



Mit dem Dynamischen Scherrheometer lassen sich auch PmB bestimmen

Foto: SBS

Modifizierungen bestimmen

Sicher mit dem Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren

MAIKE SUTOR-FIEDLER

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel wird seit über einem Jahrhundert angewendet, um das Verformungsverhalten von Bitumen im oberen Gebrauchstemperaturbereich zu charakterisieren. Schon seit längerem ist bewiesen, dass keine verlässlichen Relationen zwischen den Ergebnissen des Erweichungspunktes Ring und Kugel und anderen rheologischen Größen existieren. Vor allem nicht, wenn Bitumen modifiziert sind. Das Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren, kurz BTSV, trägt den Gedanken des historischen Verfahrens Erweichungspunkt Ring und Kugel weiter, jedoch mit zeitgemäßem Prüfequipment, sodass auch komplexe

Bindemittel wie die Polymermodifizierten Bitumen hinreichend beschrieben werden können. Wir sprachen darüber mit Univ.-Prof. Dr. Michael P. Wistuba und Dipl.-Ing. Alexander Alisov, die das Verfahren am Institut für Straßenwesen der TU Braunschweig entwickelten.

Der gute alte Erweichungspunkt Ring und Kugel wird oftmals zur Bewertung von Bitumen herangezogen, wo liegen die Grenzen?

» **Michael P. Wistuba:** Mit dem Erweichungspunkt Ring und Kugel prüfen wir das Verformungsverhalten von Bitumen bei erhöhten Gebrauchstempera-

turen. Dabei wird eine in einem Ring befindliche Bitumenprobe mit aufgelegter Stahlkugel in einem Flüssigkeitsbad erhitzt.

Die aufgelegte Kugel verformt die Probe, wobei die Verformung mit zunehmender Temperatur schneller erfolgt und sich ein Bitumensack ausbildet. Die Temperatur, bei der sich der Bitumensack um 25 mm abgesenkt hat, entspricht dem Erweichungspunkt Ring und Kugel. Dieser Kennwert gibt einen Hinweis auf die Anwendungsgrenze in Asphalt bei hoher Gebrauchstemperatur. Der Asphalt soll ja auch im Sommer standfest sein und sich nicht verformen.

Oftmals wird der Erweichungspunkt Ring und Kugel genutzt, um auf Bitumeneigenschaften anderer Temperaturbereiche zu schließen. Beispielsweise werden Bitumen, die einen hohem EP RuK aufweisen, oftmals besonders harte Eigenschaften bei mittlerer Gebrauchstemperatur oder besonders sprödes Materialverhalten bei tiefen Temperaturen beigemessen. Dies, so wissen wir aus zahlreichen Untersuchungen und Forschungsergebnissen, muss bei den „einfachen“ Straßenbaubitumen schon nicht zutreffen, werden diese modifiziert, wird es noch kritischer. Hierbei sind die Möglichkeiten der Ergebnisinterpretation des Kennwertes EP RuK klar überschritten. Materialeigenschaften sollten immer bei den relevanten Temperaturen ermittelt und nicht aus Eigenschaften anderer Temperaturbereiche abgeleitet werden.

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel funktioniert nicht bei PmB - warum?

» **Alexander Alisov:** Vom Grundgedanken des Prüfverfahrens sollten alle Bitumen bei der Temperatur des Erweichungspunktes Ring und Kugel das gleiche Verformungsverhalten bzw. vergleichbare rheologische Eigenschaften aufweisen. Diese Annahme ist für einige Straßenbaubitumen zutreffend, jedoch nicht für PmB.

In Abhängigkeit vom Härtegrad des Grundbitumens und des Modifizierungsgrades kann dadurch das Ergebnis des Erweichungspunktes Ring und Kugel einen Fehler von 15 °C oder mehr aufweisen. Ursächlich für die Unzulänglichkeiten des EP RuK bei der Anwendung auf PmB sind die sich während der Prüfung ständig ändernde Geometrie der Bitumenprobe und die resultierenden unkontrollierbaren Spannungszustände innerhalb der Bitumenprobe sowie das enorme Temperaturgefälle durch die schnelle Aufwärmung des Flüssigkeitsbades. Das Prüfverfahren wurde vor mehr als 100 Jahren für einfache Bindemittel entwickelt und wird seither für alle komplexen Bitumen angewendet ohne die richtige Funktionsweise des Verfahrens an diesen Bindemitteln zu überprüfen..

Wie kamen Sie darauf, das Dynamische Scherrheometer für die Prüfung zu nutzen und nicht ein anderes der „neueren“ Geräte?

» **Michael P. Wistuba:** Rheologie beschreibt das Verformungsverhalten fließfähiger Materialien. Für die Beschreibung des viskoelastischen Verformungsverhaltens von Bitumen sind demnach rheologische Kenngrößen von Interesse. Die Bestimmung solcher Kenngrößen ist die originäre Aufgabe von Rheometern. Das DSR ist ein Prüfgerät, mit dem die Eigenschaften von Bitumen unter einer Vielzahl von Prüfbedingungen bestimmt werden können. Wir können definierte Beanspruchungen auf die Probe aufbringen und haben einen weiten Temperatur- und Frequenzbereich zur Verfügung. Über die Kennwerte des Komplexen Schermoduls G^* und des Phasenwinkels δ aus der Oszillationsprüfung kann das viskoelastische Verhalten von Bitumen sehr gut beschrieben werden. Der Bitumenbedarf für eine Prüfung im DSR beträgt dabei weniger als 2 Gramm. Inzwischen sind bundesweit viele Labore mit einem DSR ausgestattet und der Umgang mit dem Prüfgerät ist vertraut. Das vielseitig einsetzbare DSR ist somit das ideale Prüfgerät für die Anforderungen des Straßenbaus.

Was ist das Besondere am BTSV?

» **Alexander Alisov:** Das BTSV basiert auf der Idee des Erweichungspunktes Ring und Kugel und verknüpft diese mit aktuellen Erkenntnissen der Oszillationsmessung. Die Prüfbedingungen sind stark vereinfacht, wodurch Prüffehler weitestgehend ausgeschlossen sind. An das DSR werden dabei keine hohen Anforderungen gestellt, so dass diese Prüfung an nahezu jedem DSR-Gerät durchgeführt werden kann. Die benötigten Prüfplatten mit einem Durchmesser von 25 ▶



Dipl.-Ing. Alexander Alisov studierte Bauingenieurwesen an der TU Braunschweig und war von 2011 bis 2017 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Straßenwesen. In der Forschung und Entwicklung widmete er sich intensiv der Ansprache von Bitumeneigenschaften unter statischer und dynamischer Beanspruchung. Heute arbeitet er im Zentrallabor bei den Bayerischen Asphalt-Mischwerken.

Dynamic Shear Rheometer (DSR)
RHEOTEST® RN 5.3



Leistungsmerkmale

- rheologische Tests in Rotation und Oszillation
- trockene, allseitige Peltierthermierung
- Normkraftmessung
- automatische Spalteinstellung
- variabel einstellbarer Arbeitsbereich zur Probenvorbereitung und zum Trimmen

Anwendungsvorteile

praktische Software
hinterlegte Jobs für Standard-Testmethoden nach DIN bzw. FGSV AL DSR-Prüfung (T-Sweep und MSCRT) zur automatischen Versuchsdurchführung mit Report;
inklusive BTSV (Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren);
vordefinierte Prüfmethoden für die Bitumenklassifizierung (Performance Grade) nach ASTM / AASHTO von Original Binder, PAV und RTFO, mit Report einschließlich Determination und Pass/Fail Entscheidung

Messpräzision jenseits von Reinraumbedingungen
das DSR RHEOTEST® RN 5.3 ist robust und arbeitet zuverlässig – auch unter rauen Messbedingungen



NEU!
Peltierthermierung für Zylindermeßsysteme
(Bestimmung der dynamischen Viskosität gemäß DIN EN 13302 und ASTM D4402)

für Bitumen- und Asphalttests gemäß verbindlicher Standards

RHEOTEST MIDDINGEN GmbH
035205 00-0
info@rheotest.de



Univ.-Prof. Dr. Michael P. Wistuba studierte an TU Wien Bauingenieurwesen, wo er 2002 promoviert wurde. Seit 2008 leitet er das Institut für Straßenwesen an der TU Braunschweig, wo er mit seinem Team zu materialwissenschaftlichen Fragen im Bereich der Asphalttechnologie forscht.

mm liegen allen DSR-Betreibern auch bereits vor. Ähnlich wie beim EP RuK wird die Prüftemperatur während der Messung stetig von 20 °C auf maximal 90 °C erhöht, jedoch mit 1,2 °C pro Minute in einem deutlich geringeren Maß.

Während der Temperierung wird die Bitumenprobe kontinuierlich durch eine spannungsgeregelte Oszillation (500 Pa) bei einer Frequenz von 1,59 Hz beansprucht, wobei die Werte für den Komplexen Schermodul G^* und den Phasenwinkel δ sekundlich aufgezeichnet werden. Durch die Scherspannungsregelung wird die Probe über die gesamte Prüfdauer innerhalb des linear-viskoelastischen Bereichs beansprucht, und der Anwender braucht sich im Vorfeld der Prüfung keine Gedanken über die richtige Wahl der Deformation zu machen. Dies hat insbesondere dann Vorteile, wenn unbekannte oder z. B. durch Alterung beanspruchte Bitumenproben geprüft werden.

Wie lange dauert die Prüfung?

» **Alexander Alisov:** Die Prüfung ist beendet, wenn das Prüfgerät einen Wert für den Komplexen Schermodul aufzeichnet, der unterhalb von $G^* = 15$ kPa liegt. In Abhängigkeit von dem zu prüfenden Material kann dies maximal bei einer Temperatur von 90 °C erfolgen. Die Durchführung der Messung würde dann eine Stunde dauern. Meist sind die Bitumen jedoch wesentlich weicher, sodass das Ergebnis nach geringerer Zeit vorliegt.

Wie genau sieht das Ergebnis aus?

» **Alexander Alisov:** Mit zunehmender Prüftemperatur sinkt der Wert des Komplexen Schermoduls. Aufgrund der hohen Aufzeichnungsrate der Messwerte für G^* kann die Temperatur, bei der G^* die Größe von 15 kPa aufweist direkt aus den Messwerten abgelesen werden. Diese Temperatur wird als Ergebnis $T_{(BTSV)}$ angegeben.

Das zweite Ergebnis ist der zu $T_{(BTSV)}$ korrespondierende Phasenwinkel $\delta_{(BTSV)}$, auch dieser Wert kann direkt aus den Messwerten abgelesen werden.

Und wie kann daraufhin auf die Härte des Bindemittels und den Grad der Modifizierung rückgeschlossen werden?

» **Michael P. Wistuba:** Die Interpretation der BTSV-Ergebnisse ist denkbar einfach. Der Wert $T_{(BTSV)}$ korreliert sehr gut zu der Messgröße der Nadelpenetration. Harte Bitumen zeigen hohe Werte für $T_{(BTSV)}$ und weiche Bitumen niedrige Werte. Der Wert $\delta_{(BTSV)}$ stellt ein Maß für die Elastizität dar: Bitumen mit geringem elastischen Anteil wie Straßenbaubitumen weisen einen Wert für $\delta_{(BTSV)}$ größer 75° auf, während Polymermo-

difizierte Bitumen Werte zwischen 65° und 75° aufweisen. Werte unterhalb von 65° sind charakteristisch für höhermodifizierte PmB. Diese Systematik wurde für Bitumen im Anlieferungszustand am ISBS in den letzten Jahren umfangreich validiert. Somit können wir in sehr kurzer Zeit den Bitumentyp mit dem BTSV leicht zuordnen.

Was haben Sie noch herausgefunden?

» **Michael P. Wistuba:** Wir haben herausgefunden, dass sich mittels BTSV sehr gut beschreiben lässt, wie sich die Bitumenhärte infolge Alterung verändert und sich dabei die elastischen und viskosen Anteile des viskoelastischen Materials verschieben. Besonders erfreulich war die Erkenntnis, dass sich beide Kennwerte stets proportional zueinander verändern, woraus sich bitumenspezifische Alterungsfunktionen ableiten lassen. Umgekehrt lassen sich sogenannte „Verjüngungsmittel“ auf ihre tatsächliche Wirkungsweise überprüfen. Wir haben das Verfahren auch umfangreich im Rahmen der Konzeption von Asphaltmischgut mit Asphaltgranulat eingesetzt und damit sehr gute Erfahrungen gemacht.

Zwischenzeitlich haben Sie eine Vergleichsuntersuchung mit 11 Prüflaboren durchgeführt. Wie waren die Ergebnisse?

» **Alexander Alisov:** Für die Beurteilung eines Prüfergebnisses ist es immer wichtig zu wissen, wie genau ein Ergebnis bestimmt werden kann. Ein sehr gutes Prüfverfahren ist nur dann hilfreich, wenn das Ergebnis auch an anderen Prüfinstituten und Laboren sicher bestimmt werden kann. Auf Grundlage des Entwurfes einer Arbeitsanleitung zum BTSV wurde über die Gremien der FGSV eine Vergleichsuntersuchung durchgeführt, um die Präzision des Verfahrens abzuschätzen. Die Erkenntnis aus der Vergleichsuntersuchung war, dass das die Kennwerte des BTSV präziser bestimmt werden können, als der historische Erweichungspunkt Ring und Kugel, zu dem nunmehr über 100 Jahre Prüferfahrung vorliegt – ein großer Erfolg.

Wann erwarten Sie, dass Ihre Ergebnisse in ein Regelwerk der FGSV münden?

» **Michael P. Wistuba:** Seit 2014 wird das BTSV in den Gremien der FGSV diskutiert, insbesondere im Arbeitskreis 7.2.1 „Bitumen und modifizierte Bitumen“ sowie im Arbeitsausschuss 7.2 „Bindemittel“. Unter hohem Einsatz der Gremienmitarbeiter wurde gemeinsam eine Arbeitsanleitung erarbeitet und in verschiedenen Entwurfsfassungen optimiert. Inzwischen befindet sich das Dokument in der Schlussredaktion und eine Veröffentlichung wird in Kürze erwartet. ■