

Straßen von morgen – rheologisch betrachtet

Streets of Tomorrow – from a Rheological Perspective

Zum ersten Mal fand in Europa ein bedeutender Kongreß für den großen Kreis derer statt, die sich auf dem Gebiet des Straßenbaus mit Asphalt und Bitumen befassen. Der Europäische Verband der Asphaltindustrie (EAPA) und der Europäische Verband der Bitumenhersteller (Eurobitume) haben mit ihrer langjährigen Tradition gebrochen und ihre bisherigen Einzelveranstaltungen zusammengelegt, was sich als kluger Schachzug erwies. Das Ergebnis, der „Erste Eurasphalt & Eurobitume Kongreß“, wurde ein voller Erfolg. Knapp 1000 Teilnehmer aus 38 Ländern sind vom 7. bis 10.5.1996 im Straßburger Palais de la Musique et des Congrès dabei gewesen. Unter dem Motto „Innovation“ standen neben wissenschaftlichen Aspekten auch wirtschaftliche und technische Überlegungen zur Debatte.

Parallel zum Kongreß fand eine Ausstellung statt, auf welcher 44 Firmen aus den Bereichen Straßenbau, Hersteller und Lieferanten von Bitumen, Zusatzmitteln, Meßgeräten, Maschinen, Anlagen u. a. ihre Produkte präsentierten.

(Fortsetzung auf Seite 134)

For the first time Europe was the site of an expanded congress for all technologists engaged in the use of asphalt and bitumen for highway construction. The European Society of the Asphalt Industry (EAPA) and the European Society of Bitumen Manufacturers (Eurobitume) departed from their long-standing tradition of meeting individually. The result was the first joint congress ever hosted by the organizations. The successful event, the “First Eurasphalt & Eurobitume Congress”, was held May 7–10, 1996 and attracted nearly 1000 participants from 38 countries to the Straßburger Palais de la Musique et des Congrès. The motto, “Innovation”, applied to the entire meeting, which included not only scientific contributions, but also economic and industrial subjects.

An exhibition held in parallel attracted 44 companies involved in highway construction, manufacturing and dealing bitumen, additives, analytical instruments, machines, equipment, and other products.

(to be continued on page 134)



- 106 Chemorheologie hoch gefüllter Spritzgussteile aus Epoxidharzen
Chemorheology of Highly Filled Epoxy Molding Compounds
- 116 Rheologische Methoden zur Bestimmung der Molmasse und Molmassenverteilung
Rheological Methods for Determining Molecular Weight and Molecular Weight Distribution
- 124 Thixotropie bei der Pigmentierung von wasserverdünnbaren Polymerdispersionen
Thixotropy at the Pigmentation of Waterthinnable Polymer Dispersions

Volume 6
Juni/June 1996

3



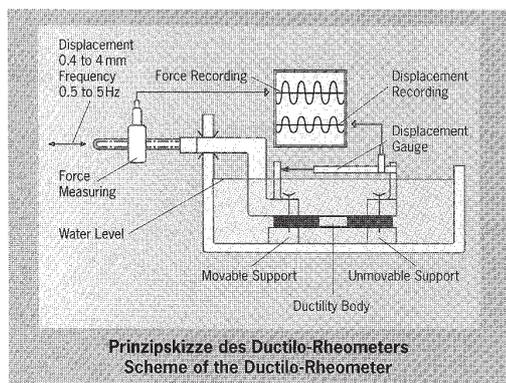
Messung der Kriechverformungen von Bitumen und PmB unter konstanter Last und der verzögert-elastischen Rückformung nach Entlastung. Aus den experimentellen Ergebnissen von Bitumen und PmB-Proben wurde eine allgemein gültige Funktion zur Beschreibung des Verformungsverhaltens mit den Parametern Steifigkeit, Viskosität und verzögert-elastische Rückformung abgeleitet. Damit kann auch das Kälteverhalten von Bitumen interpretiert werden.

Unsicherheit herrscht in Fachkreisen darüber, ob bzw. wie genau die Asphalteigenschaften aus den rheologischen Daten von Bitumen abgeleitet werden können. Um diese Frage zu beantworten, hat BP ein umfangreiches Forschungsprogramm gestartet. Parallel zu den Bindemitteln wurden an daraus hergestellten Asphaltmischungen folgende Messungen durchgeführt: Spurbildungstests bei 40 bis 60 °C, dynamische Ermüdungsversuche bei 0 bis 20 °C sowie Biegezeugversuche bei -40 bis 0 °C. Die Auswertung der Meßdaten hat ergeben, daß bestimmte rheologische Kriterien brauchbare Hinweise auf die Asphalteigenschaften geben (*M. Claxton, J. Lesage, L. Planque*).

Auch die Dynamisch-Mechanische Analyse (DMA) ist zur Charakterisierung von Asphalt geeignet (*M.G. Cavaliere et al., Italien*). Durch die Anwendung des Zeit-Temperatur-Superposition-Prinzips werden Masterkurven erhalten. Die experimentellen Daten zeigen, daß, wenn man die Untersuchung im selben Bereich durchführt, z.B. linear, die Eigenschaften von SBS-modifiziertem oder unmodifiziertem Bitumen auf Asphalt übertragen werden können.

Ph. des Croix und *H. di Benedetto*, Frankreich, betonen ebenfalls, daß Untersuchungen des Asphalt-Bindemittel-Verhaltens nur dann aussagekräftig sind, wenn sie im selben Bereich durchgeführt werden. Die Autoren haben Proben von reinen, in verschiedenen Asphalt-Zusammensetzungen verwendeten Bitumensorten untersucht. Das Ergebnis zeigte gute Korrelation zwischen dem Shift-Faktor a_t des Bindemittels (nach RTFOT) und des Asphalts. Diese Shift-Faktoren wurden durch Messung der komplexen Module beim Bindemittel und beim Asphalt im linearen Bereich bestimmt. Auch spektroskopische Methoden liefern brauchbare Hinweise auf die rheologischen Eigenschaften von Bitumen, wie *N. Pieri et al.* in einer Studie beweist. Mittels Fourier Transformation Infrarot (FTIR)- und Synchrone UV-Fluoreszenz (SUVF)-Analyse werden Daten über die Wechselbeziehungen innerhalb der Bitumen, die Art der aliphatischen Seitenketten, die Substituierung der Aromaten u. a. erhalten. Es wurden Beziehungen zwischen einigen Indizes und den rheologischen Größen ermittelt. Die Hochtemperaturfestigkeit z.B. wird stark vom Verzweigungsgrad der Aliphaten, dem relativen Verhältnis von Aliphaten zu Aromaten (negativer Effekt) oder dem Vanadiumgehalt (positiver Effekt) beeinflusst. Ein hoher Vanadiumgehalt verbessert die Beständigkeit des Straßenbelages gegen Spurrillen.

Abb. 1/ Fig. 1



Interessante Denkansätze bietet ein auf der Bitumenstruktur basierendes Modell zur Beschreibung der Bitumenrheologie von *D. Lesueur et al.*, Frankreich. Die meisten bekannten Modelle, die auf der Konstruktion einer Masterkurve basieren, setzen voraus, daß die Zeit-Temperatur-Übertragbar-

Thema Subject	Zahl der Beiträge No. of Papers
1 Innovationen – Instandhaltung Innovations – Maintenance	25
2 Sicherstellung der Gesundheit und Sicherheit der Arbeiter Ensuring Worker Health and Safety	7
3 Umweltschutz Protecting the Environment	20
4 Asphaltmischgut, verhaltensbezogene Anforderungen und anforderungsbezogene Prüfung Asphalt Mix. Functional Properties and Performance Testing	49
5 Bindemittel, verhaltensbezogene Anforderungen und anforderungsbezogene Prüfung Binders, Functional Properties and Performance Testing	59
6 Innovationen – Bindemittel Innovations – Binders	15
7 Innovationen – Straßenoberflächen Innovations – Road Surfaces	22
8 Innovationen – Asphalt Innovations – Asphalt	26

Tabelle 1: Themengruppen

Table 1: Topics

binders, the following measurements were conducted on bitumen-based asphalt mixtures: groove formation tests from 40 to 60 °C, dynamic fatigue tests from 0 to 20 °C, and flexural tests measuring tensile strength in bending from -40 to 0 °C. The measurements revealed that rheological data provides insight into the asphalt properties (*M. Claxton, J. Lesage, L. Planque*).

M.G. Cavaliere et al. from Italy showed that dynamic mechanical analysis (DMA) is also useful for characterizing asphalt. They used time-temperature superposition to obtain mastercurves. The experimental data revealed that for measurements conducted in the same region (e.g., linear), the properties of SBS-modified or unmodified bitumen correspond to those of asphalt.

Another example using DMA to characterize bitumen was presented by *J. Djongalic et al.* from Serbia. The viscoelastic properties of bitumen with and without SBS or SBR elastomers were determined. Viscoelastic parameters were presented on Black diagrams, while elasticity as a function of G'' was illustrated using Cole-Cole plots.

Ph. des Croix und *H. di Benedetto* of France also stress that to be predictive, measurements of asphalt and binder properties must be conducted within the same region. The authors tested various types of pure bitumen used in different asphalt formulations. Results indicated a good correlation between the shift factor at of the binder and that of the asphalt. Shift factors were determined by measuring the complex modulus of both the binder and asphalt.

N. Pieri et al. showed how spectroscopic methods could provide useful insight into the rheological properties of bitumen. Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and Synchronous UV-Fluorescence Analysis (SUVF) they obtained information on microstructural interactions within the bitumen, the type of aliphatic side chains, and the substitution of aromatic groups. They also established relationships between various parameters and rheological quantities. For example, the high temperature stability is

keit (TTSP) auch für Bitumen gilt. Die Autoren demonstrieren dagegen die Nichtanwendbarkeit der TTSP für Bitumen mit größeren Mengen Asphalt, weil sich temperaturabhängige Strukturen bilden, die mit der Lösung oder dem Ausfällen von paraffinischen Anteilen der Asphaltene zusammenhängen. Die Autoren schlagen sowohl ein kolloidales Modell für Bitumen vor, das die disperse Phase sowie den Glasübergangspunkt der Maltenfraktion berücksichtigt, als auch ein phänomenologisches Modell, das die rheologischen Eigenschaften von paraffinfreiem Bitumen in Funktion der Temperatur beschreibt.

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz der DMA bei der Bitumenanalyse lieferten J. Djongalic et al., Serbien. Untersucht wurden die viskoelastischen Eigenschaften von Bitumen mit und ohne Zusatz von SBS bzw. SBR Elastomeren. Die viskoelastischen Parameter wurden durch Black-Diagramme präsentiert, während mit Cole-Cole-Diagrammen die Elastizität als Funktion von G'' dargestellt wurden.

Voraussetzung für die von der SHRP empfohlenen Prüfverfahren für bituminöse Bindemittel ist, daß der Wert des Speichermoduls dividiert durch den Sinus des Phasenwinkels einen bestimmten Wert nicht unterschreitet. Im Falle einer viskosen Umwandlung von mechanischer Energie in Wärme können aber auch bei widerstandsfähigen Materialien Energieverluste auftreten. B.A. de L. Costello et al., England, haben ein Bitumenbindemittel mit dem Dynamic Shear-Rheometer nach der SHRP-Prüfvorschrift getestet und konnten durch das Zeit-Temperatur-Überlagerungsverfahren zeigen, daß die Energiedissipation nur durch einen viskosen Mechanismus erfolgt.

Einer der Hauptgründe für die Veränderung des rheologischen Verhaltens einer Fahrbahn ist die Bitumenalterung. Leider gibt es nur unzureichende Untersuchungen über modifizierte Bitumen, und die Vielzahl der Methoden erschwert einen Vergleich. Durch Isochronal-Kurven und das Black-Diagramm haben C. Cotte und C. Such, Frankreich, gezeigt, daß bei thermischer Behandlung die Bitumen-Komponente fester wird (Erhöhung der Molekularmasse) und die Polymer-Komponente dünnflüssiger (Fragmentation der Moleküle).

Als die Tagung am dritten Tag zu Ende ging, waren sich die Besucher in ihrem Urteil einig: Ausgesprochen positiv, lautete die Bewertung. In einem Minimum an Zeit ein Maximum an wichtigen Informationen geboten zu bekommen – wer wüßte das in unserer schnelllebigen Zeit nicht zu schätzen. Bedauert wurde lediglich die Tatsache, daß der nächste Kongreß erst in vier Jahren stattfinden soll.

Sämtliche Vorträge sind gedruckt in drei Ringbuchordnern (Preis ca. 225,- DM) bzw. auf einer CD-ROM erhältlich. Bestellt werden kann bei:

Eurasphalt & Eurobitume Congress Secretariat
P.O. Box 175, 3620 AD Breukelen, The Netherlands
Fax: +31 346 26 35 05



strongly influenced by the degree of aliphatic branching, the relative ratio of aliphatics to aromatics (which has a negative effect), and the vanadium content (which has a positive effect). A higher vanadium content improves resistance of tarmac to ridding effects.

An interesting model for describing bitumen rheology based on its structure was presented by D. Lesueur et al., France. Most known models depend on formulating a mastercurve, and assume that the time-temperature superposition principle (TTSP) is valid for bitumen. The authors demonstrate the inappropriateness of this assumption: TTSP does not hold for bitumen mixed with large amounts of asphalt because temperature dependent structures form, which are dependent on the dissolution or precipitation of paraffinic components in the asphalt. The authors propose a colloidal model for bitumen that accounts for both the dispersed phase and the glass transition temperature of the petrolene fraction, as well as a phenomenological model that describes the rheological properties of paraffin-free bitumen as a function of temperature.

To use the SHRP-recommended test method for characterizing bituminous binders, the ratio of the storage modulus to the sine of the phase angle must not fall below a threshold value. The transformation of mechanical energy into heat occurs even in rugged materials, which lose energy in the form of dissipation. B.A. Costello et al., from England used the SHRP protocol and a dynamic shear rheometer to characterize a bitumen binder. Using time-temperature superposition they showed that the energy dissipation resulted solely from a viscous mechanism.

A primary reason for the change in rheological behavior of a road surface is aging of bitumen. Unfortunately, there have been very few investigations of modified bitumen and the large number of different test methods makes it difficult to draw comparisons. Using isochronal curves and Black diagrams, C. Cotte and C. Such of France showed that thermal treatment caused bitumen components to harden (due to an increase in the molecular weight) and polymer components to soften (due to chain scission).

As the conference closed on the third day, participants were united in their opinion: it was a positive experience. To obtain a maximum amount of important information in minimum time is certainly advantageous in today's busy world. The only regret was that the next congress is four years away.

Many of the papers are collected in a three volume ring binder set and are available on CD-ROM (price: 225,- DM). They can be ordered from the Eurasphalt & Eurobitume Congress Secretariat, PO Box 175, 3620 AD Breukelen, The Netherlands, Fax: +31 346 26 35 05

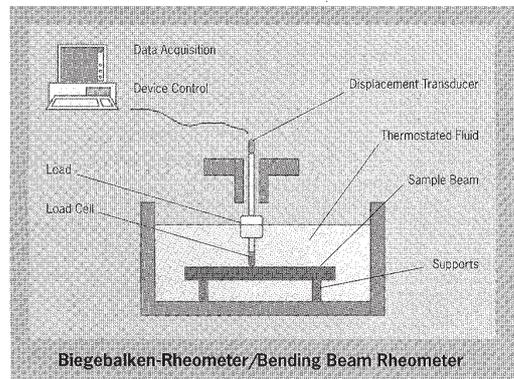


Abb. 2/ Fig. 2

