

Weiterentwicklung der Prüfung des Kälteverhaltens von Straßenbaubitumen und PmB mit dem Bending Beam Rheometer

Wissenschaftlicher Kurzbericht Nr. 14 (2008)

Dipl.-Ing. Manuela Stütz, Dr.-Ing. Bernd Wallner, Ltd. Akad. Dir. Dr.-Ing. Thomas Wörner

Arbeitsgruppe 5: Bitumenhaltige Baustoffe und Gesteine

Basisförderung: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen

1 Einleitung

Um das Kälteverhalten von Bitumen und PmB als Ersatz für den Brechpunkt nach Fraaß besser beurteilen zu können, wurden national und international verschiedene Prüfverfahren entwickelt, die sich durch die Art der Belastung unterscheiden. Auf europäischer Ebene hat sich das aus dem amerikanischen SHRP hervorgegangene Bending-Beam-Rheometer (BBR) durchgesetzt.

Mittlerweile liegt eine europäische Norm für die Prüfung mit dem BBR vor. Die Prüfbedingungen und die Auswertungssystematik wurden unverändert aus der amerikanischen Norm übernommen, obwohl sich das europäische Prüfkonzept grundlegend vom amerikanischen unterscheidet, da es feste Prüfbedingungen vorschreibt, während das amerikanische System auf festen Anforderungswerten bei unterschiedlichen Prüfbedingungen beruht (performance-grades).

Die festen Prüfbedingungen der europäischen Norm lassen jedoch keine umfassende Beurteilung der Bindemittel zu, da durch die Randbedingungen weitere Eigenschaften der Bindemittel unterdrückt werden. Daher sollte das Prüfverfahren mit dem BBR zur Untersuchung des Kälteverhaltens von Straßenbaubitumen und PmB so modifiziert werden, dass eine wesentlich bessere Beurteilung der Bindemittel möglich wird.

2 Untersuchungsprogramm

Die Versuchsdurchführung erfolgte sowohl nach DIN EN 14771 (TL PmB) bei einer Temperatur von -16 °C und einer Belastung von (980 ± 50) mN als auch zusätzlich bei -12 , -20 und -24 °C sowie bei 780 und 1230 mN. Es wurden 19 Bindemittel von vier Herstellern untersucht. Als Ergebnis sind gem. DIN EN 14771 die Werte für Steifigkeit und m-Wert bei 8,0 s, 15,0 s, 30,0 s, **60,0 s**, 120,0 s und 240,0 s anzugeben.

3 Ergebnisse

Jeder Punkt der Abbildungen 1 und 2 stellt den Mittelwert aus 6 geprüften Balken dar. Drei Punkte nebeneinander sind die Ergebnisse der drei Belastungen (links 1230 mN, Mitte 980 mN, rechts 780 mN). Diese befinden sich auf dem gleichen Niveau, da die Steifigkeit unabhängig von der Belastungsgröße ist. Die drei großen Blocks beziehen sich auf die Ablesezeit (v.l.n.r. 240 s, 120 s, 60 s). In jedem Block befinden sich vier Säulen, die jeweils die Prüftemperatur von -24 °C auf der linken Seite bis -12 °C auf der rechten Seite kennzeichnen.

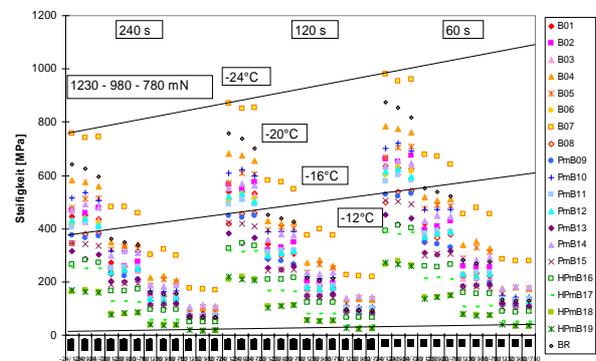


Abbildung 1: Sämtliche Ergebnisse zur Steifigkeit

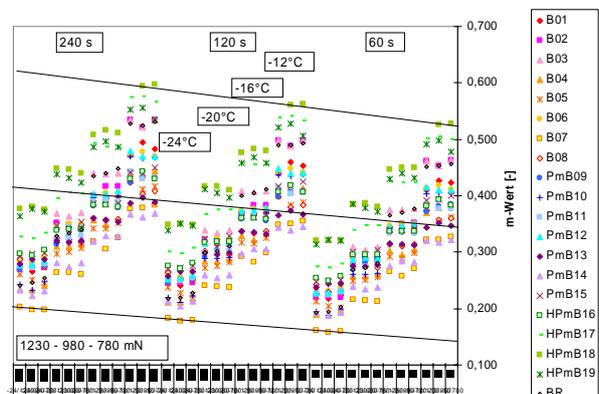


Abbildung 2: Sämtliche Ergebnisse zum m-Wert

Die Betrachtung der Steifigkeiten für alle Bindemittel ergibt die geringsten Steifigkeiten für die höher polymermodifizierten Bitumen. Straßenbaubitumen und polymermodifizierte Bitumen überschneiden sich im mittleren Bereich. Die Ergebnisse der m-Werte liegen linear in Abhängigkeit der Temperatur. Den höchsten m-Wert besitzen die höher polymermodifizierten Bitumen, die auch die geringste Steifigkeit aufweisen. Destillationsbitumen und polymermodifizierte Bitumen überschneiden sich auch hier. Während die Steifigkeit für alle Bindemittel bei kälterer Prüftemperatur weiter gespreizt ist und somit die Bindemittel besser differenziert werden können, liefert der m-Wert für alle Prüftemperaturen Ergebnisse auf gleichem Niveau. Alle Ergebnisse sind unabhängig von der Belastung. Die Kenntnis von Werten für Steifigkeit und m-Wert reicht nicht aus, um zwischen Straßenbaubitumen und polymermodifizierten Bitumen zu unterscheiden.

4 Optimierungsmöglichkeiten

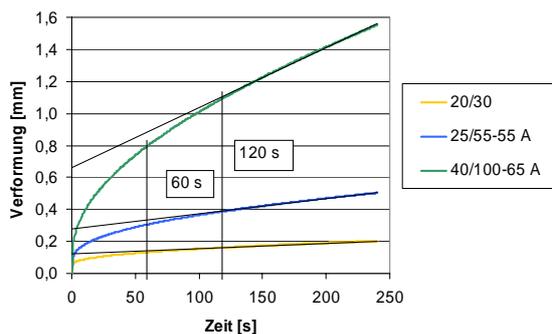


Abbildung 3: Verlauf der Durchbiegung im BBR

Abbildung 3 zeigt, dass erst zu einem späteren Zeitpunkt als $t = 60$ s, zu dem normgemäß die Berechnung von S und m stattfindet, linear viskoses Verhalten erreicht wird, so dass auch bei der Versuchsauswertung Optimierungsmöglichkeiten vorhanden sind, welche die Aussagekraft und die Präzision der Ergebnisse des BBR steigern können.

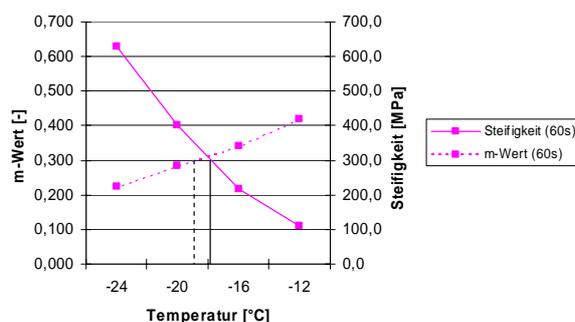


Abbildung 4: Graphische Ermittlung der Minimaltemperatur für ein Straßenbaubitumen 50/70

Hinsichtlich der Tieftemperaturanforderung gemäß SHRP könnten für jede Bindemittelsorte zwei Grenztemperaturen angegeben werden, mit denen die schadfrei aufzubringende Minimaltemperatur leicht bestimmt werden kann. Bei höher polymermodifizierten Bitumen liegt diese Temperaturspanne etwa 10°C tiefer als bei Straßenbaubitumen.

In Abbildung 4 sind die Steifigkeit und der m-Wert bei einer Ablesezeit von 60 s für ein 50/70 angetragen. Für die Ermittlung der Tieftemperaturanforderung gem. AASHTO ist der m-Wert größer 0,3 bzw. die Steifigkeit kleiner als 300 MPa relevant. Bei dem 50/70 kann somit eine Temperatur von -18°C abgelesen werden.

Nach dem Tieftemperaturkriterium ($m\text{-Wert} > 0,3$, Steifigkeit $< 300\text{MPa}$) wurde die jeweilige Mindesttemperatur ermittelt. Mit Kenntnis dieser Minimaltemperatur lassen sich für jede Bindemittelsorte Temperaturbereiche festlegen, innerhalb derer die Tieftemperaturkriterien auf jeden Fall erfüllt sind.

5 Zusammenfassung

Eine Auswertung mittels multivariater Varianzanalyse bestätigte die Ergebnisse und Schlussfolgerungen: die Prüftemperatur hat den größten Einfluss auf das Ergebnis, gefolgt von der Ablesezeit und dem Bindemittel. Eine Änderung der Belastung wirkt sich nicht auf das Ergebnis aus. Daher sind die Temperatur und die Ablesezeit zu fixieren.

Da ideal-viskoses Verhalten der Bindemittel erst nach einer Belastungsdauer von über 120 s auftritt, sollte von dem Bestimmungszeitpunkt $t = 60$ s abgegangen werden. Hierdurch wird zudem die Genauigkeit der Daten erhöht.

Um die schadfrei zu ertragende Mindesttemperatur von Bitumen zu ermitteln, können die TL Bitumen durch Angabe von zwei Prüftemperaturen für jede Bindemittelsorte ergänzt werden.

Es wird zudem vorgeschlagen, künftige Prüfungen bei einer Belastung von mindestens 980 mN durchzuführen, da insbesondere kleine Belastungen zu ungenauen Ergebnissen führen können.