



FSV-aktuell STRASSE Dezember 2007

Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße • Schiene • Verkehr

Editorial

Liebe Leserin,
Lieber Leser!

Die Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV) ist als Richtlinien erstellende Organisation massiv mit der Standardisierung im Verkehrswesen beschäftigt. Sie gibt die RVS, die Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, heraus, die auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene eingesetzt werden; auf Bundesebene sind die Richtlinien verbindlich anzuwenden. In jeder RVS werden notwendige Grundlagen definiert, um eine mögliche Unsicherheiten auszuschließen. Die Vielzahl an RVS führt dazu, dass damit viele Ausdrücke des Verkehrswesens, die in Verträgen oder Publikationen verwendet werden, an einer Stelle definiert sind, wo sie vielleicht nicht erwartet werden.

Wenngleich der Fachwelt die Begriffe bekannt sind, war es ein großes Anliegen der FSV, die bislang in mehreren hundert RVS definierten Fachbegriffe in einem Werk zusammenzufassen und etwaige Recherchen somit zu erleichtern. Das soeben herausge-

gebene Wörterbuch des Straßenwesens umfasst auf 420 Seiten eine Sammlung von über 2 600 Begriffen aus dem Straßenwesen. Es wurde damit das erste und einzige Österreich bezogene „Wörterbuch“ für das Straßenwesen geschaffen, das den aktuellen Stand der Fachbegriffe mit Erläuterungen und Hinweise auf die Quelle, nämlich die jeweilige RVS, wiedergibt. Es ermöglicht die Fortschreibung der RVS möglichst konsistent durchzuführen, aber auch für Gutachter oder sonstige Betroffene rasch die Erklärung für Begriffe des Straßenwesens zu finden.

Die Begriffsbestimmungen des Straßenwesens werden in Buchform und auf elektronischem Wege, der Zeit entsprechend, publiziert.

Es ist vorgesehen, die Aktualisierung der Begriffsbestimmungen für das Straßenwesen in Hinkunft in periodischen Intervallen vorzunehmen.

Die FSV hat damit eine weitere neue Publikation herausgegeben und schloss damit eine für das Verkehrswesen wichtige Lücke.

Dipl.-Ing. Martin Car
Generalsekretär der FSV

Verleihung des FSV-Preis 2007

Die heurige Verleihung des FSV-Preises fand am 14. November 2007 in Wien, im Arcotel Wimberger statt.

Für diesen, von der „Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr“ in Kooperation mit „Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie“ vergebenen Preis haben heuer wieder zahlreiche Diplomanden und Dissertanden aus dem gesamten Bereich des Verkehrswesens eingereicht.

Dieses Jahr wurden insgesamt sechs Arbeiten ausgezeichnet. Zwei Diplomanden, Dipl.-Ing. Bernhard Hofko und Dipl.-Ing. Michael Wagner erhielten den mit € 1 000 dotierten FSV-Preis. An vier weitere Diplomanden wurden Anerkennungspreise vergeben.

In dieser und den nächsten Ausgaben von FSV-aktuell werden wir Ihnen die prämierten Arbeiten vorstellen.

Rheologische Modelle zur Beschreibung des Verformungsverhaltens von Asphalten

Der diesjährige FSV-Preis wurde an Herrn DI Bernhard Hofko (Foto oben) verliehen. Er erhielt diesen für seine Diplomarbeit „Rheologische Modelle zur Beschreibung des Verformungsverhaltens von Asphalten“. Die Arbeit wurde am Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung der TU Wien unter Leitung von Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Ronald Blab und Dipl.-Ing. Karl Kappl erstellt. Nachstehend finden Sie eine Zusammenfassung dieser Arbeit.

In den letzten Jahren haben so genannte Gebrauchsverhaltensorientierte (GVO) Prüfverfahren in den Alltag der Bitumen- und Asphaltprüfung Eingang gefunden



und sind inzwischen zum Großteil in europäischen Normen geregelt. Durch diese Verfahren erhält man physikalisch fundierte, vergleichbare und damit auch naturwissenschaftlich anerkannte Parameter für Asphalte.

Ein weiterer Schritt ist die Modellierung des mechanischen Verhaltens von Asphalten mit Hilfe rheologischer Modelle. Erste brauchbare Modelle lieferten Huet und Sayegh in den Sechzigerjahren des letzten Jahrhunderts, die seither weiterentwickelt und verfeinert wurden. So lassen sich zu einem bestimmten Modell Parameter für verschiedene Asphalte / Bitumen ableiten, die dann unter anderem zur numerischen Simulation mit Finite-Elemente-Methoden (FEM) verwendet werden können.

Grundlagen

Asphalte weisen ein viskoelastisches, bei hohen Temperaturen auch viskoplastisches Verhalten auf. Viskoelastizität kennzeichnet ein unter anderem von Spannung, Zeit, Temperatur und Belastungsfrequenz abhängiges Verformungsverhalten. Der Spannungs- und Verzerrungszustand eines Körpers ist nicht mehr eindeutig definiert, wenn allein der Belastungszustand zu einem Zeitpunkt t bekannt ist. Zusätzlich muss ein Parameter eingeführt werden, der die Belastungsgeschichte kennzeichnet.

Grundelemente rheologischer Modelle beschreiben die verschiedenen Arten des Verfor-



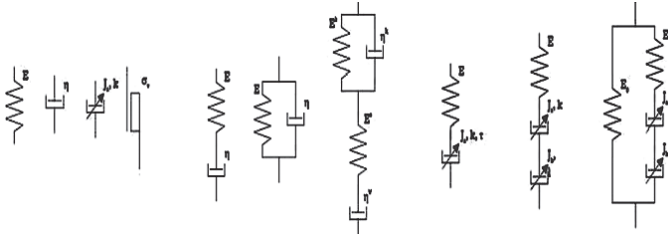


Abb. 1: v.l.n.r.: lineare Feder, linearer Dämpfer, parabolischer Dämpfer, Maxwell-Modell, Kelvin-Voigt-Modell, Burgers-Modell, Power-law-Modell, Huet-Modell, Huet-Sayegh-Modell

mungsverhaltens in einem Modell. Es sind Repräsentanten für elastisches, linear und nichtlinear viskoses und plastisches Verhalten – Abb. 2 zeigt eine Darstellung der üblich verwendeten Symbole. Von Bedeutung für das rheologische Verhalten von Asphalten ist der parabolische Dämpfer. Die allgemeine Formel der Kriechnachgiebigkeit eines parabolischen Dämpfers lautet:

$$J_{\text{par}}(t) = J_a \left(\frac{t}{\tau}\right)^k \quad (1)$$

Während die Kriechnachgiebigkeit des linearen Dämpfers nur durch einen Parameter bestimmt wird, können beim parabolischen Dämpfer drei Parameter variiert werden. Mit dem dimensionslosen Exponenten k wird das zeitliche Verhalten beeinflusst. Gilt $0 \leq k \leq 1$, so steigt die Kriechnachgiebigkeit degressiv mit der Zeit, für $k \geq 1$ steigt sie progressiv. τ stellt die charakteristische Zeit des viskosen Verhaltens dar und lässt eine Temperaturkalibrierung zu. Das sind Voraussetzungen um das rheologische Verhalten von Bitumen, das ebenfalls zeit- und temperaturabhängig ist, abbilden zu können.

Viskoelastisches Materialverhalten unter zyklisch-dynamischer Beanspruchung

In der Diplomarbeit wurden die konstitutiven Beziehungen auch

für dynamische Beanspruchung mit einer schwingenden Belastung $F = F^{(0)} \cos(\omega t)$ hergeleitet. Dabei drückt $F^{(0)}$ die Amplitude und ω die Kreisfrequenz der Belastung aus. Diese äußere Kraft führt im Probekörper zu einer Spannung

$$\sigma = \sigma^{(0)} \cos \omega t \quad (2)$$

Hier stellt $\sigma^{(0)}$ die Amplitude und ω die Kreisfrequenz der erzwungenen Schwingung dar. Besitzt nun der Probekörper linear viskoelastische Eigenschaften und wirkt eine schwingende Belastung auf ihn ein, so wird die Reaktion eine sinusförmig schwingende Verzerrung sein. Die Frequenz, die dabei auftritt ist dieselbe, jedoch um einen Phasen- oder Verlustwinkel δ verschoben. Damit ergibt sich die Verzerrung zu

$$\epsilon = \epsilon^{(0)} \cos(\omega t - \delta) \quad (3)$$

$\epsilon^{(0)}$ beschreibt in dieser Formel die Verzerrungsamplitude. Grafisch dargestellt ist der Sachverhalt in Abb. 1. Indem der komplexe Zahlenraum eingeführt und Umformungen durchgeführt werden, erhält man schließlich die dynamischen Kennwerte. Sie werden analog zu den statischen als komplexe Nachgiebigkeit J^* und komplexer Modul E^* bezeichnet und sind wie folgt definiert (siehe (4) und (5))

E_1 und J_1 sind die realen Anteile der komplexen Kennwerte, sie

$$E^* = \frac{\sigma^{(0)}}{\epsilon^{(0)}} e^{i\delta} = \frac{\sigma^{(0)}}{\epsilon^{(0)}} (\cos \delta + i \sin \delta) = E_1 + iE_2 = |E^*| e^{i\delta} \quad (4)$$

$$J^* = \frac{\epsilon^*}{\sigma^{(0)}} = \left(\frac{\epsilon^{(0)}}{\sigma^{(0)}}\right) e^{-i\delta} = \left(\frac{\epsilon^{(0)}}{\sigma^{(0)}}\right) (\cos \delta - i \sin \delta) = J_1 - iJ_2 = |J^*| e^{-i\delta} \quad (5)$$

$$R(t) = E + \eta \delta(t) \quad (6)$$

$$E^*(\omega) = E + i\omega\eta, \quad E_1(\omega) = E, \quad E_2(\omega) = \eta\omega \quad (7)$$

$$E_{hs}^*(\omega) = E_0 + E_{hu}^* = E_0 + \frac{1}{\frac{E_\infty}{E_0} + J_a \tau^{-k} \Gamma(k+1) (i\omega)^{-k} + J_b \tau^{-l} \Gamma(l+1) (i\omega)^{-l}} \quad (8)$$

$$E_1 = E_0 + \frac{1}{\frac{E_\infty}{E_0} + J_a \tau^{-k} \Gamma(k+1) \cos\left(\frac{k\pi}{2}\right) \omega^{-k} + J_b \tau^{-l} \Gamma(l+1) \cos\left(\frac{l\pi}{2}\right) \omega^{-l}} \quad (9)$$

$$E_2 = \frac{J_a \tau^{-k} \Gamma(k+1) \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) \omega^{-k} + J_b \tau^{-l} \Gamma(l+1) \sin\left(\frac{l\pi}{2}\right) \omega^{-l}}{N} \quad (10)$$

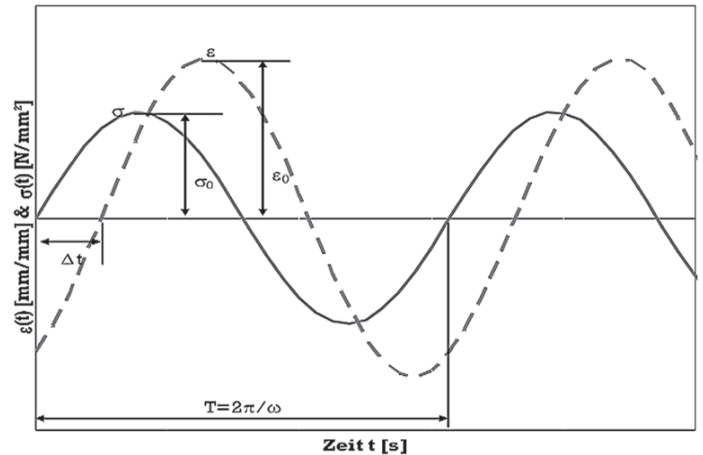


Abb. 2: Sinusförmig schwingende Belastung σ , Verzerrungsantwort ϵ und Phasenwinkel δ

werden auch als Speicheranteil bezeichnet. E_2 und J_2 sind die imaginären Anteile der dynamischen Kennwerte und werden als Verlustanteile bezeichnet.

Lineare rheologische Modelle

Zunächst beschäftigt sich die Diplomarbeit mit einfachen, rheologischen Modellen. Es sind dies das Maxwell-, das Kelvin-Voigt und das Burgers-Modell (siehe Abb. 2). Die statischen und dynamischen Modellkennwerte werden mathematisch hergeleitet und das daraus folgende Verformungsverhalten für den statischen und zyklisch-dynamischen Belastungsfall diskutiert.

Beispielhaft seien der statische und dynamische Modul für den Kelvin-Voigt'schen Körper dargestellt (siehe (6) und (7)).

Modelle mit parabolischen Elementen

Zeitlineare Modelle vermögen das komplexe Verformungsverhalten von Asphalten nicht ausreichend genau abzubilden. Daher werden in der Diplomarbeit Modelle mit parabolischen Dämpfern behandelt. Als einfachstes nicht-

lineares Modell ist das Power-law-Modell anzusehen. Es ist analog zum Maxwell-Modell aufgebaut, der lineare Dämpfer wird jedoch durch einen parabolischen ersetzt. Fügt man diesem Modell einen weiteren parabolischen Dämpfer in Serie hinzu, so entsteht das Huet-Modell, das 1963 von C. Huet entwickelt wurde. Es ist das erste Modell, das eigens für die Modellierung des Verformungsverhaltens von Asphalten entwickelt wurde. Um auch das Rückkriechen adäquat beschreiben zu können, entwickelte G. Sayegh im Jahr 1965 das Huet'sche Modell weiter, indem er einen parallelen Ast mit einer linearen Feder hinzufügte. Einen Überblick über die Modelle zeigt Abb. 2. Für diese Modelle wurden wiederum die statischen und dynamischen Kennwerte – sofern analytisch möglich – hergeleitet und umfassend diskutiert. Die Herleitung ist aufgrund der parabolischen Dämpfer mathematisch nicht mehr trivial und bedarf einiger Hilfsinstrumente, wie etwa der Laplace Transformation. Zur Anschauung ist hier der komplexe Modul des Huet-Sayegh'schen

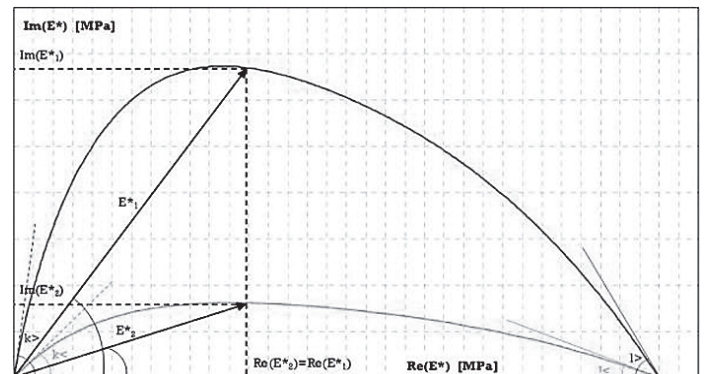


Abb. 3: Schematisches Cole-Cole-Diagramm

Modells aufgeführt (siehe (8), (9) und (10)). Wobei mit N der Nenner der Brüche bezeichnet wird. Er ist aus Gründen der Übersichtlichkeit an dieser Stelle nicht angeführt.

Interpretation von Ergebnissen

Das Cole-Cole-Diagramm, wie in Abb. 3 abgebildet, wird verwendet, um Ergebnisse von zyklisch-dynamischen Materialprüfungen darzustellen. Es bildet die imaginären, viskosen Anteile des dynamischen Modells über den realen, elastischen Anteilen ab.

Verhält sich ein Material so, wie die rote Kurve in Abb. 3 zeigt, so liegt im hohen Temperaturbereich (am linken Teil der Kurve) stark viskoses Verhalten (mit großen Verformungen) vor, während auch im Tieftemperaturbereich (am rechten Teil der Kurve) noch Nachgiebigkeitsreserven vorhanden sind. Die grüne Kurve stellt eine Asphaltmischung dar, die bei hohen Temperaturen geringe Viskositäts- und damit bleibende Verformungsanteile aufweist. Dafür zeichnet sich ein solches Material durch Sprödigkeit im tiefen Temperaturbereich aus. Verschiebt sich der rechte Schnittpunkt mit der x-Achse, der E_{∞} -Wert, nach links, so wird das System bei tiefen Temperaturen weicher. Für ausreichend elastisches Verhalten bei tiefen Temperaturen ist das Modellverhalten der roten Kurve günstig. Dafür ist die Verformungsanfälligkeit bei Temperaturen über 25 °C für dieses Modell erhöht, was sich negativ auf das Gebrauchsverhalten auswirkt. Daher ist für diesen Temperaturbereich die grüne Modellkurve besser geeignet, da die bleibenden Verformungen bei hohen Temperaturen geringer ausfallen.

In Abb. 4 sind die Cole-Cole-Diagramme für vier zyklisch-dynamische Prüfverfahren von Asphalten zu sehen. Wirft man einen Blick auf die E_{∞} -Werte, die gleichzeitig den Glasmodul bei tiefen Temperaturen und hohen Frequenzen repräsentieren, so ist eine Schwankungsbreite von 5 500 MPa bzw. 18% erkennbar. Den höchsten Wert, die größte Steifigkeit also erhält man aus dem direkten Druckversuch, das Minimum kann dem Analogon im Zugbereich, dem direkten Zugversuch zugeordnet werden, lässt man den 4-Punktbiegebalken außer Acht, dessen Ergebnisse nur indirekt mit den drei anderen vergleichbar sind. Für eine direkte Vergleichbarkeit sind zu große Unterschiede in der Geometrie und der Lage des Probekörpers in der Prüfmaschine, sowie in der Belastungsart vorhanden. Damit zeigen die Ergebnisse das Verhalten des Asphalts bei unterschiedlichen Belastungsarten (Zug, Druck, Zug/Druck, Biegung) sehr gut.

Aus den Ergebnissen der unterschiedlichen Versuchstypen lässt sich klar erkennen, dass bei der Verwendung von Parametern für computerunterstützte Modellierungen Rücksicht auf die Versuchsart, die Datengrundlage der Parameteridentifizierung war, genommen werden muss. In Abstimmung mit den Randbedingungen der Modellierung – etwa ob Zug-, Druck oder Biegebeanspruchung simuliert werden soll – müssen auch die dazugehörigen Parameter des richtigen Versuchstypus verwendet werden.

Dipl.-Ing. Bernhard Hofko
bhofko@istu.tuwien.ac.at

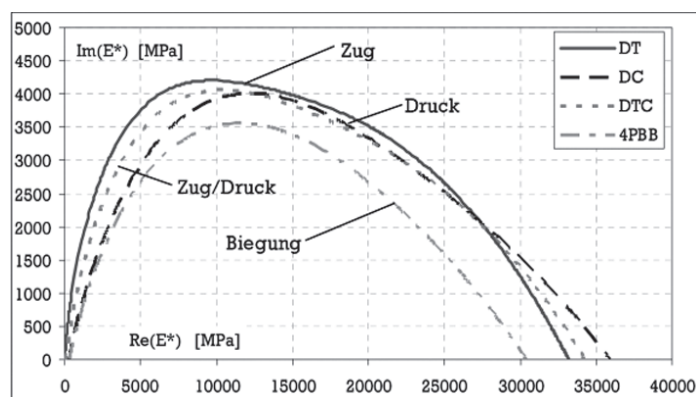


Abb. 4: Cole-Cole-Diagramme (Huet-Sayegh) bei Auswertung unterschiedlicher Prüfmethoden

Gebrauchsverhalten von mit Fischer-Tropsch Paraffinen modifizierten, niederviskosen Bitumen und Asphaltbetonen

Ein weiterer 1. Preis der FSV wurde an Herrn DI Michael Wagner (Foto rechts) vergeben. Er erhielt diesen für seine Diplomarbeit „Gebrauchsverhalten von mit Fischer-Tropsch Paraffinen modifizierten, niederviskosen Bitumen und Asphaltbetonen“. Die Arbeit wurde am Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung der TU Wien unter Leitung von Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Ronald Blab und Dipl.-Ing. Klaus Stangl erstellt. Nachstehend finden Sie eine Zusammenfassung seiner Arbeit.

Hintergrund dieser Diplomarbeit ist der verstärkte Einsatz von sogenannten Niedertemperatur-Asphalten in Deutschland, der Mitte der 90er begonnen hat. Diese Asphalte zeigen vor allem zwei Effekte, eine deutliche Viskositätsreduktion im hohen Temperaturbereich, womit eine Verarbeitbarkeit bei niedrigeren Einbautemperaturen ermöglicht wird, sowie eine Erhöhung der Steifigkeit im Gebrauchstemperaturbereich.

Um diese Erkenntnisse zu verifizieren und darüber hinaus das Gebrauchsverhalten besser einschätzen zu können, wurde am Christian Doppler Laboratorium des Institutes für Straßenbau und Straßenerhaltung der Technischen Universität Wien (ISTU), in Kooperation mit der Firma Teerag-Asdag AG (Wien) und OMV AG (Schwechat), ein umfangreiches Prüfprogramm durchgeführt. Dieses Prüfprogramm gliedert sich in einen Bitumenteil und einen Asphaltteil.

Im Zuge der Bitumenprüfungen wurden fünf Basisbitumen als Versuchsmaterialien festgelegt, ein sehr hartes Bitumen (50/70), ein mittelhartes Bitumen (70/100) und ein sehr weiches Bitumen (160/220) um ein breites Spektrum der Standardbitumen abzudecken. Weiters wurden zwei polymermodifizierte Bitumen in die Versuchsreihe aufgenommen, ein eher härteres Bitumen (PmB 45/80-50) und ein etwas weiches Bitumen (PmB 90/150-45). Als Wachszusatz wurde Fischer-



Tropsch-Paraffin gewählt, welches mit jeweils 2, 4 und 6% zu den fünf Grundbitumen beigemischt wurde. Die daraus hergestellten niederviskosen Bitumen wurden mittels konventioneller und gebrauchsverhaltensorientierter Bindemittelprüfungen evaluiert.

Bei den Asphaltprüfungen wurden als Versuchsmaterialien vier Deckschichten des Asphaltpyps AB 11 (AC 11) bzw. pmAB11 und drei Tragschichten des Asphaltpyps BT 22 (AC 22) bzw. BT 22HS ausgewählt. Als Bindemittel wurden dieselben Grundbitumen wie bei den Bindemittelprüfungen verwendet. In dieser Versuchsreihe wurde nur das sehr weiche Bitumen 160/220 mit einem Wachsgesamt von 3% versetzt und alle anderen Asphaltmischungen als Referenzmaterialien für diese wachsmodifizierten Mischungen herangezogen. Der Wachsgesamt von 3% wurde aus den Versuchsergebnissen der gebrauchsverhaltensorientierten Bindemittelprüfungen abgeleitet. Als Prüfverfahren wurden der triaxiale Druckschwellversuch (TCCT) und der Abkühlversuch (TSRST) herangezogen.

Anhand der Ergebnisse der konventionellen Bindemittelprüfungen zeigt sich eine Verhärtung des Bitumens bei gleichzeitiger Erhöhung der oberen konventionellen Gebrauchsspanne mit zunehmendem Wachsgesamt. Die konventionelle untere Gebrauchsspanne bleibt hingegen nahezu unverändert.

Bei den gebrauchsverhaltensorientierten Bindemittelprüfungen kann im Hochtemperaturbereich (90 °C bis 180 °C) eine deutliche Viskositätsreduktion festgestellt werden, beispielhaft für das Grundbitumen 70/100 in Abbildung 3 dargestellt.

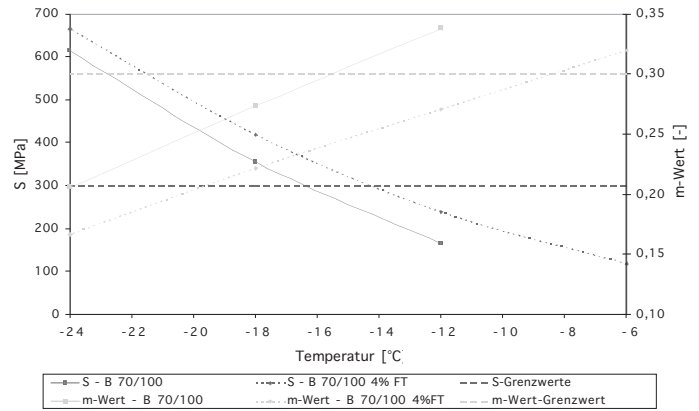
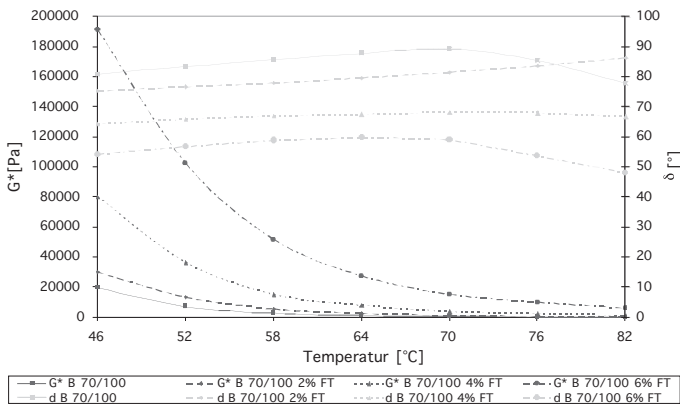


Abbildung 1: Linkes Diagramm: DSR-Ergebnisse $G^* + \delta$ für 70/100 (A-Zustand) Rechtes Diagramm: BBR Ergebnisse S und m -Wert @60s 70/100 (C-Zustand)

Im mittleren Temperaturbereich (46 °C bis 82 °C) erfährt das Bitumen eine deutliche Versteifung infolge Wachzugabe bei gleichzeitiger Abnahme des Phasenverschiebungswinkels δ , welches ein weitaus elastischeres Materialverhalten indiziert. Im Tieftemperaturbereich (-24 °C bis -6 °C) tritt eine Versteifung sowie verminderte Kriechfähigkeit ein, welches zu einem ungünstigeren Tieftemperaturverhalten führt. Diese beiden Effekte sind in Abbildung 2 beispielhaft für ein Bitumen 70/100 illustriert. Aus den gebrauchsvorhaltensorientierten Bindemittel-

prüfungen resultieren eine Erhöhung des high Performance Grade (high PG) sowie eine Reduktion des low Performance Grade (low PG), wobei die Gebrauchsspanne aufgeweitet wird. Eine Gegenüberstellung der Gebrauchsspanne ist in Abbildung 3 zu finden. Die niederviskosen Asphalte mit weichem Grundbitumen weisen im Hochtemperaturbereich (Deckschicht bei 50 °C und Tragschicht bei 40 °C) eine ähnliche oder sogar verbesserte Verformungsstabilität im Vergleich zu Standardasphalten auf. Gleichzeitig bauen

sich kryogene Spannung im Tieftemperaturbereich langsamer auf, und es kommt bei tieferen Temperaturen zum Asphaltversagen. Die im durchgeführten Versuchsprogramm erhaltenen Ergebnisse sind sowohl im Bereich der Bitumen, als auch bei den Asphalten viel versprechend. Jedoch sind weitere Bindemittel- und Asphaltprüfungen sowie eine Verifikation in der Praxis zu empfehlen, um eine fundierte wissenschaftliche Aussage treffen zu können.

Dipl.-Ing. Bernhard Wagner
mwagner@istu.tuwien.ac.at

FSV-Tagung

FSV-Preisverleihung 2008

Datum: 13. November 2008

Wo: Arcotel Wimberger

1070 Wien, Neubaugürtel 34–36

Weitere Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen und eine Online-Anmeldemöglichkeit finden Sie auf unserer Home-Page www.fsv.at.

In der nächsten Ausgabe ...

...finden Sie weitere Berichte des „FSV-Preis 2007“.

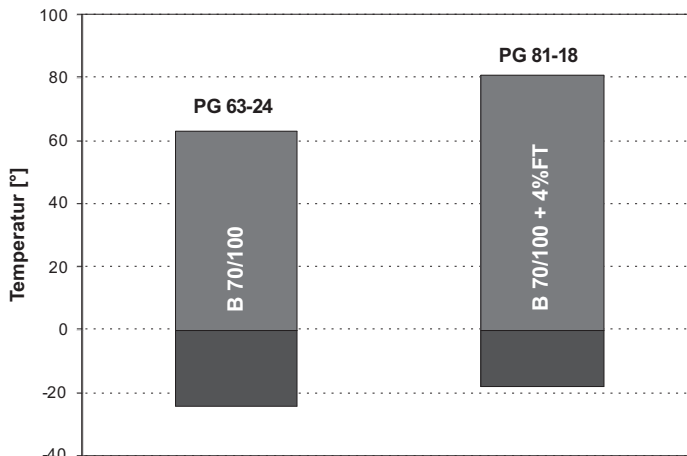


Abbildung 2: Vergleich der Gebrauchsspannen (exakte PG-Werte).

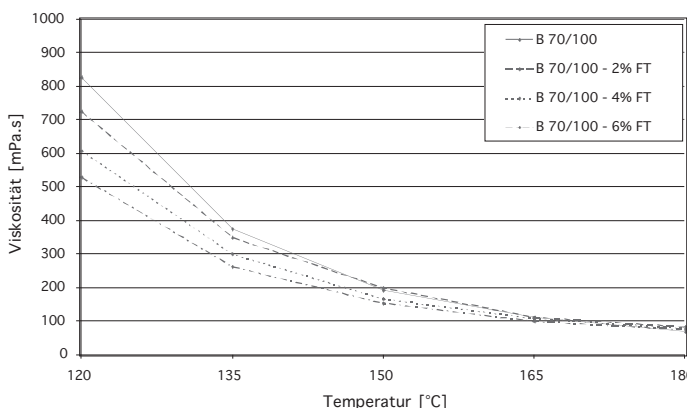


Abbildung 3: RV Temperatur Sweeps 70/100 (A-Zustand)

Die Sammlung der Unterlagen zur Veranstaltung „FSV-Preis 2007“ erhalten Sie im Shop auf www.fsv.at

Veranstaltungen und Seminare

FSV-ÖVG Tagung

Kostentreiber von Verkehrsbauten

Datum: 24. Jänner 2008

Wo: Hotel Savoy, Wien

Details siehe www.fsv.at

FSV-Schulung

Schulung für Brückeninspektoren

Datum: 4. bis 6. März 2008

Wo: FSV, 1040 Wien, Karlsgasse 5

FSV-Infonachmittag

Infonachmittag RVS 03.08.63

Datum: 15. April 2008

Wo: FSV, 1040 Wien, Karlsgasse 5

FSV-Tagung

FSV-Verkehrstag 2008

Datum: 5. Juni 2008

Wo: Arcotel Wimberger, 1070 Wien, Neubaugürtel 34–36

FSV-aktuell Straße:

„Österreich-Teil“ und offizielles Organ des Bereichs Straße der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV)

FSV - Geschäftsstelle:

A-1040 Wien, Karlsgasse 5

Tel.: +43 1 5855567

Fax: +43 1 5855567 - 99

E-Mail: office@fsv.at

<http://www.fsv.at>

Schriftleitung:

Dipl.-Ing. (FH) Tristan Tallafuss (Kommentare, Anregungen, Beitragsideen etc. erwünscht!)

Weitere Informationen und Bestellmöglichkeit der Publikationen der FSV auf www.fsv.at.

Bei Bestellungen im EU-Raum bitte Ihre UID bekannt geben (in Deutschland = DE + 9 Ziffern), da Sie so die MwSt. sparen können.

Abonnementpreis der Zeitschriften *Straßenverkehrstechnik* sowie *Straße und Autobahn* für **FSV - Mitglieder ermäßigt!**