

## Verfahren zur Prognose des Alterungsverhaltens von Asphalt

FA 7.259

Forschungsstelle: HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH, Pinneberg  
 Bearbeiter: Hase, M. / Beyersdorf, W. / Hanse, A. / Rademacher, K  
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn  
 Abschluss: Oktober 2017

### 1 Aufgabenstellung

Auf Grundlage bereits existierender Erkenntnisse war im Rahmen des Forschungsvorhabens ein Verfahren zu entwickeln und/oder zu optimieren, mit dem im Laboratorium Asphaltprobekörper praxisadäquat gealtert werden können. Es waren Asphaltprobekörper zu wählen, die zur prüftechnischen Ansprache der Performanceeigenschaften von Asphalt, dem Verformungs-, Kälte- und Ermüdungsverhalten, geeignet sind. Bei dem zu entwickelnden Alterungsverfahren waren die Versuchsbedingungen/-parameter so zu wählen, dass mögliche Einflüsse auf die Performance des Asphalts durch Alterung mit den gängigen Performance-Prüfungen erkannt beziehungsweise angesprochen werden können. Die so gewonnenen Erkenntnisse können eine mögliche Grundlage darstellen, um in einem weiteren Schritt mögliche Rückschlüsse auf die Dauerhaftigkeit abzuleiten. Während der Bearbeitung des Forschungsvorhabens stellte sich heraus, dass das formulierte Ziel des Forschungsvorhabens aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse geändert werden musste und schwerpunktmäßig die Entwicklung und Optimierung eines Alterungsverfahrens Gegenstand des Forschungsvorhabens war.

### 2 Untersuchungsmethodik und -ergebnisse

Das Vorhaben ist unterteilt in fünf Projektphasen, die aufeinander aufbauen:

- Projektphase 1: Entwicklung eines Konditionierungsverfahrens zur Alterung von Asphaltprobekörpern
- Projektphase 2: Ermittlung möglicher Unterschiede im Alterungsverhalten von Asphalten mit unterschiedlichem Hohlraumgehalt
- Projektphase 3: Untersuchungen am "praktisch hohlraumfreien Asphalt" (Glasperlen-Asphalt)
- Projektphase 4: Ermittlung geeigneter Konditionierung mit geringem Druck – Variation: Konditionierungsdauer
- Projektphase 5: Ermittlung geeigneter Konditionierung mit hohem Druck – Variation: Konditionierungsdauer sowie Art/Geschwindigkeit des "Druckablasses"

Zur Herstellung der Asphalte wurde als Gesteinsart Basalt sowie Kalksteinfüller verwendet. Weiter wurde bei der Projektphase 1 noch ein Basanit/"Basaltlava" eingesetzt. Als Bindemittel wurden ein Straßenbaubitumen der Sorte 50/70 und ein polymermodifiziertes Bindemittel der Sorte 40/100-65 A verwendet.

Am Bindemittel im Lieferzustand, nach RTFOT-Alterung (Kurzzeitalterung) sowie nach RTFOT- und PAV-Alterung (Langzeit-

alterung) wurden die konventionellen Bindemittelkennwerte Nadel-Penetration nach DIN EN 1426 und Erweichungspunkt Ring und Kugel nach DIN EN 1427 ermittelt. Weiterhin wurden mit der DSR-Prüfung im Temperatursweep der Phasenwinkel sowie der Komplexe Schermodul bestimmt und die Ergebnisse als Black-Diagramm dargestellt.

Die in den einzelnen Projektphasen durchgeführten Untersuchungen wurden überwiegend an einem Asphaltbeton AC 8 D S mit Straßenbaubitumen 50/70 und mit der Gesteinsart Basalt durchgeführt. Für die Projektphase 5 wurde abweichend ein deutlich hohlraumreicherer Asphaltbeton AC 8 D S mit Straßenbaubitumen 50/70 eingesetzt (Verdichtungsgrad etwa 95 %). Weiterhin wurde in der Projektphase 2 ein Offenporiger Asphalt PA 8 mit polymermodifiziertem Bindemittel 40/100-65 A berücksichtigt.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Projektphasen eingegangen.

#### 2.1 Projektphase 1

Im Rahmen der ersten Projektphase wurden zunächst zwei unterschiedliche Konditionierungsverfahren für die Alterung von Asphaltprobekörpern (Prismen) vergleichend angewendet.

Einerseits wurde ein mit modifizierten Parametern angewandtes Verfahren, was in der Kunststoffindustrie zur Simulation einer zeitraffenden künstlichen Bewitterung eingesetzt wird, um so die Wirkung insbesondere von Sonnenstrahlung, Wärme und Feuchtigkeit auf Kunststoffe/Beschichtungen zu simulieren, genutzt. Das verwendete Bewitterungsgerät entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO 4892-1 und 4892-2. Für die Bewitterung relevante Bauteile sind unter anderem eine Xenonbogenlampe als Strahlungsquelle mit optischen Filtern und Strahlungsregler, Beregnungsdüsen, eine Regeleinheit für die Luftfeuchtigkeit sowie eine Regeleinheit für die Lufttemperatur. Mit dem Ziel, für die Alterung von Asphaltprobekörpern noch laborökonomischere Prüfbedingungen zu schaffen, wurde eine Konditionierungszeit von vier Wochen gewählt. Während der Versuchsdauer (Konditionierung) wurden die Asphaltprobekörper entsprechend einem definierten Beanspruchungszyklus praktisch kontinuierlich beansprucht/konditioniert. Im Wechsel wurden die Asphaltprobekörper jeweils 102 Minuten in trockener Umgebung (65 % relative Luftfeuchtigkeit) und bei Licht (Bestrahlungsstärke  $0,51 \pm 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ nm})$ ) gelagert, gefolgt von 18 Minuten mit Sprühwasserbeaufschlagung und in Dunkelheit. Die Temperatur während der Konditionierung betrug  $48 \text{ }^\circ\text{C}$  (Schwarzstandard-Temperatur) beziehungsweise  $32 \text{ }^\circ\text{C}$  (Prüfkammertemperatur). Dieses Verfahren wird im Weiteren als "BSS" (Bewitterungsschranksystem-Verfahren) bezeichnet.

Des Weiteren wurde ein Verfahren in Anlehnung an bestehende Prüfverfahren (SATS-Prüfung nach DIN EN 12697-45, PAV-Verfahren nach DIN EN 14769) entwickelt, im Weiteren als "PAV-A-Verfahren" bezeichnet, und zur Konditionierung von Asphaltprobekörpern angewendet. Das Prinzip des im Rahmen dieses Forschungsvorhabens angewandten Konditionierungsverfahrens PAV-A entspricht dem der beschleunigten Langzeit-Alterung mit einem Druckalterungsbehälter wie in der DIN EN 14769 für

Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel beschrieben. Im Rahmen der ersten Projektphase wurde ein Druck von 2,1 MPa in Analogie zu DIN EN 14769 (PAV-Verfahren) und DIN EN 12697-45 gewählt, im Hinblick auf eine laborökonomische Versuchsdurchführung die Versuchsdauer mit 20 Stunden festgelegt und die Konditionierungstemperatur im oberen Gebrauchstemperaturbereich (30, 40, 50, 60 °C) variiert.

Jeweils an "ungealterten" prismatischen Probekörpern (Nullvarianten) sowie mit dem BSS beziehungsweise PAV-A-Verfahren konditionierten Probekörpern wurden Einaxiale Zugversuche sowie Abkühlversuche gemäß TP Asphalt-StB, Teil 46 A durchgeführt. An den Probekörpern nach Konditionierung mit dem BSS-Verfahren (untersuchte Varianten AC 8 D S mit Basalt beziehungsweise mit Basanit) wurde ein ungünstigeres Relaxationsvermögen gegenüber nicht konditionierten Probekörpern festgestellt, die kryogenen Zugspannungen nehmen mit abnehmender Temperatur vergleichsweise schneller zu. Bei den PAV-A-konditionierten Varianten (AC 8 D S mit Basalt) wurde hingegen bei den Abkühlversuchen eine geringere Zunahme der kryogenen Zugspannungen gegenüber der Nullvariante mit abnehmender Temperatur konstatiert. Je höher die Konditionierungstemperatur während des PAV-A-Verfahrens ist, umso geringer ist die Zunahme der kryogenen Zugspannungen gegenüber der Nullvariante mit abnehmender Temperatur. An der Oberfläche der PAV-A-konditionierten Probekörper konnten visuell Gefügestörungen/-veränderungen konstatiert werden.

## 2.2 Projektphase 2

Im Rahmen der zweiten Projektphase erfolgte die Konditionierung der Probekörper nur mit dem PAV-A-Verfahren. Basierend auf den Ergebnissen und Erkenntnissen der ersten Projektphase, während die gewählten Konditionierungsbedingungen mit dem PAV-A-Verfahren aufgrund von Gefügeveränderungen/-störungen der Asphaltprobekörper als zu "scharf" eingestuft wurden, wurde bei der Projektphase 2 die Druckbeaufschlagung verringert. Zur Ermittlung möglicher Unterschiede im Alterungsverhalten von Asphalten mit unterschiedlichen Hohlraumgehalten wurden ein Asphaltbeton AC 8 D S (Gesteinsart: Basalt, Straßenbaubitumen: 50/70) sowie ein Offenporiger Asphalt PA 8 (Gesteinsart: Basalt, Polymermodifiziertes Bitumen: 40/100-65 A) mit einer Variation der Temperatur (30 und 60 °C) und des Drucks (2,1, 1,0, 0,5 MPa) mittels PAV-A-Verfahren konditioniert. Die Konditionierungsdauer wurde mit 20 Stunden konstant gehalten.

Anhand von Abkühlversuchen kann konstatiert werden, dass sowohl bei den mit 30 °C sowie bei den mit 60 °C konditionierten Asphaltbetonvarianten mit zunehmender Druckbeanspruchung, die Abkühlkurven einen flacheren Verlauf aufweisen. Für die Variante mit den hier gewählten "stärksten" Konditionierungsbedingungen (60 °C – 2,1 MPa, 20 h) ist eine deutliche Abnahme der Zugfestigkeit zu konstatieren. An den übrigen untersuchten, konditionierten Varianten wurden Werte für die Zugfestigkeit in der Größenordnung der Zugfestigkeiten der Nullvariante sowie größere Werte ermittelt. Vereinzelt und unsystematisch ist eine Zunahme der Bruchdehnung zu konstatieren. Die Abkühlkurven verlaufen bei allen untersuchten PA 8-Varianten, für einen Offenporigen Asphalt typisch, sehr flach, da aufgrund der praktisch nur "punktuellen Bindemittelbrücken" quasi keine kryogenen Zug-

spannungen aufgebaut werden können. Bei den bei 60 °C konditionierten Probekörpern konnten im Abkühlversuch nahezu überhaupt keine Spannungen mehr aufgebaut werden. Für die konditionierten Varianten ist überwiegend eine Abnahme der Zugfestigkeit, insbesondere bei den mit einem Druck von 2,1 MPa konditionierten Varianten (30 sowie 60 °C) zu erkennen.

Unsystematisch ist bei den untersuchten, konditionierten Varianten eine Zunahme der Bruchdehnung zu verzeichnen. Die Raumdichten der prismatischen Probekörper wurden jeweils vor und nach Konditionierung ermittelt. Beim AC 8 D S konnte anhand der Raumdichte vor und nach Konditionierung eine deutliche Zunahme des Hohlraumgehalts an den prismatischen Probekörpern der Asphaltvariante AC 8 D S ermittelt werden. Hierbei konnte beobachtet werden, dass die Zunahme des Hohlraumgehalts durch den Druck sowie durch die Temperatur beeinflusst wird. Je höher der Druck beziehungsweise die Temperatur, desto größer ist die Zunahme im Hohlraumgehalt. Bei vergleichsweise "stärkeren" Konditionierungsbedingungen – Konditionierungstemperatur von 60 °C und ein Konditionierungsdruck von 2,1 MPa – wurde auch bei der Asphaltvariante PA 8 eine Zunahme des Hohlraumgehalts nach PAV-A festgestellt.

Am rückgewonnenen Bindemittel aus prismatischen Probekörpern (Nullvariante sowie konditionierte Varianten) wurden konventionelle Bindemittelkennwerte (Erweichungspunkt Ring und Kugel, Nadelpenetration) sowie die Performance-Kennwerte (aus BBR-, DSR-Versuch, MSCR-Test) ermittelt. Die am rückgewonnenen Bindemittel bestimmten Bindemittelkennwerte der hier untersuchten, konditionierten Asphaltbetonvarianten mit den vergleichsweise "stärksten" Konditionierungsbedingungen (60 °C, 2,1 MPa, 20 h) beziehungsweise mit den vergleichsweise "schwächsten" Konditionierungsbedingungen (30 °C, 0,5 MPa, 20 h) sowie für die Nullvariante entsprechen in der Größenordnung dem Alterungszustand vom Bindemittel (Straßenbaubitumen 50/70) nach RTFOT-Alterung (Kurzzeitalterung). Die am aus prismatischen Probekörpern aus offenporigem Asphalt rückgewonnenen Bindemittel (40/100–65 A) bestimmten konventionelle Bindemittelkennwerte (Erweichungspunkt Ring und Kugel, Nadelpenetration) sowie die im BBR-Versuch bestimmten Biege- und im DSR-Versuch gemessenen Komplexen Schermoduln entsprechen für die konditionierten PA-Varianten sowie für die Nullvariante in der Größenordnung etwa der Bindemittelalterung nach RTFOT- + PAV-Alterung. Nach dem Kennwert Phasenwinkel (aus DSR-Versuch) sowie den Kennwerten aus den MSCR-Tests lassen die konditionierten PA-Varianten sowie die Nullvariante zwischen den Kennwerten am nur RTFOT-gealterten und dem RTFOT- + PAV-gealterten Bindemittel einordnen.

Die an extrahierten Bindemittelproben ermittelten Bindemittelkennwerte weisen darauf hin, dass mit den in der zweiten Projektphase beim PAV-A-Verfahren gewählten Konditionierungsbedingungen nur eine geringfügige "Alterung" des Bindemittels erfolgt. Die durch die Konditionierung erwirkte Bindemittelalterung wird überlagert von der Alterung, die während der Mischgutherstellung, Plattenherstellung und/oder der Rückgewinnung stattfindet. Beim dichten Asphaltbeton sowie bei dem Offenporigen Asphalt kann anhand der ermittelten Bindemittelkennwerte nicht unterschieden werden zwischen konditionierten Varianten und Nullvarianten. Weiter kann auch kein Unterschied in der "Schärfe" der Konditionierung (Variation der Konditionierungs-

bedingungen) erkannt werden. Vielmehr wird bei der Konditionierung das Gefüge der Asphaltprobekörper verändert beziehungsweise geschädigt und es kann eine Zunahme der Hohlraumgehalte der Probekörper durch die Konditionierung konstatiert werden.

Die Gefügeschädigung macht sich bei den Abkühlversuchen an den konditionierten Varianten dadurch bemerkbar, dass weniger Spannungen aufgebaut werden können und nicht, wie bei einem gealterten, verhärteten Bindemittel eine vergleichsweise schnellere Zunahme der kryogenen Spannungen mit abnehmender Temperatur aufgrund eines schlechteren Relaxationsvermögens beobachtet werden kann.

### 2.3 Projektphase 3

Um Hinweise zu bekommen, ob die in den Projektphasen 1 und 2 erkannten Gefügeveränderungen der Asphaltprobekörper auch bei praktisch hohlraumfreien Asphalten eintreten können und gegebenenfalls auch in kleinste Hohlräume der Gesteinskörner unter Druckbeanspruchung Luft gepresst und eine mechanische Beanspruchung der Gesteine resultieren kann, wurden für die Projektphase 3 praktisch hohlraumfreie Probekörper, in Anlehnung an einen Gussasphalt, hergestellt und konditioniert.

Die Gesteinskörnung eines Asphalts wurde durch Glasperlen aus Kalknatronglas, die eine dichte Struktur aufweisen, ersetzt. Aus Glasperlen und Straßenbaubitumen wurde in Anlehnung an einen Gussasphalt der praktisch hohlraumfreie "Glasperlen-Asphalt" konzipiert. Dafür wurden polierte Glaskugeln aus Kalknatronglas mit einer Korngröße von 1,55 bis 1,85 mm mit einem Straßenbaubitumen der Sorte 30/45 in einem Verhältnis von 3:1 vermengt. Aus diesem Gemisch wurden prismatische Probekörper hergestellt und mittels PAV-A-Verfahren konditioniert. Die Temperatur lag dabei bei 30 °C und die Versuchsdauer bei 20 Stunden. Zur Untersuchung eines möglichen Einflusses der Größe der Druckbeanspruchung auf die gegebenenfalls vorhandene Gefügeveränderung wurde der Druck bei der Konditionierung mit dem PAV-A-Verfahren mit 0,1, 0,5, 1,0 beziehungsweise 2,1 MPa variiert. Sowohl vor als auch nach der Konditionierung wurden die Abmessungen der Probekörper durch Ausmessen sowie die Raumdichte nach TP Asphalt-StB, Teil 6, Verfahren A ermittelt. Auch bei diesem "praktisch" hohlraumfreien Asphalt ("Glasperlen-Asphalt") kann eine Zunahme des Hohlraumgehalts beziehungsweise Abnahme der Raumdichte festgestellt werden. Somit dringt Luft während der Konditionierung mittels PAV-A auch noch in die kleinsten Hohlräume ein und bewirkt eine Gefügestörung. Ein zunehmend höherer Druck bei der Konditionierung führt zu einer zunehmend größeren Abnahme der Raumdichte des "Glasperlen-Asphalts". Die Änderungen der Raumdichte durch die Konditionierung deutet darauf hin, dass unter Druckbeanspruchung auch bei einem "praktisch" hohlraumfreien Asphalt ("Glasperlen-Asphalt") Luft auch noch in die kleinsten Hohlräume im Bindemittel gepresst wird, und somit generell eine Gefügeveränderung/-störung durch die Konditionierung im PAV-A-Verfahren stattfindet. Dieses Phänomen ist auch bei der Langzeitalterung (PAV) von reinem Bindemittel im Druckalterungsbehälter zu beobachten. Hier ist eine Blasenbildung am Ende der Konditionierung auf der Oberfläche der Probe zu beobachten.

An am rückgewonnenen Bindemittel bestimmten Werten für den Erweichungspunkt Ring und Kugel sowie den Ergebnissen aus dem DSR T-Sweep lässt sich weiter erkennen, dass der "äußere" Bereich der Probekörper tendenziell stärker beansprucht (konditioniert) wird als der "innere" Bereich. Generell lässt sich auch eine zu "schwache" Konditionierung ableiten, da die Ergebnisse des extrahierten Bindemittels aus den Probekörpern eher auf dem Niveau der Ergebnisse am Bindemittel nach der Kurzzeitalterung liegen.

### 2.4 Projektphase 4

Um die Gefügeveränderung/-störung so gering wie möglich zu halten, wurde die Druckbeanspruchung bei der Konditionierung in der vierten Projektphase noch weiter reduziert. Es wurde versucht, eine ("Langzeit-")Alterung" durch die Anpassung der Konditionierungsdauer hervorzurufen.

Konditioniert wurden Asphalt-Probekörper AC 8 D S. Beim PAV-A wurde die Druckstufe auf 0,1 MPa reduziert und die Prüftemperatur mit 30 °C konstant gehalten. Die Konditionierungszeit wurde mit 20, 40, 60 beziehungsweise 80 Stunden schrittweise verlängert. Parallel zu den Asphalt-Probekörpern wurden auch Bindemittelproben und "loses" Asphaltmischgut gleichzeitig konditioniert, um weitere Vergleichswerte zu erhalten. Im Anschluss an die PAV-A-Alterung wurde das Bindemittel aus den prismatischen Probekörpern beziehungsweise dem "losen" Asphaltmischgut extrahiert und zurückgewonnen und der Erweichungspunkt Ring und Kugel bestimmt sowie der T-Sweep im Dynamischen Scherrheometer (DSR) durchgeführt. Analog wurden die konditionierten Bindemittelproben untersucht. Mit den in der vierten Projektphase gewählten Konditionierungsbedingungen kann anhand der ermittelten Bindemittelkenndaten konstatiert werden, dass eine Langzeitalterung des Bindemittels weder an den Asphalt-Probekörpern und auch nicht am "losen" Asphaltmischgut oder "reinen" Bindemittel erwirkt wird.

### 2.5 Projektphase 5

In der fünften und letzten Projektphase wurden nochmals systematisch Versuche mit verschiedenen Konditionierungsbedingungen durchgeführt, um zu einer geeigneten Konditionierung mit dem Ergebnis einer ("Langzeit-")Alterung" der Probekörper zu gelangen. Um eine Gefügestörung zu minimieren, wurde bei den folgenden Untersuchungen der Druck teilweise langsamer, stufenweise am Ende der Konditionierungsphase abgelassen. Bei dem langsamen, stufenweisen Ablassen des Drucks wurde der Druck in einer Geschwindigkeit mit 0,1 MPa/h abgelassen. Hierbei wurde die Konditionierungstemperatur konstant gehalten. Bei dieser Druckablass-Methode "langsam, stufenweise" verlängerte sich die Konditionierungsdauer um 21 Stunden. Die normale Regelung des Ablassens des Drucks gemäß DIN EN 14769 wird mit einer Geschwindigkeit von 0,2 MPa/min durchgeführt. Die Konditionierungstemperatur wird während dieses Vorgangs nicht aufrechterhalten.

Es wurden zwei unterschiedliche Asphaltbetone AC 8 D S ("dicht" beziehungsweise "hohlraumreich" konzipiert) geprüft. Zunächst wurden bei einer Konditionierungsdauer von 20 Stunden und einem Druck von 2,1 MPa jeweils bei 30 und 60 °C Probekörper der Variante AC 8 D S (dicht) konditioniert, um den Einfluss der Druckablass-Methode bei unterschiedlichen Tempera-

turen zu ermitteln. Weiter wurde bei einer Temperatur von 60 °C und einem Druck von 2,1 MPa die Konditionierungsdauer noch einmal deutlich erhöht. Es wurden neben den Versuchen mit Konditionierungsdauern von 20 Stunden noch Versuche mit Konditionierungsdauern von 80 und 160 Stunden durchgeführt, wobei jeweils noch die Druckablass-Methode variiert wurde. An den konditionierten Asphalten wurden Bindemittelkennwerte am rückgewonnenen, extrahierten Bindemittel, wie der Erweichungspunkt Ring und Kugel und das Verformungsverhalten im Dynamischen Scherrheometer, bestimmt, wobei zwischen "innerem" und "äußerem" Bereich der konditionierten Probekörper unterschieden wurde. Zudem wurde an den Probekörpern vor und nach Konditionierung die Raumdichte bestimmt, um mögliche Gefügeveränderung zu erfassen. Ergänzend wurden Abkühlversuche an den jeweiligen Varianten durchgeführt.

Aus den in der fünften Projektphase durchgeführten Untersuchungen werden folgende, wesentliche Erkenntnisse gewonnen:

Durch ein langsames, stufenweises Druckablassen am Ende der Konditionierung kann die festgestellte Gefügestörung (Abnahme der Raumdichte) des Asphalts verringert, aber nicht gänzlich ausgeschlossen werden. An der hohlraumreicheren Asphaltbetonvariante werden im Vergleich zur dichten Variante größere Gefügeveränderungen beobachtet. Die erkannten Gefügeschädigungen spiegeln sich in den flachen Verläufen der Abkühlversuche wieder, wobei vom Asphalt nur geringe Zugspannungen aufgebaut werden und woraus am Versuchsende vergleichsweise geringere Werte für die Bruchspannung resultieren. Anhand der Bindemittelkenndaten konnten bei der dichten Asphaltbetonvariante in Abhängigkeit von den gewählten Konditionierungsbedingungen eine Spreizung/Unterschiede im Alterungsfortschritt erkannt werden. Bei der insgesamt stärker gealterten hohlraumreicheren Asphaltbetonvariante konnte jedoch kein systematischer Zusammenhang/Einfluss der variierten Konditionierungsbedingungen erkannt werden. Die anhand der Bindemitteluntersuchungen erkannte "Alterung" des Bindemittels, die mit zunehmender Alterung und Versprödung zu einer Reduzierung des Relaxationsvermögens führt und einen steileren Anstieg der Abkühlkurven vermuten lässt, wird durch das Phänomen der Gefügestörung so stark überlagert, dass hier tendenziell gegenteilige (flachere) Verläufe mit zunehmender "Alterung" zu konstatieren sind.

Anhand der im Rahmen des Forschungsvorhabens gewonnenen Erkenntnisse mit dem PAV-A-Verfahren zur Konditionierung/"Alterung" von Asphalt-Probekörpern ist festzuhalten, dass mit den Konditionierungsbedingungen, die erforderlich sind, um eine (Langzeit-)Alterung (des Bindemittels) zu erwirken, eine Gefügeveränderung/Gefügezerstörung einhergeht. Die Gefügeveränderung/Gefügezerstörung der Asphalt-Probekörper hat zur Folge, dass die Performance-Kennwerte, wie am Beispiel der Abkühlkurven erkannt, "untypisch" sind, was zu Fehlinterpretationen führen kann. Eine weitere Anpassung des PAV-A-Verfahrens beziehungsweise der Konditionierungsbedingungen zur Erwirkung einer beschleunigten "Alterung" unter Druckbeaufschlagung wird daher als nicht zielführend erachtet.