

Die Untersuchungsstrecke L 339

# Erfahrungen beim Einbau von Gummimodifiziertem Asphalt

Sandra Kaden und Peter Mittmann

Die zunehmenden Veränderungen der klimatischen Verhältnisse mit temporär ausgeprägten Temperaturextremen, heiße Sommer und kalte Winter, stellen hohe Anforderungen an die im Asphaltstraßenbau eingesetzten Bindemittel, um die langfristige Gebrauchsdauer der Asphaltbeläge zu erfüllen.

Gegenwärtig werden hauptsächlich Polymermodifizierte Bitumen eingesetzt, um den Ansprüchen an die Standfestigkeit auf hoch belasteten Verkehrsflächen insbesondere in den warmen Sommermonaten gerecht zu werden. Diese weisen allerdings in Verbindung mit Wachsen oder anderen Einbauhilfen häufig erhöhte Erweichungspunkte auf. Damit kann auch eine erhöhte Rissempfindlichkeit im Tieftemperaturbereich gegenüber einem Straßenbaubitumen einhergehen.

Die aktuelle Straßenverkehrssituation erfordert unter Berücksichtigung der veränderten klimatischen Einflussfaktoren den Einsatz wärmebeständiger und verformungsbeständiger sowie gleichzeitig auch rissunempfindlicher Beläge. Eine mögliche Alternative zu den bislang eingesetzten Bitumen stellt hierbei das Gummimodifizierte Bindemittel dar.

## Entwicklung von Gummimodifizierten Bindemitteln

Die Verwendung von Gummi im Bitumen ist jedoch kein Novum. Laut Neutag [18, 21] wurden erste grundlegende Versuche mit Gummi-

modifizierten Bindemitteln bereits in den 1920er Jahren in den USA und später auch in Europa durchgeführt. Im Asphaltstraßenbau werden Gummimodifizierte Bitumen insbesondere in Amerika (Arizona, Texas, Kalifornien) seit mehr als 20 Jahren eingesetzt.

Nachdem in Europa, zunächst in Schweden, erste positive Erfahrungen mit Gummimodifizierten Bindemitteln im Straßenbau gesammelt wurden, sind seit den 1950er Jahren auch in Deutschland Forschungsergebnisse zum Thema Gummibitumen veröffentlicht worden [21].

In der ehemaligen DDR wurde im Rahmen von Forschungsarbeiten die Verwendung von Altreifengummigranulat im Betonstraßenbau und von Altreifen- und Förderbandgummimehl im Gussasphalt erprobt. In der Praxis durchgesetzt hatte sich die Zugabe von Gummimehl gemeinsam mit Montanwachs (der Firma Romonta) zur Erhöhung der Verformungsbeständigkeit [19]. Seit dem Beginn der Verwendung von Gummimodifiziertem Bindemittel im Straßenbau haben sich durch den Einsatz neuer Stoffe und die stetige Weiterentwicklung alter Technologien deutliche qualitative Verbesserungen ergeben, so dass die ursprünglichen Probleme und Hindernisse bei Herstellung, Lagerung und Einbau als weitestgehend überwunden angesehen werden können.

Die hohe Viskosität des Gummimodifizierten Bitumens stellt hohe Anforderungen an die Pumpfähigkeit und Verarbeitbarkeit [2]. Schwierigkeiten, die sich an der Mischanlage auch weiterhin aus dem zur Entmischung neigenden gebrauchsfertigen Gummimodifizierten Bitumen

(RmB R) ergeben könnten, lassen sich jedoch bei einer guten Abstimmung zwischen Bitumenlieferant und Asphaltmischanlage sowie dem Einsatz von Rührwerk tanks oder umpumpbaren Tanks vermeiden.

Die derzeit zum Einsatz kommenden Gummimodifizierten Bindemittel werden den Angaben der Hersteller zufolge in ihren Eigenschaften als vergleichbar mit SBS (Polymer)-modifizierten Bindemitteln und hinsichtlich der Bildung von Spurrinnen und Rissen den Polymermodifizierten Bitumen sogar als überlegen angesehen [1, 11]. Die Ergebnisse der bisherigen Forschung zeigen, dass Asphaltschichten unter Verwendung von Gummimodifiziertem Bindemittel sehr hohe elastische Eigenschaften und eine ausgezeichnete Verformungsbeständigkeit (Wärmebeständigkeit) aufweisen. Aus Erprobungsstrecken in den USA ist bekannt, dass Gummimodifizierte Bitumen überdies die Alterungsbeständigkeit des Asphaltes verbessern [2].

Durch den Zusatz von Gummigranulat bzw. Gummimehl wird das Bitumen elastischer und erhält eine höhere Klebkraft. Dies erhöht die Affinität zum Gestein und wirkt sich sowohl positiv auf die Ermüdungsbeständigkeit als auch die Rissempfindlichkeit bei tiefen Temperaturen einer Verkehrsflächenbefestigung aus.

## Herstellung von Gummimodifizierten Bindemitteln

Als Ausgangsstoff für die Gummimodifizierung dienen handelsübliche Straßenbaubitumen der Spezifikationen 50/70 und 70/100, vorwiegend jedoch 70/100, welche mit Gummipartikeln aus Altreifen als Granulat (Partikelgröße < 1,4 mm) oder Gummimehl (Partikelgröße ~ 50 µm bis 1,0 mm) vermischt werden (Bild 1). Die Modifizierung und Veränderung der Eigenschaften des Straßenbaubitumens erfolgt hierbei durch die Absorption der aromatischen Öle des Bitumens in die Polymerketten der Gummipartikel. Diese quellen auf und wandeln sich ganz oder teilweise in eine gelartige Substanz um. Einige Partikel verbleiben in der Bitumenmatrix als so genannte „Urgummiteilchen“ und wirken ähnlich versteifend wie Füller.

Bei dem im Rahmen einer Erprobungsstrecke auf der L 339 eingesetzten Gummimodifizierten

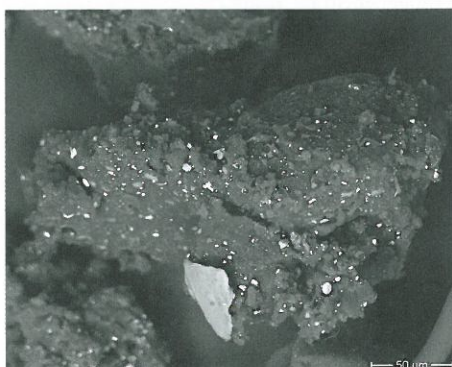


Bild 1: Rasterelektronenmikroskopaufnahme von Gummiteilchen vor der Modifizierung („Urgummiteilchen“)



Bild 2: Gummigranulat mit Vestenamer (Quelle Genan)



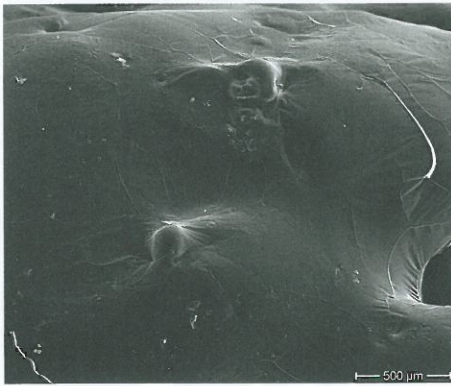


Bild 3: Rasterelektronenmikroskopaufnahme des Gummimodifizierten Bindemittels (Mexphalte RM)



Bild 4: Fahrbahnzustand zum Zeitpunkt der Begutachtung, 1. Bauabschnitt: km 0+440



Bild 5: Schadhafte, mit Asphalt geflickte Kantenabplatzungen an Quersfugen sowie Netzrisse, resultierend aus Alkalikieselsäureschädigungen

Bindemittel, welches unter Mitverwendung des Modifizierungsproduktes Road + (Mexphalte RM) hergestellt wurde (Bild 2), wird durch das Vorhandensein des teilkristallinen Polyoctenamers (mit dem geschützten Markennamen Vestenamer) eine chemische Vernetzung des Gummimehls mit dem Bitumen erreicht, wodurch die elastischen Eigenschaften des Gummis auf die Bitumenmatrix übertragen werden können. Die Verwendung des Polyoctenamers bewirkt ein deutlich verbessertes Einbau- und Verarbeitungsverhalten des Gummimodifizierten Asphalt gegenüber früheren Gummiasphaltgenerationen und verhindert das Ankleben des Asphalt an den Transport- und Einbaugeräten [11].

Die Herstellung von Road+ erfolgt nach einer von der Degussa patentierten Methode mit deren Hilfe Gummimodifizierte Bindemittel bzw. Gummimodifizierter Asphalt großtechnisch im Nass- oder Trockenmischverfahren (Bild 3) hergestellt werden können [1].

Ursprünglich wurde der Einsatz von Gummimodifiziertem Bindemittel in der Bundesrepublik Deutschland hauptsächlich für Offenporige Beläge (PA) sowie SAMI-Schichten vorgesehen. Seit einigen Jahren werden Gummimodifizierte Bitumen jedoch auch bei Splittmastixasphalten, Asphaltbetondeck- und -binderschichten und diversen lärmoptimierten Asphalten erfolgreich eingesetzt [17].

### Die Untersuchungsstrecke vor der Erneuerung

Der Untersuchungsabschnitt der Landesstraße L 339 (Neuer Hönower Weg) liegt im Land Brandenburg, nördlich der Bundesstraßen B 1 und B 5 und schließt an den bereits mit Asphalt überbauten Betonbereich der B 1 in der Ortslage Dahlwitz- Hoppegarten an. Die Gesamtlänge des zu erneuernden Abschnittes der L 339 beträgt 1.040 m. Die 8,20 m breite Fahrbahn war zweistreifig in Betonbauweise mit Plattenlängen von überwiegend bis zu ca. 6,0 m ausgebaut. Besondere Beanspruchungen liegen im

Bereich der im Untersuchungsabschnitt vorhandenen Bushaltestellen und Einmündungen vor. Zum Zeitpunkt der Zustandserfassung vor der Erneuerung wies die Ende 1970 gebaute Betonfahrbahn überwiegend starke Netzrisbildungen (vorwiegend aus AKR-Schäden), Betonausbrüche und Unebenheiten in Form von Plattenversätzen sowie provisorischen Flickungen in Asphalt auf. Die Kantenabplatzungen an Quer- und Längsfugen sowie Aufbrüche an Rissen waren vorwiegend mit Asphalt verfüllt. Diese Flickungen waren zum Zeitpunkt der Erneuerung bereits stark gerissen und partiell ausgebrochen. Die Schäden an der westlichen Richtungsfahrbahn waren stärker ausgeprägt als auf der östlichen. Außerdem waren feine bis deutlich offene Längsrisbildungen der Betonfahrbahn mit Rissbreiten bis zu 0,5 mm in diesem Bereich häufiger vorzufinden (Bilder 4 und 5).

Die PEBA Prüfinstitut für Baustoffe GmbH wurde vom Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg mit den Voruntersuchungen zur Erarbeitung eines Erneuerungsvorschlages sowie der Durchführung der Kontrollprüfungen zu diesem Bauvorhaben beauftragt. Die Planung und Bauüberwachung wurde durch den Landesbetrieb Brandenburg dem Ingenieurbüro Ansorge & Partner Frankfurter Ingenieurconsult GmbH übertragen. Ausführende Firmen für die Bauleistungen waren die Firma Berger Bau (Asphalt) und die Firma MOT Röbel (SAMI-Schicht). Die Untersuchungen des vorhandenen Fahrbahnaufbaus zeigten an vier Entnahmestellen übereinstimmend einen überwiegend frostsicheren Oberbau, der aus einer im Mittel 28 cm starken Betondeckschicht besteht, gefolgt von einer geringmächtigen Asphalttschicht (im Mittel 4 cm) und einer darunterliegenden Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel (i. M. 20 cm). Unter dem erkundeten vollgebundenen Oberbau wurden Fein- und Mittelsande vorgefunden, die vorwiegend als frostsicher einzustufen sind. Insgesamt war der vorhandene Fahrbahnaufbau im Untersuchungsabschnitt nach den RStO 01, Tafel 4, mit einer Bauklasse II vergleichbar [20].

### Planung der Erneuerungsmaßnahme

Auf der Grundlage aktueller Zählwerte der vorhandenen Verkehrsbelastung (DTV = 11.141 Kfz/24h und einem Schwerlastanteil von 5,5 %) wurde unter der Voraussetzung einer jährlichen Steigerung von 1 % für die Bemessung des zu erneuernden Streckenabschnittes eine Bauklasse III zu Grunde gelegt.

Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten war für die Überbauung der stark geschädigten Betonfahrbahn der Einsatz einer kostengünstigen, höhensparenden Bauweise mit 12 cm Asphalt unter Verwendung einer SAMI-Schicht vorgesehen. Hierzu wurden Messungen zur Ermittlung der relativen Plattenbewegung mit dem Benkelman-Balken in den Fugenbereichen jeder dritten Betonplatte beider Fahrspuren vorgenommen. Eigene Erfahrungen der PEBA GmbH mit anderen Erprobungsstrecken im Land Brandenburg [13], [14] und [15] zeigen, dass der Einsatz einer höhensparenden SAMI-Bauweise bei einem vorhandenen vertikalen Plattenspiel von maximal 0,3 mm das Durchschlagen von Rissen mittelfristig verhindert. Nach [15] sollte für die Erzielung einer größeren „Rissicherheit“ jedoch das relative Plattenspiel auf weniger als 0,2 mm beschränkt sein.

Die Benkelman-Messungen ergaben, dass alle Einzelwerte der relativen Plattenbewegungen unterhalb von 0,2 mm liegen. Im Mittel wurde im gesamten Untersuchungsabschnitt ein relatives Plattenspiel von  $s = 0,04$  mm mit einer maximalen Deflektion von  $s_{max} = 0,14$  mm ermittelt [20]. Diese geringen Messwerte der Plattenbewegungen relativieren sich jedoch, berücksichtigt man, dass aufgrund der bereichsweise vorhandenen provisorischen Fugenfüllungen mit Asphalt das freie Bewegungsspiel der Platten zueinander möglicherweise beeinträchtigt wurde.

Aufgrund der vorliegenden Messergebnisse erfolgte die Erneuerung des Untersuchungsabschnittes der L 339 (Neuer Hönower Weg)





**Bild 6:** Fahrbahnoberfläche im 1. Bauabschnitt nach dem Fräsen, Gitter im Bereich der Mittelnaht



**Bild 7:** Leere Kippermulde nach Abladen des Michgutes für die SMA-Deckschicht mit Mexphalte RM im 1. Bauabschnitt



**Bild 8:** Bohrkern aus dem 1. Bauabschnitt

unter Verwendung einer höhensparenden Überbauung der vorhandenen, stark geschädigten Betonfahrbahn mit 12 cm Asphalt ohne Entspannung der Betondecke und unter Verwendung einer SAMI-Schicht wie in [13] ausführlich beschrieben. Eine Entspannung war aufgrund des mehrschichtigen Aufbaus der vorhandenen Befestigung nicht zu empfehlen, da sich die Auflagebedingungen des entspannten Deckenbetons auf einer mehrlagigen gebundenen Tragschicht verschlechtert hätten.

Im Hinblick auf die Gewährleistung des ÖPNV- und des Anliegerverkehrs während der Bauphase wurde die Erneuerung der 1.040 m langen Untersuchungstrecke in zwei etwa gleich großen Bauabschnitten durchgeführt.

Die Überbauung der stark gerissenen ursprünglichen Betonfahrbahn erforderte einerseits viskoelastische Asphalttschichten, welche das Durchschlagen der Fugen als Risse in die Fahrbahnoberfläche hinauszögern und andererseits aufgrund der vorhandenen starken Verkehrsbeanspruchung der Fahrbahnoberfläche in Einmündungs- und Bushaldebereichen eine ausreichende Verformungsbeständigkeit bieten. Neben dem diesbezüglich bewährten Konstruktionsaufbau in Zusammenhang mit dem Einsatz einer SAMI-Schicht kam daher auch der Auswahl der verwendeten Bindemittelsorten eine große Bedeutung zu.

Vergleichend zu dem Einsatz des konventionellen Polymermodifizierten Bindemittels (PmB 10/40-65 A + Sasobit) im 2. Bauabschnitt zur Vermeidung von Spurrinnenbildungen wurde vom Auftraggeber angesichts der in der Literatur beschriebenen positiven Eigenschaften von Gummimodifiziertem Bindemittel [1], [4], [11] in der Asphaltdeck- und -binderschicht des 1. Bauabschnittes der Einsatz von Gummimodifiziertem Bindemittel vorgesehen.

Hierzu wurde vom Auftraggeber das Produkt Mexphalte 45 RM, ein Bitumen mit dem Modifikator Road+ der Firma Genan und dem Zusatz Vestenamer der Evonik Degussa GmbH, gewählt und als im Nassmischverfahren herge-

stelltes Fertigbindemittel an der Mischanlage eingesetzt.

Gummimodifiziertes Bindemittel sollte überdies im gesamten Untersuchungsabschnitt (1. und 2. Bauabschnitt) in der SAMI-Schicht in der Spezifikation Mexphalte 45 RM+ zum Einsatz kommen. Während der Baudurchführung wurde aus einbaulogistischen Gründen jedoch davon abgewichen, so dass im 2. Bauabschnitt anstelle der Verlegung der „Gummimodifizierten SAMI-Schicht“ das handelsübliche für SAMI-Schichten vorgesehene Hochpolymermodifizierte Bitumen 40/100-65 A Verwendung fand.

Zur vergleichenden Beurteilung der eingesetzten Bindemittel beider Bauabschnitte wurden zusätzlich zu den Kontrollprüfungen Untersuchungen des Kälte- und Ermüdungsverhaltens im Auftrag der Firma Genan NRW GmbH durch das ISBS der Technische Universität Braunschweig [20] ausgeführt.

## Ausführung der Erneuerungsmaßnahme

Folgende Überbauungsvarianten, die eine Höhe von jeweils 12 cm auf der vorhandenen Betonfahrbahn ergaben, wurden im Untersuchungsabschnitt realisiert:

### 1. Bauabschnitt

- 3,5 cm SMA 8 S mit Mexphalte 45 RM (als Fertigprodukt im Nassmischverfahren),
- 8,5 cm AC 16 BS stetig gestuft mit Mexphalte 45 RM (als Fertigprodukt im Nassmischverfahren) und
- SAMI-Schicht bestehend aus 3,0 kg/m<sup>2</sup> Mexphalte 45 RM+ und 8-10 kg/m<sup>2</sup> einer gebrochenen Gesteinskörnung (C90/1) der Lieferkörnung 8/11.

### 2. Bauabschnitt

- 3,5 cm SMA 8 S mit Polymermodifiziertem Bitumen (10/40-65A+Sasobit),
- 8,5 cm AC 16 BS mit Polymermodifiziertem Bitumen (10/40-65 + 5 % Sasobit) und

- SAMI-Schicht bestehend aus 2,5 kg/m<sup>2</sup> Polymermodifiziertes Bitumen 40/100-65A (Cariphalte OPA) und 8-10 kg/m<sup>2</sup> einer gebrochenen Gesteinskörnung (C90/1) der Lieferkörnung 8/11.

Im Vorfeld der Überbauung wurde der Beton der ursprünglichen Fahrbahnoberfläche im gesamten Untersuchungsabschnitt in einer Dicke von 2 bis 3 cm gefräst. Hierbei wurden in einem Arbeitsgang alle alten Asphaltreste und Anhaftungen beseitigt, sowie ein Großteil der AKR-geschädigten Bereiche der Betonfahrbahn entfernt. Mit der geplanten Überbauung von 12 cm hat sich somit im gesamten Untersuchungsabschnitt eine Gradientenerhöhung von insgesamt 9 bis 10 cm ergeben [20].

Durch das Fräsen wurde das Schadensbild an den Fugen sichtbar. Infolge der behinderten Dehnung waren Kantenabplatzungen festzustellen. Zudem waren die Fugen aufgrund fehlender Dübel und Anker sehr unterschiedlich und teilweise bis zu 4 cm (Mittellängsfuge) breit. Nach dem Abfräsen des geschädigten Betons wurden vor der Überbauung breite Quer- und Längsfugen sowie klaffende Risse locker mit Sand (0/2 mm) verfüllt. Hierdurch sollte das Abfließen des Bindemittels der SAMI-Schicht verhindert werden. Im Bereich der Mittellängsnaht wurde in beiden Bauabschnitten in einer Breite von ca. 1,0 m zusätzlich ein temperaturbeständiges Gitter (Typ HaTelit C40/17) verlegt. Alle Schichten wurden vor der Überbauung mit einer Bitumenemulsion C 60 BP1-S in einer Menge von 0,2-0,3 kg/m<sup>2</sup> angespritzt.

## Baudurchführung

Die Ausführung der Arbeiten erfolgte für beide Bauabschnitte in einem zeitlichen Abstand von etwa einem Jahr. Als Baubeginn für den Einbau der Asphaltdecke des 1. Bauabschnittes war ursprünglich, insbesondere im Hinblick auf die zum Einsatz kommende SAMI-Bauweise, der Zeitraum vom 15. Juli bis 15. August 2009 vor-



gesehen. Infolge haushalterischer Abhängigkeiten und der anschließenden Überschneidung mit einem anderen Bauvorhaben erfolgte jedoch eine zeitliche Verschiebung des Baubeginns in den Oktober. Hierdurch konnten die Arbeiten im Zeitraum vom 5. Oktober bis zum 5. November 2009 nur in einem von ungünstigen Witterungsbedingungen geprägten Zeitfenster ausgeführt werden.

Vor dem Einbau der SAMI-Schicht (Mexphalte RM+) trocknete die gefräste Betonfahrbahn durch Wind und Sonnenstrahlung schnell ab (Bild 6), anschließend erfolgte jedoch ein unerwarteter Kälteeinbruch in Verbindung mit einem Temperaturabfall in der Nacht vor dem Einbau auf -1 °C.

Die vermeintlich begrenzte Lagerungsdauer des unmittelbar zuvor gelieferten Gummimodifizierten Bindemittels führte auf Seiten der Bauüberwachung zu dem Entschluss, bei einer Lufttemperatur von ca. 8 °C und einer Fahrbahnoberflächentemperatur des gefrästen Betons von 5 °C die SAMI-Schicht trotz der vorherrschenden ungünstigen bautechnischen Randbedingungen einzubauen.

Die SAMI-Schicht haftete überwiegend gut an der trockenen mit Polymermodifizierter Bitumenemulsion angespritzten Betonunterlage, kühlte infolge der geringen Temperatur der Unterlage jedoch sehr schnell aus, so dass der Zeitraum für das Aufbringen des Splittes gering war. Ungünstig wirkte sich zudem ein partiell größerer Abstand zwischen Sprühfahrzeug und Splittstreuer aus, so dass der Splitt trotz des Abwalsens nicht mehr vollständig am Bindemittel der SAMI-Schicht anhaftete. Auf eine Aufnahme von losem Splitt wurde in diesen Bereichen verzichtet.

Das aufgrund ungenügender Abtrocknung der gefrästen Betonoberfläche in kleinen Teilberei-

chen (am Bauende) abgelöste SAMI-Bindemittel wurde vor der Überbauung mit Asphalt erneuert.

Am 26. Oktober 2009 erfolgte bei trockenem Wetter und Lufttemperaturen zwischen 9 und 12 °C der Einbau der Asphaltbinderschicht (ein AC 16 BS mit Mexphalte 45 RM) über die gesamte Fahrbahnbreite bei einer Einbautemperatur von 160 °C.

Das Gummimodifizierte Asphaltbindermischgut ließ sich trotz der geringen Einbautemperaturen und geringen Lufttemperaturen gut verarbeiten und haftete nicht an den Mulden der Lieferfahrzeuge (Bild 7).

Die relativ niedrige Asphalttemperatur reichte trotzdem aus, um den teilweise losen Splitt und das Bindemittel der SAMI-Schicht so weit zu erwärmen, dass durch die nachfolgenden Walzübergänge der erforderliche Haftverbund hergestellt wurde (Bild 8).

Auch die Asphaltbinderschicht wurde vor dem Einbau der Splittmastixasphaltdeckschicht angespritzt. Der Einbau der Splittmastixasphaltdeckschicht (SMA 8 S mit Mexphalte 45 RM) konnte anschließend ohne ersichtliche Schwierigkeiten am 27. Oktober 2009 bei niederschlagsfreiem windigem Wetter mit starker Bewölkung und Tageshöchsttemperaturen zwischen 8 und 12 °C durchgeführt werden.

Der Einbau der Asphaltdeck- und -binderschicht mit konventionellem Polymermodifiziertem Bindemittel im 2. Bauabschnitt erfolgte mit einem Abstand von ca. einem Jahr vom 13. September bis zum 1. Oktober 2010. Im Gegensatz zum 1. Bauabschnitt wurde die SAMI-Schicht jedoch am 20. Oktober 2010 bei trockenem und sonnigem Wetter eingebaut. Hinsichtlich der Herstellung der Asphaltbinder- und Splittmastixasphaltdeckschicht traten keine Probleme auf.

**Untersuchungsergebnisse**

**Ergebnisse der Untersuchungen am Mischgut und an der fertigen Schicht**

Im Rahmen der Kontrollprüfungen wurden zur vergleichenden Betrachtung beider Bauabschnitte neben den Untersuchungen am Mischgut und der fertigen Schicht gemäß der ZTV Asphalt-StB 07 auch Untersuchungen am Bindemittel der SAMI-Schicht sowie Untersuchungen zum Kälteverhalten der Asphaltdeck- und Asphaltbinderschicht durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 aufgeführt.

Für die vergleichenden Untersuchungen des Kälte- und Ermüdungsverhaltens der Mischgutararten beider Bauabschnitte wurden für die performanceorientierten Prüfungen prismatische Probekörper aus Asphaltprobepplatten gesägt. Diese wurden mittels Walzsektorverdichtungsgerät aus zusätzlich an den Kontrollprüfstellen beim Einbau entnommenem Asphaltmischgut hergestellt.

Zur Untersuchung des Bindemittelinflusses auf das Ermüdungsverhalten und das Verhalten bei Kälte war es erforderlich, andere Einflussparameter auf das Prüfergebnis weitestgehend zu minimieren. Daher wurden zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse beider Bauabschnitte Probekörper mit ähnlichen Hohlraumgehalten hergestellt. Diese sollten auch die Eigenschaften der fertigen Asphaltdeckschicht und das zukünftige Verhalten des eingebauten Asphalts repräsentieren.

Hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse beider Bauabschnitte ist dies sowohl bei der Gegenüberstellung der Probekörper der Splittmastixasphaltdeckschicht, als auch bei der Asphaltbinderschicht für die performanceorientierten Prüfungen gelungen.

Infolge der ungünstigen Witterungsbedingungen beim Einbau und der geringeren Verdichtung

	fertige Schicht (BK)				Mischgut (MPK)		Probekörper (Kälteeigenschaften)			
	Hohlraumgehalt [Vol.-%]		Verdichtungsgrad [%]		Hohlraumgehalt [Vol.-%]		Hohlraumgehalt [Vol.-%]		Verdichtungsgrad [%]	
	IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL
<b>SMA 8 S</b>	5,2	≤ 5,0	97,9	≥ 97,0	2,6	2,5 - 3,0 ± 1	1,9	angestrebt ≤ 5,0	100,7	≥ 97,0
<b>AC 16 BS</b>	7,9	≤ 6,5 (LV)	99,9	≥ 97,0	7,9	4,0 - 4,5 (LV)	7,3	angestrebt ≤ 5,0	99,2	≥ 97,0

Tabelle 1: Ergebnisse der Kontrollprüfungen und der hergestellten Probekörper des Bauabschnitts 1 (Variante 1 mit Gummimodifiziertem Bindemittel Mexphalte 45 RM)

	fertige Schicht (BK)				Mischgut (MPK)		Probekörper (Kälteeigenschaften)			
	Hohlraumgehalt [Vol.-%]		Verdichtungsgrad [%]		Hohlraumgehalt [Vol.-%]		Hohlraumgehalt [Vol.-%]		Verdichtungsgrad [%]	
	IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL
<b>SMA 8 S</b>	3,9	≤ 5,0	99,2	≥ 97,0	3,3	2,5 - 3,0 ± 1	2,0	≤ 5,0	100,8	≥ 97,0
<b>AC 16 BS (2. Lage)</b>	4,6	≤ 6,5 (LV)	102,8	≥ 97,0	6,9	3,5 - 6,5 ± 2		angestrebt ≤ 5,0		≥ 97,0
<b>AC 16 BS (1. Lage)</b>	5,8	≤ 6,5 (LV)	102,2	≥ 97,0	7,5	3,5 - 6,5 ± 2	6,9	angestrebt ≤ 5,0	100,2	≥ 97,0

Tabelle 2: Ergebnisse der Kontrollprüfungen und der hergestellten Probekörper des Bauabschnitts 2 (Variante 2 Polymermodifiziertes Bindemittel 10/40-65A + Sasobit)



	Erweichungs-punkt [°C]		Brechpunkt [°C]		Nadelpenetration [1/10 mm]		elastische Rückstellung [%]	
	IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL
1. Bauabschnitt Mexphalte 45 RM+	67,6	≥ 65	- 9	(≤ - 15)	43	20 - 60	66	≥ 60
2. Bauabschnitt Cariphalte OPA (40/100-65A)	75	≥ 65	- 14	≤ - 15	71	40 - 100	97	≥ 70

Tabelle 3: Ergebnisse der Bindemitteluntersuchungen an der SAMI-Schicht (Anforderungen zum Brechpunkt gem. Produktdatenblatt der Firma Shell, Stand Mai 2008 [9])

der Splittmastixasphaltdeckschicht im 1. Bauabschnitt (gummimodifiziert) können jedoch mit den Untersuchungen zum Kälte- und Ermüdungsverhalten nur einschränkend Rückschlüsse für eine prognostizierte Dauerhaftigkeit der eingebauten Asphaltsschichten der in situ vorhandenen Gummimodifizierten Asphaltdeckschicht gezogen werden.

**Ergebnisse der Untersuchungen an der SAMI-Schicht**

Im 1. Bauabschnitt wurde als Bindemittel für die SAMI-Schicht das Gummimodifizierte Bitumen Mexphalte 45RM+ und im 2. Bauabschnitt das hochpolymermodifizierte Bitumen 40/100-65A verwendet.

**Bindemitteluntersuchungen**

Neben den Untersuchungen der aufgetragenen Mengen für Splitt und Bindemittel wurde für beide Bauabschnitte an jeweils einer Probe an dem in der SAMI-Schicht zum Einsatz gekommenen frischen Bindemittel die herkömmlichen Bitumenkennwerte untersucht und vergleichend gegenübergestellt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Die untersuchten Proben des im 1. Bauabschnitt verwendeten Bindemittels Mexphalte 45 RM+ sowie des im 2. Bauabschnitt eingesetzten Cariphalte OPA (40/100-65A) entsprachen bis auf die Überschreitung des Brechpunktes nach Fraaß den Anforderungen der Spezifikation der Herstellerfirma (Shell Bitumen).

Der zum Zeitpunkt der Untersuchungen der Bindemittleigenschaften für das Gummimodifizierte Bindemittel vorliegende Anforderungswert für den Brechpunkt nach Fraaß ( $\leq -15$  °C, gemäß TL Bitumen StB-07 vergleichbar mit einem Straßenbaubitumen 160/220 oder einem Bitumen 45/80-50 – chemals PmB 65A) wurde aktuell von der Herstellerfirma zurückgenommen [7, 8, 9, 10].

Die Aussagefähigkeit der Prüfung des Brechpunktes nach Fraaß liefert für die Beurteilung des Kälteverhaltens eines Gummimodifizierten Bitumens infolge der im modifizierten Bitumen vorliegenden nicht aufgeschlossenen Gummipartikel keine präzisen, wiederholbaren Ergebnisse. Der als Probekörper fungierende dünne Bindemittelfilm weist nicht an jeder Stelle die gleiche Dicke auf. Die nicht aufgeschlossenen Gummipartikel können als Störstellen wirken,

die zu falschen Rückschlüssen auf das Kälteverhalten führen. Ein Versagensbruch tritt an der Stelle des geringsten Querschnitts unabhängig von der Materialeigenschaft auf.

Das Verhalten bei tiefen Temperaturen mit dem Biegebalkenrheometer (BBR) wurde im Rahmen dieser Erprobungsstrecke nicht untersucht.

Vergleichende Ergebnisse aus anderen Bauvorhaben lassen jedoch auf eine hohe Kälteflexibilität der verwendeten Produkte Shell Mexphalte RM sowie Shell Mexphalte RM+ schließen [16, 18].

Das Verhalten bei hohen Temperaturen lässt sich insbesondere durch die Steifigkeit im Dynamischen Scherrheometer (DSR) bei 60 °C ermitteln. Diesbezügliche vergleichende Untersuchungen wurden im Rahmen dieser Erprobungsstrecke nicht durchgeführt.

Positive Ergebnisse liegen hierzu für die Produkte Shell Mexphalte RM und Shell Mexphalte RM+ jedoch aus anderen Untersuchungsstrecken vor [16, 18]. Hierbei zeigte sich im Vergleich des Produktes Shell Mexphalte RM mit dem Polymermodifizierten Bindemittel 25/55-55A eine deutliche Überlegenheit des Gummimodifizierten Bindemittels.

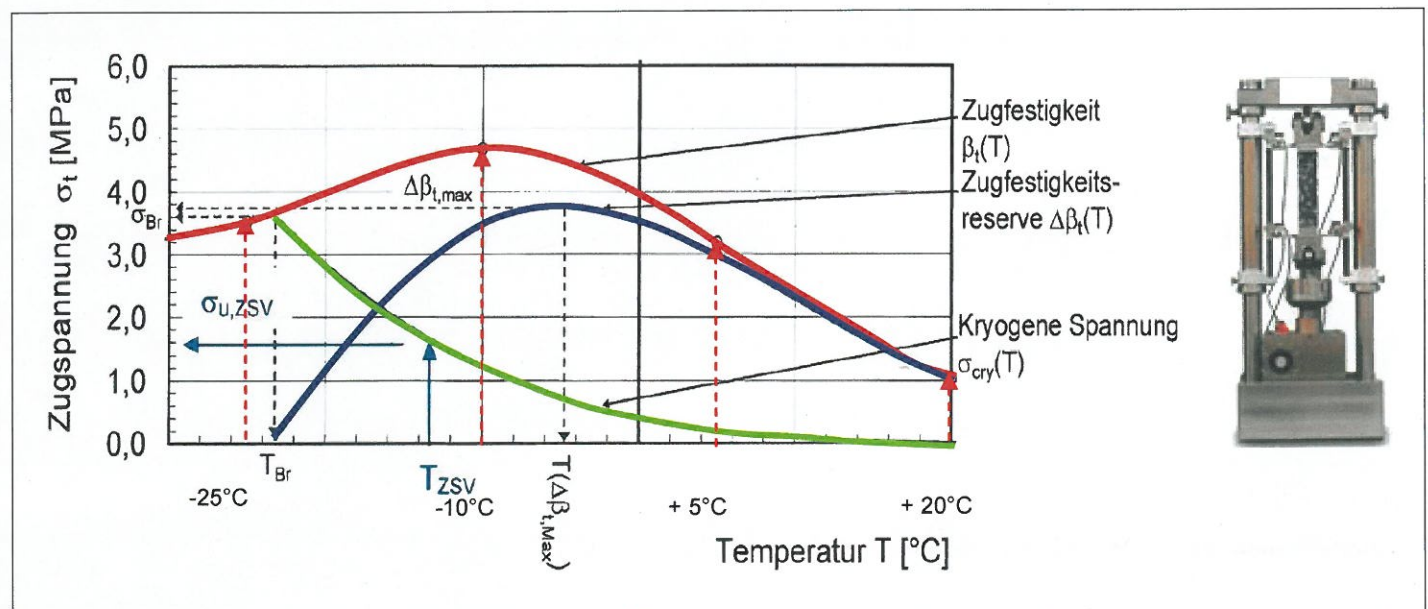


Abbildung 1: Exemplarische Darstellung des aus den axialen Zugversuchen ermittelten Verlaufes der Zugfestigkeit (rot), des in Abkühlversuchen gemessenen Verlaufes der kryogenen Spannung (grün) und der daraus resultierenden Zugfestigkeitsreserve (blau)



### Untersuchungen zum Haftverhalten zwischen Beton und Asphalt

Für die Bewertung der Ergebnisse der Haftzugfestigkeit zwischen Asphalt und Beton unter Anwendung der SAMI-Bauweise existieren derzeit keine Anforderungen in den ZTV Asphalt-StB 07 und ZTV BEA-StB 09. Nach den Erfahrungen der PEBA GmbH [13] wurde daher ein Anforderungswert von  $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$  festgelegt. Diese Anforderung an die Haftzugfestigkeit entspricht der an eine DSK.

Die vergleichenden Untersuchungen der Haftzugfestigkeit beider Untersuchungsabschnitte zeigten, trotz widriger Einbaubedingungen im 1. Bauabschnitt Haftzugwerte zwischen  $0,8$  und  $0,9 \text{ N/mm}^2$ , wobei eine Bruchfläche hierbei vorrangig im Beton festzustellen war. Im 2. Bauabschnitt wurde mit  $0,4 \text{ N/mm}^2$  an einer Entnahmestelle der vorgegebene Anforderungswert an die Haftzugfestigkeit nicht erreicht. Aus der Lage der Bruchfläche (95 % in der Betonunterlage) und zu 5 % in der Schichtgrenze (SAMI) und den netzförmig verlaufenden feinen Rissen innerhalb des Bohrkerns im Beton war ersichtlich, dass hierbei ein Versagen des Betons vorlag. An dieser Entnahmestelle wurden vor der weiteren Überbauung beim Abfräsen der oberen Zentimeter der alten Betonbefestigung die durch

die Alkalikieselsäure geschädigten Bereiche vermutlich nicht vollständig entfernt. Weitere Untersuchungen an anderen Stellen haben eine ausreichende Haftzugfestigkeit der eingebauten SAMI-Schicht auch im 2. Bauabschnitt bestätigt.

### Erweiterte Untersuchungen zum Kälte- und Ermüdungsverhalten

Zur Beurteilung des Kälteverhaltens eines Gummimodifizierten Bindemittels im Asphalt und für die vergleichende Beurteilung der beiden Asphaltvarianten der Deck- und Binderschicht beider Bauabschnitte wurden Zug- und Abkühlversuche an den prismatischen Probekörpern der Deckschicht- und Binderschichtvarianten durchgeführt. Aus den Ergebnissen dieser beiden Prüfverfahren wurde die Zugfestigkeitsreserve berechnet.

Hierzu wurde zunächst mit Hilfe von einaxialen Zugversuchen die Zugfestigkeit der Mischgutvarianten an prismatischen Probekörpern gem. prDIN EN 12697-46 bei vier verschiedenen Prüftemperaturen ( $-25$ ,  $-10$ ,  $+5$  und  $+10 \text{ °C}$ ) ermittelt. Dabei wurden die prismatischen Probekörper mit einer konstanten Ziehgeschwindigkeit von  $1 \text{ mm/min}$  bei konstanter Prüftem-

peratur axial auf Zug bis zum Bruch belastet. Aus den Ergebnissen der Bruchspannung des Zugversuches wurde der Verlauf der Zugfestigkeit  $f_t(T)$  in Abhängigkeit von der Temperatur mit Hilfe einer kubischen Spline-Funktion approximiert.

Der aus dem Abkühlversuch, bei einer Abkühlrate von  $dT = -10 \text{ K/h}$ , erhaltene Verlauf der kryogenen Zugspannung  $\delta_{kry}(T)$  sowie die Bruchtemperatur  $T_F$  und die dort erreichte Bruchspannung  $\delta_F$  wurden hierbei als Ergebnis gespeichert (Abbildung 1).

Das Vorhandensein der kryogenen Zugspannungen vermindert die Kapazität des Asphaltmischgutes für die Aufnahme zusätzlicher mechanisch induzierter Zugspannungen, d.h. die verbleibende Zugfestigkeit des Asphaltes reduziert sich durch die kryogenen Spannungen bei der gegebenen Temperatur. Somit kann durch die Subtraktion der kryogenen Spannungen von der Zugfestigkeit die materialspezifische Zugfestigkeitsreserve in Abhängigkeit der Temperatur berechnet werden.

Die Auswertung der Verlaufskurve der Zugfestigkeitsreserve zeigt, dass bei einer spezifischen Temperatur  $T(\Delta f_t, \text{Max})$  eine maximale Zugfestigkeitsreserve  $\Delta f_t, \text{Max} [\text{MPa}]$  erreicht wird. Diese kann für die vergleichende Beurteilung



## Unser Markenzeichen – die besten Köpfe!

Unsere Mitarbeiter machen den Unterschied. Nur durch sie gelingt es, immer die beste Lösung für Ihre Herausforderungen zu finden – seit 150 Jahren!

150  
JAHRE

# HUESKER



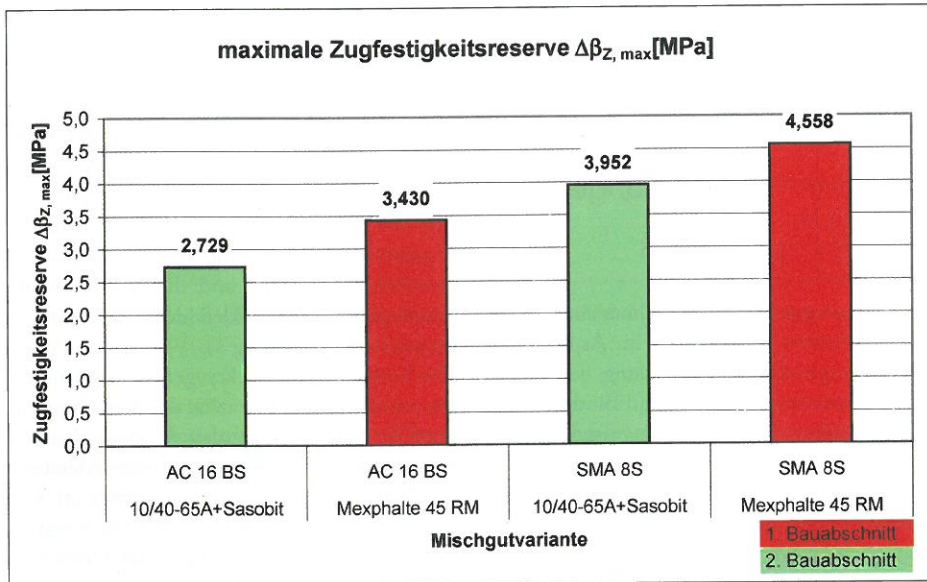


Abbildung 2: Maximale Zugfestigkeitsreserve der untersuchten Mischgutvarianten des 1. und 2. Bauabschnittes

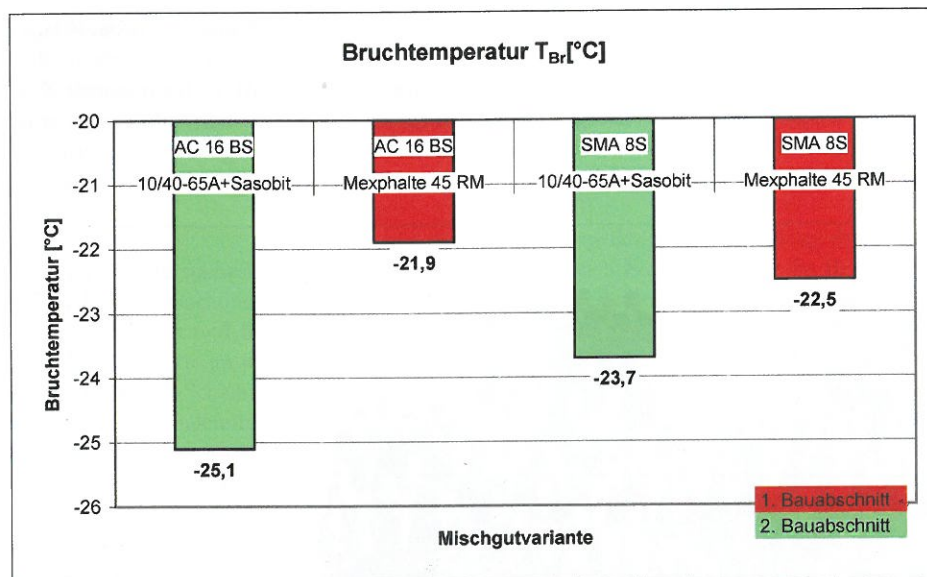


Abbildung 3: Bruchtemperatur der untersuchten Mischgutvarianten des 1. und 2. Bauabschnittes

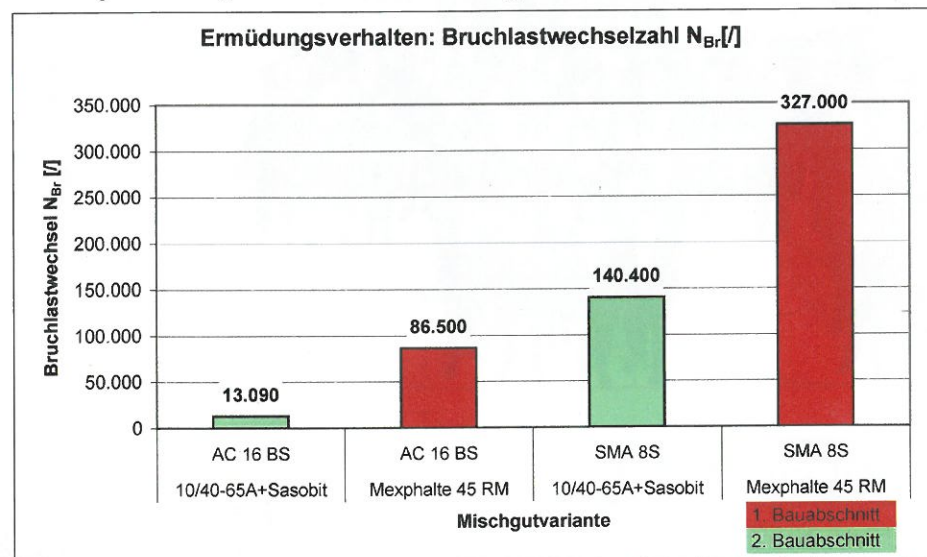


Abbildung 4: Vergleich der Bruchlastwechselzahl der untersuchten Mischgutvarianten beider Bauabschnitte

unterschiedlicher Asphaltmischgutvarianten als Materialkennwert zur Beschreibung des Verhaltens von Asphalt bei tiefen Temperaturen herangezogen werden, ebenso wie die Bruchtemperatur  $T_{Br}$  [°C].

### Ergebnisse der Kälteuntersuchungen

Der Vergleich beider Untersuchungsabschnitte zeigte, dass sowohl der Asphaltbinder als auch der Splittmastixasphalt beider Bauabschnitte mit Bruchtemperaturen von weniger als  $-20$  °C und mit vergleichsweise hohen Werten für die Zugfestigkeitsreserve als „gut“ zu bewerten sind (Abbildungen 2 und 3). Die anhand der erreichten Zugfestigkeiten sowie den Werten der maximalen Zugfestigkeitsreserve ermittelte Resistenz gegen temperaturinduzierte Risse kann demnach für Gebiete der Frosteinwirkungszonen I und II als ausreichend eingeschätzt werden.

Zur vergleichenden Beurteilung der Mischgutvarianten beider Untersuchungsabschnitte in Bezug auf die Ermüdungsbeständigkeit wurden einaxiale Zug-Schwellversuche durchgeführt. Hierbei wird ein prismatischer Probekörper in Längsrichtung mit einer sinusförmigen Zugspannung belastet, wobei als Unterspannung die im Abkühlversuch jeweils ermittelte gemessene kryogene Spannung angesetzt wurde. Auf diese Unterspannung wurde für alle Zug-Schwellversuche eine sinusförmige schwellende, mechanogene Spannung von  $\Delta\delta = 1,6$  MPa aufgesetzt. Die spannungsfreie Konditionierung des Probekörpers vor Versuchsbeginn erfolgte bei einer Temperatur von  $-5$  °C.

Als Ergebnisse des Zug-Schwellversuchs wurden die bis zum Zerreißen ertragene Bruchlastwechselzahl  $N_{BR}$  sowie der aus der Dehnungsreaktion am Versuchsbeginn (100. Lastwechsel) berechnete Steifigkeitsmodul  $S_{Mix}$  und der Phasenwinkel  $\varphi$  ausgewertet.

### Ergebnisse der Untersuchungen zum Ermüdungsverhalten

Mit den erreichten Bruchlastwechselzahlen von über  $N_{BR}(T = -5$  °C) = 300.000 kann die Deckschichtvariante SMA 8 S mit dem Gummimodifizierten Bitumen Mexphalte 45 RM des 1. Bauabschnittes als „besonders ermüdungsresistent“ eingestuft werden. Auch die Asphaltbinder-Mischgutvariante AC 16 BS mit Gummimodifiziertem Bitumen (Mexphalte 45 RM) des 1. Bauabschnittes weist bei einer Prüftemperatur von  $-5$  °C mit über 80.000 ertragenen Lastwechseln eine „gute“ Ermüdungsresistenz auf.

Im Vergleich dazu weisen die Untersuchungen zum Ermüdungsverhalten des 2. Bauabschnittes im Hinblick auf den vorliegenden Erfahrungshintergrund mit den Bruchlastwechselzahlen bei der Splittmastixasphaltvariante mit Polymermodifiziertem Bindemittel (10/40-65A + Sasobit) mit  $\sim 140.000$  Bruchlastwechseln eine „befriedigende“ und bei der Asphaltbindervariante unter Verwendung von Polymermodifiziertem Bindemittel: 10/40-65A + Sasobit mit  $\sim 13.000$



Bruchlastwechseln eine nur „ausreichende“ Resistenz gegenüber Ermüdungsbeanspruchung auf (Abbildungen 4 und 5).

### Zusammenfassende Betrachtung

Zur vergleichenden Bewertung der festgestellten Werte zu den Kälte- und Ermüdungseigenschaften ist festzustellen, dass die Gummimodifizierten Asphalte des 1. Bauabschnittes gegenüber den Polymermodifizierten Asphalten des 2. Bauabschnittes im Kälteversuch:

- eine etwas größere Zugfestigkeit,
- eine etwas größere Zugfestigkeitsreserve,
- aber eine etwas größere Bruchtemperatur aufweisen.

Da die festgestellten Bruchtemperaturen jedoch insgesamt auf einem vergleichbaren Niveau in einem günstigen Bereich von weniger als  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  angesiedelt sind, können tendenziell den Gummimodifizierten Asphalten etwas günstigere Kälteeigenschaften zugewiesen werden.

Die Ermüdungsbeständigkeit der Gummimodifizierten Asphalte ist erheblich besser als die der Polymermodifizierten Asphalte.

Die Bruchlastwechselzahl  $N_{BR}$  des Gummimodifizierten Asphaltes ist gegenüber dem Polymermodifizierten Asphalt (10/40-65A + Sasobit) des 2. Bauabschnittes beim Asphaltbinder um mehr als das Sechsfache und beim Splittmastix-asphalt der Deckschicht um mehr als das Zweifache größer.

Die schlechteren Eigenschaften der Mischgutvarianten des 2. Bauabschnittes sind jedoch nicht ausschließlich der Verwendung des Polymermodifizierten Bindemittels zuzuschreiben, sondern resultieren auch aus der Zugabe von Wachsen (Sasobit), die neben einer höheren Standfestigkeit jedoch auch eine zusätzliche

Verhärtung bzw. Versprödung des Asphaltes bewirken.

### Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In der Literatur wird die Modifizierung eines Straßenbaubitumens mit Gummi in ihren Eigenschaften als vergleichbar mit Polymermodifiziertem Bitumen angegeben [4], [12].

Die Gebrauchseigenschaften von Bitumen und Asphalt verändern sich in Abhängigkeit von der Gummizugabemenge stark. Neben einer verbesserten Wärmestandfestigkeit hat die Zugabe von Gummi zum Bitumen auch ein verbessertes Tieftemperaturverhalten und demzufolge eine verlängerte Nutzungsdauer zur Folge [2]. Bei den Untersuchungen im Rahmen der Erprobungsstrecke wurden nachfolgende Feststellungen gemacht.

Die Gegenüberstellung der im Rahmen von Kontrollprüfungen und weiterführenden Untersuchungen ermittelten Ergebnisse unter Verwendung des Gummimodifizierten Bindemittels Mexphalte 45 RM (1. BA) und des Polymermodifizierten Bindemittels 10/40-65A unter Verwendung von Wachs (Sasobit) im 2. Bauabschnitt hat gezeigt, dass der Gummimodifizierte Asphalt gegenüber dem mit PmB konzipierten Mischgut Vorteile aufweist.

Neben einer vergleichbar guten Kälteflexibilität konnte ein deutlich besseres Ermüdungsverhalten des Gummimodifizierten Asphaltes insbesondere der SMA-Deckschicht gegenüber der Variante mit PmB ermittelt werden.

Hinsichtlich der Bewertung der Verformungsbeständigkeit bei Wärme wurden keine über die Erstprüfungen hinausgehenden Untersuchungen durchgeführt.

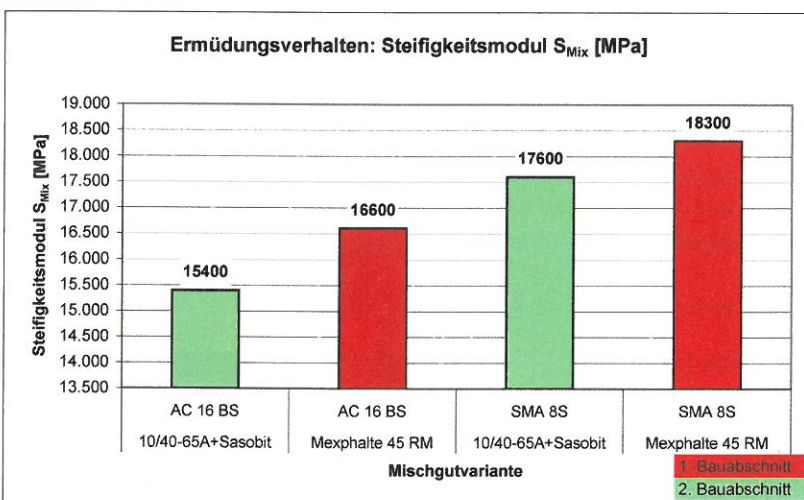
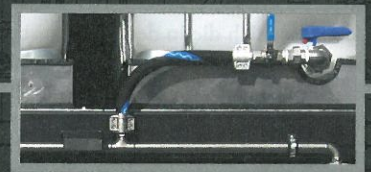


Abbildung 5: Vergleich der Steifigkeitsmodule der untersuchten Mischgutvarianten bei der Bauabschnitte

## Anlagen und Behälter für die Bitumenlagerung und die Bitumenversorgung in der Asphaltherstellung

- › **Modernisierung und Nachrüstung mit**
  - › Zusatztanks, Elektroheizungen
  - › Bitumenwaage und Anlagensteuerung
  - › Pumpenbefüllung mit Gaspindelung
- › **versetzbare Anlagen auf Containerbasis**
  - › für PmB, Gummibitumen, Emulsionen
  - › Thermalölerhitzer
  - › zur Dosierung von Additiven und Haftverbesserern



### Westhydraulik-Becker GmbH

- › Ulrich-von-Hassel-Straße 64
- › D-53123 Bonn
- › Tel.: +49 228 33 83 35-0
- › Fax: +49 228 33 83 35-35
- › www.westhydraulik.de
- › info@westhydraulik.de



Der Vergleich der im Zuge der Erstprüfungen am Mischgut vorgenommenen Untersuchung zur Spurbildung zeigt jedoch bei beiden Mischgurtarten vergleichbare Ergebnisse.

Die Auswertung der Griffigkeitsmessung in 2010 ermöglichte aufgrund des großen zeitlichen Abstandes der Fertigstellung beider Bauabschnitte keinen direkten Vergleich der Griffigkeit beider Fahrbahnoberflächen. Die Griffigkeit des im 1. Bauabschnitt mit Mexphalte 45 RM konzipierten Splittmastixasphaltes ist ein Jahr nach Verkehrsfreigabe als sehr hoch einzuschätzen. Sie ist nicht wesentlich geringer als die im 2. Bauabschnitt, im Rahmen der Kontrollprüfung (ca. 6 Wochen nach Verkehrsfreigabe) gemessene Griffigkeit.

Resultierend aus den Ergebnissen der Untersuchungen kann zusammenfassend festgestellt werden, dass sich die in der Literatur beschriebenen positiven Eigenschaften des Gummimodifizierten Asphalt im Zuge des Einbaus – trotz widriger Witterungsbedingungen – aufgrund der Untersuchungen im Rahmen der Kontrollprüfungen und der erweiterten Prüfungen zum Kälte- und Ermüdungsverhalten bestätigt haben. Langzeitbeobachtungen dieser Untersuchungsstrecke werden zeigen, inwiefern sich die an Probekörpern im Labor ermittelten Ergebnisse (bessere Ermüdungsbeständigkeit und besseres Kälteverhalten) auf die Praxis übertragen lassen. Dabei ist jedoch auch der Einfluss der Überschreitung der Hohlraumgehalte der Asphaltdeck- und -binderschicht auf die Verformungsbeständigkeit des Gummimodifizierten Asphalt zu beachten.

Die Erfahrungen der L 339 haben ebenfalls gezeigt, dass im Rahmen von Erneuerungsmaßnahmen bei der Überbauung geschädigter Fahrbahnoberflächen besonderes Augenmerk auf eine fachgerechte Ausführung zu legen ist. Für die Übertragung prognostizierter Ergebnisse aus dem Labor in die Praxis und die Bewertung der Dauerhaftigkeit neuer Bauweisen sind hierzu die vorhandenen Einbaubedingungen sowie die sachgerechte Vorbereitung der vorhandenen Unterlage entscheidend.

**Literatur**

[1] Genan: Eine neue Generation von Polymermodifiziertem Bitumen und Asphalt, Informationsbroschüre zum Produkt Road+ der Firma Genan, 2010  
 [2] Hecht: Gummimodifiziertes Bitumen: eine Komponente im Gesamtsystem, asphalt, Heft 01/2011, S. 21-22  
 [3] Emissionsstudie Asphalt mit „Road+“ der FABES Forschungs-GmbH für Analytik und Bewertung von Stoffübergängen 10/2006, i.A. der Firma Degussa  
 [4] Beer, Damm, Denck, Ohmen, Riebeschl, Sadzulewsky: Asphalt auf der Basis von Gummimodifiziertem Bitumen auf der Glashütter Landstraße in Hamburg, Straße und Autobahn, Heft 08/2009, S. 522-531  
 [5] Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren: TL RmB-StB By - Technische Lieferbedingungen für Gummimodifizierte Bitumen, Ausgabe 2010  
 [6] FGSV: TL Bitumen-StB 07 – Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bindemittel, Ausgabe 2007  
 [7] Shell: Produktdatenblatt zum Produkt Shell Mexphalte 45 RM, Stand Nov. 2008  
 [8] Shell: Produktdatenblatt zum Produkt Shell Mexphalte 45 RM, Stand Juli 2009  
 [9] Shell: Produktdatenblatt zum Produkt Shell Mexphalte 45 RM+, Stand Mai 2008  
 [10] Shell: Produktdatenblatt zum Produkt Shell Mexphalte 45 RM+, Stand April 2010  
 [11] Degussa: Gummimodifizierter Bitumen-Straßenbelag der Degussa AG, 40474 Düsseldorf, DE69924685T2 02.03.2006, EP-Veröffentlichungsnummer.: 0000994161 in <http://www.patent-de.com/20060302/DE69924685T2.html>  
 [12] Modifizierte Bitumen/ Bitumensorten, in <http://www.bitumen-gestein.de/4Modifizierte Bitumen.html>  
 [13] Großhans, D. und Tschierschke, A.: Höhengesparsende Überbauung von Betonfahrbahnen mit Hilfe der SAMI- Bauweise, Zeitschrift: Straße und Autobahn, Heft 03/2008, S.135-146  
 [14] Großhans, D.; Retzlaff, E. und Spornberger, K.: Praxiserprobung von Walzasphalten (SMA und Asphaltbinder) mit verbesserter Verdichtbarkeit in der Straßenerhaltung (SAMI-Bauweise), Straße und Autobahn, Heft 4/03, S. 210 - 219

[15] Großhans, D.; Schwäbe, F.: Die Anwendung einer SAMI-Schicht zur höhensparenden Überbauung einer Betonstraße in Schwedt, Zeitschrift: Bitumen, 1999, Heft 4, S.131  
 [16] Abschlussbericht zu den Kontrollprüfungen BAB 24, Prüfbericht-Nr.: 1.0066.10 der Firma PEBA GmbH, Erprobungsstrecke im Rahmen des Forschungsprojektes „Leiser Verkehr 2“ unter Verwendung verschiedener lärmindernder Bauweisen  
 [17] Fuchs: Gummimodifizierter Asphalt zur Lärmreduzierung, Straße und Autobahn, Heft 1/2011, S. 26-28  
 [18] Neutag, L. BESTLAB Prüfinstitut für Strassenbaustoffe der Bergischen Universität Wuppertal :Gebrauchseigenschaften von gummimodifizierten Asphalten, Vortrag am 28.08.2008 bei den 5. Internationalen Verkehrstagen in Wuppertal in <http://www.strassenbau.uni-wuppertal.de/SeSb/Vortraege/09-Neutag.pdf>  
 [19] Großhans, D.: Möglichkeiten der Verbesserung von Qualität und Verarbeitbarkeit von Gußasphaltgemischen durch Modifizierung, Sonderdruck aus "DSB – Die Schweizer Baustoffindustrie", Ausgabe 6/89  
 [20] Untersuchungsbericht zum BV: L 339, Neuer Hönoweg, Dokumentation der Erneuerungsmaßnahme, Prüfbericht-Nr.: 1.0024.11 der Firma PEBA GmbH  
 [21] Schmidt, H.: Über Gummi-Bitumen –Mischungen Hamburg, Zeitschrift Bitumen (Arbit), 1953, Heft 6, S. 135-139

**Anschriften der Verfasser:**

Dipl.-Ing. Sandra Kaden  
 PEBA Prüfinstitut für Baustoffe GmbH  
 Köpenicker Landstraße 280  
 12437 Berlin  
 asphalt@peba.de

Dipl.-Ing. Peter Mittmann  
 Ansorge & Partner  
 Frankfurter Ingenieurconsult Gesellschaft mbH  
 Leipziger Straße 32  
 15232 Frankfurt (Oder)  
 ansorge.partner@arcor.de

**STORELASTIC – Die wirtschaftliche Herstellung von gummimodifiziertem Asphalt**

- ▶ EINFACHES HANDLING an der Mischanlage: exakte Zugabe von STORELASTIC in jede Mischgutcharge direkt über die Füllerwaage
- ▶ Gummimodifiziertes Mischgut – Just in time – Entfall von sonst notwendigen Reifezeiten durch voraktiviertes STORELASTIC Additiv
- ▶ Reduzierung der Misch- und Einbautemperatur um bis zu 30°C bei gleicher Verdichtbarkeit gegenüber herkömmlichem gummimodifizierten Asphalt
- ▶ Verbesserung der Haftung an den Gesteinskörnungen, der Standfestigkeit und eine Verminderung der Rollgeräusche
- ▶ Verbesserung der Tieftemperatur-Eigenschaften
- ▶ Reaktivierung von oxidierten und gealterten Bindemitteln bei der Wiederverwendung von Ausbauasphalt

**STORELASTIC – Ein Produkt – Einfaches Handling – Vielfache Wirkung!**

**STORIMPEX Im- und Export GmbH**

Niederlassung Glinde  
 Poststraße 1, 21509 Glinde  
 Tel: +49 (0) 40/64 22 63 03-30  
 g.riebesehl@storimpex.de

Niederlassung Lichtenstein  
 Am Eichenwald 13, 09350 Lichtenstein  
 Tel: +49 (0) 37204/92 92-91  
 m.roewer@storimpex.de

