



FSV-aktuell STRASSE Jänner 2009

Mitteilungen der Österreichischen
Forschungsgesellschaft
Straße • Schiene • Verkehr

Editorial

Sehr geehrte Leserin,
sehr geehrte Leser!

Die Ziele der Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr für das Jahr 2009 sind vielfältig:

Wichtigstes Ziel ist die Fortführung unserer Hauptaufgabe, der Herausgabe der Richtlinien und Vorschriften (für das Straßen- und Eisenbahnwesen).

Ausweitung unserer Schulungsaktivitäten: Im Jänner starten wir mit der Tunnelschulung für Betriebspersonal, im Frühjahr mit der Aufbauschulung für die Brückeninspektoren, im Bereich der Kommunalschulungen war das Pilotprojekt im Vormonat sehr erfolgreich und wird ausgebaut werden.

Die Nachhaltigkeitsstudie über alle RVS soll bis Jahresende in groben Zügen fertig gestellt werden.

Die Implementierung der standardisierten Leistungsbeschreibung Verkehrsinfrastruktur bei Auftraggeber und Auftragnehmer sowie Fortschreibung und Ausweitung zur Version 02.

Die Intensivierung der Kontakte zu Planern, Kommunen und Bauwirtschaft, um den Stand der Technik weiteren Kreisen publik zu machen.

Die Ausweitung der FSV-Zulassungen, bislang am Sektor des Korrosionsschutzes, auf weitere Bereiche.

Dank unserer ehrenamtlich tätigen Verkehrsfachleute und der Unterstützung der Mitarbeiter der FSV hoffen wir, unsere ehrgeizigen Vorgaben relativ rasch umsetzen zu können.

Dipl.-Ing. Martin Car
Generalsekretär der FSV

Verleihung FSV-Ehrendadel

Im Zuge der jährlichen Generalversammlung der FSV verlieh der Vorstandsvorsitzende Prof. Dr. Johann Litzka dem langjährigen FSV-Mitglied Diplomingenieur Vladimir Vasiljevic die Ehrendadel der FSV.



Dipl.-Ing. Vladimir VASILJEVIC

Vladimir Vasiljevic ist seit über 40 Jahren in der FSV tätig, derzeit als Leiter des Arbeitsausschusses „Erhaltung“ in der Arbeitsgruppe „Asphaltstraßen“.

Verleihung FSV-Preis 2008

Seitens der FSV wurde, wie in der letzten Ausgabe von FSV-aktuell berichtet, am 13. November 2008 der FSV-Preis vergeben. Insgesamt sieben Arbeiten wurden heuer ausgezeichnet. Die Arbeit des Preisträgers Dipl.-Ing. Dr. techn. Markus SPIEGL haben wir in der letzten Ausgabe vorgestellt. In dieser und den nächsten Ausgaben von FSV-aktuell werden wir Ihnen weitere prämierte Arbeiten präsentieren.

Modelle zur Vorhersage des Tragevermögens eines Kronendübels als alternativen Schubverbinder

Ziel der eingereichten Arbeit war die Entwicklung eines Tragmodells zur Beschreibung des Tragevermögens eines Kronendübels mit allgemeiner Geometrie. Dieser, der eine alternative Variante zum Kopfbolzendübel im Stahl-Beton Verbundbau darstellt, hat die Aufgabe, die gemeinsame Tragwirkung von Stahl- und Betonbauteil durch Aufnahme des Schubflusses in der Verbundfuge sicherzustellen. Die Vorgehensweise zur Erfüllung der Aufgabenstellung lässt wie nachfolgend beschrieben eine Gliederung in drei Schwerpunkte zu.

Themenschwerpunkt 1: Die Modellbildung

Mittelpunkt des ersten Themenschwerpunkts war die Beschreibung jenes Kraftflusses, der aus der Ausleitung des in der Verbundfuge vorhandenen Schubflusses in den Betongurt entsteht. Um ein geschlossenes Berechnungskonzept entwickeln zu können, wurde deshalb nicht nur das lokale Tragverhalten der Stahlkronen betrachtet. Auch zur Beschreibung des Kraftflusses im Betongurt, zur Einleitung der resultierenden Druckstreben an den



Dipl.-Ing. Dr. techn.
Thomas PETRASCHKE

Krafteinleitungsflächen des Schubverbinders und zur Analyse der Druckspannungen im Knotenbereich vor dem Stahlzahn konnten, basierend auf mehreren Modellen, Berechnungsgleichungen angegeben werden.

Zur Beschreibung jener Kräfte, die im Betongurt durch dessen schubfestes Verbinden mit einem Stahlträger entstehen, wurden zwei Fachwerkanalogien vorgestellt. Diese waren erforderlich, um auch die räumlichen Aspekte des Kraftflusses zu berücksichtigen. In praktisch allen Fällen entsteht beidseits der Verdübelung eine Kraftkomponente, die in vertikaler Richtung wirkt. Diese ist durch ein quer zur Dübelleiste angeordnetes System aus Zug- und Druckstreben zu den Stahlkronen



Abb. 1: Mögliche geometrische Varianten für den Kronendübel

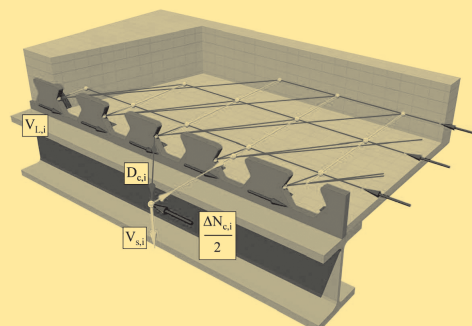


Abb. 2: System zur Bestimm. der Zug- und Druckstreben im Betongurt

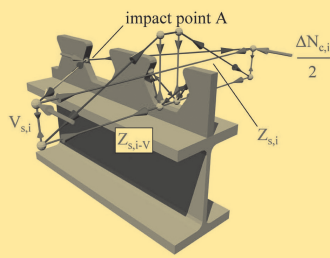


Abb. 3: Räumliche Zug-Druck Strebensystem zur Schubeinleitung in die Stahlkrone

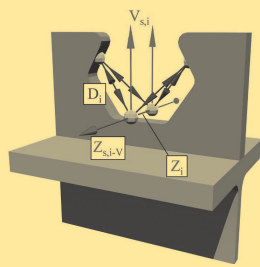


Abb. 4: Räumliches Zug-Druck Strebensystem zur Rückhängung der Vertikalkomponente $V_{s,i}$

zurückzuführen, da sich im anderen Fall der Betongurt aufgrund fehlender Lagerung in vertikaler Richtung verschieben und damit abheben würde.

Mit den beiden Fachwerksanalogien wurden Druckstreben definiert, die an zugehörigen Kräfteinleitungsflächen der Stahlkronen ansetzen. Die Untersuchung des Kraftangriffs erfolgte mit insgesamt sechs Kräfteinleitungsmodellen. Für diese wurden zur näherungsweise Ermittlung der lokalen Pressung zwei unterschiedliche Vorstellungen zum Verhalten des Betonkörpers im Bereich der Kräfteinleitungsfläche betrachtet. Diese sind das Starrkörpermodell und das Betonfluidmodell. Ersteres bedient sich der Grundidee, dass die Betondruckstreben als nicht verformbare und sowohl horizontal als auch vertikal geführte Körper auf den Stahlzahn einwirken. Beim zweiten Modell geht man davon aus, dass im Bereich der Kräfteinleitungsfläche ein quasi-hydrostatischer Spannungszustand mit konstantem Druck vorherrscht. Auch eine Kombination beider Modelle wurde untersucht.

Die Analyse der Spannungen in jenem Druck-Druck-Druck Knoten, der durch die Einleitung der Druckstrebenkräfte in die Stahlkrone im Bereich vor der Kräfteinleitungsfläche entsteht, stellte eine weitere Hauptkomponente der Modellbildung dar. In diesem Druckknoten herrscht zwar stets ein dreiaxialer Spannungszustand, zur Berechnung der Querdehnung des Knotenkörpers und

damit zur Berechnung der Stahlspannungen in jener Bewehrung, die den Knotenbereich umfasst, wurde aber auf folgende Vereinfachung zurückgegriffen. Die Verschneidung der drei Druckstreben wurde als ebener allgemeiner Knoten dreier prismatischer Spannungsfelder angenommen. Den Abschluss der Modellbildung stellte die Ermittlung der maximalen Längsschubtragfähigkeit einer Stahlkrone mit beliebiger Belastung dar. Die Berechnung, deren Ergebnis die plastische Traglast ist, erfolgt mittels M-N-V-Interaktion. Die Interaktionsbeziehungen wurden dazu für zwei unterschiedliche Fließkriterien hergeleitet.

Themenschwerpunkt 2: Experimentelle Untersuchungen

Zweiter Themenschwerpunkt waren experimentelle Untersuchungen zum Nachvollziehen des komplexen Tragverhaltens unterschiedlicher Schubverbinder unter statischer Beanspruchung. Das Verformungsvermögen, auf das mit der Modellbildung an sich ja nicht eingegangen wurde, musste aufgrund der in EC4-1-1 gestellten Anforderungen für ein alternatives Verbundmittel ebenfalls beachtet werden. Insgesamt wurden auf drei Versuchsserien aufgeteilt 21 Push-Out Versuche durchgeführt. Neben dem „Kronendübel“ wurden dabei auch der „Puzzeldübel“ und der „Kopfdübel“ untersucht. Die höchsten Traglasten konnten mit den unterschiedlichen Geometrievarianten der Stahlkrone erzielt werden. Auch hinsichtlich

des Verformungsvermögens erwiesen sich diese als besonders vorteilhaft. Besonders hervorzuheben ist das Versuchsergebnis für den Push-Out Versuch mit der Kronenvariante KrL-75-36. Mit diesem konnte eine Bruchlast von $P_{max} = 3116 \text{ kN/lfm}$ und ein charakteristisches Verformungsvermögen von $\delta_{uk} = 18 \text{ mm}$ erzielt werden. Trotzdem zeichnet diese Kronenvariante, die nach EC4-1-1 als duktiles Verbundmittel gilt, eine Anfangssteifigkeit aus, die mit keiner der weiteren getesteten Stahlzahnvarianten erreicht wurde. Zusätzlich ändert sich die Neigung der zugehörigen Dübelcharakteristik erst auf einem Lastniveau von ca. 75% P_{max} . Ein Vergleich eigener Versuchsergebnisse mit den publizierten Daten experimenteller Untersuchungen anderer Forschungs-

Dass nicht nur das Plastizieren des Stahlquerschnitts der Kronen maßgebend für das Versagen der Versuchskörper war, zeigten weiterführende Analysen. Mit diesen wurden basierend auf Erkenntnissen, die durch Auswertung der Versuchsdaten und deren Abgleich mit gemachten Beobachtungen erzielt wurden, weitere Versagenskriterien zur Bestätigung der Kräfteinleitungsmodelle herangezogen.

Ergebnis dieses Vorgehens ist nun nicht nur ein geschlossenes Berechnungskonzept, sondern auch ein geschlossenes Nachweiskonzept. Zur Berechnung haben sich nur das Kräfteinleitungsmodell Modell 1 „Starrkörpermodell mit Berücksichtigung eines Reibungskoeffizienten μ “ bzw. das Modell 6 „Vereinfachtes Starrkörpermodell“ als tauglich erwie-

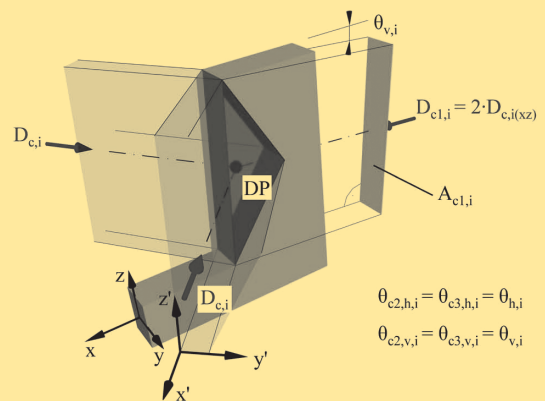


Abb. 7: Druckstrebenzusammenführung im Bereich der Lasteinleitung in die Stahlkrone

bemühungen zur Betondübelthematik wurde aber nicht geführt. Die Gründe dafür sind die mit den Versuchen verfolgten Ziele (Ausschluss von bestimmten Versagenskriterien), die Angabe der Ergebnisse, die Konzeption der Versuchskörper, die Geometrie der Stahlzähne und auch unterschiedliche Versuchssteuerungen.

Themenschwerpunkt 3: Angabe eines Nachweiskonzepts

Abschließend wurden die experimentell ermittelten Traglasten, die mit den Versuchen der dritten Serie erzielt wurden, jenen Werten gegenübergestellt, die für die zugehörigen Push-Out Versuchskörper mit den Tragmodellen berechnet wurden. Ein Teil des dritten Themenschwerpunkts war somit die Verifizierung der unterschiedlichen Kräfteinleitungsmodelle hinsichtlich ihrer Gültigkeit.

Die Nachweisführung wiederum besteht nun gestützt auf mechanischen Trag- bzw. Versagensmodellen aus voneinander unabhängigen Bestimmungsgleichungen, deren kleinster Wert das Tragvermögen der Schubverbindung mittels einer Stahlkrone repräsentiert.

Zusammenfassung

Zusammengefasst kann nun das Vorgehen zum Nachweis der Verdübelung eines Verbundträgers mit Stahlkronen wie folgt angegeben werden:

- Für die Stelle des größten Längsschubs TL stellt der Kronendübel den „schwächsten Bauteil“ dar. Das Tragvermögen der vollkommen plastizierten Stahlkrone definiert dort die Längsschubtragfähigkeit der Schubverbindung. Die Ermittlung der plastischen Traglast erfolgt mittels M-N-V-Interaktion.

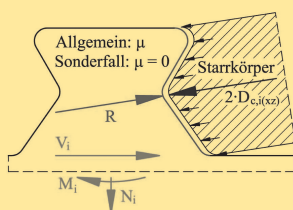


Abb. 5: Starrkörpermodell

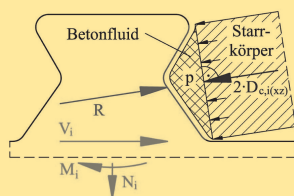


Abb. 6: Betonfluidmodell

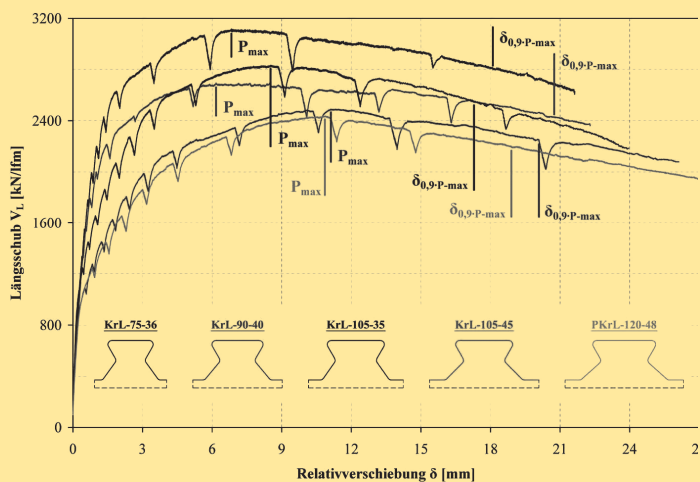


Abb. 8: Versuchsergebnisse – Serie 3

- Mittels einer Knotenanalyse für den Druck-Druck-Druck Knoten im Betondübel vor der maßgebenden Stahlkrone (dieser ist damit der am höchsten beanspruchte) werden die dort vorhandenen Betonspannungen ermittelt. Mit Kenntnis dieser ist die erforderliche Betongüte festzulegen.
- Die in diesem Bereich erforderliche Bewehrung ist ebenfalls auf die Traglast der Stahlkrone abzustimmen.
- In weniger schubbeanspruchten Bereichen, die sich durch eine elastische Berechnung der Schnittgrößen ergeben, ist die Längsschubtragfähigkeit der Schubverbindung somit im Allgemeinen nicht voll ausgenutzt. Wird davon ausgegangen, dass die Stahlzähne entlang des Trägers konstant mit nicht veränderter Geometrie verteilt sind, ist aus Gründen der Wirtschaftlichkeit allerdings der Querschnitt der Bewehrung abzustufen. Diese ist demnach in den geringer auf Schub beanspruchten Bereichen als maßgebend für die Bemessung der Schubverbindung zu betrachten.

truktiven Regeln sind zusammengefasst in EC2-1-1 angeführt.

DI Dr. techn. PETRASCHKE
thomas.petraschek@oebb.at

Gebrauchsverhalten von mit Amidwachs modifizierten Bitumen



Dipl.-Ing. Martina BURNDORFER

1. Stand der Technik

In den letzten Jahren wurde im Straßenbau ein immer größeres Augenmerk auf die Entwicklung von Niedrigtemperatur Asphalt (NTA) gerichtet. Ende der 90er Jahre startete vor allem Deutschland eine offensive Forschungsarbeit auf diesem Gebiet und diverse Arbeitskreise wurden gebildet. Mittlerweile hat sich der Einsatz von NTA auch in zahlreichen anderen Ländern bis hin zur USA fortgesetzt. Eine Vielzahl von verschiedensten viskositätssenkenden Sonderbindemitteln, Zusätze und Verfahren wurden von unterschiedlichsten Herstellern entwickelt und haben sich am europäischen Markt etabliert.

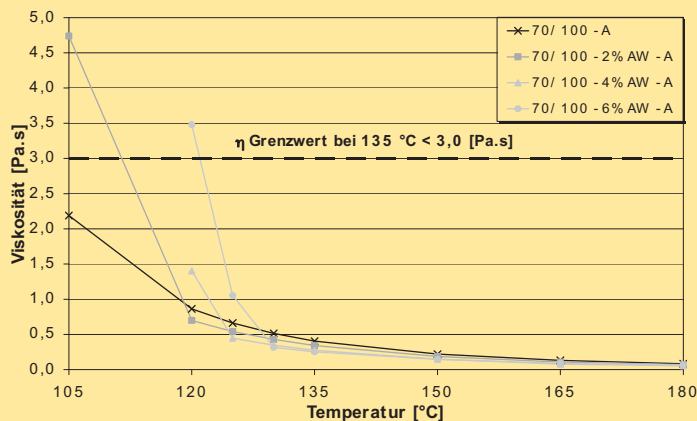
Durch die Anwendung von NTA versprechen die Hersteller einerseits eine Viskositätsreduktion, welche einen Einbau bei abgeenkten Asphalttemperaturen ermöglicht und andererseits eine Verbesserung der Gebrauchseigenschaften des Asphaltes. Aufgrund der zu kurzen Nutzungszeit der verfügbaren Produkte am Markt gibt es derzeit noch keine abschließende Beurteilung bzw. Richtlinien, welche die Eigenschaften, Anforderungen und den Einsatz solcher viskositätssenkenden Zusätzen und Verfahren definieren könnten.

2. Aufgabenstellung und Versuchsprogramm

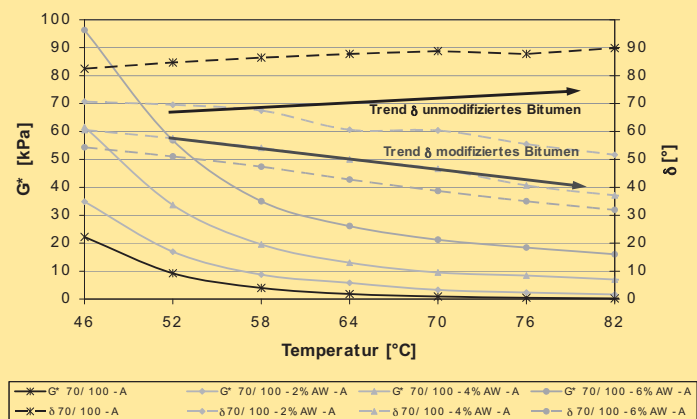
Diese Diplomarbeit soll einen Beitrag zur Erfahrungssammlung mit niederviskosen Bindemitteln leisten. Es wurden neue gebrauchungsverhaltenorientierte Versuchsergebnisse im Bereich der niederviskosen Bindemittel mit dem Additiv Amidwachs geliefert. Dazu wurde im Christian Doppler Laboratorium für gebrauchungsverhaltenorientierte Optimierung flexibler Straßenbefestigungen ein umfangreiches Prüfprogramm an

drei unterschiedlichen Ausgangsbitumen durchgeführt. Zur Modifizierung wurden als Ausgangsbitumen ein mittelhartes Straßenbaubitumen 70/100 und zwei polymermodifizierte Bitumen PmB 45/80-50 und PmB 45/80-65 ausgewählt. Die Bindemittelversuche umfassten Prüfungen an den drei Ausgangsbitumen sowie an den mit 2, 4 und 6 Masse-% mit Amidwachs modifizierten Bitumenmischungen. Die Versuche wurden sowohl im Original- als auch im gealterten Zustand mittels konventioneller und gebrauchungsverhaltenorientierter Bindemittelprüfungen durchgeführt.

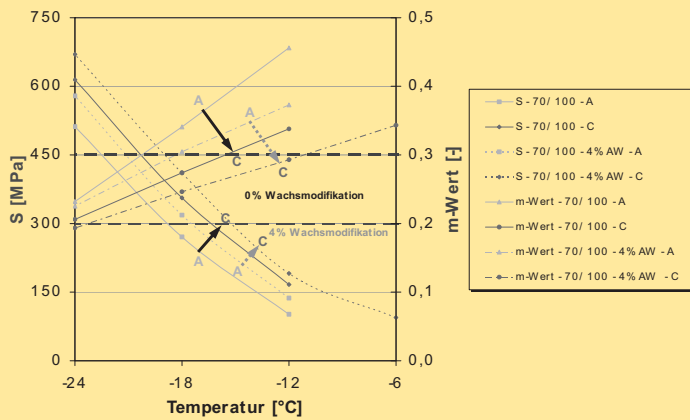
Anhand der konventionellen Bindemittelprüfungen wurden die PEN-Werte und die ERK-Werte der Bitumenmischungen bestimmt. Die gebrauchungsverhaltenorientierten Bindemittelprüfungen umfassten Prüfungen an unterschiedlich gealterten Bitumen mittels Rotational Viscometer (RV), Dynamic Shear Rheometer (DSR) und Bending Beam Rheometer (BBR). Auf Basis der DSR- und BBR-Prüfergebnisse wurden die PGs für alle Ausgangsbitumen



In Abbildung 1 sind die RV-Prüfergebnisse beispielhaft für das Grundbitumen 70/100 mit 2, 4 und 6 % Wachsmodifikation im A-Zustand dargestellt.



In Abbildung 2 sind die DSR-Prüfergebnisse beispielhaft für das Grundbitumen 70/100 mit 2, 4 und 6 % Wachsmodifikation im A-Zustand dargestellt.



In Abbildung 3 sind die BBR-Prüfergebnisse beispielhaft für das Grundbitumen 70/100 mit 4 % Wachsmodifikation im A- und C-Zustand dargestellt.

sowie für die 4% modifizierten Bindemittelproben ermittelt.

3. Prüfergebnisse und Auswertung

ERK- und PEN-Prüfergebnisse

Die Messergebnisse der konventionellen Bindemittelprüfungen ergaben bei allen getesteten Bindemittelproben einerseits eine deutliche Abnahme der PEN-Werte und andererseits eine Erhöhung der ERK-Werte mit zunehmendem Wachsegehalt. Es kommt aufgrund der Wachzugabe zu einer Verhärtung des Bitumens und zur Erhöhung der oberen konventionellen Gebrauchsspanne. Dabei ist anzumerken, dass sich bei der Prüfdurchführung der ERK-Werte bei den wachsmodifizierten Bitumen Diskrepanzen zur Norm ergaben. Es bildet sich bei keiner der mit Amidwachs modifizierten Bindemittelprobe ein nach Norm geforderte Bitumensack aus. Aufgrund dessen können die Versuchsergebnisse nicht uneingeschränkt miteinander verglichen werden. Da die Brechpunkte, nach Fraaß, Messergebnisse Widersprüche lieferten, konnten keine Aussagen zur unteren konven-

tionellen Gebrauchsspanne gemacht werden.

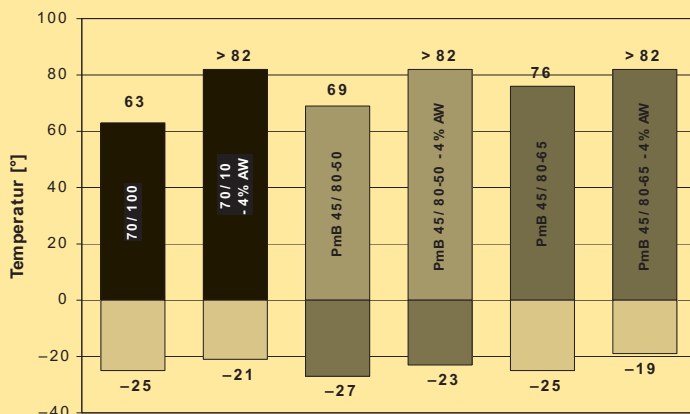
Bei den gebrauchungsverhaltensorientierten Bindemittelprüfungen können folgende Auswertungen kurz zusammengefasst werden:

Viskosität, Verarbeitbarkeit – RV-Prüfergebnisse

Die Messungen mittels RV ergaben ab 130 °C eine deutliche Reduktion der Viskosität mit zunehmendem Wachsegehalt. Unter 130 °C ist aufgrund der Wachszugabe ein eklatanter Anstieg der Bitumenviskosität zu erkennen.

Verformungsverhalten – DSR-Prüfergebnisse

Die DSR Messergebnisse zeigten durch die Zugabe von Amidwachs im Temperaturbereich von 46 bis 82 °C mit steigendem Wachsegehalt eine Erhöhung des komplexen Schubmoduls G* bei gleichzeitiger Reduktion des Phasenverschiebungswinkels δ . Die Wachsmodifizierung mittels Amidwachs bewirkt im A- und B-Zustand eine deutliche Versteifung des Bitumens. Dies lässt somit auf einen höheren Widerstand gegen Spurrinnen schließen.



In Abbildung 4 sind die Prüfergebnisse der PG-Auswertung aller Ausgangsbitumen mit 4% Wachsmodifikation dargestellt.

Tieftemperaturverhalten – (BBR) Bending Beam Rheometer

Bei der Bestimmung des Tieftemperaturverhaltens mittels BBR konnte bei den wachsmodifizierten Bitumenproben eine Erhöhung der Steifigkeit bei gleichzeitiger Reduktion des m-Wertes beobachtet werden. Es lässt sich daraus schließen, dass die Amidwachs-modifizierten Bitumen im Vergleich zum Ausgangsbitumen ein etwas schlechteres Tieftemperaturverhalten besitzen.

Gebrauchsspanne – Performance Grade (PG)

Der ermittelte PG zeigt bei allen modifizierten Bitumenproben eine Vergrößerung des High-PG. Die Erhöhungen der Werte reichen von mindestens 6 bis 19 °C über die dazugehörigen Ausgangsbitumenwerte hinaus. Betrachtet man hingegen den Low PG, so muss eine Erhöhung bei allen modifizierten Bitumen festgestellt werden. Generell konnte durch die Wachsmodifikation eine Aufweitung der Gebrauchsspanne von bis zu 15 °C erreicht werden.

4. Ausblick

Um eine umfassende Aussage über die Gebrauchseigenschaften von mit Amidwachs modifiziertem Bitumen bzw. Asphalt tätigen zu können, empfiehlt es sich zusätzlich zu den durchgeführten auch noch die nähere Betrachtung der Verformungsstabilität, des Tieftemperaturverhaltens sowie des Steifigkeits- und Ermüdungsverhaltens an Asphaltmischungen vorzunehmen. Insgesamt lässt der heutige Stand der Forschung bei der Entwicklung von Niedrigtemperatur-Asphalt auf ein großes Potenzial schließen, weshalb es sich anbietet, weiterführende Untersuchungen vorzunehmen.

Dipl.-Ing. Martina Burndorfer
m.burndorfer@spirk.at

Veranstaltungen und Seminare

FSV-Seminar in Wien
Asphaltstraßen
Datum: 23.2.2009
Uhrzeit: 13:00 bis 16:15 Uhr
Wer lädt ein: FSV
Wo: FSV, Karlsgasse 5, 1040 Wien
Teilnahmegebühr: € 150,00 bzw. Mitglieder € 135,00 (exkl. MwSt)

FSV-Seminar in Wien
RVS 03.07.11
Organisation & Anzahl der Stellplätze für den Individualverkehr
Datum: 24.2.2009
Uhrzeit: 14:00 bis 17:00 Uhr
Wer lädt ein: FSV
Wo: FSV, Karlsgasse 5, 1040 Wien
Teilnahmegebühr: € 95,00 bzw. Mitglieder € 85,00 (exkl. MwSt)

FSV-Seminar in Wien
LB Verkehrsinfrastruktur
Datum: 25.2.2009 in Graz
Uhrzeit: 9:00 bis 17:00 Uhr
Wer lädt ein: FSV
Wo: Austria Trend Hotel Graz
Teilnahmegebühr: € 365,00 bzw. Mitglieder € 295,00 (exkl. MwSt)

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

In der nächsten Ausgabe ...

...finden Sie weitere Berichte zum FSV-Preis 2008.

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. Claudia Österbauer (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!**