

Einfluss von Kurzzeit- sowie Langzeitalterung im Labor auf die Struktur von Polymeren und praxisrelevanten Eigenschaften modifizierter Bindemittel

FA 7.197

Forschungsstelle: asphalt-labor, Wahlstedt

Bearbeiter: Ammadi, M. / Beer, F. /
Damm, K.-W. / Jakubik, D.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und
Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: April 2004

1. Aufgabenstellung

Eine der Hauptursachen, die das Ausbauen einer Asphaltstraße erfordern kann, ist die Bitumenalterung. Sie ist ein sehr komplizierter Prozess, dessen Verständnis durch die Zugabe von Polymeren zusätzlich erschwert wird. Bei den unmodifizierten Bitumen werden die Alterungseigenschaften normalerweise charakterisiert, indem die physikalischen Eigenschaften (EP RuK, PEN usw.) des Bitumens vor und nach der Alterung bestimmt werden. Nach der Alterung werden die Straßenbaubitumen härter. Dies ist im Falle von polymermodifizierten Bitumen, insbesondere PmBs mit einem hohen Polymergehalt, nicht ausreichend, da der Abbau der Polymere infolge der Alterung zu einer Herabsetzung der Bindemittelviskosität führen kann. Daher sind weitere Untersuchungen im Falle von PmB, wie GPC, IR-Spektroskopie etc., notwendig.

Ziel dieser Arbeit war es, den Einfluss der simulierten Alterung im Labor auf die Struktur von Polymeren und praxisrelevanten Eigenschaften modifizierter Bindemittel zu untersuchen. Hierfür wurden neben der simulierten Kurzzeitalterung nach RFT gemäß DIN EN 12607-3 die Langzeitalterungen nach PAV (mit vorgeschalteter thermischer Beanspruchung nach RFT) und nach LT-RFT (modifizierte RFT-Alterung) angewendet. Die Simulation einer reinen oxidativen Alterung des Bindemittels erfolgte durch den PAV-Test ohne vorgeschaltete Kurzzeitalterung bei einer Temperatur von 100 °C unter Luftzufuhr (Luftdruck = 21 bar) und einer Beanspruchungszeit von 20 Stunden.

2. Untersuchungsmethodik

Untersucht wurden insgesamt acht polymermodifizierte Bitumen: vier SBS-modifizierte Bitumen der Sorte PmB 45 A, ein thermoplastmodifiziertes Bitumen der Sorte PmB 45 C und drei höher SBS-modifizierte Bitumen der Sorte PmB 40/100-65 H. Hinsichtlich der Polymerstruktur kann zwischen linearen, verzweigten und sternförmigen SBS-Polymeren unterschieden werden. Darüber hinaus besitzen zwei der untersuchten Bindemittel, ein PmB 45 und ein PmB 40/100-65 H, eine Art Vernetzung/Kopplung zwischen Bitumenspezies und Polymeren. An allen Bindemitteln wurden vor und nach der Alterung neben den physikalischen Untersuchungen auch rheologische und chemische Untersuchungen durchgeführt und die Kennwerte im frischen sowie im gealterten Zustand ermittelt.

Während die Untersuchungen am frischen Bindemittel dessen Eigenschaften bei der Auslieferung vom Produzenten widerspiegeln, werden durch die Simulation der Kurzzeitalterung (RFT) Veränderungen in den Eigenschaften der Bindemittel während Herstellung, Lagerung, Transport und Verarbeitung berücksichtigt. Die Simulation der Langzeitalterung umfasst solche Veränderungen, die während der Nutzungsdauer des Bin-

demittels in der Straße über einen Zeitraum von ca. 10 Jahren in ungünstigen Fällen (hohlraumreiche Asphalte und/oder extreme Verkehrs- und Wetterbedingungen usw.) auftreten können.

3. Untersuchungsergebnisse und Schlussfolgerungen

Basierend auf den erhaltenen Resultaten kann Folgendes gesagt werden:

Die Alterung der polymermodifizierten Bitumen ist auf den Abbau (Degradation) der im PmB enthaltenen Polymere (Abnahme des Molekulargewichtes der Polymere) einerseits, und andererseits auf die Oxidation des Grundbitumens zurückzuführen. Die chemische Analyse der PmB lässt ein Ansteigen des Asphaltgehaltes, begleitet von einer Abnahme des Gesamtaromatengehaltes, in Abhängigkeit von den Alterungsbedingungen (Art, Dauer, Temperatur usw.) sowie eine progressive Abnahme der Molekulargewichte des Polymers erkennen.

Die Veränderung der physikalischen (rheologischen) Bindemiteleigenschaften infolge Alterung wird durch die begleitende chemische Veränderung im Bindemittel hervorgerufen. Letztere ist als Folge einer gleichzeitigen Oxidation des Grundbitumens und eines von der Polymerstruktur, dem Polymergehalt sowie eines von der Art und Dauer der Beanspruchung abhängigen Polymerabbaus zu sehen. Während die Oxidation des Grundbitumens die Erhöhung der Bindemittelviskosität bewirkt, kann der Abbau, oder besser gesagt, die Veränderung der Polymerstruktur der im PmB enthaltenen Polymere, dagegen zu einer Herabsetzung der Viskosität führen. Dies ist besonders bei den höher polymermodifizierten Bitumen der Fall. So wird die Verhärtung des Grundbitumens durch den Polymerabbau kompensiert.

Anhand der durchgeführten physikalischen und chemischen Untersuchungen stellte sich die Langzeitalterung nach LT-RFT als die stärkste Beanspruchung heraus. Die Langzeitalterung nach PAV mit vorgeschalteter Kurzzeitalterung RFT scheint daher praxisnaher zu sein als die Langzeitalterung nach LT-RFT.

Allgemein zeigten die hier untersuchten höher polymermodifizierten Bitumen ein besseres Alterungsverhalten als die PmB 45. Am Alterungsbeständigsten sind sternförmige oder mit Bitumenspezies vernetzte SBS-Polymere. Hier konnte selbst nach der aggressivsten Alterung nach LT-RFT noch eine Wirkung der eingesetzten Polymere nachgewiesen werden (elastische Rückstellung, Polymer Netzwerk festgestellt an KD-Prüfung).

In wie weit sich die Unterschiede im Alterungsverhalten der untersuchten PmB auf das Gebrauchsverhalten der damit hergestellten Asphalte auswirken, kann nur mit Performanceprüfungen an Asphalten selbst untersucht werden. Es wird vorgeschlagen, durch ein weiterführendes Forschungsvorhaben die Asphalteigenschaften bei hohen (Wärmestandfestigkeit) und bei niedrigen (Tieftemperaturverhalten) Gebrauchstemperaturen zu untersuchen. Diese Untersuchungen sollten an frischen und PAV-gealterten Asphaltprobekörpern durchgeführt werden. □