

# GESTRATA JOURNAL



25. JAHRGANG 2003

WWW.ASPHALT.OR.AT

JULI, FOLGE 101

***Hochwertiger Asphalt /***

***für sichere /***

***Verkehrswege /***





---

# Inhaltsverzeichnis

Der Asphaltmechanik auf der Spur	3
Qualitätsmanagement von Asphalt	13
Viskositätssenkende Additive im Asphaltstraßenbau	21
Zusatzgerät für den Einsatz bei der Sanierung von Rissen und Nähten im Asphalt	31
Aktuelles und Literaturzitate	33
Veranstaltungen	39
Personalien	40



# Der Asphaltmechanik auf der Spur

## 1. Einleitung

Als Folge der starken Zuwächse beim Schwerverkehrsaufkommen, durch neue Trends in der Fahrzeug- und Reifenindustrie und durch höhere zulässige Achslasten reichen die traditionellen Bindemittel- und Asphaltprüfungen heute oft nicht mehr aus, um die technischen Eigenschaften und das Gebrauchsverhalten von im Straßenbau eingesetzten Asphalten zuverlässig prognostizieren zu können. Als Resümee des Vortrages anlässlich des GESTRATA Bauseminars 2001 [1] wurde für hochbelastete Straßen daher dringend die Entwicklung von erweiterten Prüfmethode in Verbindung mit verbesserten numerischen Prognoseverfahren zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und der Lebensdauer von flexiblen Fahrbahnaufbauten im Zuge der Erhaltung und Instandsetzung gefordert. Es handelt sich dabei um anwendungsorientierte Grundlagenforschung mit dem Ziel, die wirtschaftliche Lebensdauer von neuen bzw. bestehenden Straßenbefestigungen durch den Einsatz verbesserter Baustoffe zu optimieren und dabei auch den gestiegenen Belastungen und Beanspruchungen durch den Schwerverkehr Rechnung zu tragen.

## 2. Gründung eines neuen Christian Doppler Labors

Mit Sommer 2002 ist es mit der Unterstützung von namhaften Industriepartnern gelungen, am Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung der TU Wien im Rahmen der Christian Doppler Forschungsgesellschaft (CDG) ein Christian Doppler (CD) Labor zur Gebrauchsverhaltensorientierten Optimierung flexibler Straßenbefestigungen zu gründen. Die CDG

ist nach dem österreichischen Physiker und Mathematiker Christian Andreas Doppler (1803–1853) benannt. Er wurde vor allem durch seine als „Doppler Effekt“ bekannt gewordene Entdeckung berühmt. Die nicht auf Gewinn ausgerichtete Gesellschaft bezweckt die Förderung von Entwicklungen auf den Gebieten der Naturwissenschaften, der Technik und der Ökonomie sowie deren wirtschaftliche Umsetzung und Anwendung.

Aus Sicht des Institutes wurde damit ein wichtiges Ziel realisiert, nämlich aus dem akademischen Bereich hervorzutreten und enger mit der Industrie zu kooperieren. Zudem wurde ein Forschungsschwerpunkt gesetzt, an welchem im Rahmen des CD-Labors ein langfristig finanziell abgesichertes Arbeiten (5–7 Jahre) möglich ist. Aus der Sicht der Bauindustrie liegen die Motive zur Förderung eines CD-Labors u.a. in dem sich abzeichnenden neuen europäischen Normenwerk (CEN) auf dem Gebiet der bituminös gebundenen Baustoffe, in denen neben den bekannten empirischen Verfahren zur Mischgutprüfung auch so genannte fundamentale oder gebrauchsvorhaltensorientierte Prüfmethode vorgesehen sind. Für letztere fehlt in Österreich der notwendige Erfahrungs- und Bewertungshintergrund.

Wissenschaftliche Zielrichtung und Aufgabenbereich des gegründeten Christian Doppler Labors liegen daher zunächst in der Entwicklung und Standardisierung von gebrauchsvorhaltensorientierten Prüfmethode für technische Asphalte auf der Grundlage effektiver mechanischer Kenngrößen. Diese sollen in der Folge zur Spezifikation der Mischguteigenschaften im Hinblick auf eine anspruchsgerechte Baustoffqualität im Rahmen der Aus-

schreibung und im Zuge der Erstellung der Mischgutrezeptur (Mix Design) herangezogen werden.

Aufbauend auf den Ergebnissen der asphalt-technologischen Forschung werden verbesserte numerische Methoden für eine zuverlässige Prognose des Verhaltens unter Betrieb entwickelt, die in Kombination mit gebrauchsvorhaltensorientierten Versuchen eine Simulation der belastungsbedingten, mechanogenen Auswirkungen auf Straßenkonstruktionen und somit eine verbesserte Prognose des Gebrauchsverhaltens von flexiblen Befestigungen über deren gesamte technische Lebensdauer ermöglichen. Für die Weiterentwicklung der numerischen Modelle für die Gebrauchsverhaltensprognose konnte mit dem Institut für Festigkeitslehre an der TU Wien ein renommierter wissenschaftlicher Partner gefunden werden.

Die wissenschaftlichen und industriellen Partner im Rahmen des neu gegründeten CD-Labors sind in der Abb. 1 dargestellt. Mittel- bis langfristiges Ziel der Kooperation sind der Aufbau und die Einrichtung eines österreichischen Kompetenzzentrums für den Asphaltstraßenbau.

### 3. Konkrete Ziele und geplante Prüfmethode

Als konkrete Aufgaben werden derzeit folgende drei Arbeitsschwerpunkte im Rahmen des CD-Labors verfolgt:

- Entwicklung und Auswahl von physikalisch fundierten und gebrauchsvorhaltensorientierten Prüfmethode zur verbesserten Ansprache der komplexen Materialeigenschaften von technischen Asphalten (Performance Based Material Testing)
- Formulierung von funktionsgerechten Anforderungen an die Qualität und die Zusammensetzung von bituminösen Baustoffen in Abhängigkeit von konkreten verkehrlichen und klimatischen Rahmenbedingungen (Performance Based Type Testing)
- Weiterentwicklung und Verbesserung bestehender numerischer Modelle von flexiblen Straßenkonstruktionen unter Einbeziehung der wesentlichen Belastungssituationen (Enhanced Modelling)

Eine zuverlässige Beurteilung der Eigenschaften von technischen Asphalten und die Materialmodellierung setzt das Vorhandensein von geeigneten Verfahren und Methoden zur prüf-

Wissenschaftliche Gruppe	Industrielle Gruppe
<p style="text-align: center;"><b>LABORLEITUNG</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>Technische Universität Wien</p> <p>Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>PARTNER</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>Institut für Festigkeitslehre</p> </div>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  <p style="font-size: small;">Baugesellschaft m.b.H.</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  <p style="font-size: small;">NIEVELT LABOR</p> </div> </div>

Abb.1: Wissenschaftliche und industrielle Partner im Rahmen des neu gegründeten Christian Doppler Labors zur gebrauchsvorhaltensorientierten Optimierung flexibler Straßenbefestigungen

technischen Ansprache der wichtigsten Eigenschaften voraus. Zu den wichtigsten Gebrauchseigenschaften von Asphalten für Verkehrsflächenbefestigungen zählen der Verformungswiderstand bei Wärme, die Rissresistenz bei Kälte und die Ermüdungsbeständigkeit gegenüber wiederholten Lasteinwirkungen.

Der Verformungswiderstand von Asphalten kann nach dem heutigen Stand der Prüftechnik unter anderem mit Hilfe von Spurbildungstests, mit Hilfe von Druckschwellversuchen, mit Hilfe des dynamischen Stempeleindringversuches, mit Hilfe eines dynamischen Triaxialversuches mit oszillierendem Zelldruck und mit Hilfe eine dynamischen Schubversuches untersucht werden.

Zur Charakterisierung des komplexen, nicht-linearen Materialverhaltens von Asphalten, speziell bei höheren Temperaturen, sind grundsätzlich jene Materialversuche heranzuziehen, die eine Bestimmung des belastungs- und temperaturabhängigen, komplexen Elastizitäts- und Schubmoduls erlauben. Dazu gehören dynamische Triaxial- oder Schubprüfungen [2]. Im CD-Labor wird dazu ein dynamisches Prüfgerät mit modernster Triaxialtechnik installiert (siehe Abb. 2), bei welchem die Verkehrsbeanspruchung simuliert wird durch:

- dynamische, sinusförmige Axialbelastung,
- konstanten Stützdruck oder
- dynamisch veränderlichen Stützdruck – frequenzgleich zur Axialbelastung aber mit Phasenverschiebungswinkel  $\delta$

Der auf diese Weise durchführbare Triaxialversuch mit oszillierendem Zelldruck unterscheidet sich vom dynamischen Kriechversuch dadurch, dass auch phasenverschoben, aber frequenzgleich ein dynamischer radialer Stützdruck aufgebaut wird, der geeignet ist, Radialdehnungen ganz oder teilweise zu verhindern. Merkmalsgröße zur Bewertung des Verformungswiderstandes ist in der Regel die Axialdehnung in Abhängigkeit von der Anzahl

der Lastwechsel. Abgeleitet werden können aber auf Grundlage derartiger Versuche auch visko-plastische Materialparameter als Eingangsgößen für numerische Verhaltens- und Prognosemodelle.

Das Langzeittragverhalten sowie das belastungszeit- und temperaturabhängige Verhalten von Asphalt werden durch seine Steifigkeitseigenschaften bestimmt. Diese werden in Form der komplexen Moduln und des Phasenverschiebungswinkels beschrieben. Jede Einwirkung von Zwang und/oder Last auf eine Verkehrsflächenbefestigung aus Asphalt verursacht kleine meist äußerlich nicht wahrnehmbare Gefügeschädigungen. Treten die genannten Einwirkungen mehrfach auf, so addieren sich die Effekte und es kommt zur Verminderung der Steifigkeit, bis nach einer sehr großen Anzahl von Wiederholungen ein wahrnehmbarer Schaden auftritt. Dieser Prozess wird im Allgemeinen als Ermüdung bezeichnet und entspricht somit einer dem Versagen vorausgehenden Materialschädigung.

Die unterschiedlichen Ermüdungsversuche lassen sich grundsätzlich in zwei Gruppen einteilen:

- Biegewechsel- oder Biegeschwellversuche (2-, 3- und 4 Punkt Biegeversuche)
- Direkte oder indirekte Spaltzugversuche (direct and indirect tensile test)
- Schubversuche

Mit zyklischen Biegeversuchen sollen die wiederholten Biegezugbeanspruchungen und durch Spaltzugversuche die entsprechend an der Unterseite der Asphaltkonstruktion induzierten Zugspannungen und Verformungen simuliert werden. Im CD-Labor ist zur Bestimmung der Asphaltsteifigkeiten und des Ermüdungsverhaltens eine Prüfvorrichtung zur Durchführung von 4 Punkt Biegeversuchen vorgesehen (Abb. 3).

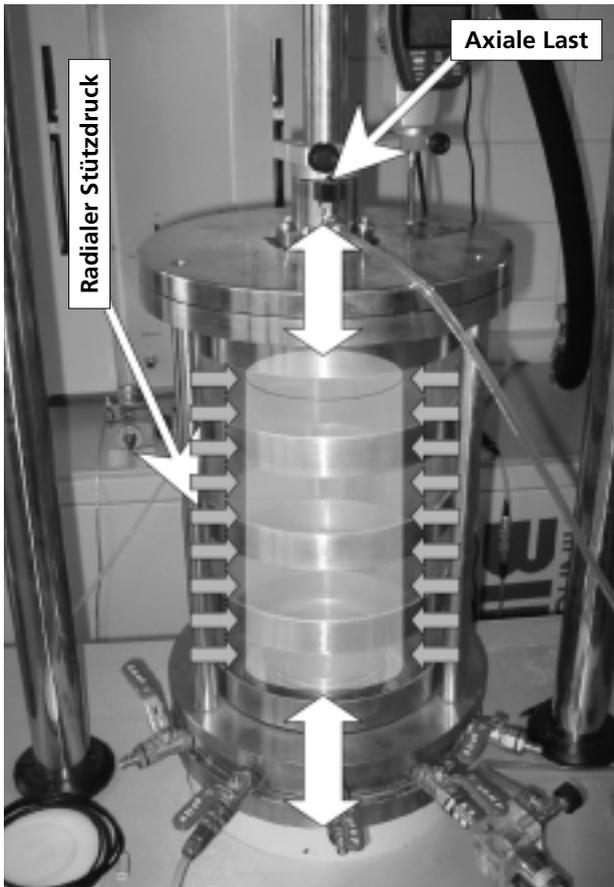


Abb. 2: Triaxialzelle mit dynamischer Lastbeaufschlagung für Asphaltprüfungen im mittleren und hohen Temperaturbereich

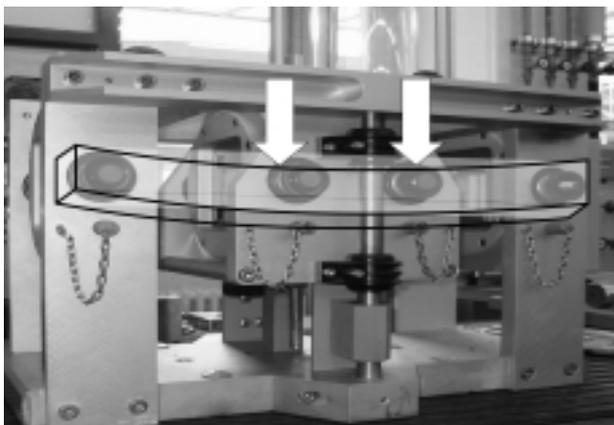


Abb. 3: Biegeprüfeinsatz (4 Punkt Biegung) für Steifigkeits – und Ermüdungsprüfungen an Asphaltprobekörpern

Neben dem Verformungs- und Ermüdungsverhalten werden die Gebrauchseigenschaften von Asphalten auch durch deren Eigen-

schaften bei tiefen Temperaturen geprägt. Das bei Asphalten herangezogene Bindemittel Bitumen besitzt aufgrund seiner viskosen Eigenschaften bei hohen Temperaturen eine große, bei tiefen Temperaturen eine sehr niedrige Viskosität. Daher wachsen Elastizität und Steifigkeit des Asphalts mit fallender Temperatur, sodass Verschiebungen im Korngerüst in zunehmendem Ausmaß verhindert werden. Außerdem unterliegt der Asphalt bei Abkühlung, wie die anderen Baustoffe auch, einem thermischen Schrumpf. Die daraus resultierenden Zugspannungen (kryogene Spannungen) können vom Asphalt in der Regel durch innere Fließvorgänge abgebaut werden, ohne dass äußere Formänderungen auftreten (Spannungsrelaxation). Je tiefer die Temperaturen jedoch sinken, umso mehr verringert sich die Relaxationsfähigkeit von bituminösen Baustoffen.

Als praktikable Versuche zur Ansprache des Relaxationsvermögens bei tiefen Temperaturen haben sich dabei einerseits Spaltzugversuche (indirect tensile test) und Abkühlversuche an prismatischen Asphaltprobekörpern unter Längenkonstanz (thermal stress restrained specimen test) durchgesetzt. Eine entsprechende Versuchsapparatur wird auch für das CD-Labor angeschafft (Abb. 4).

Abkühlversuche mit konstanter Temperaturrate liefern die kryogenen Zugspannungen als Funktion der Temperatur und die Bruchspannung samt der zugehörigen Bruchtemperatur. Die so ermittelten kryogenen Zugspannungen können in der Folge bei kraftgeregelten Ermüdungsversuchen als unterer Scheitelwert der Zug-Schwellspannung angesetzt werden.

Mit Hilfe der neuen, technisch aufwendigen Laborausstattung soll die Grundlagenforschung auf dem Gebiet der gebrauchsverhaltensorientierten Asphaltprüfung vorangetrieben werden.

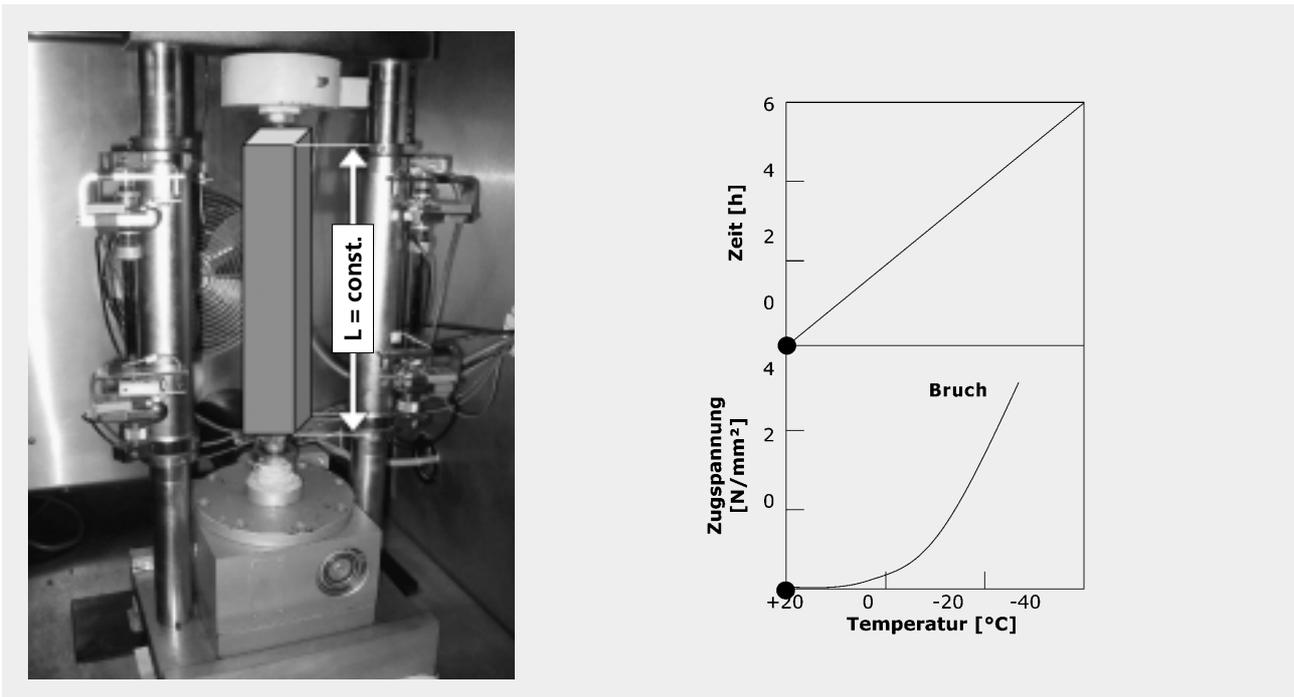


Abb. 4: Abkühlversuch unter Längenkonstanz zur Ermittlung kryogener Zugspannungen

#### 4. Lösungsansätze

Dass es sich bei den im Rahmen des CD-Labors vorgesehenen Prüfmethoden und Untersuchungen um anwendungsorientierte Forschung handelt, die praktisch nutzbare Erkenntnisse ermöglicht, soll anhand eines konkreten Schadensfalls veranschaulicht werden.

An einem Bauvorhaben der B1 Wiener Straße zwischen km 191,43 und km 193,39 kam es innerhalb des Gewährleistungszeitraums in den bituminösen Trag- und Deckschichten zu ausgeprägten plastischen Verformungen (Spurrinnenausbildung). Die Spurrinnen überschritten speziell in den Kreuzungsbereichen die innerhalb des Gewährleistungszeitraums höchstzulässige Spurrinntentiefe (siehe Abb. 5).

Die Asphaltkonstruktion wurde dreilagig konzipiert (siehe Abb. 6) bestehend aus einer bituminösen Tragschichte BT I/32 (Richtungsfahrbahn Linz) mit einer Solldicke von 10 cm, einer hochstandfesten bituminösen Tragschichte BT I/32 HS (Solldicke 10 cm) und einer

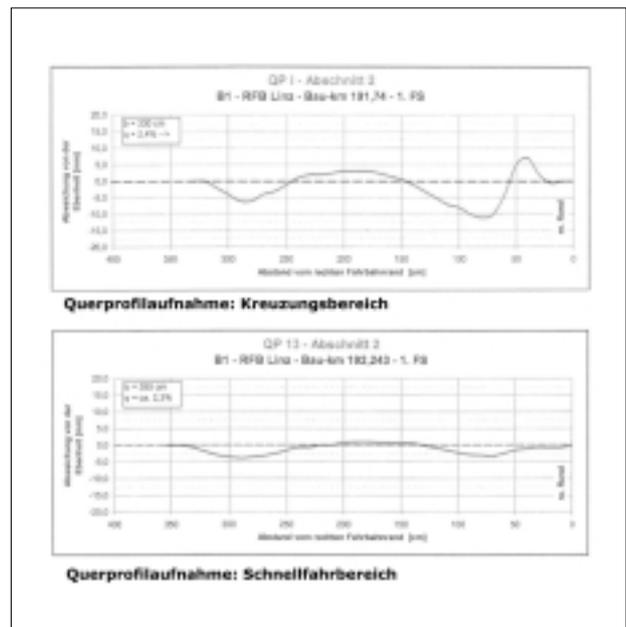


Abb. 5: Querprofilaufnahmen im Untersuchungsabschnitt (Fa. Nivelte Labor Ges.m.b.H [3])

Deckschichte aus Splitt-Mastix Asphalt SMA (Solldicke 4 cm). Während der Sommerperiode 2000 kam es am betroffenen Abschnitt der B1 infolge eines Umleitungsverkehrs von der A1 zu einer erhöhten Schwerverkehrsbelastung.

Durch das Labor Nievelt Ges.m.b.H. [3] erfolgte eine detaillierte Zustandserfassung und Schadensaufnahme. Dabei musste aus entsprechenden Probeentnahmen in zwei Fällen eine Schichtdickenunterschreitung bei der BT 1/32 HS von 20% festgestellt werden.



Abb. 6: Oberbauausbildung im Bereich der RFB Linz an der B1 Wiener Straße, Baulos von km 191,43 bis km 193,39

Auf Initiative von Herrn Hofrat DI Großschartner vom Amt der OÖ Landesregierung, Abteilung Straßenneubau, wurden durch eine Expertise des Institutes für Straßenbau und Straßenerhaltung [4] ergänzend dazu folgende offene Fragestellungen behandelt:

- Auswirkung der festgestellten Minder-schichtdicken auf eine erhöhte Schubspannungsbildung in der untersten Lage des Asphaltpaketes, d.h. in der nicht hochstandfest ausgeführten BT 1/32,
- Quantifizierung des Einflusses der erhöhten Schwerverkehrsbelastung in der Umleitungsperiode auf die Spurrinnenausbildung im Untersuchungsabschnitt,
- Beurteilung eines möglichen Einflusses von extremen Witterungsbedingungen (heißer Sommer).

Zur Abklärung der angeführten Fragestellungen wurden Simulationen der Spannungs- und Verformungszustände des Oberbaues unter Zuhilfenahme eines analytischen Oberbaumodells durchgeführt. Im Rahmen derartiger theoretischer Modelle ist eine möglichst realistische Bewertung der charakteristischen

asphaltmechanischen Kennwerte für die maßgeblichen Temperatur- und Belastungsverhältnisse von entscheidender Bedeutung.

Aus entsprechenden Materialuntersuchungen und -bewertungen konnten die in der Abb. 7 dargestellten dynamischen E-Module für die im Untersuchungsabschnitt eingesetzten Mischgutsorten als Funktion der Belastungsfrequenzen abgeleitet werden. Die Belastungsfrequenz steht in Verbindung mit der Belastungsgeschwindigkeit und kann somit mit der im Streckenabschnitt vorherrschenden Fahrgeschwindigkeit des Schwerverkehrs korreliert werden (Kreuzungsbereich bzw. Schnellfahrbereich). Die Abb. 7 zeigt neben der frequenzabhängigen Entwicklung der Materialkenngrößen auch die noch viel stärkere Temperaturabhängigkeit der aktuellen Asphalt- und damit Schichtsteifigkeiten. Zudem lässt sich aus den Untersuchungsergebnissen der Einfluss der Bindemittelmodifikation auf das Materialverhalten konkret quantifizieren. Auch die im hohen Temperaturbereich sehr niedrige Verformungsresistenz der SMA (Splitt-Mastix) Deckschichte ist deutlich erkennbar.

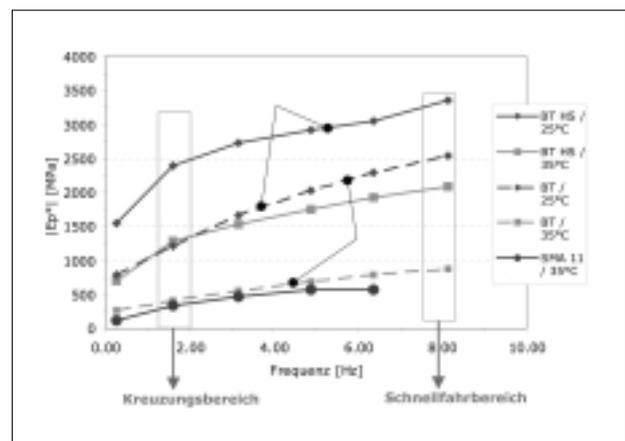


Abb. 7: Abgeleitete Materialkennwerte (Asphaltsteifigkeit) für die eingesetzten Mischgutsorten als Funktion von Temperatur und Belastungsfrequenz

Nach Ermittlung der Materialkenngrößen können die als Folge der Radlasten für die Verformungen in flexiblen Straßenbefesti-

gungen maßgeblichen Spannungszustände mit Hilfe von numerischen Modellen berechnet werden:

Infolge der Radlasten entstehen im Oberbau einerseits Druckspannungen in vertikaler Richtung und andererseits Biegespannungen in horizontaler Richtung. Aus theoretischen Untersuchungen ist bekannt (vgl. dazu Blab [2] oder Wellner [5]), dass es an einem Volumselement als Folge der Deviatorspannungen, die über den hydrostatischen Spannungszustand hinaus wirken, zu plastischen Verformungen kommt. Ist in den oberen Bereichen der Asphalt-schichten unter der Lasteinbringung die vertikale Druckspannung größer als die horizontale Biegedruckbeanspruchung, so ist die Deviatorspannung in vertikaler Richtung wirksam. Ebenso kann eine horizontale Biegezugspannung an der Unterseite der Asphalt-schichte trotz verringerter vertikaler Druckspannung zu einer gleichgerichteten Vertikaldeformation wie die Vertikaldruckspannung führen. Die mögliche plastische Deformation im Betrachtungsquerschnitt ist demnach eine Funktion der Größe und Richtung des Spannungsdeviators. Entsprechende Spannungszustände lassen sich in dynamischen Triaxialversuchen (vgl. Punkt 2) an Asphaltprobekörpern simulieren.

Der Verlauf der maßgeblichen deviatorischen Spannungen unter einer 50 kN Radlast, der mit Hilfe eines numerischen Modells des Straßenaufbaus berechnet wurde, ist in der Abb. 8 beispielhaft dargestellt. Hohe positive deviatorische Spannungen weisen Zonen mit starker Neigung zur Ausbildung von permanenten Deformationen aus aufgrund der hier herrschenden „spurrinnenerzeugenden“ Spannungszustände. Im gegenständlich dargestellten Fall unter den herrschenden Belastungsbedingungen (Verkehrslast und Temperaturgradient) liegt diese Zone an der Unterseite der hochstandfesten bituminösen Tragschichte BT 1/32 HS und reicht bis in die da-

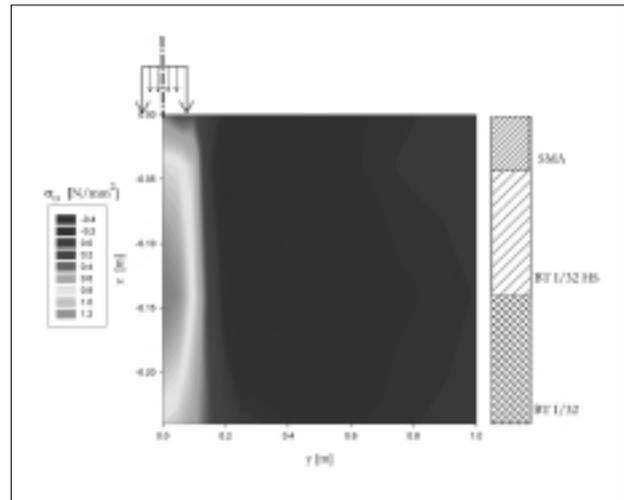


Abb. 8: Beispiel für die analytisch ermittelten deviatorischen Spannungen  $\sigma_D$  im Querschnitt der bituminösen Schichten unter der Radlast von 50 kN

runter liegende bituminöse Tragschichte BT 1/32 hinein.

Auf Grundlage einer Verhaltensfunktion zur Ausbildung von bleibenden Verformungen (vgl. dazu Blab [2]) lassen sich aus den maßgeblichen Spannungszuständen und den aktuellen Materialparametern die relativen bleibenden Verformungen  $\epsilon_p$  am Volumselement ableiten. Die Abb. 9 zeigt beispielhaft die aus dem dargestellten analytischen Modell

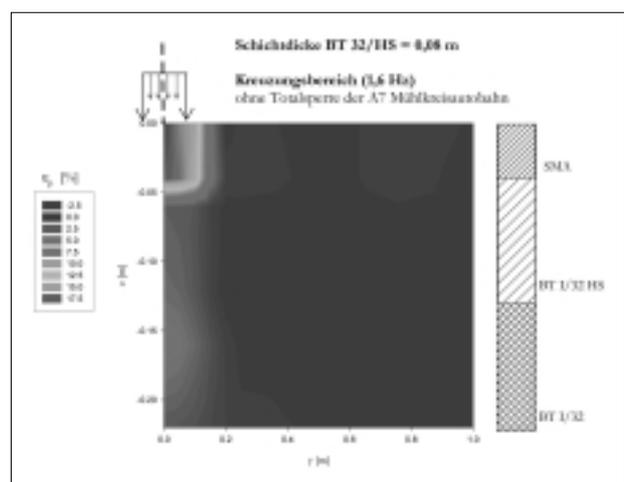


Abb. 9: Beispiel für die analytisch ermittelten relativen plastischen Verformungen  $\epsilon_p$  in den bituminösen Schichten nach Überrollung durch den maßgeblichen Schwerverkehr

berechneten relativen bleibenden Verformungen  $\epsilon_p$  für den in der Richtungsfahrbahn Linz vorhandenen bituminösen Aufbau nach Überrollung durch den maßgeblichen Schwerverkehr. Es errechnen sich speziell in der SMA Deckschichte ausgeprägte bleibende vertikale Verformungen, die teilweise fast 20% pro Volumselement ausmachen. Aber auch an der Unterseite der BT 1/32 HS ergeben sich relative plastische Verformungen von 5 bis 10%, die bis in die konventionelle BT 1/32 hineinreichen ( $z = 13,5$  bis  $17,5$  cm).

Durch Integration über die einzelnen Volumsdeformationen lassen sich für die jeweiligen Schichten des bituminösen Oberbaus die Anteile der plastischen Verformungen ableiten. Weiters ist durch Summation der Schichtdeformationen über den Querschnitt eine Darstellung des rechnerischen Spurrinnenverlaufes möglich. Die rechnerischen Spurrinntiefenverläufe für den Kreuzungsbereich und den Schnellfahrbereich der RFB Linz sind in der Abb. 10 dargestellt.

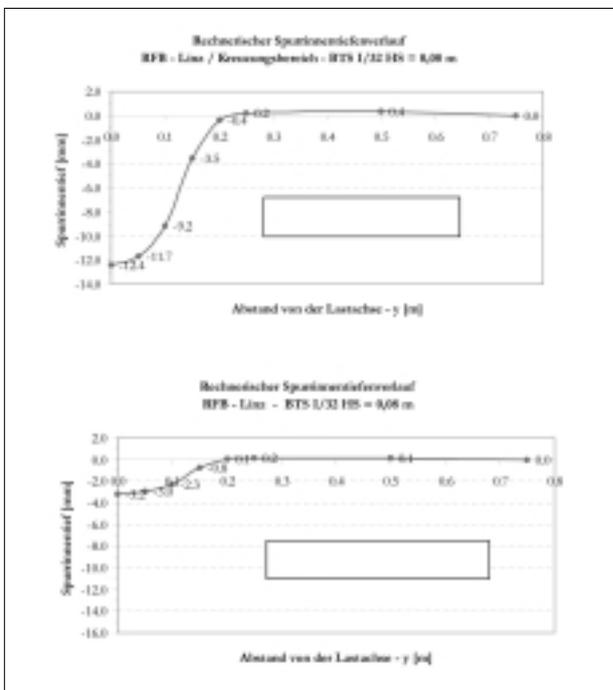


Abb.10: Rechnerischer Spurrinntiefenverlauf für den Kreuzungs- und Schnellfahrbereich der RFB Linz im Untersuchungsabschnitt

Die auf diese Weise abgeleiteten rechnerischen Spurrinntiefen für den Schnellfahr- und Kreuzungsbereich decken sich gut mit den Ergebnissen der Spurrinnenmessungen im Untersuchungsabschnitt (siehe Abb. 5).

## 5. Zusammenfassung

Mit der Gründung eines Christian Doppler Labors am Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung der TU Wien wurde ein wichtiger Schritt zur Entwicklung und Bewertung von gebrauchtsverhaltensorientierten Prüfungen von Asphalten und zur verbesserten Modellierung von flexiblen Straßenbefestigungen gesetzt.

Anhand eines konkreten Fallbeispiels wird gezeigt, dass für eine Modellierung des Verformungs- und Ermüdungsverhaltens von Asphaltbefestigungen eine realistische Bewertung der temperatur- und belastungsabhängigen asphaltmechanischen Kenngrößen von entscheidender Bedeutung ist. Zur Prognose des Gebrauchsverhaltens von hochbelasteten Straßen bewährt sich die Anwendung von erweiterten Prüfmethode zur Bestimmung der relevanten Materialkenngrößen in Kombination mit theoretischen Analysemodellen. So zeigte sich am Fallbeispiel für die untersuchten Aufbauten eine ausgezeichnete Übereinstimmung der rechnerisch prognostizierten und der tatsächlich gemessenen Verformungen. Das eingesetzte numerische Modell erlaubte hier zudem eine detaillierte Analyse der Systemwirkungen, die im konkreten Schadensfall zur Ausbildung von permanenten Verformungen führten.

Es ist somit zu erwarten, dass aus den Ergebnissen der anwendungsorientierten Grundlagenforschung im Rahmen des Christian Doppler Labors wesentliche Impulse für zukünftige innovative Entwicklungen im Asphaltstraßenbau ausgehen, die auch in Zukunft den

erfolgreichen Einsatz des Baustoffes Asphalt ungeachtet immer höherer Beanspruchungen ermöglichen sollen.

## Literatur

- [1] Blab R.: Ermüdungs- und Verformungsverhalten von Asphalten. Gestrata Journal, Heft 92, 23. Jahrgang, 2001.
- [2] Blab, R.: Analytische Methoden zur verhaltensorientierten Modellierung der Verformungseigenschaften flexibler Fahrbahnbefestigungen. Mitteilungen des Institutes für Straßenbau und Straßenerhaltung an der TU-Wien, Heft 11, Wien, 2001.
- [3] Nievelt-Labor Ges.m.b.H.: Gutachtliche Stellungnahme über die Erfassung des Oberflächenzustandsbildes der Fahrbahn hinsichtlich Spurrinnenausbildungen sowie Abklärung der Ursache der plastischen Verformungen an der Fahrbahnoberfläche im Bvh. B1, Baulos Neubau I. Labor Nr.: A0432/00 und A 0001/01, Im Auftrag der OÖ Landesregierung, Abt. Straßenbau, Stockerau, 2001.
- [4] Blab R.: Gebrauchsverhaltensorientierte Materialuntersuchungen und analytische Modellierungen zur Abklärung der Ursache von plastischen Verformungen, Bvh. B1, Baulos Neubau I. Gutachtliche Stellungnahme, Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung an der TU-Wien, Wien, 2001.
- [5] Wellner F.: Darstellung der Möglichkeit einer rechnerischen Bemessung von Verkehrsflächenbefestigungen an einem Beispiel. DACH-Tagung, Bregenz, 2001.



# Qualitätsmanagement von Asphalt

## Was bringen die Europäischen Normen und wie können sie umgesetzt werden?

Sehr geehrte Damen und Herren, einige oder vielleicht auch viele von Ihnen haben angesichts des Titels unseres Beitrages tief Luft geholt und sich gesagt: Um Gottes willen, nicht schon wieder Qualitätsmanagement! Ich kann dies durchaus verstehen, doch werden auch wir damit zunehmend konfrontiert sein.

Sie kennen sicher alle das CE-Zeichen, mit dem praktisch alle Elektrogeräte, die Sie in den letzten Jahren gekauft haben, gekennzeichnet sind – es bestätigt, dass das Gerät die Anforderungen bestimmter europäischer Richtlinien oder Normen erfüllt. Auch wir im Asphaltstraßenbau müssen uns damit abfinden, dass unsere Produkte Qualitätsanforderungen von Europäischen Normen genügen müssen. Auch das Asphaltmischgut wird davon betroffen sein und Sie sehen hier das Konformitätszeichen, das auf den Lieferscheinen von Asphaltbeton anzubringen sein wird.



Genau diese Aspekte soll unser Beitrag beleuchten, weswegen wir ihm den Untertitel „Was bringen die Europäischen Normen und wie können sie umgesetzt werden“ beigefügt haben.

Der Beitrag wird in die Abschnitte

- Die Qualitäts-Systeme für Asphalt in der RVS und den Europäischen Normen,
- EN 13108-21 „Werkseigene Produktionskontrolle“ und
- Ist die EN 13108-1 umsetzbar?

gegliedert sein.

### 1. Die Qualitäts-Systeme für Asphalt in der RVS und den Europäischen Normen

In Österreich regelt die RVS 11.321 mit der Ausgabe November 2001 die Prüfung und Abnahme von Asphaltmischgut mit den Teilbereichen

- Eignungsprüfung,
- Kontrollprüfung und
- Abnahmeprüfung.

Im Rahmen der Europäischen Normung werden zwei Normen für den Qualitätsnachweis von Asphalt vorbereitet:

- EN 13108-20 „Erstprüfung“ und
- EN 13108-21 „Werkseigene Produktionskontrolle“.

Die Abdeckung der einzelnen Qualitätsbereiche ist in dieser Tabelle zusammenfassend dargestellt:

NORMEN UND ZUSTÄNDIGKEITEN				
	RVS	EN	Auftragnehmer	Auftraggeber
Mix Design – Mischgutarezeptur	–	–	X	–
Eignungsprüfung – Erstprüfung	X	X	X	–
Kontrollprüfung – Werkseigene Produktionskontrolle	X	X	X	–
Annahmeprüfung	X	–	–	X

Wir sehen daraus, dass sowohl in der RVS wie auch in der Europäischen Normung die Erstellung der Mischgutarezeptur nicht normativ geregelt ist und im Zuständigkeitsbereich des Auftragnehmers liegt. Eignungsprüfung und Kontrollprüfung sind in RVS und EN geregelt und Aufgabe des Auftragnehmers. Die Abnahmeprüfung ist nur in der RVS geregelt und liegt beim Auftraggeber.

Da sich im Rahmen der Europäischen Normung und im Konnex mit den Mandaten der Europäischen Kommission auf Basis der Bauproduktenrichtlinie die Regelungen auf das „Inverkehrbringen“ von Bauprodukten einschränkt, ist diese Trennung auch verständlich.

## 2. EN 13108-21 „Asphalt – Qualitätsnachweis – Werkseigene Produktionskontrolle“

Die inhaltliche Beschreibung der WPK ist prinzipiell mit der Kontrollprüfung vergleichbar:

WPK ist das dauerhafte interne System der Qualitätskontrolle, das der Erzeuger durchführt und das die operationellen Verfahren beinhaltet, die zur Regelung der Produktqualität angewendet werden. Sie umfasst die Inspektionen und Prüfungen, die für die Regelung der Einrichtungen, der Grundmaterialien, des Herstellungsprozesses und des Endproduktes angewendet werden.

Inhaltlich enthält dieser Normentwurf alle für derartige Systeme üblichen Elemente, ist sie doch prinzipiell nach der allgemeinen Qua-

litätsmanagement-Norm ISO 9001 aufgebaut. Es würde im Rahmen dieses Beitrages zu weit gehen, alle Details zu besprechen. Wichtig für die Umsetzbarkeit in der täglichen Praxis ist neben den erforderlichen Eingangsprüfungen der Grundmaterialien die Art der Überwachung und Prüfung des produzierten Asphaltmischgutes sowie die Konformitätsbewertung.

Die Tabelle 8 dieser Norm enthält Angaben über Umfang, Zweck und Häufigkeit der am fertigen Asphaltmischgut durchzuführenden Prüfungen, wobei für die WPK insbesondere die Prüfung des Bindemittelgehaltes und der Korngrößenverteilung von Bedeutung ist.

Die folgenden Tabellen zeigen die Toleranzen für die Konformitätsbewertung, wobei einerseits die Bewertung jeder Einzelprobe wie auch des Mittelwertes der letzten 32 Einzelwerte möglich ist. Klarerweise sind im zweiten Fall die Toleranzen enger gesteckt, um bei gleicher Aussagewahrscheinlichkeit zu vergleichbaren Bewertungen zu kommen.

## 3. Ist die EN 13108-21 umsetzbar?

Mit dieser Frage hat sich der AA „Prüf- und Qualitätswesen“ in der AG „Asphaltstraßen“ unter Vorsitz von Herrn Prof. Eustacchio bereits seit längerem befasst, vor allem aber nachdem der Normentwurf 1988 zum CEN-Enquiry aufgelegt wurde.

Schlussendlich wurde im Oktober 1999 ein Projektteam unter der Leitung von DI V.Vasiljevic aus Vertretern der Verwaltung (Allmer, Piber),

ÜBERWACHUNGS-/PRÜFFREQUENZ FÜR ASPHALT		
Überwachung/Prüfung	Zweck	Häufigkeit
Organoleptische Prüfung	Vergleich mit dem gewöhnlichen Aussehen hinsichtlich Korngrößenverteilung, Gleichmäßigkeit der Mischung und ausreichender Bindemittelumhüllung	Jede Ladung
Temperatur	Sicherstellung der Übereinstimmung mit der Spezifikation oder anderen Anforderungen	a) gemäß 5.3 b) bei jeder Probenahme
Bindemittelgehalt und Korngrößenverteilung	Sicherstellung der Übereinstimmung mit der Spezifikation	Siehe Anhang A
Andere Eigenschaften gemäß Spezifikation	Feststellung der Konformität	Gemäß Qualitätsplan Siehe Anhang B
Eignung der Transportfahrzeuge	Überprüfung einer angemessenen Isolierung	Vor dem ersten Einsatz und im Zweifelsfall
Sauberkeit der Transportfahrzeuge nach Augenschein	Vermeidung von Verunreinigungen	Vor jeder Beladung

Durchgang in Prozent	EINZELPROBE Toleranz gegenüber der Rezeptur				
	Gesteinskörnungen klein (D < 16 mm)	Gesteinskörnungen groß (D ≥ 16 mm)	Gußasphalt	Hot rolled asphalt	
Gesteinskörnungen klein				Gesteinskörnungen groß	
D	-8 +5	-9 +5	-8 +5	-8 +5	-9 +5
D/2 oder char. Grobsieb	± 7	± 9	± 5	± 7	± 9
2 mm	± 6	± 7	± 4	± 5	± 7
Char. Feinsieb	± 4	± 5	-	± 4	± 5
0,063	± 2	± 3	± 4	± 2	± 3
Löslicher Bindemittelgehalt	± 0,5	± 0,6	± 0,5	± 0,6	± 0,6

Durchgang in Prozent	MITTELWERT AUS 32 VORANGEGANGENEN PRÜFUNGEN Toleranz gegenüber der Rezeptur				
	Gesteinskörnungen klein (D < 16 mm)	Gesteinskörnungen groß (D ≥ 16 mm)	Gußasphalt	Hot rolled asphalt	
Gesteinskörnungen klein				Gesteinskörnungen groß	
D	± 4	± 5	± 4	± 4	± 5
D/2 oder char. Grobsieb	± 4	± 4	± 3	± 3	± 4
2 mm	± 3	± 3	± 3	± 2	± 3
Char. Feinsieb	± 2	± 2	-	± 2	± 3
0,063	± 1	± 2	± 2	± 2	± 2
Löslicher Bindemittelgehalt	± 0,3	± 0,3	± 0,25	± 0,25	± 0,3

von Prüfanstalten nämlich der PRÜFBAU (A. und V. Vasiljevic) und der TVFA der TU Graz (Eustacchio und Klimisch), sowie den Firmen Strabag (Schinkinger, Heitzinger und Mandl), Swietelsky (Kostjak und Spitzenberger) und Teerag Asdag (Pass und Telsnig) gebildet.

Ziel dieses Projektes sollte es sein, einerseits die Umsetzbarkeit der EN 13108-21 bezogen auf unser derzeitiges Regelwerk (RVS 8S.01.41) festzustellen, andererseits die steuerungsabhängigen Mindesthäufigkeiten der Kontrollprüfungen und somit die zu erwarteten Qualitätskosten zu ermitteln.

Ein Antrag der AG Asphaltstraßen beim Forschungsförderungsfonds für das Straßenwesen wurde abgelehnt; da jedoch die Norm die Basis für die CE Zulassung von Asphaltmischgut darstellt und somit von großer Bedeutung bzw. Auswirkung ist, entschlossen sich die Projektteilnehmer in Eigenfinanzierung das Projekt durchzuführen.

#### **Durchführung:**

Es wurden 6 Asphaltmischanlagen mit unterschiedlicher technischer Ausstattung, Herkunft und Nennleistung ausgewählt. Diese Anlagen sollten das zur Zeit in Österreich befindliche Betriebsniveau widerspiegeln.

Festlegung von 4 verdichteten Prüfperioden, in denen je 150 to produziertes Mischgut eine Probenahme zu erfolgen hat. Die gemäß RVS erforderlichen Probenahmen/Kontrollprüfungen waren zusätzlich durchzuführen.

Des Weiteren wurde in Zusammenarbeit mit den Produzenten ein Qualitätssicherungssystem erarbeitet (in Form eines QM-Handbuches), das nach der zweiten Prüfperiode von den Mischanlagen implementiert werden sollte. Ziel der Implementierung während des Projektes war es, die eventuellen Verbesserungen des betrieblichen Erfüllungsniveaus zu erfassen: Sprich – wird durch die Einführung

eines Qualitätssicherungssystems der Asphalt besser?

Die Auswertung der Daten betraf in erster Linie die statistische Auswertung der Ergebnisse aus der Eigen- und Fremdkontrolle, sowie die Analyse der Auswertung hinsichtlich der Auswirkungen der Einführung des QM-Systems auf die Produktionsqualität. Zusätzlich wurde eine Analyse der Prüfdaten im Hinblick auf die erforderliche Prüfhäufigkeit und in diesem Zusammenhang Überlegungen und Vorschläge für ein QM-System gemäß prEN 13108-21 angestellt.

#### **Aufbau eines Qualitätssicherungssystems:**

Wie bereits erwähnt wurde in Zusammenarbeit mit den Produzenten ein QS-System erarbeitet und in weiterer Folge installiert. Es wurden Arbeitsanweisungen (wie zum Beispiel Kalibrieranweisungen), verschiedene Protokolle sowie Checklisten erstellt.

Hier ist ein Ausschnitt der Checkliste „Täglicher Prüfplan Material“ dargestellt: im Detail wurden dabei die Gesteinskörnungen, wie die Beschickung der Boxen oder Materialüberschneidungen bei Lagerstätten ohne Zwischenränder überprüft.

Diese Checkliste wurde vom zuständigen Mischanlagenpersonal täglich ausgefüllt und anschließend archiviert.

Ein weiterer Punkt war die Schulung des Personals vor Ort. Themenschwerpunkte dabei waren korrekte Probenahme des Asphaltmischgutes, die Eingangskontrolle der Ausgangsmaterialien sowie das Verhalten bei Nichtkonformitäten. Zu all diesen Punkten wurden detaillierte Anweisungen ausgearbeitet um bei den Mischanlagen ein einheitlich standardisiertes Vorgehen zu gewährleisten.

#### **Auswertung:**

Bei der Auswertung der Prüfdaten wurde das

## Täglicher Prüfplan Material:

Datum: .....

Uhrzeit: .....

Name: .....

### I.) Kontrolle der Gesteinskörnungen:

- |   |                             |                               |  |
|---|-----------------------------|-------------------------------|--|
| 1.) Überprüfung der Mischanlagendeponie (Boxen) | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |  |
| Deponien (Boxen) mit richtigem Material befüllt | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |  |
| Keine Materialüberschneidung                    | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |  |
|   |                             |                               |  |
| 2.) Kontrolle jedes Lieferscheines              | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |  |
| Übereinstimmung mit dem angelieferten Material  | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |  |

Vorkommnisse: .....

**Nichtkonformitäten:** .....

.....

Mängelbehebung:                       ja                       nein                      Datum: .....                      Paraffe: .....

Asphaltmischgut hinsichtlich seiner Korngrößenverteilung und des Bindemittelgehaltes geprüft. Wie Sie bereits zuvor erfahren haben, sind dies die einzigen Prüfanforderungen der EN 13108-21 und unterscheiden sich zu unserem jetzigen RVS Kontrollsystem, bei dem zusätzlich die Dichte und die Marshallkennwerte gefordert sind.

Die EN hat nun ein bestimmtes Anforderungssystem, das die einzelnen Mischanlagen in ein sogenanntes betriebliches Erfüllungsniveau einstuft; dies ist abhängig von der Anzahl der gefundenen Abweichungen/Nichtkonformitäten zur Eignungsprüfung (Kornverteilung und Bindemittelgehalt).

Anzahl nichtkonformer Ergebnisse	Betriebliches Erfüllungsniveau
0 – 2	OCL A
3 – 6	OCL B
> 6	OCL C

Level	OCL A	OCL B	OCL C
X	600	300	150
Y	1000	500	250
Z	2000	1000	500

Weiter sehen Sie in der folgenden Tabelle die Unterteilung in die Level X, Y und Z. Dabei ist zu bemerken, dass die Anzahl der Probenahme/Kontrollprüfungen vom betrieblichen Erfüllungsniveau (A, B oder C) aber auch von den Levels X, Y und Z abhängig sind. Die Aussagekraft der Prüfergebnisse ist im Level X als im Level Z.

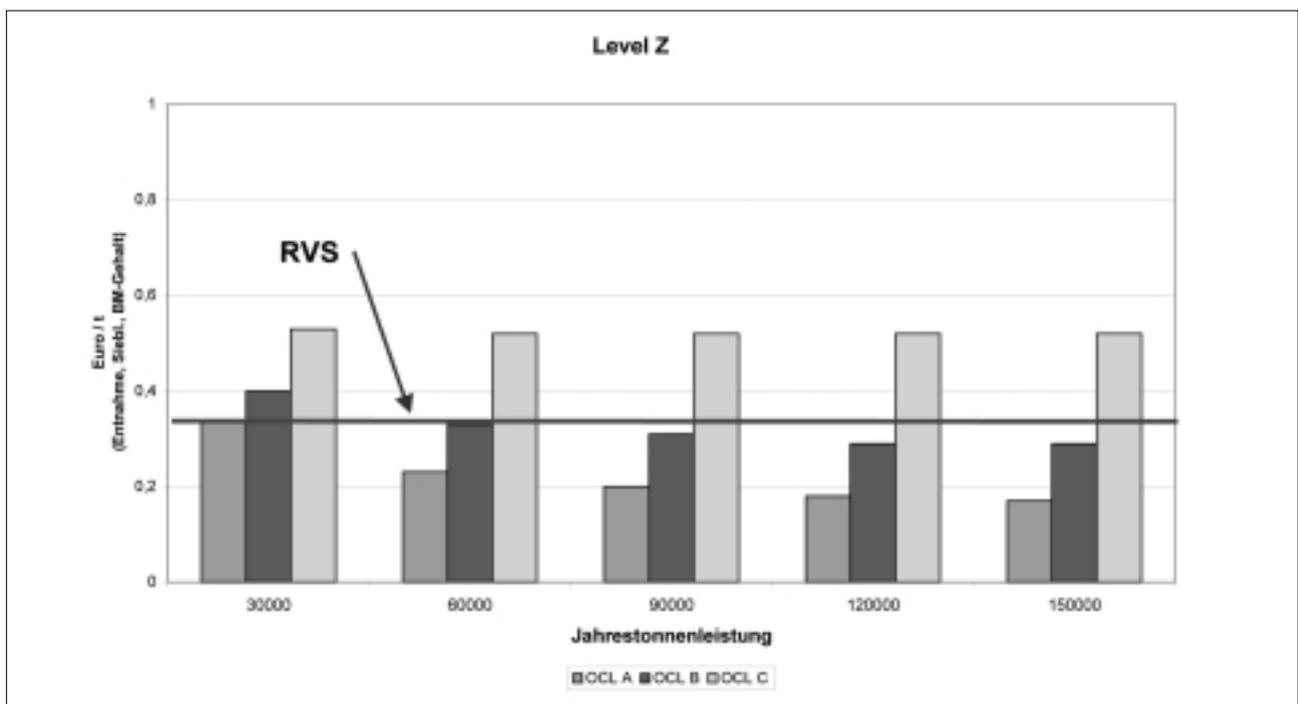
Daraus ergibt sich nun für den Auftraggeber die Möglichkeit oder aber auch die Notwendigkeit in der Ausschreibung diesbezügliche Festlegungen treffen zu müssen.

Schlussendlich wurde auch ein Kostenvergleich zwischen der RVS und der EN angestellt. In diesem Vergleich wurden gem. EN die Prüfkosten für Bindemittelgehalt und Kornverteilung, sowie die zur Zeit gemäß RVS geforderten Prüfparameter gegenübergestellt. Dazu

wäre noch zu sagen, dass die laufenden Kosten, sprich Entnahme- Transport der Proben sowie die Kosten der Überwachung stark vom betrieblichen Erfüllungsniveau der Anlage sowie von der jährlichen Auslastung der Mischanlage abhängen.

Die unten angeführte Abbildung zeigt die Prüfkosten in Abhängigkeit vom betrieblichen Erfüllungsniveau (in Abhängigkeit der Level X, Y, Z) und der Jahrestonnenleistung (30 000 to – 150 000 to). Als Vergleich dazu stehen die Prüfkosten die laut der derzeit gültigen RVS anfallen würden.

Die Berechnung der RVS beruht auf der Annahme, dass sich bei der Jahrestonnenleistung die zu ca. 45% BT, BT D, BT HS, 45% AB, pmAB, SMA und zu 10% auf DA, pmAB (bei Modifizierung an der Mischanlage).



Wie aus der Abbildung ersichtlich wird, sinken die Kosten bei dem Mindestlevel Z bereits bei einer Jahrestonnenleistung von 60 000 to/Jahr unterhalb der Prüfkosten, die durch die RVS anfallen würden. Diese Kostendarstellung gilt selbstverständlich nur für das herangezogene Beispiel.

**Zusammenfassung:**

- Das Qualitätssystem der EN 13108-21 ist die spezifische Umsetzung der ISO 9001. Es werden lediglich materialspezifische Anforderungen formuliert, die im Rahmen des Konformitätsverfahrens zu beurteilen sind.
- Die Einführung der Werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) sollte, unabhängig vom Mischanlagen-Typ, keinerlei Probleme mit sich bringen. Dies ist aus den Ergebnissen des Projektes abzuleiten. Die anfallenden Kosten hängen primär von der Genauigkeit der Mischanlage und vom Qualitätsdenken des Personals ab.
- Der in der EN 13108-21 festgelegte Mindestlevel Z stellt die niedrigste Häufigkeit an Prüfungen dar. Es wird Aufgabe von nationalen Regelungen sein, unter welchen Randbedingungen, die mit häufigerer Prüfungen verbundenen höheren Levels (Y und X) anzuwenden sind.
- Es bleibt weiterhin Aufgabe von nationalen Regelungen, Verfahren für den Mischgutentwurf (mixed-design) sowie für die Abnahmeprüfungen festzulegen. Eignungsprüfungen (type-testing) und Kontrollprüfungen (fpc) sind gemäß den europäischen Normen durchzuführen.

**Resüme:**

Die Umsetzung der EN 13108-21 stellte für die beteiligten Mischanlagen kein Problem dar. Es sollte daher auch die Einführung der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) gemäß dieser Norm mit keinen Schwierigkeiten verbunden sein.



# Viskositätssenkende Additive im Asphaltstraßenbau

## 1. Einleitung

Die Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit von Asphalt wird signifikant von den Eigenschaften des Bindemittels beeinflusst. Mit dem Einsatz von Normbitumen können ausreichend verformungsstabile Asphalte bei dem zunehmenden Schwerlastverkehr in der Regel nicht mehr konzipiert werden. Daher wird schon seit Mitte des 20. Jahrhunderts nach Möglichkeiten zur Eigenschaftsoptimierung durch die Modifizierung von Bitumen gesucht. Diese Forschung führte letztlich zu den seit mehr als 20 Jahren etablierten polymermodifizierten Bitumen (pmB). Die Polymermodifizierung erhöht die Steifigkeit im oberen Gebrauchstemperaturbereich bei gleich bleibendem, teilweise verbessertem Widerstand gegen Rissbildung durch Ermüdung oder kälteinduzierte Schrumpfungsspannungen. Als nachteilig hat sich jedoch die hohe Viskosität der pmB erwiesen, die zur Gewährleistung der Verarbeitungs- und Verdichtungsfähigkeit erhöhte Verarbeitungstemperaturen erfordert. Dies hat erhöhten Energieverbrauch sowie ein erhöhtes Risiko der Bindemittelalterung in der Misch- und Einbauphase zur Folge.

Seit kurzem wird die Asphaltindustrie mit Forderungen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus Brennstoffen (Kyoto Protokoll) und, speziell in Deutschland, zur Senkung der Bitumendampf- und Bitumenaerosol-Emissionen konfrontiert. Diese Forderungen können am besten durch Temperatursenkungen bei Herstellung und Einbau von Asphaltmischgut erfüllt werden.

Beide aufgeführte Aspekte, die asphalttechnologischen und die ökologischen/arbeitsmedi-

zischen, haben zu der Entwicklung der viskositätssenkenden Additive geführt, die eine neue Klasse von Modifizierungsmitteln darstellen.

## 2. Eigenschaften und Wirkprinzip viskositätssenkender Additive

Viskositätssenkende Additive sollen folgende Forderungen erfüllen:

- **Senkung der Viskosität des Bindemittels im Verarbeitungstemperaturbereich.** Dies ermöglicht einerseits Vereinfachungen für Einbau und Verdichtung von Asphaltmischgut und andererseits Temperaturabsenkungen.
- **Erhöhung der Bindemittelsteifigkeit im oberen Gebrauchstemperaturbereich.** Dies erhöht den Widerstand gegen irreversible Asphaltverformungen im Sommer. Die Verbesserung der Verdichtbarkeit bis zum optimalen Hohlraumgehalt wirkt sich zusätzlich förderlich auf die Verformungsstabilität aus.
- **Kompatibilität mit allen gebräuchlichen Bitumen und pmB sowie Stabilität gegen Entmischung bei Heißlagerung des Bindemittels.**
- **Keine negative Beeinflussung der Tieftemperatureigenschaften und der Adhäsion des Bindemittels am Mineral.**
- **Keine nachteilige Änderung der Alterungseigenschaften des Bindemittels.** Im Gegenteil verringern Temperatursenkungen die Bindemittelalterung während der Mischgutherstellung und die geringeren Hohlraumgehalte vermindern die Alterung in der fertig gestellten Asphaltsschicht.

Zur Erfüllung dieser Forderungen weisen viskositätssenkende Additive folgende Eigenschaften auf:

Im Gebrauchstemperaturbereich sind die Additive verformungsstabile Feststoffe, die, abhängig vom Produkt, zwischen ca. 70° und 140°C schmelzen und dabei in niedrigviskose Flüssigkeiten übergehen. Diese Flüssigkeiten sind homogen im Bindemittel löslich und deshalb einfach und rasch durch Rühren einmischbar sowie absolut stabil gegen Entmischung bei der Heißlagerung. Die niedrigviskosen Additive senken durch ihren Verdünnungs- und Schmiermittel-Effekt die Viskosität des Bindemittels signifikant. Während des Abkühlens bilden die Additive im Bindemittel mikroskopisch feine, gleichmäßig verteilte Feststoffpartikel aus, die ähnlich wie in faserverstärkten Werkstoffen die Steifigkeit erhöhen. In der Abb. 1 sind die Partikel eines Additivs als helle, verzweigte und teilweise vernetzte Strukturen erkennbar.

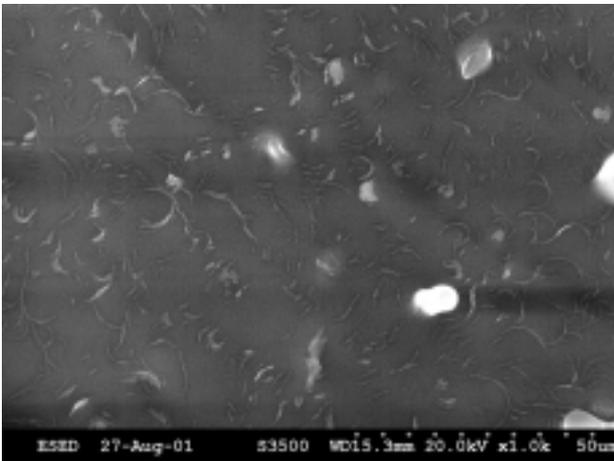


Abb. 1: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (REM) von 4% Sasobit in B 50/70. Der Abstand zwischen den Punkten am rechten unteren Bildrand beträgt 50 µm.

Um eine optimale Homogenisierung der Additive zu erzielen, ist eine Vormischung mit dem Grundbindemittel, bzw. der Bezug eines werksgemischten modifizierten Bindemittels empfehlenswert. Alternativ stehen zwei in der Praxis erprobte technische Lösungen für die in-

line Einmischung im Asphaltmischwerk zur Verfügung, die homogen modifiziertes Mischgut ohne Verlängerung der Mischzeiten gewährleisten. Bei der Herstellung von Gussasphalt können die Additive direkt in den Mischer der Asphaltmischanlage oder in den Transportkocher gegeben werden, vorzugsweise bei etwa halbem Füllungsgrad des Kochers. Das Rührwerk des Kochers sorgt während der üblichen Fahrzeit zum Einbauort für eine homogene Vermischung.

Das oben beschriebene, für viskositätssenkende Additive geforderte Eigenschaftsprofil wird von drei Stoffklassen erfüllt:

- **Montanwachs und Mischungen von Montanwachs mit anderen Stoffen**

Montanwachs wird durch Extraktion aus spezieller, wachsreicher Braunkohle gewonnen und weist einen Schmelzbereich um 75°C auf. Aus chemischer Sicht besteht Montanwachs überwiegend aus Esterwachsen.

- **Amidwachse**

Amidwachse sind synthetische Carbonsäureamide mit Schmelzbereichen um 140°C, die unter verschiedenen Handelsnamen erhältlich sind.

- **Sasobit**

Sasobit ist ein langkettiger Kohlenwasserstoff, der von Sasol Wax mit der Fischer-Tropsch Synthese in einem katalytischen Hochdruckverfahren aus Synthesegas (CO und H<sub>2</sub>) hergestellt wird. Da es sich um einen reinen Kohlenwasserstoff ohne funktionelle Gruppen handelt, zeigt dieses Additiv eine besonders gute chemische Stabilität und Alterungsresistenz. Der Schmelzbereich um 100°C gewährleistet im Asphalt einerseits eine versteifende Wirkung im oberen Gebrauchstemperaturbereich und ermöglicht andererseits eine vereinfachte Verdichtung bei vergleichsweise niedrigen Mischguttemperaturen.

Die folgenden Ausführungen beschränken sich beispielhaft auf das Additiv Sasobit.

### 3. Vergleich mit bitumeneigenen Paraffinen

Sasobit gehört zwar zu der gleichen chemischen Stoffklasse wie die bitumeneigenen Paraffine, weist jedoch wegen der unterschiedlichen Molekülgrößen und -strukturen andere physikalische Eigenschaften auf. Selbst die verbreitete Annahme, dass Paraffine die Eigenschaften von Bitumen nachteilig beeinflussen, ist, wie umfangreiche Untersuchungen gezeigt haben, nicht grundsätzlich zutreffend. Die Wirkungen der Paraffine auf die Bitumeneigenschaften hängen von der Molekülstruktur und der daraus resultierenden Kristallstruktur der Paraffine ab. Dies wurde schon 1961 von Duriez [1] erkannt. De Bats [2] stellte bei der Untersuchung acht Jahre alter Asphalte fest, dass Bitumen mit hohen Paraffingehalten (bis zu 12%) ebenso leistungsfähig waren wie solche mit normgemäß auf 2% begrenztem Paraffingehalt. In Arbeiten des Institutes für Erdöl- und Erdgasforschung, Clausthal-Zellerfeld [3], [4], [5] wurden die Einflüsse der unterschiedlichen Paraffinstrukturen auf die

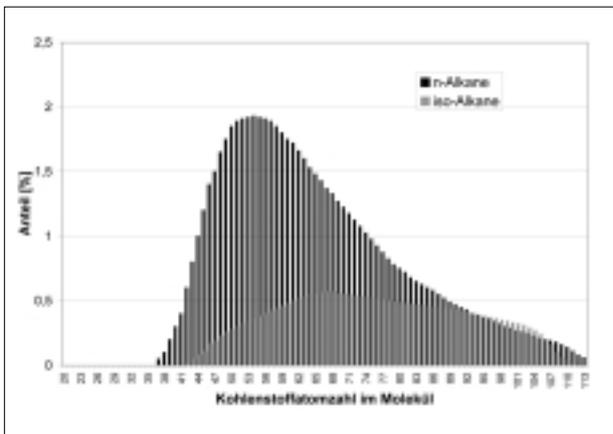


Abb. 2a: Gaschromatogramm von Sasobit

Bitumeneigenschaften detailliert beschrieben. Aus den Erkenntnissen wurde das Fazit gezogen, dass die in einigen Ländern gültige Begrenzung des Paraffingehaltes auf 2,2% bis zur Einführung aussagekräftiger Performance-Tests ihre Berechtigung als Vorsichtsmaßnahme hat, da die Identifizierung der ungünstig wir-

kenden makrokristallinen Paraffinstrukturen nicht durch Routinetests, sondern nur mit sehr aufwändigen chemischen Untersuchungsmethoden möglich ist.

Sasobit unterscheidet sich, wie in den Abb. 2a und 2b ersichtlich, von bitumeneigenen Paraffinen hauptsächlich durch die wesentlich größeren Moleküllängen. Dies führt zu einer Kristallstruktur mit günstigeren mechanischen Eigenschaften sowie zu einem anderen Schmelzverhalten. Während Sasobit im oberen Gebrauchstemperaturbereich fest vorliegt, schmelzen makrokristalline bitumeneigene Paraffine im Bindemittel bereits zwischen 20° und 70°C [6] und bewirken somit eine unerwünschte zusätzliche Erweichung des Bindemittels.

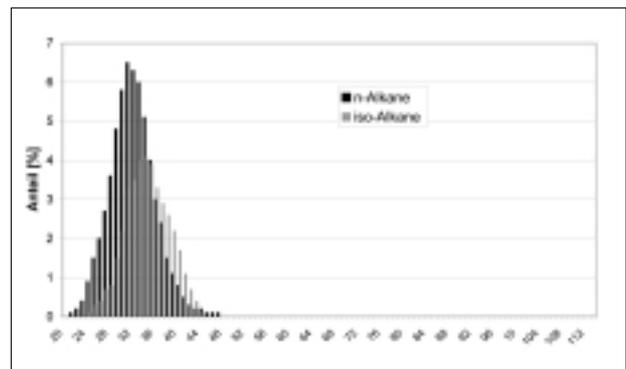


Abb. 2b: Gaschromatogramm eines typischen bitumeneigenen Paraffins

### 4. Einfluss auf die Bindemittelseigenschaften

Die Möglichkeit, mit Hilfe von Additiven die Verdichtungseigenschaften von Asphalt zu verbessern und die Misch- und Einbautemperaturen zu senken, basiert neben einem „Schmiermittel-Effekt“ entscheidend auf der Senkung der Bindemittelviskosität. Umfangreiche Untersuchungen mit Kugelzieh- und Rotationsviskosimetern haben gezeigt, dass 3 M.-% Sasobit die dynamische Viskosität von Normbitumen und pmB um durchschnittlich 20% senken. Abhängig von dem verwend-

ten Bindemittel und der Prüftemperatur wurden in Extremfällen Reduzierungen zwischen 13 und 29% gemessen. Wie die Abb. 3 an einem typischen Beispiel zeigt, nimmt die Viskosität mit dem Additivgehalt annähernd linear ab. Dabei belegt die Abb. 4, dass der Effekt selbst bei 90°C noch messbar ist.

Weiterhin wird deutlich, wie stark die Modifizierung mit SBS-Polymer die Viskosität erhöht und dass mit Sasobit auch hier eine signifikante Verbesserung erreicht wird.

Im mittleren und hohen Gebrauchstemperaturbereich ist die Steifigkeit des Bindemittels mitentscheidend für die Dauerhaftigkeit von Asphalt. Die Steifigkeit wird in der konven-

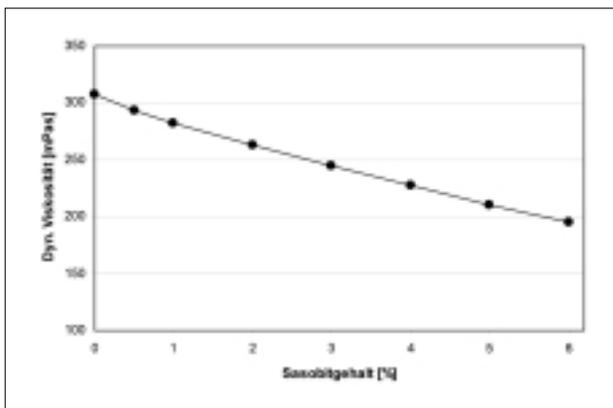


Abb. 3: Dynamische Viskosität eines B 70/100 in Abhängigkeit vom Sasobitgehalt. (Rotationsviskosimeter bei 135°C)

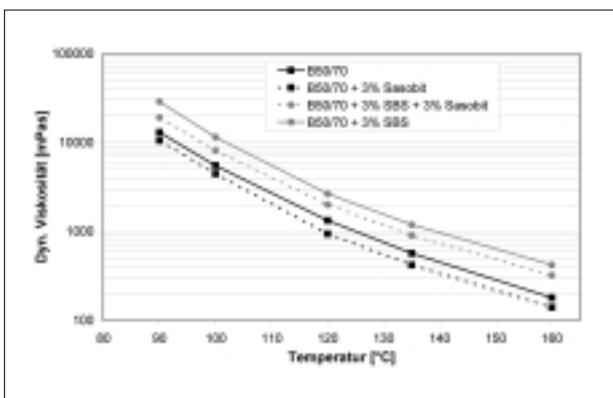


Abb. 4: Dynamische Viskosität von ursprünglichem und unterschiedlich modifiziertem B 50/70 (Rotationsviskosimeter, Platte-Kegel-Messsystem; Daten aus [7])

tionellen Bindemittelprüfung durch den Erweichungspunkt und die Nadelpenetration beurteilt sowie neuerdings durch direkte Messung des Schubmoduls mit dem Dynamischen Scherrheometer (DSR). Wie in der Abb. 5 dargestellt, erhöht Sasobit den Erweichungspunkt mit zunehmendem Gehalt in einem charakteristischen s-förmigen Verlauf.

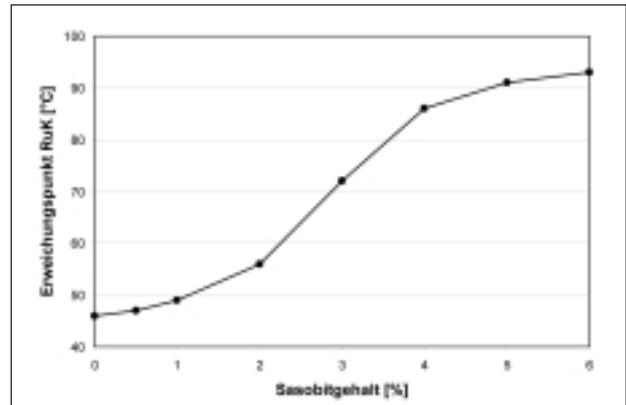


Abb 5: Erweichungspunkt RuK (DIN EN 1427) eines B 70/100 in Abhängigkeit vom Sasobitgehalt

Bei niedrigem Sasobitgehalt ist die Erhöhung des Erweichungspunktes noch wenig ausgeprägt, da der Abstand der Feststoffpartikel in der Bitumenmatrix noch so groß ist, dass keine gegenseitige Abstützung oder Vernetzung stattfinden kann. Bei steigender Dichte der Sasobitpartikel nimmt der Effekt stark zu, flacht jedoch bei sehr hohen Gehalten ab, da die Messtemperatur sich der Erweichungstemperatur des Additivs nähert.

Anhand der Nadelpenetration kann die Wirkung des Additivs auf die Steifigkeit des Bindemittels bei 25°C bewertet werden. Dieser Effekt ist in der Abb. 6 für Grundbitumen unterschiedlicher Penetrationsklassen dargestellt. Die Beispiele zeigen, dass mit zunehmendem Additivgehalt die Steifigkeit des Bindemittels steigt. Bei einem Gehalt von 3% wird die Penetration der jeweils nächsthärteren Bitumenklasse eingestellt. Dabei ist die Intensität des Effektes bei weicheren Grundbitumen stärker ausgeprägt als bei ohnehin schon härteren Sorten.

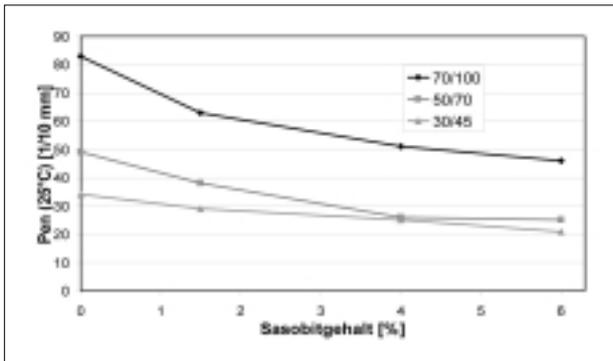


Abb. 6: Nadelpenetration (DIN EN1426) eines B 70/100, eines B 50/70 sowie eines B 30/45 in Abhängigkeit vom Sasobitgehalt

Mit dem Dynamischen Scherrheometer (DSR) können die elastischen, d.h. steifen Anteile des viskoelastischen Verhaltens von Bindemitteln gemessen werden. Das Institut für Erdöl- und Ergasforschung hat die Wirkung von Sasobit mit dem DSR grundlegend untersucht [8]. Als Maß für die Elastizität oder Steifigkeit wurden der Phasenverschiebungswinkel  $\delta$  zwischen der oszillierenden Erregerkraft und des durch die Probe übertragenden Antwortsignals sowie der elastische Anteil des komplexen Schubmoduls, der Speichermodul  $G' = G^* \cos \delta$  untersucht. Die Abb. 7 zeigt, dass der Zusatz des Additivs den Phasenwinkel verringert, d. h. die Elastizität erhöht. Diese Wirkung kommt insbesondere bei höheren Temperaturen zu Geltung und kann somit die Standfestigkeit des Asphaltes im kritischen Bereich der Sommertemperaturen verbessern. Analog wird diese Wirkung auch durch die Erhöhung des Speichermoduls gemessen (Abb. 8). In diesen Abbildungen wurden extreme Beispiele ausgewählt, die zeigen, dass verschiedene Bitumen unterschiedlich stark auf das Additiv ansprechen.

Neben den Wirkungen des viskositätsreduzierenden Additivs auf die Bindemittleigenschaften im mittleren und oberen Gebrauchstemperaturbereich ist die Wirkung auf die Tieftemperatureigenschaften von entscheidender Bedeutung. Eine Verbesserung der Hochtemperatureigenschaften bei entspre-

chender Beeinträchtigung der Tieftemperatureigenschaften wäre lediglich eine Verschiebung des Anwendungsbereiches. Dies könnte, mit Ausnahme der Viskositätsabsenkung, auch durch die Auswahl eines härteren Bindemittels erreicht werden. Wie die Abb. 9 an verschiedenen Beispielen zeigt, hat Sasobit im empfohlenen Dosierungsbereich von 3% keine signifikante Wirkung auf den Fraaß'schen Brechpunkt. Abhängig von dem Basisbitumen bleibt dessen Brechpunkt erhalten oder steigt nur gering an. Bei nicht praxisrelevanten Gehalten von 6% steigt die Steifigkeit des Bindemittels jedoch so stark an, dass eine signifikante Beeinträchtigung des Brechpunktes zu verzeichnen ist.

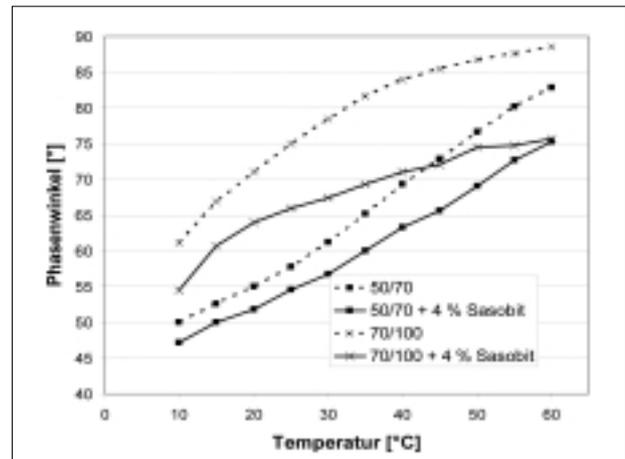


Abb. 7: Einfluss von Sasobit auf den DSR-Phasenwinkel  $\delta$  zweier Bitumen (B 50/70 aus russischem Erdöl, B 70/100 aus Mittelost-Erdöl, Messfrequenz 0,2 Hz)

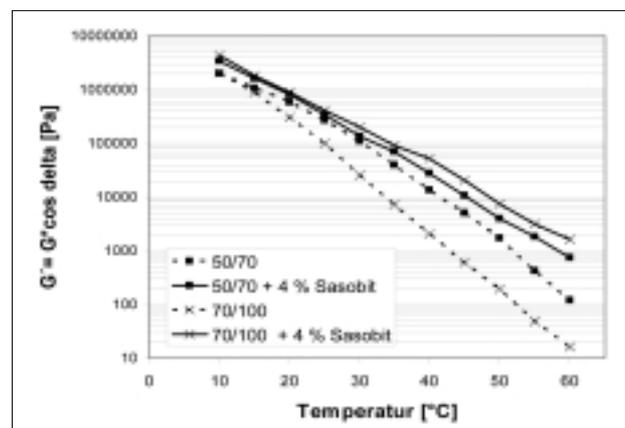


Abb. 8.: Wirkung von Sasobit auf den Speichermodul zweier Bitumen (0,2 Hz)

## 5. Einfluss auf die Asphalteeigenschaften

Die im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Änderungen der Bindemittleigenschaften durch Sasobit lassen entsprechende Wirkungen auf die damit hergestellten Asphalte erwarten, die in umfangreichen Laborarbeiten untersucht wurden. Zur Überprüfung der viskositätssenkenden Wirkung wurde an bekanntlich schwer verdichtbarem SMA der Verdichtungswiderstand nach dem Verfahren von Arand und Renken [9] ermittelt. Dabei wird der Verdichtungswiderstand bei der Marshall-Verdichtung aus der Abnahme der Prüfkörperhöhe mit zunehmender Schlagzahl berechnet. Die Resultate in der Tab. 1 belegen den abnehmenden Verdichtungswiderstand

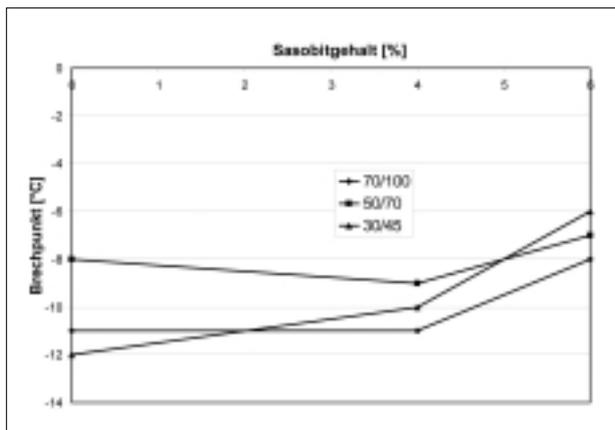


Abb. 9: Wirkung von Sasobit auf den Brechpunkt nach Fraaß (DIN EN 12593)

mit zunehmendem Additivgehalt und die daraus resultierende Verringerung des Hohlraumgehaltes.

Lawrence [10] hat am Beispiel des ebenfalls schwer verdichtbaren Asphaltbinders 0/16 S den Einfluss des Additivs anhand des Anstiegs der Raumdichte bei der Marshall-Verdichtung dargestellt (Tab. 2). Bezogen auf die Verdichtungsarbeit zur Erreichung des Verdichtungsgrades 100% in dem Mischgut ohne Additiv wurde mit 3% Sasobit bei gleicher Schlagzahl ein 2% höherer Verdichtungsgrad erreicht. Gleichzeitig stieg die Marshall-Stabilität um 19%.

Diese Ergebnisse zeigen das Potenzial viskositätssenkender Additive zur sicheren Erreichung des optimalen Verdichtungsgrades auch bei schwer verdichtbarem Asphaltmischgut. Auf die Bedeutung der Verdichtung für die Wärmestandfestigkeit hat Huscek [11] hingewiesen. Er konnte zeigen, dass ein 2% geringerer Verdichtungsgrad die Wärmestandfestigkeit um ca. 30% verringert.

Für Gussasphalt sind viskositäts- und temperaturabsenkende Maßnahmen, insbesondere in Deutschland, von hoher Bedeutung. Der festgesetzte, jedoch bis zur Erarbeitung technischer Lösungen ausgesetzte Grenzwert für Bitumenemission bei der Verarbeitung von

Sasobitgehalt [%]	0	2,0	4,5
Verdichtungswiderstand D	41,6	39,7	33,0
Hohlraumgehalt [Vol.-%] nach 100 Schlägen	6,80	4,77	2,03
Hohlraumgehalt [Vol.-%] nach 200 Schlägen	3,50	1,70	1,87

Tab. 1: Verdichtungswiderstand [9] für einen SMA 0/11 S in Abhängigkeit vom Sasobitgehalt im Bindemittel (B 50/70)

	0% Sasobit	1,5% Sasobit	3% Sasobit
Raumdichte [kg/m³]	2,439	2,473	2,505
Verdichtungsgrad [%]	100	101	102
Marshall-Stabilität [kN]	9,0	9,8	10,7

Tab. 2: Einfluss des Sasobitgehaltes auf die Raumdichte und die Marshall-Stabilität eines Asphaltbinders 0/16 S; Bindemittelgehalt 4,2%; Verdichtungstemperatur 135°C; 2 x 50 Schläge

Asphalt kann wahrscheinlich nur durch Temperaturabsenkungen erreicht werden.

Die Labor- und Praxiserfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass mit 3 % Sasobit-zugabe, bezogen auf die Bindemittelmenge, Temperaturabsenkungen von 30 °C und mehr erreicht werden und somit der Emissionsgrenzwert eingehalten werden kann. Im Unterschied zum Walzasphalt wird das Additiv hier zusätzlich zu dem sonst üblichen Bindemittelgehalt dosiert, wenn das Potenzial zur Temperaturabsenkung vollständig genutzt werden soll. Wegen der hohen Festigkeit des Sasobit führt selbst die on-top Dosierung zu einer Erhöhung der Wärmestandfestigkeit des Gussasphaltes. Im Labor kann das Potenzial zur Temperaturabsenkung durch die Messung des Rührwiderstandes ermittelt werden. In der Abb. 10 sind die Rührwiderstände eines GA 0/11 und eines GA 0/11 mit Sasobit dargestellt. Die obere waagerechte Linie bei 275 Ncm stellt die Grenze der Verarbeitbarkeit dar, die Linie bei 230 Ncm die Grenze guter Verarbeitbarkeit.

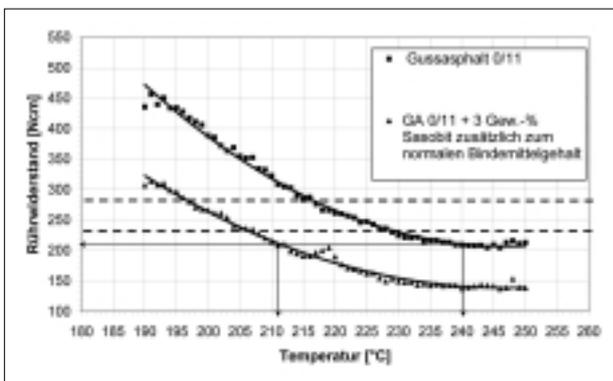


Abb. 10: Einfluss von Sasobit auf den Rührwiderstand von GA 0/11

Bei einem für die Verlegung angestrebten Rührwiderstand von ca. 210 Ncm ist aus der Graphik durch die Zugabe von 3 % Sasobit eine Temperaturabsenkung von 240 auf 211 °C abzulesen.

Der Einfluss des Additivs auf die Verformungsstabilität von Asphalt ist am anschaulichsten mit dem Spurbildungstest nachweisbar. In der

Abb. 11 sind beispielhaft von einer österreichischen Prüfstelle ermittelte Ergebnisse für eine bituminöse Tragschicht BT I 22 dargestellt. Während bei der Verwendung von B 100 keine ausreichende Standfestigkeit erzielt wurde, führte die Verwendung von Sasobit-modifiziertem B 100 zu erheblichen Verbesserungen.

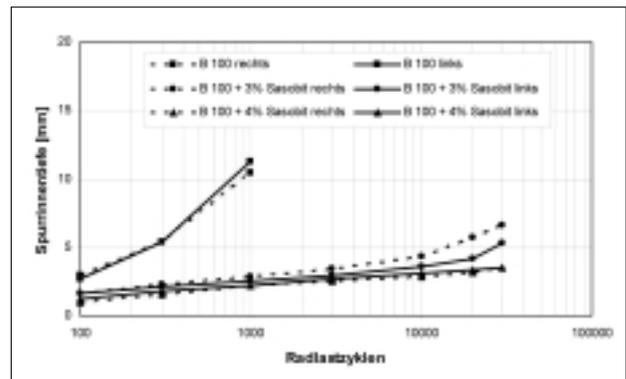


Abb. 11: Spurrinnentest an BT I 22 (3,7% Bindemittel) mit dem „Simulateur de Trafic Orniereur“ (Plattenstärke 8 cm; 60°C)

Bei Gussasphalt wird die Wärmestandfestigkeit üblicherweise mit dem statischen Stempelleindringversuch bei 40 °C bewertet oder realitätsnäher mit der dynamischen Variante bei 50 °C. Die in den Abb. 12 und 13 aufgeführten Untersuchungsergebnisse belegen die Erhöhung der strukturellen Stabilität des Asphaltes, wobei der Effekt des Sasobit in der dynamischen Methode besonders deutlich wird.

Neben der Wärmestandfestigkeit ist das Tief-temperaturverhalten entscheidend für die

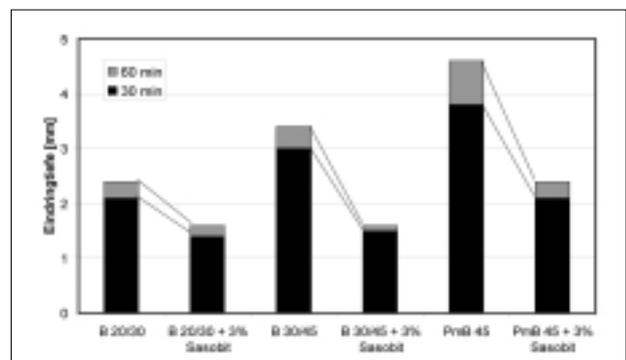


Abb. 12: Stempelleindringtiefe bei 40°C (DIN 1996-13); GA 0/11 mm

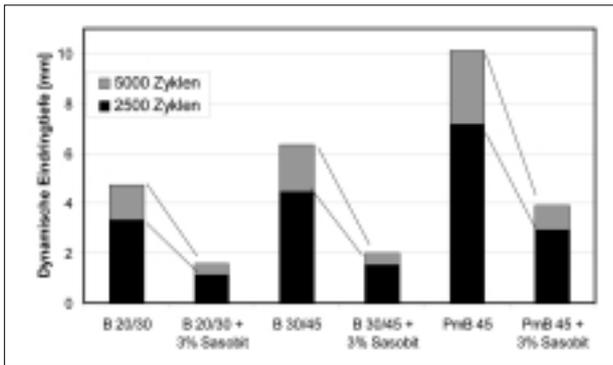


Abb. 13: Dynamische Stempelleindringtiefe bei 50°C [12]; GA 0/11 mm; Stempel 2500 mm<sup>2</sup>, Halversine Impulse 875 N für 0,2 sec und 1,5 sec Relaxation

Dauerhaftigkeit von Asphalt. Da außer den Bindemittelleigenschaften auch die Bindemittelmenge und die Korngrößenverteilung der Mineralstoffe das Tieftemperaturverhalten eines Asphaltes bestimmen, sollte das Verhalten des Gesamtsystems Asphalt betrachtet werden. Als realitätsnahe Prüfmethode hat sich in Deutschland der Abkühlversuch nach Arand [12] bewährt. Dabei wird ein Asphaltprüfkörper mit den Abmessungen 4 x 4 x 16 cm, beginnend bei 20°C mit 10 K/min abgekühlt. Während dieses Vorgangs wird die Prüfkörperlänge konstant gehalten. Die durch diese Behinderung des thermischen Schrumpfens auftretenden thermogenen Zugspannungen werden aufgezeichnet, und bei einem Bruch werden die maximalen thermisch induzierten Zug-

spannungen und die Bruchtemperatur ermittelt. Diese Bruchtemperaturen können in der Praxis um weitere ca. 10°C unterschritten werden, ehe thermisch induzierte Risse zu befürchten sind. Die Messergebnisse für verschiedene Asphalte in Tab. 3 zeigen, dass Sasobit die Tieftemperatureigenschaften nicht signifikant beeinflusst; vielmehr sind die Eigenschaften des verwendeten Grundbitumens entscheidend.

Außer den bisher betrachteten Bindemittelleigenschaften ist auch die Haftung an mineralischen Oberflächen bedeutend für die Leistungsfähigkeit von Asphalt. Bei ungünstigen Haftbedingungen kann Wasser in die Grenzfläche Mineral-Bitumen eindringen, die Bitumenfilme auf den Mineralstoffen unterwandern und so zum Versagen des Asphalts führen. Zur Untersuchung der Wirkung von Sasobit auf die Hafteigenschaften wurden die „Prüfung von Mischgut auf Verhalten bei Lagerung in Wasser“ (DIN 1996-10) sowie Spaltzugfestigkeitsprüfungen nach Wasserlagerung durchgeführt. In der DIN 1996-10 Prüfung wurden Quarzdiorit-Edelsplitt sowie besonders haftkritisches gebrochenes Glas verwendet. Bei der optischen Bewertung der bindemittelfreien Mineraloberfläche wurden unabhängig vom Sasobitgehalt (0; 1,5; 3,0; 4,5 % in B 50/70) keine Unterschiede festgestellt. Auch

Mischgutart – Bindemittel	Max. thermisch induzierte Spannung [N/mm <sup>2</sup> ]	Bruchtemperatur [°C]
SMA 0/11 S - B 50/70	4,4	-25,5
SMA 0/11 S - B 50/70 mit 3% Sasobit	4,5	-24,5
SMA 0/8 - B 70/100 mit 2% Sasobit	4,3	-24,4
SMA 0/8 - B 50/100 mit 3% Sasobit	4,2	-24,5
SMA 0/8 - PmB 80 mit 2% Sasobit	5,1	-32,8
SMA 0/8 - PmB 80 mit 3% Sasobit	5,1	-32,2
ABi 0/16 - B70/100 mit 2% Sasobit	4,8	-25,1
ABi 0/16 - B70/100 mit 3% Sasobit	4,7	-24,9
GA 0/11 - B 30/45	6,0	-26,5
GA 0/11 - B 30/45 mit 3% Sasobit	5,9	-25,5
GA 0/11 - PmB 45	6,8	-30,0
GA 0/11 - PmB 45 mit 3% Sasobit	7,0	-30,0

Tab. 3: Abkühlversuch nach Arand [12] mit 10 K/min

die in Tab. 4 aufgeführten Resultate der Spaltzugfestigkeitsprüfungen vor und nach Wasserlagerung konnten unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit keine signifikanten Einflüsse des Sasobitzusatzes erkennen lassen, deuten jedoch tendenziell auf eine Verbesserung des Spaltzugfestigkeits-Abfalls nach Wasserlagerung hin.

## 6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Steigende Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Asphaltbindemitteln sowie umweltpolitische und arbeitsmedizinische Forderungen haben zu der Entwicklung der viskositätsreduzierenden Additive geführt, einer neuen Klasse von Modifizierungsmitteln für Bitumen.

Am Beispiel des Additivs Sasobit wurde dargestellt, dass die Modifizierung ohne großen Aufwand durchzuführen ist und dass sich heiß-lagerstabile Bindemittel mit verbesserten Eigenschaften ergeben. Der Ersatz von 3 % des gewöhnlich verwendeten Bitumens oder pmB's durch Sasobit verbessert die Einbau- und Verdichtungseigenschaften des Asphaltmischgutes durch die ca. 20-prozentige Reduzierung der Bindemittelveiskosität. Dies ermöglicht ein-

erseits temperaturabgesenkte Arbeitsweisen zur Verringerung des Energieverbrauchs und der Emissionen, andererseits können bei nicht vollständiger Ausschöpfung des Temperatursenkungspotenzials auch längere Anfahrwege zum Einbauort oder Asphaltierungsarbeiten bei kalter Witterung realisiert werden. Aufgrund der Steifigkeitserhöhung des Bindemittels um ca. eine Penetrationsklasse wird die Wärmestandfestigkeit der Asphalte deutlich verbessert bei gleichzeitig nahezu unveränderten Tieftemperatureigenschaften.

Dieses Eigenschaftsprofil des Additivs Sasobit hat seit der Markteinführung zu einer stetig ansteigenden Anwendung in Deutschland und zunehmend auch in anderen europäischen Ländern sowie in anderen Kontinenten geführt. Zwischenzeitlich wurde Sasobit in ca. 2 Mio. m<sup>2</sup> Asphalt-schichten aus unterschiedlichsten Mischgutsorten erfolgreich eingesetzt und hat sich in den ältesten Versuchsprojekten schon über sechs Jahre bewährt. Beispiele für Anwendungen mit hohen Anforderungen an die Standfestigkeit sind Tragschichten, Binderschichten, SMA, Gussasphalte und Dünn-schichtbeläge auf Autobahnen, Startbahnen von Flughäfen sowie Containerhafen-Terminals, hochbelastete Straßen in Industriegebieten und Gussasphaltestriche in Parkdecks und Industrieanlagen.

	0% Sasobit	2,0% Sasobit	4,5% Sasobit
Hohlraumgehalt [Vol.-%]	4,4	4,1	3,9
<b>Vor Wasserlagerung:</b>			
Spaltzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	3,29	3,20	3,41
Spaltzug E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ]	4,71	5,66	5,10
Querdehnung [mm]	0,07	0,06	0,07
<b>Nach Wasserlagerung:</b>			
Spaltzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	2,84	2,78	3,24
Spaltzug E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ]	3,44	3,16	3,63
Querdehnung [mm]	0,08	0,09	0,09
<b>Veränderung</b>			
Δ Spaltzugfestigkeit [%]	- 13,7	- 13,1	- 5,0
Δ Spaltzug E-Modul [%]	- 27,0	- 44,2	- 28,9

Tab. 4: Spaltzugfestigkeitsprüfung an Marshall-Probekörpern bei 5°C; SMA 0/11 S, Bindemittelgehalt: 5,7%; Wasserlagerung: 24h bei 40°C

Außerdem wurde Sasobit zur Lösung spezieller Probleme verwendet. Beispiele zur Nutzung der verbesserten Einbau- und Verdichtungsfähigkeit sind die Herstellung hohlraumarmen, wasserdichten Walzasphaltes im Talsperrenbau und bei der Abdeckung von Deponien, Projekte mit hohem Anteil von Handeinbau (z.B. Kreisverkehr) und der Einbau bei niedrigen Außentemperaturen. Eine weitere Spezialanwendung von Sasobit ist die Temperaturabsenkung bei Asphaltbelägen für temperaturempfindliche Stahl- und Holzbrücken.

Die Summe der positiven Praxiserfahrungen belegt, dass die Technologie der viskositätsenkenden Additive das Versuchsstadium längst überwunden hat und neue Perspektiven für die Asphaltbauweise eröffnet.

Interessenten erhalten nähere Auskünfte bei:  
BHG Bitumenhandels GmbH & Co KG  
Wiener Straße 24, A-3382 Loosdorf  
Tel: 02754/6486-213, Fax: 02754/6486-222  
e-mail: christian.kos@bauholding.at

## Literatur

- [1] Duriez M. und Arrambide J.:  
Nouveau traité de matériaux de construction, Bd III, 1961
- [2] De Bats F. Th. et al.:  
Shell Bitumen Review, 51, 1975
- [3] Rahimian I. und Sachs J.:  
Ersatz des Paraffingehaltes als optionales Anforderungskriterium im Rahmen der europäischen Normung, Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik, Heft 776, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 1999
- [4] Rahimian I., Sachs J. und Butz T.:  
Ersatz des Paraffingehaltes als optionales Anforderungskriterium an Bitumen, Bitumen 60 (1998), 128-133
- [5] Oberthür U.: Einfluss der Paraffinkonzentration und -struktur auf rheologische Eigenschaften von Bitumen, Dissertation TU Clausthal, 1998
- [6] Claudy P., Letoffe J. M., King G. M., Planche J. P. und Brûle B.: Characterization of paving asphalts by differential scanning calorimetry, Fuel Science and Technology Int'l, 9, 71-92, 1991
- [7] Prüfbericht Nr. 1/258/2002, Nordlabor, 2002, unveröffentlicht
- [8] Butz T., Rahimian I. und Hildebrand G.: Modifikation von Straßenbaubitumen mit Fischer-Tropsch-Paraffin, Bitumen 62 (2000), 91-96
- [9] FGSV: Arbeitsanleitung für die Bestimmung der Verdichtbarkeit von Walzasphalten mit Hilfe des Marshall-Verfahrens, (Arand/Renken), FGSV, 1987
- [10] Lawrence, C.: Einfluss von Bitumenverflüssigern auf die Verdichtbarkeit und Stabilität von Walzasphalten, Diplomarbeit, HAW Hamburg, 2001
- [11] Huscek, S. und Angst, C.: Einfluss der Verdichtungsart auf die mechanischen Eigenschaften von Asphaltprüfkörpern, Institut f. Straßen-, Eisenbahn- und Felsbau, ETH Zürich, Mitteilung 44, 1980
- [12] FGSV: Verhalten von Asphalten bei tiefen Temperaturen, Technische Vorschriften, FGSV, 1994

## Entwicklung eines Zusatzgerätes für den Einsatz bei der Sanierung von Rissen und Nähten im Asphalt

Ein Problem beim Sanieren von Rissen und Nähten im Asphalt ist das Liegenbleiben des gefrästen Materials auf dem Asphalt.

An einem Arbeitstag mit der Rissefräse fällt ca. 1m<sup>3</sup> Fräsmaterial an. Entweder wird das Material beim Reinigen der Fuge mit Pressluft weggeblasen oder es muss eine Kehmaschine eingesetzt werden, um die Fuge für die Verfüllung frei zu bekommen. Dies hat jedoch zur Folge, dass nass gekehrt wird und die gefräste Fuge wieder verschmutzt wird.

Herr Kresnik hat in 2-jähriger Arbeit eine Absaugung entwickelt, die es erlaubt, das anfallende Fräsgut direkt aufzunehmen. Diese Entwicklung ist eine Fräserabsaugung der Type HK 1 und seit 15.2.2003 unter der Nummer 6028 gebrauchsmustergeschützt registriert.

Die Funktion ist wie folgt: Das Fräsmaterial wird während des Fräsens sofort abgesaugt und in einen Saugbehälter befördert, dort getrennt (grob/fein) und von diesem in eine Filteranlage transportiert. Nach der Filteranlage wird der Feinstaub im Beruhigungsbehälter abgelagert. Der Strombedarf für die Saugmotoren wird mittels eines kleinen Stromaggregates geliefert.



Ein großer Vorteil liegt darin, dass die Fräserabsaugung HK 1 auf herkömmliche Rissefräsen montiert werden kann und es zu keiner Veränderung der Rissefräse in Breite und Länge kommt. Die Absaugung wird in die Höhe aufgebaut.

Durch die Absaugung des Fräsmaterials wird zur technisch besseren Lösung wesentlich beigetragen und zusätzlich ergibt sich ein positiver Effekt für die Gesundheit der Arbeiter sowie eine Reduzierung der Umweltbelastung.

### **Auskünfte und Anfragen:**

Fa. Herbert Kresnik  
9431 St. Stefan, Kirchsteig 5  
Tel. und Fax: 04352/819 11  
Mobil: 0664/340 92 88



## Aktuelles und Literaturzitate

### ASFINAG – NEWSLETTER Nr. 23

#### Österreichisches Mautsystem ist kosteneffizient und europaweit erprobt



Das Vorhaben der europäischen Union eine Richtlinie umzusetzen, die die Vereinheitlichung der Mautsysteme auf Satellitenbasis vorsieht, wird für die laufende Beauftragung an Europass/Autostrade auf Grund der Vertragsdauer von 10 Jahren keinen Einfluss haben. Das von der europäischen Union bevorzugte Satellitensystem „Galileo“ soll frühestens im Jahr 2008 funktionsfähig sein. Bei Systemstart von „Galileo“ wird das von der ASFINAG beauftragte Mautsystem zumindest 5 Jahre in Betrieb sein. Die in der Richtlinie vorgesehenen Übergangsbestimmungen und Sonderregelungen bis voraussichtlich 2014 ermöglichen damit einen reibungslosen und für den Nutzer kostenneutralen Übergang.

„Die Aufregung rund um die europaweit einheitliche Einführung von satellitengestützten Mautsystemen ab dem Jahr 2012 ist unverständlich. Jede elektronische Technologie ist nach 10 Jahren zu ersetzen. Nachdem der Betreibervertrag 10 Jahre läuft, kommen wir gerade recht, um an einer neuen Technologie teilzunehmen. Darüber werden wir ab 2008 nachdenken. Für Spekulationen anderer Art

ist kein Grund vorhanden“, sagte der Vorstandsvorsitzende der Autobahnen- und Schnellstraßen- Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFINAG) Dr. Walter Hecke.

Das neue Multi-lane Free Flow System auf Mikrowellenbasis des italienischen Mautbetreibers Autostrade SpA. ist das europaweit modernste und im Gegensatz zu einem satellitengestützten System mehrfach erprobt. Die von der Autostrade verwendete Mikrowellentechnologie ist bereits in 28 Ländern in Europa, Asien, Lateinamerika und Australien erfolgreich im Einsatz und wird ständig weiterentwickelt.

#### Nebelwarn-Pilotanlage – Vorbereitungen laufen auf Hochtouren



Anfang Mai wurde die Errichtung der geplanten Nebelwarn-Pilotanlage ausgeschrieben. Anfang Juli wird der Zuschlag erfolgen. Gleichzeitig wird mit der Errichtung der Anlage ab diesem Zeitpunkt begonnen werden.

Noch im September – termingerecht vor der Nebelsaison – soll die Anlage in Betrieb gesetzt

werden. Die Nebelwarnanlage wird zwischen km 232 und km 242 auf der A1 West Autobahn (Oberösterreichisches Seengebiet) errichtet werden – also genau dort, wo sich letztes Jahr auch der große Nebelunfall ereignet hat. Die Kosten werden rd. 2 Mio. Euro betragen.

Je Fahrtrichtung werden 5 Anzeigequerschnitte (Abstand ca. 2 km) errichtet. Wechselverkehrszeichen (LED-Basis) können eine Reihe von Warnungen anzeigen – diese sind auch frei programmierbar. Automatisch gewarnt werden kann vor Nebel, starkem Schneefall, zusätzlich können aber auch Baustellen, Unfälle, Stau oder auch Servicearbeiten angezeigt werden.

Die Sichtweite wird mit speziellen Sichtweitemessgeräten bei 19 Querschnitten (alle 600 m) gemessen. Zusätzlich werden extra über eine Wetter- und Umweltstation zusätzliche Messdaten ins System übertragen. Auf 6 Querschnitten werden Videobilder der Strecke direkt in die Schaltzentrale übertragen. Die Anlage arbeitet vollautomatisch – wird aber durch Mitarbeiter der Autobahnmeisterei überwacht.

DI Franz Lückler: „Mit dieser Pilotanlage werden wir über einen längeren Zeitraum nicht nur vor Nebel warnen, sondern auch das Verhalten der Autofahrer auf diese Warnungen beobachten. Nur wenn die Kraftfahrer die Warnungen ernst nehmen, können wir mittelfristig das Risiko von Nebelunfällen senken!“

## **Haftung zwischen Bitumen und Gesteinskörnungen – ein Statusbericht**

Peter Renken;

### **Bitumen 1/2003**

Genau betrachtet ist die Umsetzung der Aktivitäten zum Haftverhalten in den letzten Jahrzehnten nicht vorangekommen. Eine Vielzahl von Fachleuten hat sich wissenschaftlich mit

dem Phänomen des Haftens auseinander gesetzt, aber in den Europäischen Normen finden wir als Prüfverfahren lediglich ein halbvisuelles Verfahren am Einzelkorn und am Asphaltmischgut ein völlig unpräzise beschriebenes Prüfverfahren. Wegen des Sammelsumms von Prüfbedingungen und Probekörperarten ist die prEN 12697-12 Ausdruck des vergeblichen Bemühens einer Europäischen Harmonisierung.

Bereits 1937 hat Kindscher [9] geschrieben „dass ... Methoden zur Prüfung der Fertigmische entwickelt und genormt werden müssen, was bisher nur in einzelnen Fällen geschehen ist“. Leider besitzt diese Aussage auch heute noch Aktualität. Es besteht weiterhin Forschungsbedarf und die dringende Notwendigkeit eine Technische Prüfvorschrift zu schaffen, auf deren Grundlage das Haftverhalten der Partner Gestein und Bitumen im Asphalt bestimmt werden kann.

### *Gliederung:*

1. Einführung
2. Begriffe
3. Mechanismen des Haftens
4. Einflussgrößen auf das Haftverhalten
5. Verfahren zur Prüfung der Adhäsion
6. Geltendes Regelwerk
7. Forschungsaktivitäten
8. Wo stehen wir heute?
9. Zusammenfassung

## **Einfluss der Oberflächenaktivität von Mineralstoffen auf das Gebrauchsverhalten von Walzasphalt**

Otto Harders, Ingo Nösler;

### **Bitumen 1/2003**

Die Auswahl von Mineralstoffen für die Asphaltherstellung wird größtenteils durch ökonomische Faktoren beeinflusst. Das schließt Transportkosten, Verfügbarkeit, Kapazitäten und jahreszeitlich bedingte Effekte ein.

Die Lagerungszeit von Mineralstoffen nach dem Brechen kann erheblich variieren. Die Oberflächenenergie von frisch gebrochenen Mineralien verändert sich allmählich aufgrund der Reorganisation polarer Komponenten und der Absorption von Wasser und Staub an ihrer Oberfläche. Es dauert einige Monate bis dieser Prozess stabilisiert ist.

Die Kenntnis des aktuellen Zustandes dieser Energie ist äußerst wichtig für die Anwendung von Bitumenemulsionen da er einen Einfluss hat auf die Brechzeit und die Absorption. Er kann ebenfalls das Gebrauchsverhalten von Heiasphaltformulierungen beeinflussen. Ein Arbeitsprogramm schloss die Untersuchung des Einflusses verschiedener Quellen von Mineralien und Korngrößen ein ebenso wie das allgemeine Verhalten von Asphalt-Zusammensetzungen. Die Interaktion mit verschiedenen Quellen von bitumenhaltigen Bindemitteln war ein anderer Gegenstand der Untersuchung.

Die unterschiedlichen Oberflächenaktivitäten wurden durch den Methylen Blau Test untersucht und das Gebrauchsverhalten von Asphalt-Zusammensetzungen durch ein Spurbildungsprüfgerät bei 50 °C unter Wasser bewertet.

#### *Gliederung:*

1. Einleitung
2. Oberflächenaktivität von Mineralstoffen
3. Asphaltbinder 0/16
4. Langzeitalterung der Mineralstoffe
5. Hamburger Spurbildungstest
6. Ergebnisse des Forschungsprogramms
7. Schlussfolgerungen

## **Prüfung der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt**

Martin Köhler, Burghard Herr,  
Thomas Biermanski;

**Bitumen 1/2003**

Der Temperaturabsenkung bei der Herstellung und beim Einbau von Gussasphaltmischgut kommt besondere Bedeutung zu. Zwar werden in Laboruntersuchungen und ersten Praxisanwendungen die durch Verwendung unterschiedlicher Additive hergestellten Niedrigtemperaturasphalte bereits erprobt; die Verarbeitbarkeit von Gussasphaltmischgut wird hingegen noch vorwiegend subjektiv beurteilt.

In Fortentwicklung eines bereits 1995 publizierten Verfahrens wurde ein Verarbeitbarkeitsprüfgerät entwickelt, bei dem das Drehmoment beim Rühren (Rührwiderstand) einer Mischgutprobe als Verarbeitbarkeitskennwert messtechnisch erfasst wird.

Das Prüfverfahren eröffnet die Möglichkeit, bereits bei der Durchführung von Eignungsprüfungen die Verarbeitbarkeit eines Gussasphaltmischgutes in Abhängigkeit von der Mischguttemperatur zu bestimmen.

Zur Validierung des Verfahrens und zur Erarbeitung eines Bewertungshintergrundes wurden systematische Messungen des Verarbeitbarkeitskennwertes bei der Erwärmung und Abkühlung von Gussasphaltproben durchgeführt und die Aussagen der Versuchsergebnisse vor dem Hintergrund praktischer Erfahrungen bewertet.

Durch Vorversuche konnten zunächst die wesentlichen Geräte- und Versuchsparameter festgelegt werden. Zudem wurde nachgewiesen, dass bei dem im Gerät selbst hergestellten Mischgut nach dem dritten Prüfzyklus, bestehend jeweils aus Erwärmungs- und Abkühlphase, die Homogenisierung des Mischguts erreicht wird.

Durch die mehrfach wiederholte Herstellung und Messung eines Gussasphaltmischgutes mit unveränderter Rezeptur wurde die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse erfolgreich

nachgewiesen. Betrachtet wurden die jeweils im dritten Abkühlvorgang gemessenen Abkühlkurven bei drei gleichartigen Versuchen. Anhand der Ergebnisse der durchgeführten Versuchsreihen konnte eine sehr gute Reproduzierbarkeit der Messergebnisse belegt werden. Darüber hinaus war es auch möglich, die Einflüsse von Veränderungen der Rezepturen auf die Verarbeitbarkeit des Gussasphaltmischgutes erkennbar werden zu lassen.

Ausgehend von der Grundrezeptur eines betrachteten Gussasphaltes wurden Rezepturvarianten unter Einsatz von Additiven zur Absenkung der Einbautemperatur untersucht. Aus den dabei ermittelten Abkühlkurven lässt sich die Veränderung der Verarbeitbarkeit durch den Additiveinsatz ablesen.

Das Erreichen desselben Verarbeitbarkeitsniveaus mit bzw. ohne Additivzugabe lässt die erreichbare Temperaturabsenkung unmittelbar erkennen.

*Gliederung:*

1. Zielsetzung der Verarbeitbarkeitsprüfung
2. Verarbeitbarkeitsprüfung
3. Vorgehensweise zur Validierung des Prüfgerätes
4. Versuchsergebnisse
5. Bewertung und Ausblick

## **Duktilitätsprüfung mit Kraftmessung – Erfahrungen in Ungarn**

Zoltán Puchard, Lajos Balogh;  
**Bitumen 1/2003**

In Ungarn (wie auch in anderen Ländern) werden Asphaltgemische mit erhöhter Standfestigkeit entwickelt, entsprechend der Steigerung der Verkehrsbelastung. Dazu werden die Faktoren geprüft, die das Verhalten und die Eigenschaften des Asphaltmischguts bei höhe-

ren Temperaturen bestimmen. Nach dem Einstellen des optimalen Mineralgerüstes, der Kornverteilung, und des freien Hohlraumgehalts kann mit der Auswahl des entsprechenden Bindemittels ein in jeder Hinsicht geeignetes Asphaltmischgut hergestellt werden. Mit Hilfe von Spurrinentests wurde der Einfluss des Bindemittels untersucht.

Als Bindemittel werden konventionelle Straßenbitumensorten und mit Elastomer modifizierte Straßenbitumensorten verwendet. Nach den gewonnenen Erfahrungen gibt es bei den Straßenbitumensorten einen engen Zusammenhang zwischen dem Erweichungspunkt, der Penetration und der Neigung des Asphalts zur plastischen Deformierung, nicht jedoch bei den modifizierten Straßenbitumensorten.

Gesucht wurde eine neue Prüfung, die die Leistungsfähigkeit des Bindemittels besser charakterisiert. Zu diesem Zweck hat sich die Duktilitätsprüfung mit Kraftmessung als am besten geeignet erwiesen. Festgestellt wurde eine sehr enge Korrelation zwischen der bei der Duktilitätsmessung registrierten Kraft und Spurrinnenbildung am Asphalt. Bei größerer Kraft ist eine kleinere Spurrinnenbildung zu erwarten.

Aus der Duktilitätsprüfung mit Kraftmessung kann auf die Leistungsfähigkeit des Bindemittels geschlossen werden, aber ein Vergleich kann nur unter den gleichen Bindemitteltypen erfolgen (d.h. getrennt für Straßenbitumen, für elastomer modifizierte Bitumen und für plastomer modifizierte Bitumen).

Bei dem Vergleich der verschiedenen Bindemitteltypen soll neben anderen Parametern auch die Charakteristik der Dehnkräfte ausgewertet werden. Bei den modifizierten Bitumensorten können aus der Kraft-Weg-Linie zahlreiche Informationen gewonnen werden. Die Menge und Art des Polymers und des Ausgangsbitumen haben einen deutlichen Ein-

fluss auf die Charakteristik der Kraft-Weg-Linie.

*Gliederung:*

1. Einleitung
2. Prüfmethode
3. Prüfergebnisse
4. Auswertung der Prüfergebnisse
5. Ergebnisse

## **Prüfverfahren zur Beurteilung der Bindemittel bezüglich Kälte-rissbildung in Asphaltstraßen (in Englisch, Kurzfassung in Deutsch)**

Timo Blomberg

**Bitumen 1/2003**

Zur Entwicklung an einer neuen Generation europäischer Bitumennormen übernahm eine Bearbeitergruppe unter Leitung des Verfassers die Sichtung und Bewertung neuer bzw. alternativer Prüfverfahren zur Beurteilung der Bindemittleigenschaften bei tiefen Temperaturen. Das vorhandene Schrifttum ergänzend, wurden zusätzliche Laboruntersuchungen im Rahmen einer finnisch-italienischen Studie durchgeführt. Das Ergebnis der Arbeit ist ein Statusbericht, dessen wesentliche Ergebnisse nachfolgend dargestellt werden. Auf der Suche nach einem geeigneten Prüfverfahren für zukünftige neue Bitumennormen wurden einer näheren Betrachtung unterzogen

- das Biegebalken-Rheometer
- der direkte Zugversuch
- der Brechpunkt nach Fraaß
- die Kraftduktilität und der Zugversuch
- der komplexe Modul und
- die Tieftemperatur-Penetration.

### **Biegebalken-Rheometer (BBR):**

Nach den vorliegenden Ergebnissen kann die BBR-Prüfung als zuverlässig und bezüglich Wiederholbarkeit als geeignete Methode

bezeichnet werden, die eine zutreffende Aussage zum Praxisverhalten erlaubt. Die Prüfung liefert mit dem Steifigkeitskriterium und dem m-Wert-Kriterium bekanntlich zwei Prüfgrößen. Einschränkend ist festzustellen, dass das m-Wert-Kriterium eher zur Beurteilung nicht-modifizierter Bindemittel, weniger jedoch für polymermodifizierte Bindemittel geeignet ist. Für die europäische Normung wurde das BBR-Verfahren in die engere Wahl gezogen und wird bezüglich Normung weiter bearbeitet.

### **Direkter Zugversuch (DTT):**

Bei dieser Prüfung werden Bindemittelproben gedehnt, wobei die tiefste mögliche Temperatur bestimmt wird, bei der noch eine relative Bruchdehnung von 1 % erreicht wird. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die DTT-Prüfung eine bessere Unterscheidung erlaubt zwischen nichtmodifizierten und polymermodifizierten Bitumen im Vergleich zur BBR-Prüfung. Allgemein wird die DTT-Prüfung als ergänzendes Prüfverfahren zur BBR-Prüfung verwendet. Die Auswertung der DTT-Prüfergebnisse ist vergleichsweise kompliziert und das ganze System ist noch nicht als abgeschlossen zu bezeichnen.

Dies trifft auch zu für die Probekörperherstellung. Daher bleibt die weitere Entwicklung zunächst abzuwarten.

### **Kraftduktilität und Zugprüfung:**

Die Kraftduktilitätsprüfung ist bereits in einer vorläufigen europäischen Norm prEN 13589 beschrieben, wobei Prüftemperaturen von +5 °C aufwärts angewendet werden. Mit der Kraftduktilitätsprüfung werden damit Bindemittleigenschaften bei deutlich höheren Temperaturen geprüft im Vergleich zu den Temperaturen, bei denen die hier zu betrachtenden Bindemittel in einen kritischen, spröden Zustand übergehen.

In prEN 13587 ist eine Zugprüfung an Bitumenproben beschrieben. Für diese Prüfung ist ein

Temperaturbereich bis  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  vorgesehen, allerdings gilt die Voraussetzung, dass sich das Prüfmaterial noch in einem duktilen Zustand befindet. Zur Beurteilung des Tieftemperaturverhaltens eines Bindemittels erscheint daher der zuvor genannte DTT-Versuch besser geeignet und praxisnäher.

### **Komplexer Modul:**

Die Gerätesteifigkeit von Dynamischen Scher-Rheometern ist bei normaler Messausrüstung (z. B. Konus-Platte-Anordnung) im Allgemeinen nicht ausreichend, um Bitumenproben bei niedrigen Temperaturen hinreichend genau zu prüfen. Für Forschungszwecke wurden in diesem Fall Rheometer unter Verwendung stabförmiger Proben mit Erfolg eingesetzt. Derartige Geräte sind jedoch vergleichsweise kostspielige Einzelanfertigungen und es gibt derzeit noch keine abgestimmte Beschreibung für ein Prüfverfahren.

### **Brechpunkt nach Fraaß:**

Die Schwäche dieses Prüfverfahrens liegt in der geringen Reproduzierbarkeit der Prüfer-

gebnisse. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse (verschiedene Laboratorien) wird nach EN 12593 mit  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  angegeben. Hinzu kommt, dass dieses Prüfverfahren für höher polymermodifizierte Bitumen als nicht geeignet beurteilt wird. Aus diesen Gründen ist beabsichtigt, die Brechpunktprüfung nach Fraaß durch eine neue Prüfmethode zu ersetzen, wie dies bereits in der derzeit geltenden Norm EN 12591 festgelegt ist.

### **Tieftemperatur-Penetration:**

Die Penetration bei  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  wird zur Beurteilung der Tieftemperatur-Eigenschaften von Bitumen verwendet. In Russland existiert eine GOST-Norm, in der eine Penetrationsprüfung bei  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  beschrieben ist. Aus Penetrationsmessungen bei zwei verschiedenen Temperaturen kann auf eine kritische Steifigkeit geschlossen werden. Als Problem dieser Prüfung wird die vergleichsweise geringe Präzision der Methode genannt, für polymermodifizierte Bitumen bestehen darüber hinaus Probleme bei der Berechnung der kritischen Steifigkeit.

## Veranstaltungen der GESTRATA

### **GESTRATA – Studienreise 2003**

Die heurige Studienreise der GESTRATA findet von 15. bis 17. September mit dem Ziel Burgenland statt.

### **GESTRATA – Herbstveranstaltung 2003**

Unsere jährliche Herbst-Vortragsveranstaltung wird am Donnerstag, 27. November 2003, 14.30 Uhr, im Vienna-Marriott-Hotel stattfinden. Die Einladungen zu dieser Veranstaltung werden im Herbst versandt, wir bitten jedoch bereits heute um Vormerkung dieses Termins.

## Sonstige Veranstaltungen

### **7. bis 8. Oktober 2003**

WIESBADEN,  
5. ADAC/BAST-Symposium  
„Sicher fahren in Europa“  
Auskünfte: ADAC e.V.  
gisela.moederle@adac.de,  
Fax: +49 89 76 76 45 67

### **27. bis 28. November 2003**

KRANJSKA GORA,  
8. Bitumen Kolloquium  
Auskünfte: slovenko.henigman@dd-ceste.si

### **12. bis 14. Mai 2004**

WIEN,  
3<sup>rd</sup> Eurasphalt & Eurobitume Congress

## Wir gratulieren

Herrn KR. Ing. Robert PRADE,  
Ehrevorsitzender der GESTRATA,  
zum 81. Geburtstag

Herrn w.HR. i.R. Dipl.Ing.  
Johann SONNLEITNER zum 75. Geburtstag

Herrn Dkfm. Otto NEFF,  
ehemaliges Vorstandsmitglied der GESTRATA,  
zum 74. Geburtstag

Herrn Brt.h.c. Dipl.Ing. Eduard ZIRKLER,  
Ehrenmitglied der GESTRATA,  
zum 74. Geburtstag

Herrn Dipl.Ing. Walter JADERNY  
zum 72. Geburtstag

Herrn Dipl.Ing. Gérard FICHTL  
zum 71. Geburtstag

Herrn Dipl.Ing. Vladimir VASILJEVIC  
zum 71. Geburtstag

Herrn FH-Prof. Univ.Do. Dipl.Ing.  
Dr. Walter PICHLER zum 65. Geburtstag

Herrn Dipl.Ing. Walter MÜLLER  
zum 60. Geburtstag

Herrn Paul WODRAZKA zum 60. Geburtstag

Herrn Dipl.Ing. Janez ZUPAN  
zum 60. Geburtstag

Herrn Ing. Herwig BREYER  
zum 55. Geburtstag

Herrn w.HR. Dipl.Ing. Rudolf GRUBER  
zum 55. Geburtstag

Herrn Ing. Wolfgang HEINISCH  
zum 55. Geburtstag

Herrn VDir. Ing. Fritz OBERLERCHNER,  
ehemaliges Vorstandsmitglied der GESTRATA,  
zum 55. Geburtstag

Herrn Ing. Robert STEINER  
zum 55. Geburtstag

Herrn Landesbaudirektor Dipl.Ing.  
Konrad TINKLER zum 55. Geburtstag

Herrn Ing. Gerhard GAMS  
zum 50. Geburtstag

Herrn Ing. Roland KÖCK zum 50. Geburtstag

Herrn Dipl.Ing. Vojtech RINIK  
zum 50. Geburtstag

## Beitritte

### Persönliche Mitglieder:

Herr Dir. Ing. Alfred DREILING, Linz

Herr Dipl.Ing. Stefan JUNG, Wien

Herr Ing. Theodor PEICHLER,  
Deutschlandsberg

Herr Ing. Karl PRUCHA, Maria Lanzendorf

Herr Prok.Ing. Helmut SCHWARZGRUBER,  
Ansfelden

Die Programme zu unseren Veranstaltungen können Sie jederzeit von unserer Homepage unter der Adresse <http://www.asphalt.or.at> abrufen. Weiters weisen wir Sie auf die zusätzliche Möglichkeit der Kontaktaufnahme mit uns unter der e-mail-Adresse: [gestrata@asphalt.or.at](mailto:gestrata@asphalt.or.at) hin.

Sollten Sie diese Ausgabe unseres Journals nur zufällig in die Hände bekommen haben, bieten wir Ihnen gerne die Möglichkeit einer persönlichen Mitgliedschaft zu einem Jahresbeitrag von € 35,- an.

Sie erhalten dann unser GESTRATA-Journal sowie Einladungen zu sämtlichen Veranstaltungen an die von Ihnen bekannt gegebene Adresse.

Wir würden uns ganz besonders über IHREN Anruf oder IHR E-Mail freuen und Sie gerne im großen Kreis der GESTRATA-Mitglieder begrüßen.



## Ordentliche Mitglieder:

ALLGEM. STRASSENBAU GmbH\*, Wien  
ALPINE MAYREDER BaugesmbH\*, Linz  
ASPHALTBAU Oeynhausen GesmbH, Oeynhausen  
BHG-Bitumen Handels GmbH+CoKG, Loosdorf  
BP AUSTRIA Marketing GesmbH, Wien  
COIAS GesmbH, Graukorn  
ESSO AUSTRIA GmbH, Wien  
GLS-Bau und Montage GmbH, Perg  
GRANIT GesmbH, Graz  
HABAU Hoch- u. TiefbaugesmbH, Perg  
HELD & FRANCKE BaugesmbH, Linz  
HILTI & JEHLE GmbH\*, Feldkirch  
HOFMANN KG, Attnang-Puchheim  
KERN Ing. Josef, Graz  
KLÖCHER BaugmbH, Klöchl  
KOSTMANN GesmbH, St. Andrä i. Lav.  
KRENN GesmbH\*, Innsbruck  
LANG & MENHOFER BaugesmbH+CoKG, Wr. Neustadt  
LEITHÄUSL KG, Wien  
LEYRER & GRAF BaugesmbH, Gmünd  
LIESEN Prod.- u. HandelsgesmbH, Lannach  
MANDLBAUER BaugmbH, Bad Gleichenberg  
MIGU ASPHALT BaugesmbH, Lustenau  
OMV AG, Wien  
PITTEL + BRAUSEWETTER GmbH, Wien  
POSSEHL SpezialbaugesmbH, Griffen  
PRONTO OIL MineralölhandelsgesmbH, Villach  
RIEDER ASPHALT BaugesmbH, Ried i. Zillertal  
SHELL AUSTRIA GmbH\*, Wien  
STRABAG AG\*, Spittal/Drau  
SWIETELSKY BaugesmbH\*, Linz  
TEAM BAU GmbH, Enns  
Techn. Büro SEPP STEHRER GmbH, Wien  
TEERAG ASDAG AG\*, Wien  
TRAUNFELLNER BaugesmbH, Scheibbs  
UNIVERSALE BAU Ges.m.b.H.\*, Wien  
VIALIT ASPHALT GesmbH & Co. KG, Braunau  
VILLAS AUSTRIA Ges.m.b.H., Fürnitz  
WURZ Karl GesmbH, Gmünd

## Außerordentliche Mitglieder:

AMMANN Asphalt GmbH, BRD  
AMT FÜR GEOLOGIE u. BAUSTOFFPRÜFUNG  
BOZEN, Südtirol  
BAUKONTOR GAADEN GesmbH, Gaaden  
BENNINGHOVEN GesmbH, Pfaffstätten  
BLIJA Baumaschinen GmbH, Bergheim/Salzburg  
BOMAG, Wien  
C F F-GmbH & CoKG, BRD  
DENSO GmbH & CoKG Dichtungstechnik, Ebergassing  
DIABASWERK SAALFELDEN GesmbH, Saalfelden  
EHRENBÖCK GesmbH, Wiener Neustadt  
HARTSTEINWERK LOJA - Schotter- u. Betonwerk  
Karl Schwarzl GmbH, Persenbeug  
HENGL Schotter-Asphalt-Recycling GmbH, Limberg  
HOLLITZER Baustoffwerke Betriebs-GmbH,  
Bad Deutsch Altenburg  
LISAG-Linzer Schlackenaufbereitungs- u. VertriebsgmbH, Linz  
METSO MINERALS GmbH, Wien  
NIEVELT LABOR GmbH, Stockerau  
ORENSTEIN + KOPPEL GmbH, Wien  
POLYFELT GesmbH, Linz  
READYMIX - KIES UNION AG, Wr. Neustadt  
S & P CLEVER REINFORCEMENT Company AG, Schweiz  
Carl Ungewitter TRINIDAD LAKE ASPHALT GesmbH & Co. KG, BRD  
UT EXPERT GesmbH, Baden  
WELSER KIESWERKE Dr. TREUL & Co., Günskirchen  
WIRTGEN Österreich GmbH, Steyrermühl  
ZEPPELIN Österreich GmbH, Fischamend  
\* Gründungsmitglied der GESTRATA

**GESTRATA**  
JOURNAL



Eigentümer, Herausgeber und Verleger: GESTRATA  
Für den Inhalt verantwortlich: GESTRATA  
Alle 1040 Wien, Karls gasse 5,  
Telefon: 01/504 15 61, Telefax: 01/504 15 62  
Layout und Herstellung: S+R Werbeges.m.b.H.  
Umschlaggestaltung: Helmut Steininger  
Namentlich gekennzeichnete Artikel geben die Meinung  
des Verfassers wieder. Nachdruck nur mit Genehmigung  
der GESTRATA und unter Quellenangabe gestattet.

