

Langzeitalterung von Straßenbaubindemitteln

FA 7.189

Forschungsstelle: Shell Global Solutions, Hamburg
 Bearbeiter: Schlame, K.
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und
 Wohnungswesen, Bonn
 Abschluss: Februar 2002

1. Aufgabenstellung

Das Ziel der Forschungsarbeit ist die Entwicklung eines Laborprüfverfahrens zur Simulation der Alterung von Straßenbaubindemitteln und PmB während der Nutzungsdauer von Straßen. Derzeit kommen diesbezüglich zwei Methoden zum Einsatz: Pressure Aging Vessel (PAV) sowie Rotating Cylinder Aging Test (RCAT), die erhebliche Nachteile aufweisen, welche durch das neu zu entwickelnde Verfahren beseitigt werden sollen.

Hinsichtlich der RCAT-Methode wird hierbei der hohe Zeitaufwand der Durchführung im Labor (144 Stunden) als nachteilig angesehen. Darüber hinaus ist das hierfür benötigte Laborequipment sehr kostenintensiv. Einem Zugang dieser Methode zu Routinelaboratorien im Rahmen der regelmäßigen Produktqualitätskontrolle sind daher Grenzen gesetzt.

Das PAV-Verfahren ist ein statisches Alterungsverfahren; während der Simulation des Alterungsverhaltens im Labor kann auf der Oberfläche der zu alternden Bindemittelprobe durch Oxidation leicht eine Haut gebildet werden, die das darunter liegende Material vor einem weiteren oxidativen Angriff schützt sowie das Verdampfen bzw. Verdunsten von Bitumenkomponenten verhindert. In diesem Fall wird nicht mehr das tatsächliche Praxisverhalten simuliert, was zu einer Fehlbeurteilung der Qualität des Bindemittels führen kann. Auch die Anschaffung des PAV-Equipments ist mit erheblichen Kosten verbunden und beim Betrieb des PAV-Druckbehälters im Labor sind zudem Sicherheitsaspekte zu beachten, die zusätzliche Komplikationen beinhalten (Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung TRB).

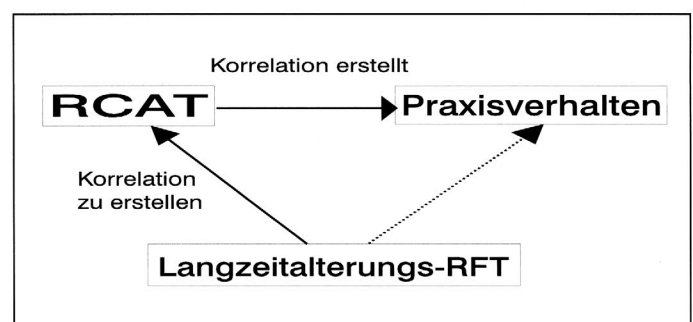
Aus dem beschriebenen Sachverhalt wird die Aufgabenstellung wie folgt formuliert. Das neu zu entwickelnde Langzeitalterungsverfahren soll

- eine gute Korrelation zum Praxisverhalten aufweisen,
- dynamischer Natur sein,
- im Labor verhältnismäßig schnell (deutlich schneller als das RCAT-Verfahren), sowie mit verhältnismäßig einfachem Laborequipment durchführbar sein (Verwendung von einfachem Equipment bzw. Zurückgreifen auf in Bitumenlaboratorien bereits vorhandene Geräte).

2. Untersuchungsmethodik

Eine Möglichkeit zum Erreichen der formulierten Ziele wurde in einer Modifizierung des in Deutschland häufig verwendeten RFT-Verfahrens auf Langzeitalterungsbedingungen gesehen. Dieser gedankliche Ansatz erfüllt die Forderung nach einer dynamischen Methode sowie einfachen Equipments, das weniger kostenintensiv ist als das zur Durchführung des RCAT bzw. PAV-Verfahrens Benötigte und darüber hinaus bereits in vielen Laboratorien vorhanden ist.

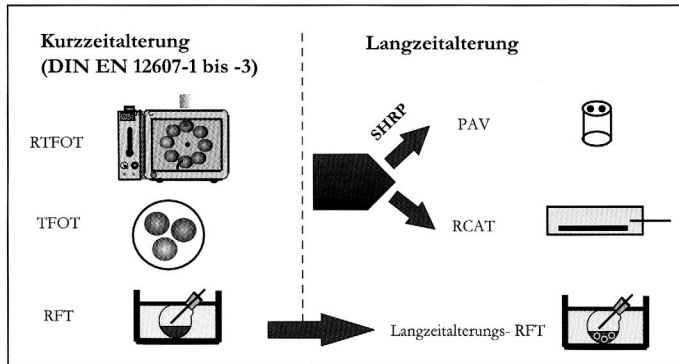
Die Beweisführung der Korrelation des zu entwickelnden Verfahrens zum Praxisverhalten kann im Rahmen dieses Forschungsprojektes nicht unmittelbar, d.h. durch Vergleichsmessungen von frischen und von zurückgewonnenen Bindemitteln aus der Straße nach einer Gebrauchszeit von ca. 10 Jahren erfolgen. Diese Vorgehensweise würde sowohl den Kosten- sowie den vorgesehenen Zeitrahmen für die Durchführung dieses Forschungsprojektes sprengen. Aus diesem Grund wurde vereinbart, dass Bindemittelproben verglichen werden sollten, die nach dem zu entwickelnden Langzeitalterungsverfahren bzw. nach dem RCAT-Verfahren gealtert wurden. Überschreiten die so erzielten Testresultate eine vorgegebene Differenz nicht, so werden die beiden Methoden als in ihrer Wirkung identisch angesehen. Da für das RCAT-Verfahren ein Vergleich zum Praxisverhalten durchgeführt wurde und eine gute Korrelation ermittelt werden konnte, wäre somit die Übereinstimmung des zu entwickelnden Laborsimulationsverfahrens (im Folgenden Langzeitalterungs-RFT-Methode genannt) mit dem Praxisverhalten indirekt bewiesen. Das nachfolgende Bild 1 veranschaulicht diesen Zusammenhang:



1: Übersicht Korrelation Langzeitalterungs-RFT zum Praxisverhalten

In jedem Fall ist vor der Durchführung der Langzeitalterung (RCAT bzw. Langzeitalterungs-RFT-Verfahren) eine Kurzzeitalterung anzuwenden. Für die in dem Forschungsprojekt beschrie-

benen Arbeiten und Resultate wurde hierfür das RFT-Verfahren nach DIN EN 12607-3 gewählt. Der generelle Zusammenhang der zur Verfügung stehenden Kurz- sowie Langzeitalterungsverfahren ist in dem nachfolgenden Bild 2 wiedergegeben (Langzeitalterungs-RFT-Methode ist bereits enthalten):



2: Übersicht der Alterungsmethoden inklusive Langzeitalterungs-RFT

Der Langzeitalterungs-RFT-Test hat den Vorteil, dass Kurzzeitalterungs-RFT sowie Langzeitalterungs-RFT in ein und demselben Equipment durchgeführt werden können. Der zeitaufwändige Wechsel des Equipments (ebenso wie dessen Reinigung), der auch immer mit einem nicht unerheblichen Verlust an Probenmaterial verbunden ist, entfällt somit vollständig. Nach der Durchführung der Kurzzeitalterungs-RFT müssen lediglich die anzuwendenden Alterungsparameter auf die geforderten Soll-Werte umgestellt werden.

3. Untersuchungsergebnisse

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes konnte erfolgreich ein alternatives Langzeitalterungsverfahren (Langzeitalterungs-RFT) entwickelt werden, das die Nachteile der in diesem Bereich bereits existierenden Verfahren PAV nicht beinhaltet. Unter anderem ist die Verfahrensdauer mit 47 Stunden gegenüber dem RCAT-Verfahren deutlich niedriger. Die anzuwendenden Alterungsparameter sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Alterungsparameter

Parameter	Bindemittel der Sorten 70/100, 50/70, PmB 65	Bindemittel der Sorten 30/45, PmB 45, PmB 25
Temperatur [°C]	95	103
Alterungsdauer [h]	47	47
Sauerstoffvolumenstrom [l/h]	7	7
Kugelanzahl	3	3
Kugeldurchmesser [mm]	30	30
Rotationsgeschwindigkeit [U/Min]	4	4

Darüber hinaus ist bei der Durchführung dieser Methode so zu verfahren, wie bei der Kurzzeitalterungs-RFT nach DIN EN 12607-3 beschrieben.

Hinsichtlich der zu erzielenden Praxisrelevanz dieser neuen Methode war zu beweisen, dass die Auswirkungen der Alterung mit denen nach dem RCAT-Verfahren vergleichbar sind. Dieser Beweis konnte im Rahmen der Präzisionen der angewandten Methoden erbracht werden. Die Untersuchungen, die auf das Kälteverhalten (BBR) sowie das Verhalten bei mittleren Temperaturen (Penetration, Duktilität bzw. Kraftduktilität) reflektieren, führten zu sehr guten Übereinstimmungen. Die Untersuchungen im oberen Bereich der Anwendungstemperaturen von Asphalt (DSR, Erweichungspunkt Ring und Kugel) zeigten mit wenigen Ausnahmen gute Übereinstimmungen.

Einige systematische Abweichungen im Bereich der kompositionellen Zusammensetzung von Bitumen waren beim Vergleich der beiden Alterungsmethoden RCAT und Langzeitalterungs-RFT zu verzeichnen. Diese Abweichungen sind jedoch als gering zu bewerten, da kein entsprechender Einfluss auf das Gebrauchsverhalten der untersuchten Bindemittelproben mit Hinblick auf die Anwendung im Asphaltstraßenbau festzustellen war.

Die schlechte Präzision der Brechpunktmethode nach Fraaß wurde im Verlauf des Forschungsprojektes erneut bestätigt, wodurch die Notwendigkeit eines alternativen Verfahrens zur Beurteilung der Kälteflexibilität von Bindemitteln (BBR) unterstrichen wird.

Die Schwierigkeiten bei der durchzuführenden Extrapolation zur Ermittlung der Nullscherviskosität (ZSV) im Alterungsstadium "langzeitgealtert" machen die Notwendigkeit einer Überarbeitung dieser Messmethode deutlich. Frische und kurzzeitgealterte Straßenbaubindemittel können in dieser Hinsicht demgegenüber bereits erfolgreich und ausreichend präzise vermessen werden.

4. Folgerungen für die Praxis

Das im Rahmen dieses Forschungsprojektes erarbeitete Langzeitalterungsverfahren bietet die Möglichkeit einer erweiterten Qualitätsbetrachtung des Straßenbaustoffes Bitumen. Es sollte daher umgehend auf breiter Front in mehreren Laboratorien angewendet werden, um einen Erfahrungshintergrund über die bereits beim RCAT-Verfahren bestehenden Erkenntnisse hinaus auszubauen. In dieser Hinsicht ist eine zukünftige Normung dieses Verfahrens zu empfehlen. Im Rahmen der Europäischen Normungsaktivitäten ist diese Methode bereits auf ein großes Interesse gestoßen und als einer der Vorschläge zur Möglichkeit der Simulation der Langzeitalterung von Bitumen im Labor akzeptiert worden.

Hinsichtlich der Möglichkeiten der Auswertung des sehr umfangreichen Datenmaterials (18 Bitumenmuster aus sechs unterschiedlichen Sorten und von drei unterschiedlichen Herstellern, modifiziert sowie nicht modifiziert, in drei unterschiedlichen Alterungsstadien) sind im Rahmen dieses Forschungsprojektes nicht alle Möglichkeiten ausgeschöpft worden, da dieses nicht zum Ziel der vorliegenden Arbeit gehörte. So könnten beispielsweise jedoch Korrelationen über die Änderung der einzelnen Messwerte von Alterungsstadium zu Alterungsstadium hinweg vertiefende Erkenntnisse über Alterungsverhalten sowie deren Einflussfaktoren führen. □