

Bewährung speziell konzipierter Asphalte in der Praxis

Thomas Wörner und Martin Kern, München

4

Einleitung und Problemstellung

Die vorwiegende Schadensart an Asphaltstraßen war in den vergangenen Jahren die Ausbildung von Spurrinnen. Als deren Ursachen sind einerseits die starken Sommer verbunden mit steigenden Achslasten und Verschiebungen in der Bereifung des Schwerverkehrs, andererseits aber auch konzeptionelle Unstimmigkeiten verbunden mit mangelhafter oder ungleichmäßiger Qualität der Ausgangsstoffe zu nennen [1].

Nicht zuletzt die darauf aufbauenden Diskussionen haben dazu geführt, daß für hoch belastete Straßen erweiterte Eignungsprüfungen gefordert werden. Im Rahmen dieser erweiterten Eignungsprüfungen sind zur Kennzeichnung des Verhaltens bei hohen Gebrauchstemperaturen u.a. praxisorientierte Prüfverfahren wie der Spurbildungsversuch [2] oder der dynamische Druck-Schwell-Versuch [3] anzuwenden. Einzelne Bauverwaltungen – wie z. B. die Autobahndirektion Nordbayern – fordern diese Prüfungen bereits seit mehreren Jahren und haben mit den sich daraus ergebenden speziell konzipierten Asphalten, ohne Anforderungen aufgestellt zu haben, sehr gute Erfahrungen während der bisherigen Gebrauchsdauer gemacht.

Ausgangspunkt für das abgeschlossene Forschungsvorhaben, das mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Wirtschaft (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V. (AiF Nr. 10695) durchgeführt wurde, war daher die Fragestellung, ob sich Korrelationen zwischen dem Verhalten von im Rahmen der Eignungsprüfung hergestellten und mit dem dynamischen Druck-Schwell-Versuch geprüften Probe-

körpern und dem Verhalten der entsprechenden Strecke in situ ableiten lassen. Nur wenn dieser Zusammenhang aufgezeigt werden kann, ist es sinnvoll, bei erweiterten Eignungsprüfungen mit dem dynamischen Druck-Schwell-Versuch zu arbeiten, und zulässig, ggf. Anforderungen aufzustellen sowie u. U. sogar erweiterte Kontrollprüfungen zu fordern. Falls dieser Zusammenhang nicht besteht, kann der dynamische Druck-Schwell-Versuch lediglich im Rahmen der erweiterten Eignungsprüfung zur Optimierung der Gemische Einsatz finden.

Grundlagen und Vorgehensweise

Der dynamische Druck-Schwell-Versuch ist ein dynamischer einaxialer Kriechversuch, bei welchem eine haversine-impulsförmige Druckschwellbelastung mit Pausen zwischen den einzelnen Lastimpulsen (Bild 1) auf einen zylindrischen Asphaltprobekörper, i.d.R. einen Marshallprobekörper, bei isothermem Versuchsablauf gleichmäßig verteilt auf die Grundflächen des Probekörpers einwirkt [3].

Als Versuchsergebnis des dynamischen Druck-Schwell-Versuchs wird für den jeweiligen Probekörper der plastische Verformungsanteil vor Beginn eines nächsten Lastimpulses aufgenommen und in einem

Dehnungs-Lastwechsel-Diagramm als Impulskriechkurve (IPK) aufgezeichnet (Bild 2).

Die Versuchsauswertung beinhaltet die Angabe der charakteristischen Kenngrößen im Wendepunkt der Impulskriechkurve:

$$n_w = \text{Lastimpulszahl im Wendepunkt} \quad [-]$$

$$\epsilon_w = \text{Dehnung im Wendepunkt} \quad [\%]$$

$$\epsilon_w^* = \text{Dehnungsrate im Wendepunkt} \quad [\% / 10^4 \cdot n]$$

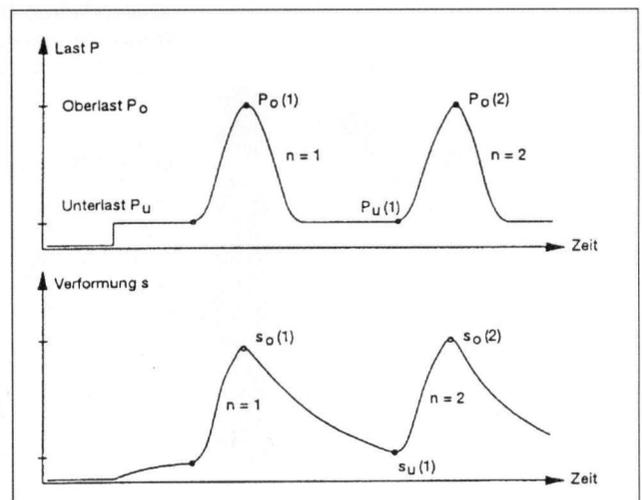
Wird im Versuchsablauf der Wendepunkt nicht erreicht, so gilt der Punkt der Impulskriechkurve bei Versuchsende als charakteristischer Punkt und die Steigung der Kurve im quasi-linearen Bereich (Phase 2) als Dehnungsrate. Die Ermittlung der genannten Kenngrößen aus einer Impulskriechkurve kann auf simultane, mathematische und grafische Weise erfolgen.

Für die Ermittlung der charakteristischen Kenngrößen einer Impulskriechkurve wird eine Funktionsanpassung mit allen zur Verfügung stehenden Wertepaaren nach folgendem Ansatz durchgeführt [4]:

$$\epsilon(n) = y_0 + a \cdot n^k + b \cdot (e^{c \cdot n} - 1)$$

mit n = Lastwechselzahl [-]
 y_0, a, b, c, k = freie Parameter [-]

Bild 1: Schematischer Schwelllast- und Verformungsverlauf im dynamischen Druck-Schwell-Versuch



Vortrag, gehalten auf den IX. Deutschen Asphalttagen 1998 in Berchtesgaden

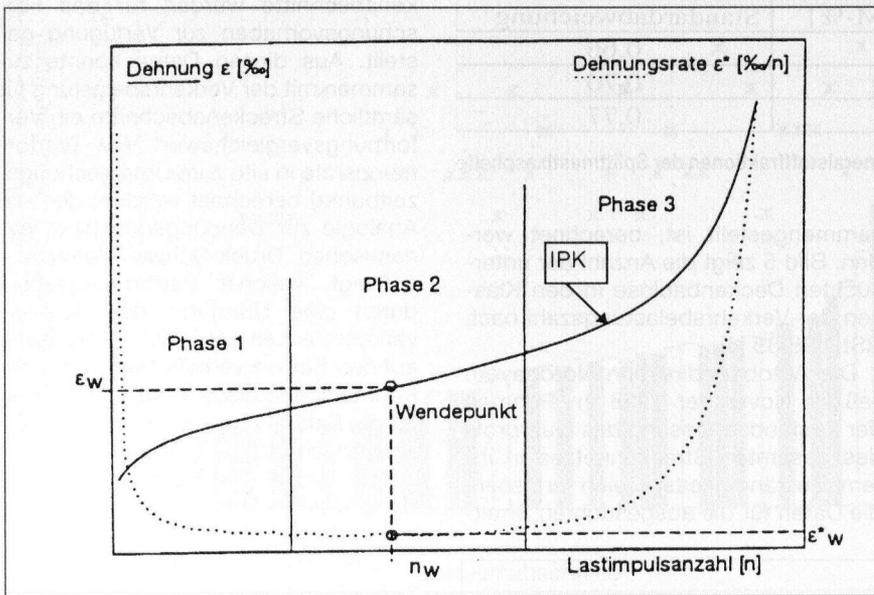


Bild 2: Schematischer Verlauf einer Impulskriechkurve mit den charakteristischen Kenngrößen

Nachdem die Parameter der obigen Gleichung aus der Ausgleichsrechnung bekannt sind, kann der Wendepunkt numerisch und die Dehnungsrate aus nachstehender Gleichung errechnet werden:

$$\epsilon'(n) = akn^{k-1} + bce^{cn}$$

Die im dynamischen Druck-Schwell-Versuch im Wendepunkt oder bei Versuchsende ermittelte Dehnungsrate gilt dabei als charakteristisch für das Verformungsverhalten des geprüften Asphalt [5].

Bei der Bearbeitung des Vorhabens wurden in Zusammenarbeit mit der Autobahndirektion Nordbayern Streckenabschnitte erfaßt, bei denen in der

	B 65	PmB
SMA 0/11S	41	3
SMA 0/8S		2
AB 0/11S	1	

Tabelle 1: Mischgutarten und -sorten sowie Bindemittelarten der untersuchten Streckenabschnitte

Deckschicht Asphalt zum Einsatz kam, der im Rahmen der Eignungsprüfung dynamisch mit dem Druck-Schwell-Versuch geprüft worden war. Für diese Abschnitte wurden die vorliegenden Daten wie Längs- und Querschnitt, Verkehrsbelastung, Schichtenaufbau, Eignungsprüfung, Kontrollprüfung und Querprofil zusammengestellt.

Um Aufschluß über das Verformungsverhalten der einbezogenen

Streckenabschnitte zu erhalten, wurde aus den Streckendaten eine sich zum Untersuchungszeitraum ergebende Verformungsrate in situ berechnet. Eine korrelative Betrachtung zwischen dieser Verformungsrate in situ und der Dehnungsrate aus dem dynamischen Druck-Schwell-Versuch eröffnet Einblicke in deren Beziehung untereinander und läßt eine qualitative Beurteilung der untersuchten Asphalt zu.

Streckendaten

Im Zuständigkeitsbereich der Autobahndirektion Nordbayern konnten 47 Streckenabschnitte ausgemacht werden, bei denen für die Deckschicht Mischgut eingesetzt wurde, das im Rahmen der Eignungsprüfung dynamisch mit dem Druck-Schwell-Versuch untersucht worden war, und für die alle

erforderlichen Ausgangsdaten zur Verfügung standen.

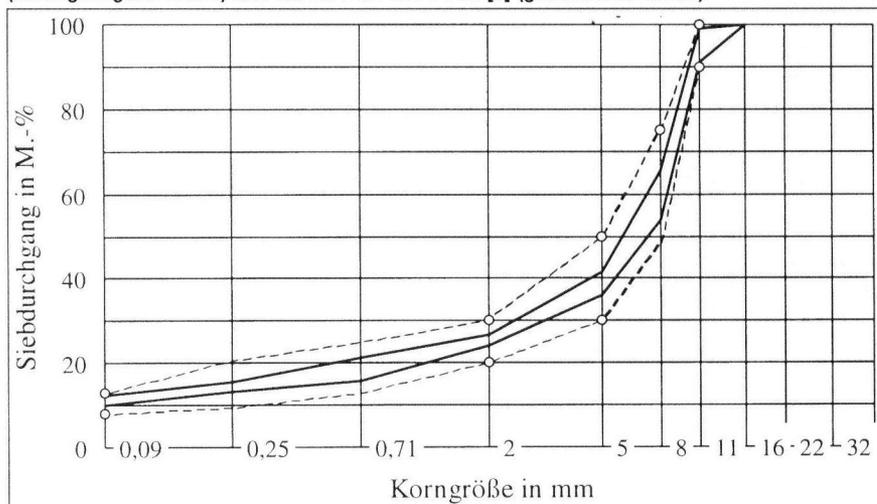
Tabelle 1 zeigt die Mischgutarten und -sorten sowie die Bindemittelarten, die bei den ausgewählten Streckenabschnitten Anwendung fanden. Die Mischgutsorten Splittmastixasphalt 0/8S und Asphaltbeton 0/11S dienen ausschließlich Vergleichszwecken.

Bild 3 zeigt das Sieblinienband, innerhalb dessen sich die Kornverteilungskurven der Streckenabschnitte mit Splittmastixasphalt 0/11S gemäß Eignungsprüfung befanden. Weiterhin sind die Grenzen für Splittmastixasphalt 0/11S nach [8] mit angegeben.

Als Mineralstoffe kamen Edelsplitt und Edelbrechsande aus Diabas, Basalt, Gabbro und Granit sowie Kalksteinmehl als Füller zum Einsatz. Die gemittelten Massenanteile der jeweiligen Mineralstofffraktionen und die zugehörige Standardabweichung sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Aufbauend auf der regionalen Lage der in die Untersuchungen einbezogenen Streckenabschnitte wurden die Temperaturverteilungen in den Asphaltsschichten bestimmt. Hierbei zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Strecken, so daß die Berücksichtigung des Temperatureinflusses nicht erforder-

Bild 3: Sieblinienband der Splittmastixasphalte 0/11S aus den einzelnen Streckenabschnitten (durchgezogene Linien) und der ZTV bit-StB 84/90 [8] (gestrichelte Linien)



	Mittlerer Massenanteil [M-%]	Standardabweichung
Splitt	74,8	0,66
Sand	14,3	0,70
Füller	10,1	0,77

Tabelle 2: Mittlere Massenanteile der einzelnen Mineralstofffraktionen der Splittmastixasphalte 0/11S

lich war.

Mit Hilfe der in den Jahren 1985 und 1993 durchgeführten Bundesverkehrszählungen konnten die Verkehrsbelastung der einzelnen Streckenabschnitte ermittelt und zusammen mit den sich aus der Planung ergebenden Parametern die Verkehrsbelastungszahl entsprechend der Vorgabe nach RStO 86/89 [6], die in Bild 4 für die untersuchten Streckenabschnitte zu-

sammengestellt ist, berechnet werden. Bild 5 zeigt die Anzahl der untersuchten Deckenbaulose in den Klassen der Verkehrsbelastungszahl nach RStO 86/89 [6].

Die Autobahndirektion Nordbayern ließ im November 1996 im Rahmen der Zustandserfassung das Querprofil des gesamten Streckennetzes in ihrem Zuständigkeitsbereich erfassen, die Daten für die ausgesuchten Streck-

kenabschnitte wurden für das Forschungsvorhaben zur Verfügung gestellt. Aus diesen Daten konnte zusammen mit der Verkehrsbelastung für sämtliche Streckenabschnitte ein Verformungsvergleichswert V_{vw} (Verformungsrate in situ zum Untersuchungszeitpunkt) berechnet werden, der – in Analogie zur Dehnungsrate beim dynamischen Druck-Schwell-Versuch – aufzeigt, welcher Verformungsanteil durch eine Überfahrt des Schwerverkehrs erzielt wird. Die Eingrenzung auf den Schwerverkehr basiert auf der Kenntnis, daß diese Verkehrsart einzig für die Entstehung von Spurrinnen verantwortlich ist [7].

Aus Bild 6 wird deutlich, daß sich die einzelnen Strecken sehr stark hinsichtlich ihres Verformungsvergleichswertes V_{vw} unterscheiden und daß sich bei den einzelnen Strecken sehr unterschiedliche mittlere Spurrinnentiefen während des bisherigen Gebrauchszeitraumes (2 bis 9 Jahre) eingestellt haben.

Für die weiteren Untersuchungen wurden aus den 47 Streckenabschnitten 20 Abschnitte mit zum Untersuchungszeitpunkt geringer, mittlerer und hoher Verformungsrate (Bild 6 – Verformungsvergleichswerte) ausgewählt. Die Untersuchungen unterteilten sich in:

- Querprofilaufnahme,
- Bohrkernentnahme und
- Laboruntersuchungen.

Bild 7 zeigt beispielhaft die Ergebnisse der Querprofilaufnahme für einen Streckenabschnitt. Neben der Darstellung des Querprofils, aus dem die Ausbildung der Spurrinne im Bereich der rechten Rollspur zu erkennen ist, enthält die Abbildung auch die Ergebnisse der Schichtdickenmessung an den entnommenen Bohrkernen, woraus sich ein Schichtenprofil ableiten läßt.

Ergebnisse der Laboruntersuchungen

Im Vorfeld der Laboruntersuchungen an den entnommenen Bohrkernen wurden Laborversuche durchgeführt, die eine Abgrenzung der Dehnungsrate und Lastwechselzahl im Wendepunkt hinsichtlich des Einflusses von

- Bindemittelgehalt,
- Verdichtungsgrad und
- Korngrößenverteilung

zum Ziel hatten.

Bild 8 zeigt Ergebnisse dieser Laborversuche mit unterschiedlichen Verdichtungsgraden des Marshallpro-

4

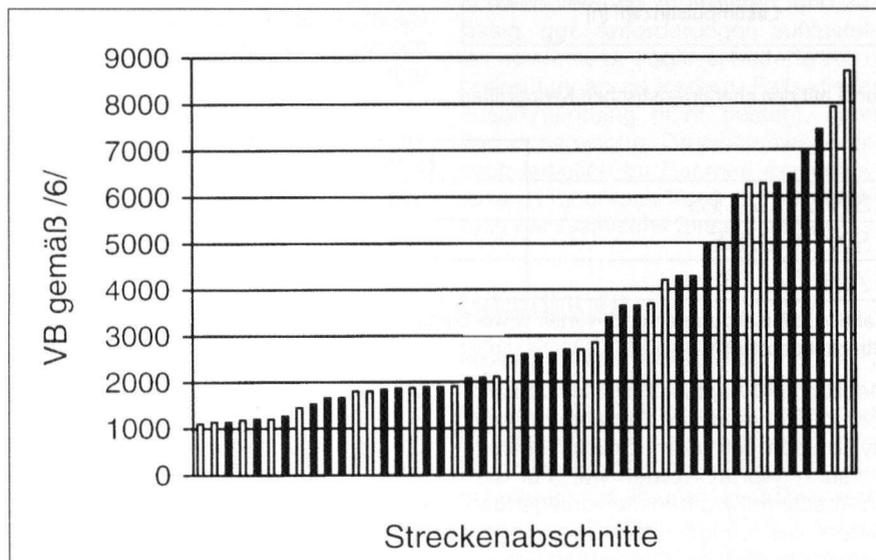
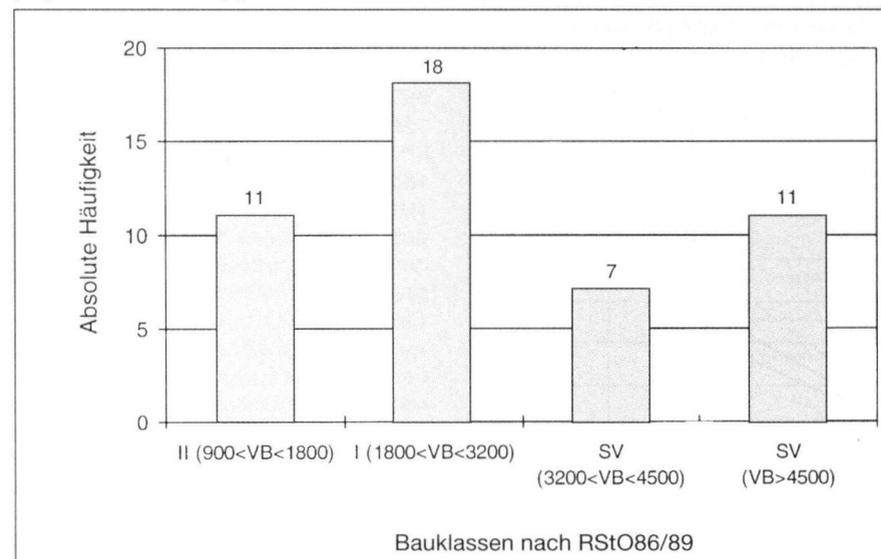


Bild 4: Verkehrsbelastungszahlen (VB) der untersuchten Streckenabschnitte (weiß - mit Bohrkernentnahme)

Bild 5: Häufigkeitsverteilung der Streckenabschnitte in Klassen der Verkehrsbelastungszahl (VB) nach RStO 86/89 [6]



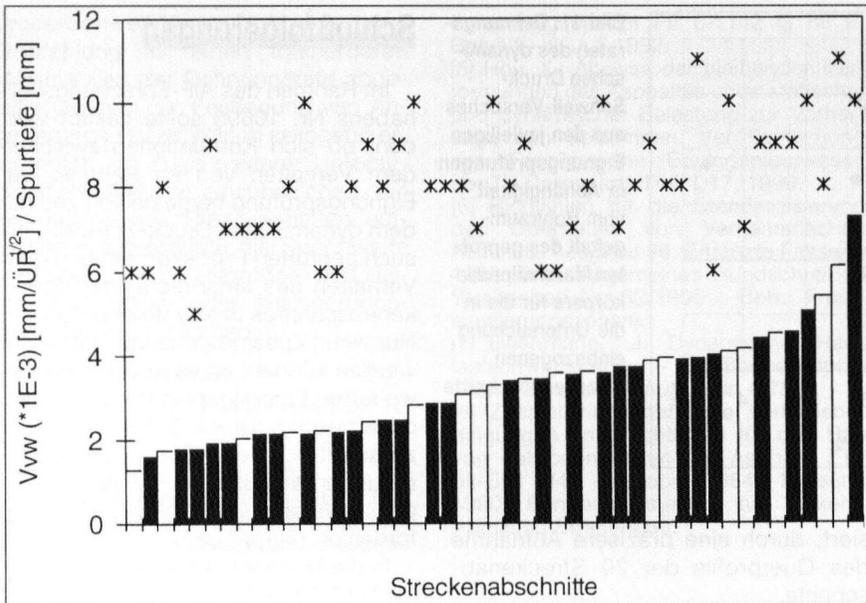


Bild 6: Verformungsvergleichswerte V_{vw} (Balken) der untersuchten Streckenabschnitte (weiß - mit Bohrkernentnahme) sowie mittlere Spurrinntentiefen (Punkte) der Abschnitte zum Zeitpunkt der Zustandserfassung

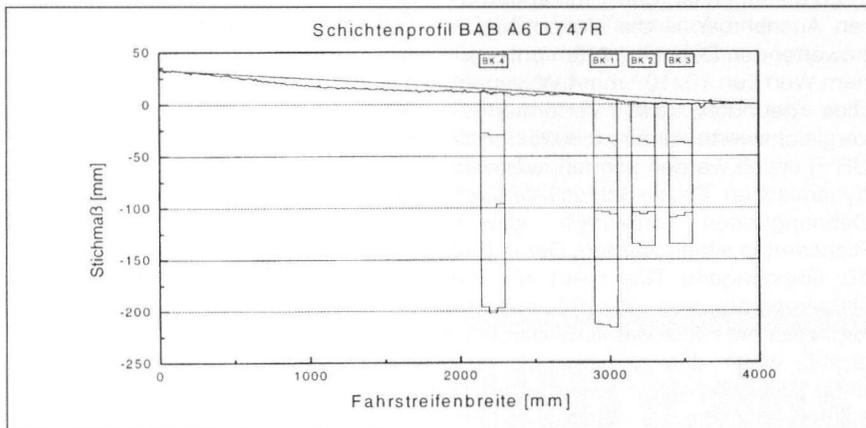
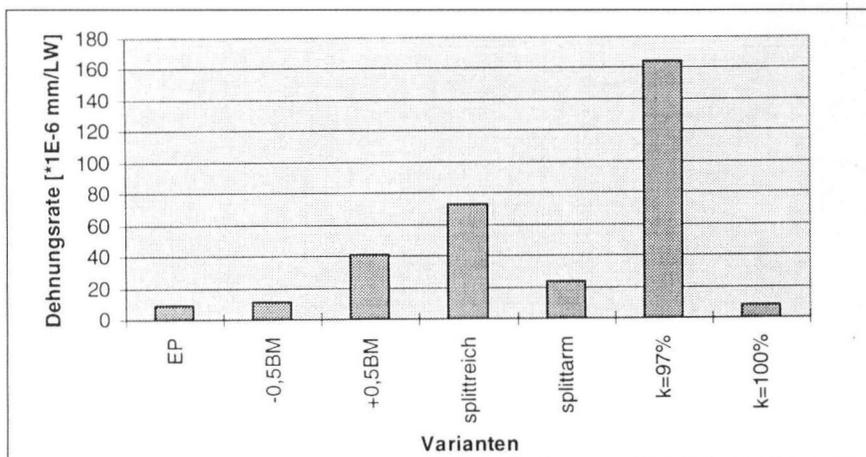


Bild 7: Quer- und Schichtenprofil für den Streckenabschnitt D747R auf der BAB A6 (die Bohrkern enthalten Deck-, Binder- und Tragschicht)

bekörpers sowie hinsichtlich Bindemittelgehalt und Splittanteil veränderter Zusammensetzung des Splittmastixasphaltes 0/11S. Bei der Misch-

gutzusammensetzung wurden die nach ZTV bit-StB 84/90 [8] zulässigen Toleranzen voll ausgeschöpft. Die Versuche zeigen, daß vor allem der

Bild 8: Dehnungsraten des dynamischen Druck-Schwell-Versuches in Abhängigkeit von Verdichtungsgrad ($k=97\%$; $k=100\%$), Bindemittelgehalt (+0,5 Gew.-% BM; -0,5 Gew.-% BM) und Splittanteil



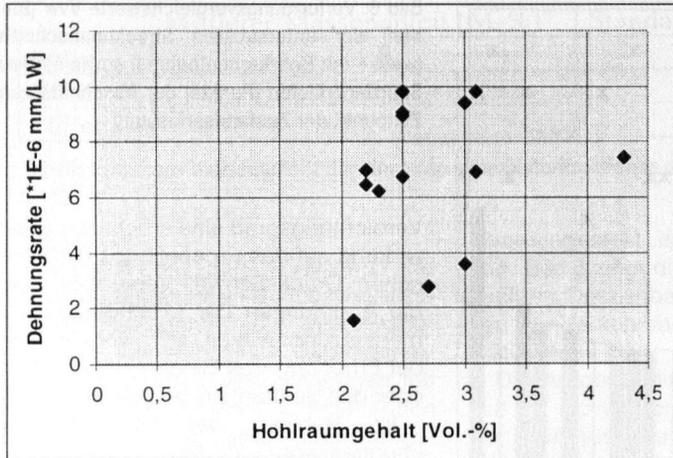
Verdichtungsgrad eine erhebliche Auswirkung auf das Ergebnis des dynamischen Druck-Schwell-Versuches hat, die Änderungen der Mischgutzusammensetzung wirken sich vorwiegend bei Erhöhung des Bindemittelgehaltes oder des Splittanteils negativ aus.

Im Rahmen der Laboruntersuchungen waren für die 20 Streckenabschnitte die Mischgutzusammensetzung sowie die Raumdichten der einzelnen Schichten festzustellen. In die weiterführenden Untersuchungen und Auswertungen konnten nur Streckenabschnitte einbezogen werden, bei denen die Spurrinnen auf die Deckschicht zurückzuführen waren, da Einflüsse aus der Binderschicht keine Aussagen über die Deckschichtqualität zulassen. Nur bei acht Strecken konnte eine signifikante Erhöhung der Raumdichte im Rollspurbereich, d.h. in der Spurrinne, festgestellt werden.

Insgesamt war auf Grund der Laboruntersuchungen festzustellen, daß die gemessenen Verformungen ausnahmslos auf die Deckschicht zurückzuführen sind, Veränderungen in den Eigenschaften der Binderschichten traten nur bei drei Losen auf, die Auswirkungen konnten allerdings als vernachlässigbar eingestuft werden.

In Bild 9 sind die im Rahmen der Eignungsprüfung ermittelten Dehnungsraten des dynamischen Druck-Schwell-Versuches in Abhängigkeit vom Hohlraumgehalt des geprüften Marshallprobekörpers aufgetragen. Zu erkennen ist, daß bei der Konzeption der Asphalte Hohlraumgehalte zwischen 2,0 und 3,5 Vol.-% angestrebt worden sind; die Strecke, bei der ein Hohlraumgehalt von 4,3 Vol.-% am Marshallprobekörper ermittelt wurde, verhielt sich in der Praxis nicht ungünstiger als die anderen Strecken.

Für die notwendige Beurteilung des Praxisverhaltens der in die erweiterte Untersuchung einbezogenen zwanzig Streckenabschnitte wurde anhand einer theoretischen Betrachtung des Verformungsverhaltens dieser Abschnitte ein Grenzwert für den Verformungsvergleichswert abgeleitet, unterhalb dessen sich Asphalte mit günstigen Gebrauchseigenschaften in bezug auf die Standfestigkeit identifizieren lassen. Wird nach einem Ge-



**Bild 11: Dehnungs-
raten des dynamischen Druck-
Schwell-Versuches aus den jeweiligen
Eignungsprüfungen in Abhängigkeit
vom Hohlraum-
gehalt des geprüf-
ten Marshallprobe-
körpers für die in
die Untersuchung
einbezogenen
Streckenabschnitte**

Schlußfolgerungen

Im Rahmen des AiF-Forschungsvorhabens Nr. 10695 sollte geklärt werden, ob sich Korrelationen zwischen dem Verhalten von im Rahmen der Eignungsprüfung hergestellten und mit dem dynamischen Druck-Schwell-Versuch geprüften Probekörpern und dem Verhalten des entsprechenden Streckenabschnittes in situ ableiten lassen. Nur wenn Zusammenhänge aufgezeigt werden können, ist es sinnvoll, bei erweiterten Eignungsprüfungen mit dem dynamischen Druck-Schwell-Versuch zu arbeiten, und zulässig, ggf. Anforderungen aufzustellen sowie u.U. sogar erweiterte Kontrollprüfungen zu fordern.

In die Untersuchung konnten insgesamt 47 Streckenabschnitte aus dem Autobahnnetz im Zuständigkeitsbereich der Autobahndirektion Nordbayern einbezogen werden. Insgesamt war festzustellen, daß die Abschnitte einerseits z.T. eine extrem hohe Verkehrsbelastung aufweisen, andererseits aber die gefundenen Tiefen der Spurrinnen auf einem niedrigen Niveau liegen. Hieraus ist grundsätzlich abzuleiten, daß auch bei sehr hohen Verkehrsbelastungen die Asphaltbauweise zu den gewünschten Gebrauchseigenschaften führen kann.

Die durchgeführten ergänzenden Laborversuche zeigen auf, daß sich bei Veränderung der Randbedingungen (Verdichtungsgrad, Splittanteil, Bindemittelgehalt) signifikant ungünstigere Werte für die Dehnungsrate ergeben, was in der Folge auf ein schlechteres Praxisverhalten hinweist. Der dynamische Druck-Schwell-Versuch ist daher für die Optimierung der Asphaltzusammensetzung ein geeignetes und sinnvolles Prüfverfahren.

Aus den Untersuchungen ist abzuleiten, daß sich bei enger Einhaltung der Vorgaben der Eignungsprüfung auch für hoch belastete Autobahnen Asphalte (Splittmastixasphalte) konzipieren lassen, die sehr günstige Gebrauchseigenschaften aufweisen.

Leider wiesen alle Streckenabschnitte dieses günstige Gebrauchsverhalten auf, unterschieden sich die Eignungsprüfungen hinsichtlich der Kornzusammensetzung, des Bindemittelgehaltes und des Ergebnisses aus dem dynamischen Druck-Schwell-Versuch nur relativ wenig, so daß für die Auswertung kein breites Spektrum an Eigenschaften vorlag.

Aufgrund der derzeit vorliegenden Erkenntnisse aus dem dynamischen

brauchzeitraum einer Straße von zehn Jahren eine Spurrinnentiefe von maximal 11 mm als tolerabel betrachtet, so ist bei einer fiktiven Verkehrsbelastungszahl von ca. 3900 ein Verformungsvergleichswert von 0,0025 [mm/ÜR^{1/2}] der Deckschicht zulässig. Strecken, die in ihrem Praxisverhalten – bei vergleichbarer Verkehrsbelastung – keinen größeren Verformungsvergleichswert aufweisen, sind daher als günstig hinsichtlich ihres Verhaltens bei hohen Gebrauchstemperaturen einzustufen.

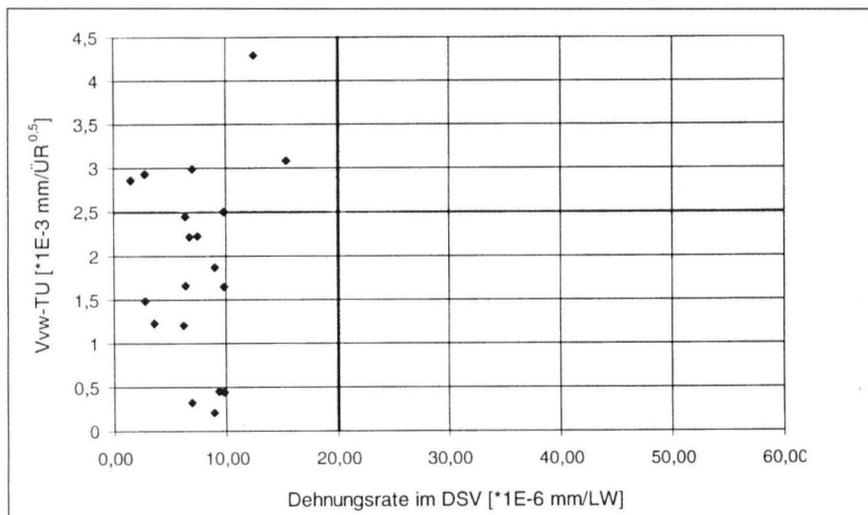
Zur Umsetzung der aus den Streckenabschnitten erhaltenen Daten auf die Ergebnisse der Laborprüfungen sind in Bild 10 die Verformungsvergleichswerte aus der hochpräzisen Querprofilaufnahme (Vvw-TU) über den Dehnungsraten des Druck-Schwell-Versuches aufgetragen. Der Vvw-TU unterscheidet sich vom Vvw, der auf Daten der Zustandserfassung der Autobahndirektion Nordbayern ba-

siert, durch eine präzisere Aufnahme des Querprofils der 20 Streckenabschnitte.

Zu erkennen ist, daß – mit erklärbar Ausnahmen – die als positiv zu bewertenden Dehnungsraten unter einem Wert von 10×10^{-6} mm/LW* liegen. Dies bedeutet, daß Verformungsvergleichswerte unter 0,0025 [mm/ÜR^{1/2}] erzielt werden können, wenn im dynamischen Druck-Schwell-Versuch Dehnungsraten unterhalb dieses Richtwertes erzielt werden. Der in Bild 10 eingetragene Grenzwert für die Dehnungsrate von 20×10^{-6} mm/LW kennzeichnet den Bereich, der sich ergibt, wenn das gesamte vorhandene Datenkollektiv aus Laborversuchen, das die als wärmebeständig zu bezeichnenden Splittmastixasphalte 0/11S umfaßt, herangezogen wird.

* (LW = Lastwechsel)

Bild 10: Dehnungsraten des dynamischen Druck-Schwell-Versuches und Verformungsvergleichswerte der untersuchten Streckenabschnitte



Druck-Schwell-Versuch konnte eine Empfehlung für einen tolerierbaren Maximalwert der Dehnungsrate abgeleitet werden; zur Festlegung von Anforderungen ist es jedoch zwingend erforderlich, im Zuge weiterer Untersuchungen Strecken einzubeziehen, die ein ungünstiges Praxisverhalten aufweisen, um hierdurch die Spannweite der Ergebnisse zu vergrößern und zielgerichtet Grenz- oder Anforderungswerte festlegen zu können.

Literaturverzeichnis:

- [1] NN: Seminar für Straßenwesen der TU Berlin. Straße und Autobahn, April 1996, S. 213 ff.
- [2] Technische Prüfvorschriften für Asphalt im Straßenbau (TPA-StB), Teil: Spurrinnenversuch – Bestimmung der Spurrinntentiefe im Wasserbad; Ausgabe 1997, FGSV Köln
- [3] Technische Prüfvorschrift für Asphalt im Straßenbau, Teil: Einaxialer Druck-Schwell-Versuch – Bestimmung des Verformungsverhaltens von Walzasphalt bei Wärme. FGSV Köln, (Entwurf).
- [4] Hiersche, E.-U.; Paulmann, G.; Schellenberg, K.: Festlegung von einheitlichen Prüf- und Auswertekriterien im dynamischen Druck-Schwell-Versuch im Hinblick auf die Entwicklung eines standardisierten dynamischen Prüfgerätes.

Forschungsbericht FE 07.142 G 88 E, Band 1 – 6, Juli 1992.

- [5] Hou, X.: Analyse der bleibenden Verformungen des Asphaltes unter statischer und dynamischer Belastung zur Vorhersage von Spurrinnen. Veröffentlichung des Fachbereichs Bauingenieurwesen der TH Darmstadt, Heft D17, 1996.
- [6] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 86. Ausgabe 86, Ergänzte Fassung 1989. (incl. Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 32/1996 – Betr.: Frosteinwirkungszonen).
- [7] Eisenmann, J.: Dynamische Radlastschwankungen – Straßenbeanspruchung. Straße und Autobahn 4/75.
- [8] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken auf Asphalt, ZTV bit-StB 84, Ausgabe 1984, Fassung 1990. Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau.

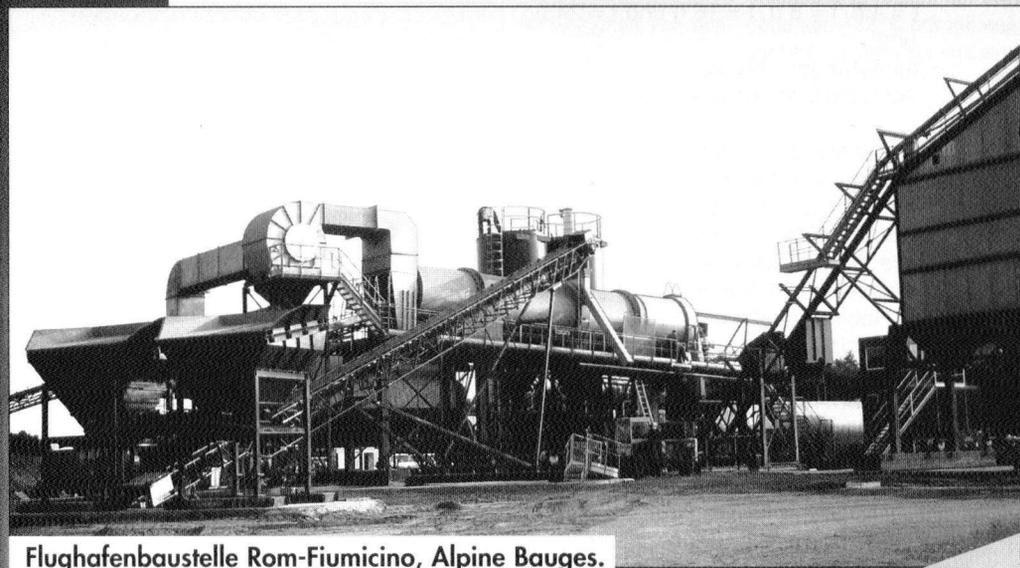
Anschrift der Verfasser:

AOR Dr.-Ing. Thomas Wörner
 Dipl.-Ing. Martin Kern (ehem. wiss. Mitarbeiter)
 Prüfamf für Bituminöse Baustoffe und Kunststoffe der TU München
 Baumbachstraße 7
 81245 München

Inserentenverzeichnis

- AMMANN IMA GmbH, D-31041 Alfeld U2
- ATS Asphalttechnik und Straßenbaugeräte GmbH&Co.KG, D-65731 Eschborn 19
- DEMAT Öl+Gasfeuerungsanlagen GmbH, D-50859 Köln 13
- DuPont Engineering Fibres/NOMEX, CH-1218 Le Grand-Saconnex 7
- Eckardt & Sohn GmbH Labor-Technik-full-Service, D-59244 Beckum 38
- Esterer Gießerei GmbH, D-84503 Altötting 33
- Flensburger Maschinenbau-Anstalt Ullrich GmbH & Co.KG, D-24939 Flensburg Titel
- Paul Hedfeld GmbH, D-58260 Gevelsberg 32
- Klotz Anlagenbau GmbH Finsterwalde, D-03238 Finsterwalde 28
- W. Kurz & Söhne, D-74334 Brackenheim 41
- Miprotek GmbH, D-21640 Horneburg 22
- Teltomat Maschinen GmbH Asphaltmischanlagen, D-14513 Teltow U3
- Weisig Maschinenbau gmbH, 31061 Alfeld/Leine, 28
- ZUTHER Anlagenbau GmbH & Co. KG, D-29446 Dannenberg 37

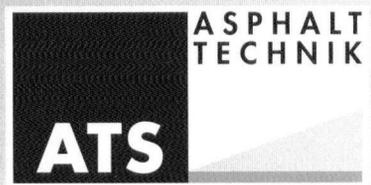
ATS und MARINI – das starke Team fürs Mischen und Aufbereiten



- GMX-Kaltmisch- und Aufbereitungstechnik
 - Prozessleit- und Steuerungstechnik
 - Asphalttechnik mobil und stationär
- ATS-Ingenieure begleiten Ihre Projekte ein Leben lang
- Engineering
 - Projektmanagement
 - Instandhaltung und Modernisierung

Flughafenbaustelle Rom-Fiumicino, Alpine Bauges.

- EMCC 274 TROMMELMISCHANLAGE
- Leistung > 300 t/h
 - Intelligente Mipro 4000i-Steuerung
 - Recyclingzugabe bis zu 50%
 - Schlüsselfertige Montage durch ATS



AUFBEREITUNGS-TECHNIK UND SERVICE