

# Rechnerische Ermittlung von Bitumenkennwerten bei der Verwendung von Ausbausphal

FA 7.316

Forschungsstelle: ASPHALTA Prüf- und Forschungslaboratorium GmbH, Berlin

Bearbeiter: Rückert, P.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn

Abschluss: September 2023

## 1 Einleitung

Derzeit ist die Zugabemenge von Asphaltgranulat neben der Gleichmäßigkeit<sup>1</sup> und der Maschinentchnik<sup>2</sup> vom resultierenden Erweichungspunkt Ring und Kugel<sup>3</sup> abhängig. Durch die erhöhten Modifikationen der letzten Jahre und voraussichtlich kommenden Jahrzehnte zur Verbesserung der Bindemittleigenschaften ist der Kennwert Erweichungspunkt Ring und Kugel nicht mehr das passende Instrumentarium zur Ansprache der Bindemittelqualität.

$$T_{R\&Bmix} = a \cdot T_{R\&B1} + b \cdot T_{R\&B2}$$

(Auszug Abschnitt 3.1.1 der TL Asphalt-StB)

Mit Aufnahme des Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahrens (BTSV)<sup>4</sup> und der damit einhergehenden Äqui-Schermodultemperatur in den Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau<sup>5</sup> wurden national Erfahrungen gesammelt. Diese belegen, dass mit der Äqui-Schermodultemperatur ( $T_{BTSV}$ ) und dem zugehörigen Phasenwinkel ( $\delta_{BTSV}$ ) ein gegenüber dem Erweichungspunkt Ring und Kugel (EP RuK) rheologisch sinnvollerer Kennwert ermittelt werden kann. Gerade bei modifizierten Bindemitteln wird die Härte des Bindemittels mit dem Erweichungspunkt Ring und Kugel überschätzt und führt in den meisten Fällen fälschlicherweise zu einem Ausschluss von geeignetem Asphaltgranulat aus dem Wiederverwendungskreislauf.

Zur Ressourcenschonung wurde bereits auf Länderebene gegengesteuert und das Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren bei der Beurteilung von anfallendem Asphaltgranulat<sup>6, 7</sup> oder bei der Regulierung der Zugabemenge an Asphaltgranulat<sup>8</sup> vorgeschrieben.

## 2 Ziel des Forschungsvorhabens

Als übergeordnetes Ziel soll eine Möglichkeit geschaffen werden, primär die resultierende Äqui-Schermodultemperatur von Bitumenmischungen anhand der Kennwerte des eingesetzten Frischbindemittels und des Bindemittels aus Asphaltgranulat äquivalent zur bisherigen Vorgehensweise des resultierenden Erweichungspunkts Ring und Kugel berechnen zu können.

Sekundär wird ein Verfahren zur Übertragbarkeit der Methodik auf den resultierenden Phasenwinkel betrachtet.

Die abgeleiteten Methoden sollen dazu beitragen, Asphaltgranulate mit gezielten Bindemittleigenschaften optimaler einzusetzen.

## 3 Konzept

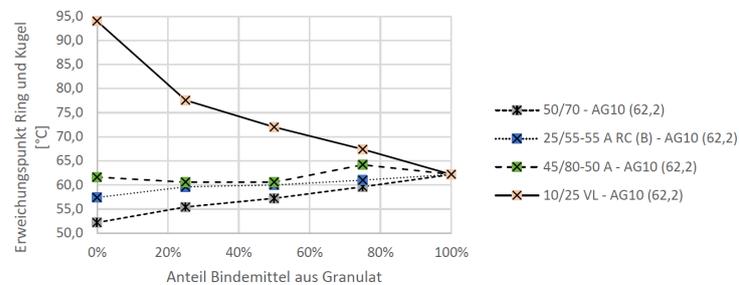
Ausgewählte Frischbindemittel und Bindemittel aus Granulaten wurden in drei Abstufungen (25, 50 und 75 M.-%) im Labor gemischt.

An diesen Labormischungen wurden die Äqui-Schermodultemperatur und der korrespondierende Phasenwinkel mit dem Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren sowie der Erweichungspunkt Ring und Kugel bestimmt.

Insgesamt wurden 222 Mischungen zuzüglich der Voruntersuchungen an 14 Asphaltgranulaten, 13 Frischbindemitteln sowie vier Modifizierungen mit zwei chemischen Temperaturabsenkern untersucht.

## 4 Untersuchungsergebnisse

Nachfolgend ist eine kleine Stichprobe der Untersuchungsergebnisse grafisch aufbereitet dargestellt. Diese enthalten Mischungen mit je einem Asphaltgranulat und vier verschiedenen Frischbindemitteln.



**Bild 1: Zusammenfassende Darstellung exemplarischer Mischungen mit dem Asphaltgranulat AG 10 und unterschiedlicher Frischbindemittel – Erweichungspunkt Ring und Kugel**

<sup>1</sup> (TL AG-StB, Ausgabe 2009)

<sup>2</sup> (M WA, Ausgabe 2009/Fassung 2013)

<sup>3</sup> (TL Asphalt-StB, Ausgabe 2007/Fassung 2013)

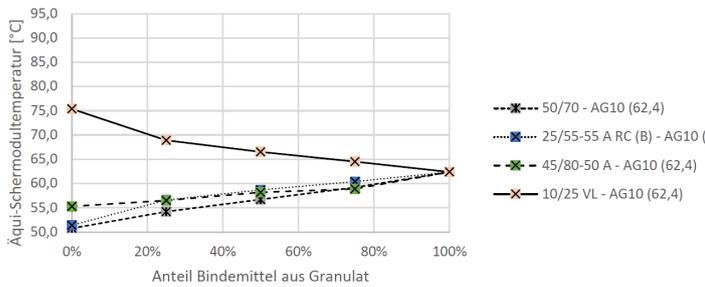
<sup>4</sup> (AL DSR-Prüfung (BTSV), Ausgabe 2017)

<sup>5</sup> (ARS Nr. 08/2019, 2019)

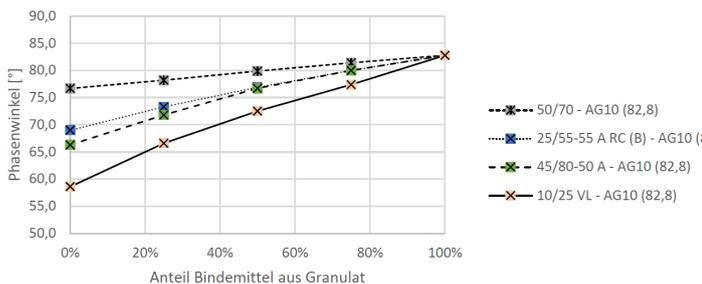
<sup>6</sup> (Voruntersuchungen für Erhaltungsmaßnahmen, Fassung 12/2022)

<sup>7</sup> (AV Berlin, Bekanntmachung vom 24. März 2021)

<sup>8</sup> (ETV-StB-BW - Teil 3, Ausgabe 2020)



**Bild 2:** Zusammenfassende Darstellung exemplarischer Mischungen mit dem Asphaltgranulat AG 10 und unterschiedlicher Frischbindemittel – Äqui-Schermodultemperatur



**Bild 3:** Zusammenfassende Darstellung exemplarischer Mischungen mit dem Asphaltgranulat AG 10 und unterschiedlicher Frischbindemittel – Phasenwinkel

Mischungen mit einem Straßenbaubitumen weisen einen nahezu linearen Zusammenhang bei allen Verfahren auf. Vereinzelt Abweichungen hiervon treten vorwiegend bei Verwendung eines vermuteten modifizierten Bindemittels aus dem Asphaltgranulat auf.

Bei Verwendung von gebrauchsfertig polymermodifizierten Bitumen nimmt die Linearität des Erweichungspunkt Ring und Kugel Verfahrens im Vergleich zum Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren ab. Signifikante Abweichungen sind vor allem beim Einsatz von hoch modifizierten Bindemitteln erkennbar.

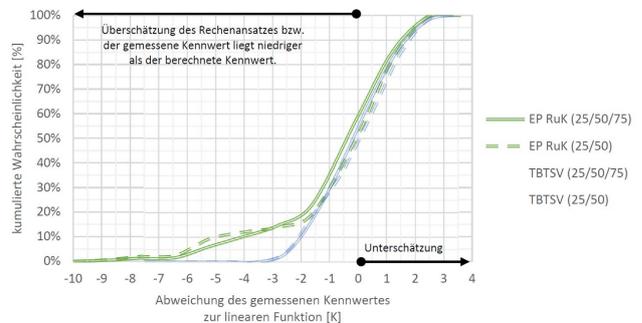
Bei einer Mehrfachmodifizierung mit einem gebrauchsfertig polymermodifizierten und viskositätsveränderten Bindemittel nimmt die Linearität des Erweichungspunktes Ring und Kugel-Verfahrens im Vergleich zum Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren deutlich ab.

Der korrespondierende Phasenwinkel weist eine vergleichbare Linearität beziehungsweise einen vergleichbaren Zusammenhang auf wie die Äqui-Schermodultemperatur des Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahrens.

## 5 Interpretation der Ergebnisse

Aus den zur Verfügung stehenden Daten wurden die absoluten Abweichungen (Residuen) zwischen den gemessenen Daten und dem linearen Ansatz der TL Asphalt-StB ausgehend von dem bekannten Ausgangswert des Frischbindemittels und dem rückgewonnenen Bindemittel des Asphaltgranulats berechnet.

Die Residuen wurden kumulativ zusammengefasst und sind nachfolgend exemplarisch für den Erweichungspunkt Ring und Kugel und die Äqui-Schermodultemperatur dargestellt. Entsprechend dem Ansatz der TL Asphalt-StB wurden alle Mischungen unabhängig von der Art des Frischbindemittels betrachtet, da im derzeitigen Regelwerk ebenfalls keine Einschränkungen zur Anwendung getroffen werden.



**Bild 4:** Summenhäufigkeit der Residuen unter Berücksichtigung des Erweichungspunktes Ring und Kugel und der Äqui-Schermodultemperatur unter dem Ansatz eines linearen Modells

Der Vergleich beider Verfahren über die Verteilung der Residuen (vergleiche Bild 4) zeigt vor allem bei einer Überschätzung des Kennwertes einen deutlichen Vorteil der Äqui-Schermodultemperatur gegenüber dem Erweichungspunkt Ring und Kugel. Es liegen ca. 20 % der gemessenen Erweichungspunkte Ring und Kugel um 2 bis 7 Kelvin unterhalb der berechneten Erweichungspunkte Ring und Kugel.

## 6 Zusammenfassung und Empfehlung

Die Linearität der Verfahren wurde über insgesamt 74 Variationen an Mischungen mit verschiedenen Frischbindemitteln und Bindemitteln aus Asphaltgranulaten in drei verschiedenen Mischungsverhältnissen untersucht. Die Prüfung, ob der in der TL Asphalt-StB beschriebene lineare Ansatz für die Prüfmethode anwendbar ist, wurde über die Abweichungen zwischen den gemessenen und berechneten Kennwerten festgemacht. Es wurde berücksichtigt, dass eine Abweichung vorhanden sein darf, solange diese über die jeweilige Präzision des Verfahrens abgedeckt wird. Vereinfacht wurden die Abweichungen ausgezählt und prozentual in nachfolgender Tabelle dargestellt, wie viele der Abweichungen innerhalb der Verfahrenspräzision liegen.

**Tabelle 1:** Zusammenfassung des Erfüllungsgrads eines linearen Ansatzes für alle Prüfmethode in Abhängigkeit von der Bitumenart und -sorte

Zeile	Zur Betrachtung herangezogene Bitumenarten und -sorten	Erweichungspunkt Ring und Kugel	Prüfmethode Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren	
			Äqui-Schermodultemperatur	Phasenwinkel
1	Alle Bitumenarten und -sorten	88%	100%	99%
2	Straßenbaubitumen	93%	90%	100%
3	Polymermodifizierte Bitumen	96%	100%	99%
4	gebrauchsfertig viskositätsveränderte Bitumen	61%	100%	96%

Es wurden alle Ergebnisse in Prozent angegeben, welche eine Abweichung zwischen dem gemessenen und berechneten Kennwert innerhalb der Vergleichspräzision der Verfahren aufweisen. Bei Betrachtung unterschiedlicher Bitumenarten wird die jeweilige Vergleichspräzision der Bitumen als tolerierbare Abweichung herangezogen.

Die TL Asphalt-StB differenziert nicht nach der Bitumenart oder -sorte, sodass zur Interpretation die Zeile 1 der Tabelle 1 betrachtet werden muss. Demzufolge wird der lineare Ansatz der TL Asphalt-StB vom zurzeit durchgeführten Verfahren - dem Erweichungspunkt Ring und Kugel - nur von 88 % der Untersuchungsergebnisse erfüllt. Bei dem Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren erfüllen nahezu 100 % der Untersuchungsergebnisse den linearen Ansatz.

Die Schwächen des derzeit angewandten Erweichungspunkt Ring und Kugel-Verfahrens liegen auf die in Zukunft häufiger vorkommenden viskositätsveränderten und/oder hochpolymer-modifizierten Bindemittel begründet. Mit dem Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren konnten keine signifikanten Schwächen bei den modifizierten Bindemitteln erkannt werden.

Die Ergebnisse und Möglichkeiten des Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahrens zeigen gegenüber dem derzeit angewandten Verfahren einen deutlichen Mehrwert. Es wird daher empfohlen, den Ansatz der TL Asphalt wie folgt auf das anzupassen:

$$T_{BTSVmix} = a \cdot T_{BTSV1} + b \cdot T_{BTSV2}$$

und

$$\delta_{BTSVmix} = a \cdot \delta_{BTSV1} + b \cdot \delta_{BTSV2}$$

Dabei sind:

$T_{BTSVmix}$	berechnete Äqui-Schermodul temperatur des Bindemittels im resultierenden Asphaltmischgut
$T_{BTSV1}$	Äqui-Schermodul temperatur des aus dem Asphaltgranulat rückgewonnen Bindemittels
$T_{BTSV2}$	ermittelte Äqui-Schermodul temperatur des zur Verwendung vorgesehenen Frischbindemittels oder mittlere Äqui-Schermodul temperatur der Sortenspanne gemäß TL VBit-StB beziehungsweise ARS 09/2018.
$\delta_{BTSVmix}$	berechneter Phasenwinkel des Bindemittels im resultierenden Asphaltmischgut
$\delta_{BTSV1}$	Phasenwinkel des aus dem Asphaltgranulat rückgewonnen Bindemittels
$\delta_{BTSV2}$	ermittelter Phasenwinkel des zur Verwendung vorgesehenen Frischbindemittels. Bei Verwendung von Straßenbaubitumen kann ein Phasenwinkel von 80° angenommen werden.
$a$ und $b$	Masseanteile des Bindemittels aus dem Asphaltgranulat ( $a$ ) und des vorgesehenen Bindemittels ( $b$ ) mit $a + b = 1$

