

# Modifizierte Walzasphalte im Spurbildungstestvergleich

Martin Radenberg, Essen

## Allgemeines

Durch die zunehmende Mobilität und den grenzübergreifenden europäischen Gütertransport sind die Verkehrsbelastungen in den letzten Jahren, insbesondere die Lkw-Anteile, dramatisch angestiegen. Der Bestand an Lks mit einer Nutzlast  $\geq 9$  t hat sich in den letzten Jahren annähernd verdoppelt (1). Ausserdem wurden 1990 und 1995 die zulässigen Achslasten der Lkw erhöht. Daneben werden aus ökonomischen Gründen in Zukunft zunehmend Einzelreifen "Super Single Reifen" mit erhöhtem Innendruck verwendet. Infolge der zunehmenden Verkehrsbelastung wurden zusätzli-

che Fahrstreifen geschaffen. Aus ökonomischen und ökologischen Gründen werden dabei oft die Fahrstreifenbreiten reduziert. Dies hat zur Folge, dass die Fahrstreifen schmaler werden und dadurch die Verkehrslasten konzentrierter in den Strassenoberbau abgeleitet werden.

Die Summe dieser Faktoren hat dazu geführt, dass unsere Strassen - unabhängig davon, ob in Beton- oder Asphaltbauweise - schon nach relativ kurzer Nutzungsdauer deutliche Schäden aufweisen. Das häufigste Schadensbild bei Strassen in Asphaltbauweise sind Oberflächenverformungen in Form von Spurrinnen. Diese Verformungen, die augenschein-

lich nur an der Oberfläche sichtbar sind, können ursächlich oft aber auch der Asphaltbinderschicht zugeschrieben werden.

Zur Beurteilung des Verformungsverhaltens gewinnt in jüngster Zeit der Spurbildungstest an Bedeutung. Welche Asphaltmischgutarten für diese Prüfverfahren geeignet sind und bei welchen Randbedingungen die Prüfungen erfolgen sollten, war bisher noch in der Diskussion. Durch die von der FGSV herausgegebenen TPA-StB, Teil 2 (2) liegt nun eine einheitliche Festlegung der Prüfrandbedingungen vor, die aber möglicherweise durch eine europäische Harmonisierung noch geändert werden. Die hier vorliegenden Untersuchungsergebnisse liefern einen Vergleich der Verformungen im Spurbildungstest für unterschiedlich modifizierte Asphaltbinder und Splittmastixasphalte. Daneben wurden zusätzliche Vergleichsvarianten mit polymermodifiziertem bitumen bzw. mit Normbitumen im Spurbildungstest untersucht. Da heute auf hochbelasteten Strassen (Bauklasse SV) in zunehmend selteneren Fällen Asphaltbinderschichten mit Normbitumen Verwendung finden, wurde auf eine solche Mischgutvariante verzichtet.

Weitere wesentliche Faktoren wie beispielsweise Bindemittelalterungen und Ermüdungsverhalten waren nicht Gegenstand des Untersuchungsprogrammes. Es wird auf einschlägige Literatur verwiesen (z. B. (3)).

Tabelle 1: Eignungsprüfungen für Asphaltbinder 0/22 mm hochstandfest nach ZTV/St-Hmb, 92

|                  |        | EP 09.95.2651.2<br>vom 12.10.1995 | EP 09.95.2652.1<br>vom 12.10.1995 |
|------------------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Bindemittelart   |        | PmB 45 A                          | B 65 + 1,0 % TE                   |
| Bindemittelmenge | Gew.-% | 4,0                               | 4,0                               |
| Bindemittelmenge | Vol.-% | 9,7                               | 9,6                               |
| EP RuK           | °C     | 63 - 68                           | 51 - 55                           |
| Mineralstoffe    |        | Edelsplitt, Brechsand, Füller     |                                   |
| 0,00 - 0,09      | Gew.-% | 7,7                               | 7,8                               |
| 0,09 - 2,00      | Gew.-% | 16,3                              | 16,3                              |
| > 2,0            | Gew.-% | 76,0                              | 75,9                              |
| > 16,0           | Gew.-% | 25,5                              | 25,4                              |
| > 22,4           | Gew.-% | 2,3                               | 2,3                               |

Tabelle 2: Ergebnisse der Spurbildungstests (Abi 0/22) bei konstanten Bindemittelgehalten

| Variante | Bindemittel          | Bindemittel-<br>gehalt |        | EP<br>RuK [°C] | Spurtiefe [mm]<br>(Ø aus zwei<br>Messungen) | Grenzwert<br>[mm] |
|----------|----------------------|------------------------|--------|----------------|---|-------------------|
|          |                      | [M-%]                  | Vol.-% |                |   |                   |
| 1        | PmB                  | 4,0                    | 9,7    | 63 - 68        | 2,4   | ≤ 3,5             |
| 2        | B65+1,0% TE          | 4,0                    | 9,6    | 51 - 55        | 3,3   | ≤ 3,5             |
| 3        | B65+1,2% TE          | 4,0                    | 9,7    | 52 - 56        | 3,0   | ≤ 3,5             |
| 4        | B45+1,0% TE          | 4,0                    | 9,6    | 56 - 61        | 2,8   | ≤ 3,5             |
| 5        | B45+1,2% NAF<br>501* | 4,0                    | 9,6    | 56 - 61        | 1,6   | ≤ 3,5             |

\*1,2 % NAF 501 Granulat setzen sich zusammen aus 1,0 % TE und 0,2 % Cellulosefaser

## Verformungsverhalten

### Asphaltbinder 0/22 mm

An einer in Hamburg bewährten Rezeptur für einen Abi 0/22 mm wurde ein Spurbildungstestvergleich zur Ermittlung des Einflusses der Bitumenviskosität und der Art der Bindemittelmodifizierung bzw. -vergütung auf

## Asphaltstrassenbau

das Verformungsverhalten durchgeführt.

Die Prüfplatten wurden, wie auch die der nachfolgenden SMA-Untersuchungen, mit einem Segmentverdichter hergestellt. Diese Verdichtungsart simuliert sehr gut die Walzverdichtung in der Einbaupraxis. Die Prüfbedingungen des Spurbildungstests wurden entsprechend von 3,5 mm (4) festgelegt. Die Ergebnisse der Eignungsprüfungen sind in Tabelle 1 aufgeführt. Tabelle 2 gibt Auskunft über die untersuchten Bindemittelvarianten bei gleichbleibender Mineralstoffzusammensetzung.

Die Ergebnisse, die alle unterhalb des Grenzwertes der Niedersächsischen Verfügung von 3,5 mm liegen, verdeutlichen den Einfluss der Bindemittelviskosität (EP RuK) und des unterschiedlichen Trinidad-Naturasphaltanteiles auf die Spurrinnentiefe. Die Variante 5 hebt sich deutlich positiv von den anderen Mischgutvarianten ab, obwohl der Erweichungspunkt ring und Kugel identisch mit Variante 4 und um mehr als eine Viskositätsklasse weicher als die PmB-Variante 1 ist.

Die Erklärung hierfür dürfte zum einen darin liegen, dass aufgrund des Bindemittelbedarfes der Cellulosefaser ein vergleichsweise "trockenes" Gemisch vorliegt. Zum anderen aber dürfte durch die vorbitumierte Faser eine Verstärkung der bituminösen Mörtelphase (5) erreicht worden sein, die sich auf die Verformungsbeständigkeit positiv auswirkt.

Da das Bestreben darin liegen muss, dauerhaft standfeste Spaltbefestigungen zu bauen, wurden weitere Vergleichsuntersuchungen angestellt, bei denen bei gleichbleibendem Mineralgerüst entsprechend Testreihe 1 die Bindemittelgehalte erhöht wurden, um mit dickeren Bindemittel- bzw. Mörtelfilmen die Dauerhaftigkeit des Gemisches zu begünstigen (vgl. Tabelle 3), die sich aber negativ auf das Verformungsverhalten auswirken können. Die Resultate zeigen, dass auch mit höheren Bindemittelgehalten sowohl bei B 45 als auch B 65 als

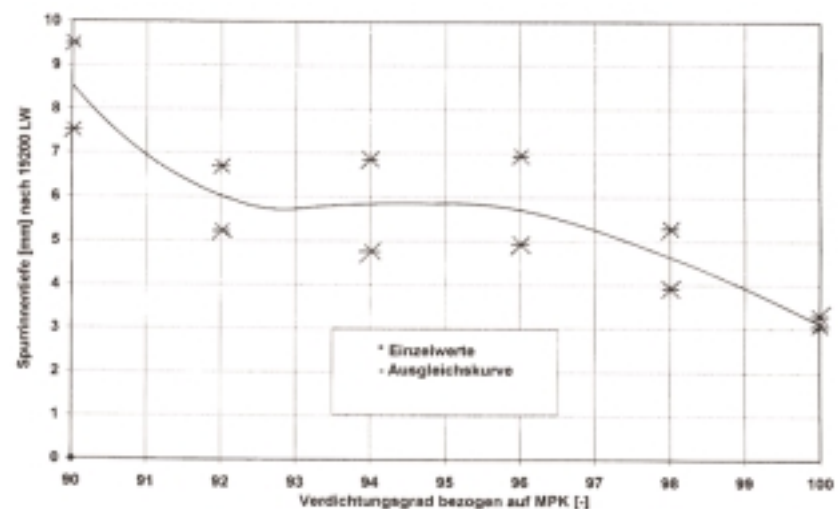
**Tabelle 3: Ergebnisse der Spurbildungstests (Abi 0/22) an ausgewählten Varianten mit geändertem Bindemittelgehalt**

| Variante | Bindemittel      | Bindemittelgehalt |        | EP RuK [°C] | Spurtiefe [mm] (Ø aus zwei Messungen) | Grenzwert [mm] |
|----------|------------------|-------------------|--------|-------------|---------------------------------------|----------------|
|          |                  | [M-%]             | Vol.-% |             |                                       |                |
| 6        | B65+1,2% NAF 501 | 4,2               | 10     | 51 - 55     | 2,3                                   | ≤ 3,5          |
| 7        | B45+1,2% NAF 501 | 4,2               | 9,9    | 56 - 61     | 1,8                                   | ≤ 3,5          |
| 7a       | B45+1,2% NAF 501 | 3,8               | 8,9    | 57 - 62     | 1,5                                   | ≤ 3,5          |
| 7b       | B45+1,2% NAF 501 | 4,6               | 10,9   | 55 - 60     | 2,3                                   | ≤ 3,5          |
| 8        | B45+1,0% NAF 501 | 4,2               | 10,0   | 55 - 60     | 2,0                                   | ≤ 3,5          |

**Tabelle 4: Spurbildungsergebnisse aus Praxisanwendungen auf Bundesautobahnen**

| BAB  | Bauabschnitt     | Bj.  | Länge  | Bauweise | Bindemittel          | mittlere Spurtiefe |
|------|------------------|------|--------|----------|----------------------|--------------------|
| A 1  | bei Olpe         | 1992 | ~ 1 km | Abi 0/22 | B 65 + 1,2 % NAF 501 | 1,9 mm             |
| A 81 | bei Wunnenstein  | 1995 | ~ 6 km | Abi 0/22 | B 45 + 1,2 % NAF 501 | 2,4 mm             |
| A 4  | bei Herleshausen | 1996 | ~ 5 km | Abi 0/22 | B 65 + 1,2 % NAF 501 | 2,8 mm             |
| A 23 | bei Halstenbek   | 1986 | ~ 4 km | Abi 0/16 | B 80 + 2 % TP 60/40  | 2,9 mm*            |

**Bild 1: Abhängigkeit der Spurrinnentiefe vom Verdichtungsgrad am Beispiel eines SMA 0/11 S mit B 65**



Ausgangsbindemittel mit Trinidad NAF 501 nur sehr geringe Verformungen im Spurbildungstest zu erwarten sind. Die bislang aus Baumassnah-

men vorliegenden Spurbildungsergebnisse an Einbauproben unterstreichen die sehr guten Laborwerte der Reihenuntersuchung (vgl. Tabelle 4)

## Asphaltstrassenbau

### Splittmastixasphalt 0/11 S

Aus der Überlegung heraus, dass bei einem hinsichtlich des Verformungsverhaltens optimal zusammengesetzten Mischgut bei üblichen Prüfbedingungen nur relativ geringe Spurrinnenunterschiede zu erwarten sind, wurde für einen ersten Vergleich unterschiedlicher Bindemittelzusammensetzungen die nachfolgend aufgeführte bewußt "schwache" (vergl. Tabelle 5) Mischgutzusammensetzung innerhalb der Grenzen der ZTV Asphalt herangezogen, die man in dieser Form in der Praxis - zumindest bei hohen Anforderungen an das Material - nicht verwenden würde.

Innerhalb der verschiedenen Bindemittelvarianten wurde an zwei ausgewählten Mischgutvarianten der Verdichtungsgrad bewußt unterschritten, um erkennbar werden zu lassen, ob und inwieweit es möglich ist, über das Bindemittel solche Schwächen, die leider gelegentlich in der Praxis auftreten, zu kompensieren. Denn Spurbildungstests haben gezeigt (siehe Bild 1), dass der Verdichtungsgrad einen deutlichen Einfluss auf das Verformungsverhalten ausübt.

Die in Tabelle 6 aufgezählten Varianten wurden bei stets gleichbleibender Mineralstoffzusammensetzung und Bindemittelgehalt geprüft. Um zusätzlich eine Aussage über das Langzeitverformungsverhalten und das Ermüdungsverhalten zu ermöglichen,

wurden ausgewählte Varianten mit einer zusätzlichen Belastung bis zu insgesamt 60.000 Überrollungen beaufschlagt. Schlussendlich wurde zur Vervollständigung dieser Vergleichsreihe mittels dynamischem Biegezugversuch bei -10 °C das Tieftemperaturverhalten der einzelnen Gemische geprüft. Das Bild 2 zeigt die in Tabelle 7 aufgeführten Ergebnisse der Spurbildungstests für die Varianten 1-

4.

Anhand der Ergebnisse ist zu erkennen, dass im Rahmen der Spurbildungstests insgesamt relativ geringe Unterschiede bei den maximalen Verformungen festgestellt wurden. Die geringsten Verformungen zeigten sich bei der Variante mit PmB 45, während die höchsten Verformungen am Mischgut mit B 80 + 2,1 % NAF 501 festgestellt wurden. Bei dieser Fest-

**Tabelle 5: Mischgutzusammensetzung SMA 0/11 S; bewußt »schwache« Rezeptur**

|  |    |                        |      |
|--|----|------------------------|------|
| Zusammensetzung:                       |    | EP-Nr. IFTA 1118 01-05 |      |
| Bimi-Menge M%                          |    |                        | 6,9  |
| Volumen (Vol.%)                        |    |                        | 16,7 |
| Hohlraum Vol.%                         |    |                        | 3,2  |
| Mineralstoffe Edelsplitte, EBS, Füller |    |                        |      |
| 0 - 0,09                               | M% |                        | 11,4 |
| 0,09 - 2,0                             | M% |                        | 17,6 |
| > 2                                    | M% |                        | 71,0 |
| > 8                                    | M% |                        | 32,9 |

**Tabelle 6: Unterschiedliche Eigenschaften der geprüften Varianten**

| Variante | Bindemittel          | Anteil Cellulosefaser M-% | EP RuK °C | Verdichtungsgrad i.M. % |
|----------|----------------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| 1        | B 45                 | 0,3                       | 57        | 97,5                    |
| 1 a      | B 45                 | 0,3                       | 57        | 95,5                    |
| 2        | B 65 + 1,8 % NAF 501 | 0,3 aus NAF 501           | 54        | 97,3                    |
| 2 a      | B 65 + 1,8 % NAF 501 | 0,3 aus NAF 501           | 54        | 95,1                    |
| 3        | B 80 + 2,1 % NAF 501 | 0,35 aus NAF 501          | 51        | 97,7                    |
| 4        | PMB 45 A             | 0,3                       | 58        | 97,7                    |
| 5        | B 65 + 2 % TE        | 0,2                       | 55        | 98,1                    |

**Tabelle 7: Prüfergebnisse an SMA 0/11 S bei konstanten Bindemittelgehalten; bewußt »schwache« Rezeptur**

| Variante | Bindemittel          | EP RUK °C | Erforderliche ÜR* bis 1,5 mm Spurtiefe i.M. | Spurtiefe* 19.200 ÜR (mm) | Spurtiefe* 40.000 ÜR (mm) | Spurtiefe* 60.000 ÜR (mm) | Verformung* mm/KW bei -10 °C i.M. |
|----------|----------------------|-----------|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 4        | PmB 45 A             | 58        | 1230  | 3,6                       | 5,6                       | 6,9                       | 0,017                             |
| 1        | B 45                 | 57        | 440   | 4,6                       | 6,3                       | 7,6                       | 0,012                             |
| 1 a      | B 45                 | 57        | 340   | 5,3                       | 7,8                       | n.g.                      | 0,023                             |
| 5        | B 65 + 2 % TE        | 55        | 470   | 4,4                       | 5,7                       | n.g.                      | n.g.                              |
| 2        | B 65 + 1,8 % NAF 501 | 54        | 450   | 4,1                       | 4,9                       | 6,8                       | 0,018                             |
| 2 a      | B 65 + 1,8 % NAF 501 | 54        | 670   | 4,3                       | 5,1                       | n.g.                      | 0,019                             |
| 3        | B 80 + 2,1 % NAF 501 | 51        | 460   | 5,2                       | 6,8                       | 7,8                       | 0,013                             |

\*jeweils Mittelwert aus 2 Untersuchungen; n.g. = nicht geprüft

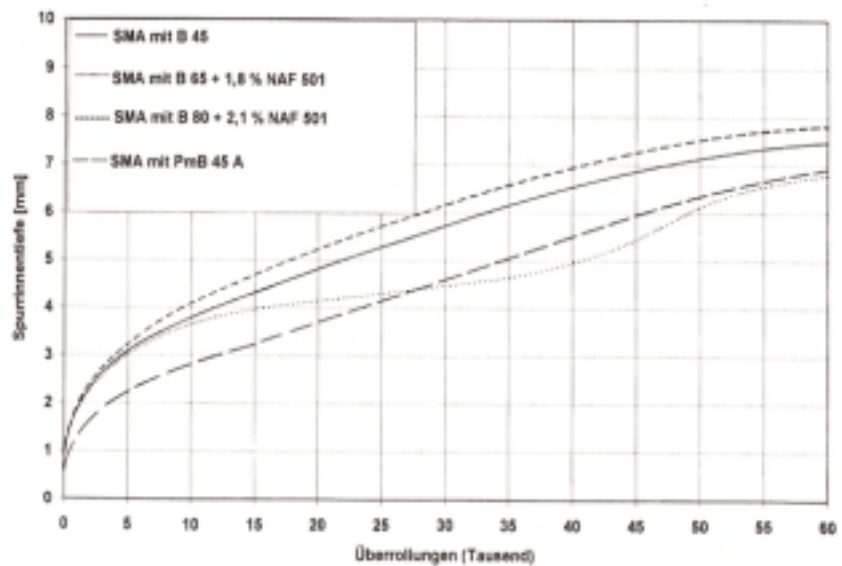
# Asphaltstrassenbau

stellung wirkt sich sicherlich der um 7 °C differierende Erweichungspunkt dieser beiden Bindmittel in nicht geringem Umfang mit aus. Weiter hat sich bestätigt (vgl. Bild 1) dass sich eine geringer Verdichtung deutlich auf das Verformungsverhalten auswirken kann. dies zeichnet sich jedoch nur bei der Variante mit B 45 ab, nicht aber bei der Variante B 65 + 1,8 % NAF 501.

Bei Beaufschlagung mit 40.000 und 60.000 Überrollungen ergab bei allen Varianten nur noch vergleichsweise geringe Zunahmen der Verformungen, wobei die geringsten Zunahmen bei B 65 + 1,8 % NAF beobachtet wurden. Ein um 30 % erhöhter Trinidad Epuré-Anteil bei gleichzeitig um 30 % verringertem Cellulosefaseranteil (Variante 5) ergab im Vergleich zu B 65 + 1,8 % NAF (Variante 2) kein verbessertes Verformungsverhalten. Eher gegenteilig sind die ergebnisse der Variante 2 geringfügig besser.

Die Untersuchungen zum Kälteverhalten mittels Biegezugversuch bei -10 °C (vgl. Tabelle 7) haben keine signifikanten Unterschiede zwischen ein einzelnen Mischgutvarianten erge-

**Bild 2: Mischgutzusammensetzung SMA 0/11 S; bewußt »schwache« Rezeptur**



ben. Bei keiner der Prüfungen konnte ein Biegebruch am Asphaltprisma bei -10 °C festgestellt werden.

Zusammenfassend zu dieser Reihe ist festzustellen, dass die Variante mit PmB 45 A und mit B 65 + 1,8 M% NAF 501 den höchsten Verformungswiderstand aufweisen. die Variante mit PmB 45 hat anfänglich die gerin-

geren Verformungen. Die etwas höheren Verformungen der Variante 2 (B 65 + 1,8 m% NAF 501) werden jedoch mit zunehmender Belastungsdauer ausgeglichen.

Aufbauend auf diese Erkenntnisse wurden in einer zweiten Reihung anhand einer praxisbewährten SMA 0/11 S Rezeptur (vgl. Tabelle 8) weitere Test angestellt, um den Einfluss von NAF 501 auf das Verformungsverhalten weiterführend zu überprüfen. Drei Bindemittel-Varianten (vgl. Tabelle 9) wurden bei ansonsten unverändertem Mineralgerüst und Bindemittelgehalt verglichen. An der durchweg deutlich höheren Anzahl von Überrollungen bis zur Erreichung von 1,5 mm Spurtiefe lässt sich erkennen, dass diese 3 Varianten zu nahezu 100 % verdichtet sind und somit auch unter Verkehr keine weitere Nachverdichtung erfahren werden. Die Spurrinnentiefen von 2,4 - 3,0 mm verdeutlichen, dass auch mit gut konzipierten Splittmastixasphalten die hohen Grenzwertanforderungen bei hochstandfesten Asphaltbindern von nur 3,5 mm max. Spurtiefe am Eignungsprüfungsmischgut gut zu erfüllen sind.

Die beiden Naturasphaltvarianten zeigen im Mittel eine um 0,5 mm verringerte Spurbildung, wobei die Vari-

**Tabelle 8: Mischgutzusammensetzung SMA 0/11 S; bewährte Rezeptur**

|  |      |                        |  |
|--|------|------------------------|--|
| Zusammensetzung:                       |      | EP-Nr. IFTA 0232 01-03 |  |
| Bimi-Menge M%                          | 6,6  |                        |  |
| Volumen (Vol.%)                        | 16,0 |                        |  |
| Hohlraum Vol.%                         | 2,2  |                        |  |
| Mineralstoffe Edelsplitte, EBS, Füller |      |                        |  |
| 0 - 0,09                               | M%   | 11,0                   |  |
| 0,09 - 2,0                             | M%   | 16,1                   |  |
| > 2                                    | M%   | 72,9                   |  |
| > 8                                    | M%   | 34,5                   |  |

**Tabelle 9: Ergebnisse der Spurbildungstests an SMA 0/11 S bei konstanten Bindemittelgehalten; bewährte Rezeptur**

| Variante | Bindemittel          | Anteil Cellulosefaser M-% | EP RuK °C | Verdichtungsgrad i.M. % | Erforderliche ÜR* bis 1,5 mm Spurtiefe | Spurtiefe* 19.200 ÜR (mm) |
|----------|----------------------|---------------------------|-----------|-------------------------|--|---------------------------|
| 1        | B 65                 | 0,3                       | 51        | 99,9                    | 1.350                                  | 3,0                       |
| 2        | B 65 + 1,8 % NAF 501 | 0,3 aus NAF               | 53        | 99,8                    | 2.330                                  | 2,5                       |
| 3        | B 45 + 1,8 % NAF 501 | 0,3 aus NAF               | 59        | 99,6                    | 1.900                                  | 2,4                       |

\*jeweils Mittelwert aus 2 Untersuchungen

## **Asphaltstrassenbau**

ante mit B 45 als Basisbitumen geringfügig niedrigere Spurtiefen aufweist. Da der Unterschied zwischen den beiden Naturasphaltvarianten nur sehr gering ist, wird für die praktische Anwendung eine Bindemittelkombination aus B 65 mit 1,8 M% NAF 501 empfohlen.

### **Zusammenfassung**

Als ergänzendes Prüfverfahren ist der Spurbildungstest entsprechend FGSV Prüfanweisung gut geeignet, vergleichende Verformungsprognosen und -überprüfungen an Walzasphalten in Binder- und Deckschichten zu liefern. Weitere Erfahrungen mit

dem Spurbildungsgerät haben gezeigt, dass der Spurbildungstest nicht für Asphaltmischgutvarianten geeignet ist, die einen nicht geringen oder nicht hohen Hohlraumgehalt bzw. Ausfüllungsgrad (Gussasphalt, Drainasphalt) aufweisen.

Des Weiteren muss davor gewarnt werden, jeden Zehntelmillimeter geringere Spurrinnentiefe als Zugewinn an Qualität zu werten. Ansonsten besteht die Gefahr, dass harte und bindemittelarme Asphaltvarianten (wie bereits vor 18 - 20 Jahren) eingebaut werden, die letztlich zu Schäden anderer Art (Rissbildung, geringe Dauerhaftigkeit) führen und der Asphalt-

bauweise sicherlich nicht dienlich sind.

Das Ziel muss sein, dauerhaft verformungsresistente Asphaltbefestigungen zu bauen.

Dies erfordert i. a. höhere Bindemittelgehalte, für die Bindemittelmodifizierungen sinnvoll sind, um frühzeitig Schäden anderer Art zu vermeiden (z. B. Bindemittelalterungen).

Die Untersuchungen signalisieren, dass dies sowohl durch Naturasphaltzugabe als auch durch Verwendung eines polymermodifizierten Bitumens möglich ist.