt-StB, Teil 46 A an aus den Bohrkernscheiben geschnittenen prismatischen Probekörpern durchgeführt.

Dabei wird ein eingespannter prismatischer Probekörper mit einer konstanten Abkühlrate von $\Delta T = -10$ K/h beginnend mit einer Starttemperatur von $+20$ °C abgekühlt. Während des Abkühlens wird durch die Einspannung die Länge des Probekörpers konstant gehalten und somit die Dehnung infolge thermischen Schrumpfens verhindert. Dadurch baut der Asphaltprobekörper eine mit sinkender Temperatur ansteigende kryogene Zwangsspannung (kryogene Zugspannungen) auf. Beim Erreichen der materialspezifischen Zugfestigkeit tritt als Versagen der Bruch ein.

Die Ergebnisse der Abkühlversuche (durchgeführt an der TU Braunschweig) zeigen, dass die nicht modifizierte Probe 3 eine Bruchtemperatur von $-20,7$ °C erreicht im Vergleich zu $-18,5$ °C bei der Probe 1. Die erreichte Bruchtemperatur von $-20,7$ °C entspricht einer durchschnittlichen Kälteresistenz. Die mit 12 M.-% GRM 40/15 modifizierte Variante schneidet etwas schlechter ab und liegt mit $-18,5$ °C um $1,5$ °C über der für Asphaltdeckschichten (Frosteinwirkungszone II) empfohlenen Bruchtemperatur von ≤ -20 °C [11].

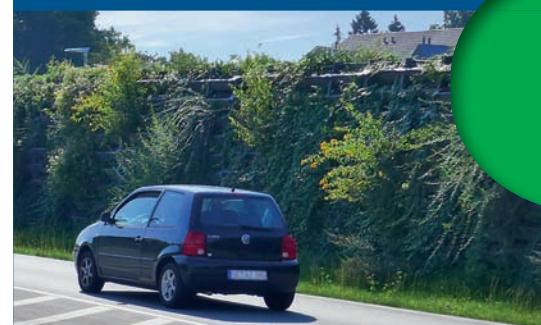
Für die Frosteinwirkungszone I wird die empfohlene Bruchtemperatur von ≤ -15 °C eingehalten.

Aufgrund des erhöhten Bindemittelgehaltes der Probe 2 (Wilhelmsruher Damm) wurde

Weil uns Sicherheit wichtig ist!



Verkehrsberuhigung



Lärmschutz



Beschilderung & Dienstleistung



Verkehrsraumausstattung

LüFT[®]
Verkehrstechnik

Lüft GmbH & Co. KG

In den Vierzehn Morgen 1-5 • 55257 Budenheim

Tel. 06139/2936-0 • Fax 06139/2936-11

info@lueft.de • www.lueft.de • www.lueft-shop.de

hier auf die Durchführung der Abkühlversuche verzichtet.

In Tabelle 5 sind die i. M. ermittelten Werte der Abkühlversuche aufgeführt.

4 Zusammenfassende Schlussfolgerungen

Mit der Anlage von zwei Erprobungsstrecken und vorangegangenen Laboruntersuchungen durch die CTS Bitumen GmbH wurde die bereits 1981 vom Verfasser begonnene Gummimodifizierung von Gussasphalt wieder aufgenommen.

Mit der Anlage der Erprobungsstrecken sollte die *großtechnische Verarbeitbarkeit und Verlegbarkeit* des gummimodifizierten Gussasphalts bei unterschiedlichem Gummigehalt festgestellt werden.

Im Ergebnis der Untersuchungen ist feststellbar, dass bei beiden Erprobungsstrecken mit unterschiedlichem Gummigehalt eine „händische“ Verlegung des Gussasphalts möglich ist. Erwartungsgemäß war bei der Erprobungsstrecke Eichborndamm, bei der gummimodifizierter Gussasphalt mit geringerem Gummigehalt (12 M.-% bezogen auf den Bindemittelgehalt) eingebaut wurde, trotz geringerem Bindemittelgehalt eine bessere Verlegbarkeit des Gussasphaltes als bei der Erprobungsstrecke Wilhelmsruher Damm mit dem höheren Gummianteil (22 M.-% bezogen auf den Bindemittelgehalt) vorhanden. Die Mischgutzusammensetzung und der Bindemittelgehalt beider Erprobungsstrecken sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Die ermittelten *Bindemittelkennwerte* beider Erprobungsstrecken sind ähnlich und der Tabelle 2 zu entnehmen.

Das Grundbitumen des verwendeten Bindemittels Nypave PX 25 entspricht nach der ermittelten Nadelpenetration einem Straßenbaubitumen 20/30.

Die weiteren Kennwerte, wie Erweichungs-

punkt RuK, elastische Rückstellung und Ergebnisse der BBR-Untersuchungen, sind durch den im Nypave PX 25 enthaltenen viskositätsabsenkenden Zusatz und die Gummimodifizierung beeinflusst.

Die *Untersuchungsergebnisse auf die Standfestigkeit* mittels statischer und dynamischer Stempel Eindringtiefe sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Dabei ist festzustellen, dass trotz unterschiedlicher Gummigehalte die ermittelten Kennwerte in ähnlicher Größenordnung liegen und für einen verformungsstabilen Gussasphalt sprechen.

Ursache dafür, dass trotz fast doppeltem Gummigehalt (Probe 2) keine höhere Eindringtiefe festgestellt wurde, ist der um 0,4 M.-% höhere Bindemittelgehalt des höher gummimodifizierten Gussasphalts. Trotz des erhöhten Bindemittelgehalts kann die Standfestigkeit gegenüber dem nicht modifizierten Gussasphalt als ähnlich gut bewertet werden.

Mit den *Zug-Retardationsversuchen* (ReVis) wurde beim höher gummimodifizierten Gussasphalt eine höhere Viskosität ermittelt. Das bedeutet, dass man mit einem Mehr an Gummimehlzusatz die Wärmestandfestigkeit, auf den jeweiligen Anwendungsbereich bezogen, erhöhen kann. Beim Vergleich der Bindemittel mit und ohne Gummimodifikation wirkt sich eine erhöhte Wärmestandfestigkeit nicht auf eine höhere Rissanfälligkeit aus, wie der flachere Verlauf der Regressionsgeraden der Viskosität über der Temperatur zeigt.

Bei den *Abkühlversuchen* weist die nicht modifizierte Gussasphaltdeckschicht der Probe 3 mit einem Wert ≤ -20 °C ein für Asphaltdeckschichten in der Frostzone II ausreichendes Kälteverhalten auf. Die mit 12 M.-% GRM 40/15 modifizierte Probe 1 liegt mit $-18,5$ °C nur geringfügig unter diesem Wert und erfüllt die Empfehlungen [11] für Asphaltdeckschichten in der Frostzone I. Der Unterschied ist als geringfügig zu bewerten. Rückschlüsse auf ein ungüns-

tiges Kälteverhalten durch die Gummimodifikation lassen sich daraus nicht ableiten.

Weitere bautechnische Erprobungen, bei denen auch untersucht werden soll, ob die Grenzwerte für Dämpfe und Aerosole von 10 mg/m^3 bei der Gussasphaltverlegung eingehalten werden, sind geplant.

Literaturverzeichnis

- [1] Bischof, G.; Grobhans, D. (1983): Erfahrungen bei der Herstellung von gummimodifiziertem Gussasphalt; Die Straße (1983) 11, S. 335–338
- [2] Grobhans, D.; Walter, G. (1987): Anwendung von Gussasphalt im Straßenbau als Verschleißschicht mit guten Gebrauchseigenschaften und hoher Lebensdauer; Die Straße (1987) 9, S. 281–283
- [3] Grobhans, D. (1990): Asphaltbefestigungen mit hoher Standfestigkeit, Bitumen, Heft 1/1990
- [4] Grobhans, D. (2014): Wachsmodifizierung von Guss- und Walzasphalt, asphalt, Heft 8/2014, S. 19–23
- [5] Reiter, R.: CTS Bitumen GmbH: Gummimodifizierte Bindemittel – Versuch einer Standortbestimmung; Asphalt Bitumen, Heft 3/2018
- [6] Pohl, T.: UmTec Technologie AG: Ökobilanz von Gummimodifizierten Bitumen
- [7] Reiter, R.: CTS Bitumen GmbH: Einsatz von CTS GRM im Gussasphalt, Interner Bericht
- [8] Arbeitspapier zur Bestimmung der Viskositäten von Bitumen, modifiziertem Bitumen, Asphaltmastix und Asphaltmörtel mit dem Zug-Retardationsversuch AP ReVis, Ausgabe 2018. FGSV Verlag, Köln
- [9] Schellenberg, P., Schellenberg, K. (2010): Die Viskosität von Bindemittel und Asphaltmörtel im Zug-Retardationsversuch mit Anwendungsbeispielen; Straße und Autobahn, Heft 6/2010, S. 392–397. Kirschbaum Verlag, Bonn
- [10] Schellenberg, K., Schellenberg, Pw. (2015): Die Festigkeit von Asphalt, Straße und Autobahn, Heft 4/2015. Kirschbaum Verlag, Bonn
- [11] Arbeitspapier Tieftemperaturverhalten von Asphalt; Teil 1, 2012; FGSV 725. FGSV Verlag, Köln

Zertifizierung zum Sicherheitsauditor von Straßen 2022

Melden Sie sich jetzt zu den neuen Schulungsterminen (März bis November 2022) an.

Module **innerorts**: Hauptverkehrsstraßen, Ortsdurchfahrten, Erschließungsstraßen

Module **außerorts**: Landstraßen, Autobahnen

Anmeldung & weitere Informationen: <http://sas.svpt.de>

