

Einfluss von Abweichungen im Rahmen zulässiger Toleranzen auf die Performance- und Qualitätseigenschaft Standfestigkeit von Asphalt

FA AiF 11600 N

Forschungsstelle: Bergische Universität GH Wuppertal, Lehr- und Forschungsgebiet Straßenentwurf und Straßenbau, (Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Beckedahl)

Bearbeiter: Reinhardt, I.

Auftraggeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bonn

Abschluss: März 2001

1. Aufgabenstellung

Asphalte für Verkehrsflächenbefestigungen von Straßen und Flugplätzen werden aus Mineralstoffen und Bindemitteln, in der Regel Bitumen definierten Härtegrades, in Mischanlagen hergestellt. Die zweckmäßige Zusammensetzung des Asphaltes wird in Eignungsprüfungen ermittelt. Dabei sind Zusätzliche Vertragsbedingungen [1] zu beachten, die für den Fernstraßenbau die Mischgutzusammensetzung einzelner Mischgutsorten in gewissen Grenzen regeln. Ferner gelten Toleranzen als zulässige Abweichungen von den Sollwerten, in der Regel bezogen auf die Daten aus der Eignungsprüfung. Diese sind erforderlich, da bei der Herstellung von Asphalt im großtechnischen Maßstab in Asphaltmischanlagen die Zusammensetzung des Asphaltes gewissen Schwankungen unterworfen ist, die unvermeidbar sind.

Ein wesentliches Merkmal, das die Qualität von Asphalt beschreibt und das Gebrauchsverhalten (Performance) hinsichtlich der Spurrinnenbildung stark beeinflusst, ist der Widerstand gegen bleibende Verformungen, die Standfestigkeit. Je näher die Asphaltsschichten an der Fahrbahnoberfläche liegen, desto größer ist ihre Gefährdung durch Spurrinnenbildung. In den TP A-StB [2] sind der Spurbildungsversuch und der einaxiale Druckschwellversuch als Standfestigkeitsprüfungen zwar hinsichtlich der Prüfmodalitäten geregelt, allerdings existieren keine allgemein gültigen Anforderungswerte.

In welchem Ausmaß die zulässigen Toleranzen die Gebrauchseigenschaft Standfestigkeit beeinflussen können, wird in der Regel erst durch die Begutachtung von Schadensfällen offensichtlich. So wurde auf Autobahnabschnitten im Einzugsbereich von Großstädten an Asphaltbindern festgestellt, dass die Addition im Einzelnen zulässiger Abweichungen von der gewählten Eignungsprüfung Verformungen begünstigen kann, wenn das Bindermischgut einen höheren Bindemittelgehalt, ein weiches Bitumen, einen niedrigeren Gesamtsplittgehalt, einen niedrigeren Anteil der größten Körnung, höhere Natursandanteile und einen höheren Füllergehalt als das Mischgut der Eignungsprüfung aufweist [3].

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Einfluss von Toleranzauschöpfungen auf die Verringerung der Standfestigkeit erforscht. Um dies zu erreichen, werden die Mischgutzusammensetzungen für Asphaltbinder 0/16S (ABi 0/16S) und Splittmastixasphalt 0/11S (SMA 0/11S) in Eignungsprüfungen festgelegt. Diese Eignungsprüfungen orientieren sich etwa in der Mitte zwischen den Grenzwerten der Korngrößenverteilung und des Hohlraumgehaltes gemäß ZTV Asphalt-StB 94/98. Anschließend werden diese Mischungen gezielt so verändert, dass die zulässigen Toleranzen gerade noch eingehalten sind.

Dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWT), der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) und der Forschungsgesellschaft für Straßen- und

Verkehrswesen (FGSV) sei an dieser Stelle für die finanzielle Förderung und administrative Unterstützung des Forschungsvorhabens gedankt.

2. Untersuchungsmethodik

Aus einer Vielzahl von Möglichkeiten hinsichtlich Mineralstoffart sowie Bindemittelprovenienz und -sorte wurde hier exemplarisch ein bestimmter Ausschnitt untersucht. So kamen als Mineralstoff ein Diabas und als Fremdfüller ein Kalksteinmehl zum Einsatz. Ferner wurden für SMA 0/11S das Bitumen B65 sowie Faserstoffe und für ABi 0/16S das Bitumen B45 verwendet.

Im Rahmen der Eignungsprüfungen erfolgte die Variation in der Mischgutzusammensetzung ausschließlich über den Bindemittelgehalt. Danach wurde der optimale Bindemittelgehalt für SMA 0/11S auf 6,8 M.-% und für ABi 0/16S auf 4,8 M.-% festgelegt. Bei dieser Wahl der Zusammensetzung weisen die Mineralstoffhohlraumgehalte ein Minimum auf, und die Hohlraumgehalte der Marshallprobekörper liegen jeweils etwa in der Mitte des zugehörigen Sollbereichs, für ABi 0/16S mit 5,8 Vol.-% zwischen den Grenzen von 4 und 7 Vol.-% für SMA 0/11S mit 3,6 Vol.-% zwischen den Grenzen von 3 und 4 Vol.-%, d. h. mit dem jeweils etwa optimalen Sicherheitsabstand zu den Mindest- und Höchstwerten.

Für die Untersuchung des kompositionellen Einflusses auf die Standfestigkeit werden die Asphaltmischungen sowohl für SMA 0/11S als auch für ABi 0/16S ausgehend von den Vorgaben der Eignungsprüfung hinsichtlich folgender Merkmale variiert:

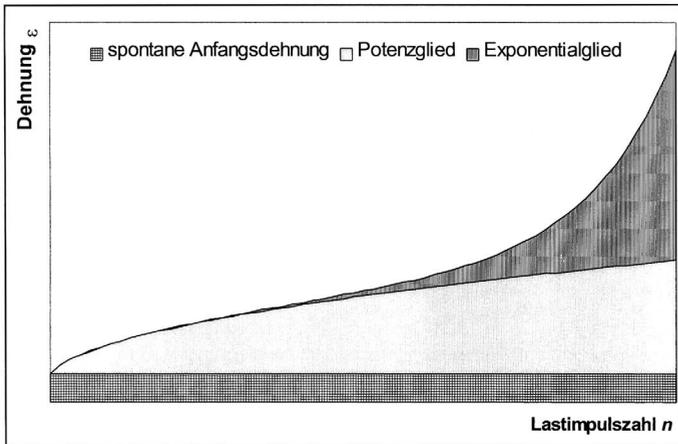
- a) Bindemittelgehalt
- b) Splittgehalt
- c) Größtkornanteil
- d) Grobsandanteil
- e) Füllergehalt
- f) Füllerverhältnis (Eigenfüller : Fremdfüller)

Als Prüfverfahren zur Bestimmung der Standfestigkeit dienen der Dynamische Spaltzugversuch im NAT (Nottingham Asphalt Tester), der Wuppertaler Torsionsversuch, der Dynamische Druckschwellversuch (gemäß TP A-StB) und der Spurbildungsversuch (gemäß TP A-StB). Im Unterschied zur E-Modul-Messung des Dynamischen Spaltzugversuchs werden mit den drei anderen Prüfmethode Kenngrößen des Kriechverhaltens von Asphalt bei erhöhten Temperaturen ermittelt. Bei dem Torsions- und Druckschwellversuch interessiert vor allem der Wendepunkt (WP) der zeitabhängigen Verformungskurve, da dieser ein kritisches Merkmal des Asphaltes anzeigt. Dafür wird eine funktionale Beschreibung der Kurven erforderlich. Anstatt einer iterativen Schätzung – wie bislang üblich – wurden im Rahmen dieser Arbeit die Funktionsparameter mit Hilfe eines neu formulierten Algorithmus nach dem Prinzip der kleinsten Fehlerquadrate für folgende Modellgleichung berechnet:

$$\varepsilon(n) = \varepsilon_0 + a \cdot n^{(k_1 + k_2 \cdot \ln n + k_3 \cdot (\ln n)^2)} + b \cdot \left[\exp(c_1 \cdot n + c_2 \cdot n^2 + c_3 \cdot n^3) - 1 \right]$$

Mit: ε = Dehnung (Druckschwellversuch)
 n = Lastimpulszahl (Druckschwellversuch)
 a, k, b, c = Funktionsparameter

Dabei wird die Verformungskurve in drei Glieder zerlegt, die die in Bild 1 dargestellten Flächen einschließen. Die Steigung im Wendepunkt lässt sich mit Hilfe von Ableitungsfunktionen der Modellgleichung berechnen.



1: Eingeschlossene Flächen durch die drei Verformungsglieder

Sämtliche Laborergebnisse werden unter Anwendung statistischer Methoden ausgewertet. Dabei kommen Anpassungstests, einfache Varianz- und Mittelwertvergleiche, Varianzanalysen der ein-, zwei- sowie dreifachen Klassifizierung, multiple Mittelwertvergleiche und lineare, nichtlineare, multiple lineare sowie multiple nichtlineare Regressionsanalysen zum Einsatz.

3. Untersuchungsergebnisse

Hinsichtlich der Verformungsgrößen im Wendepunkt des Torsions- (Torsionswinkel) und Druckschwellversuchs (Dehnung) ist zunächst festzustellen, dass sie in keiner Beziehung eine plausible Aussage erlauben. Stattdessen werden die Verformungsgrößen, genauso wie die Spurtiefe des Spurbildungsversuchs, nach einer definierten Zeit ermittelt. Insgesamt liegen 6 Kenngrößen aus den angewandten Prüfverfahren vor:

- der E-Modul [MN/m²] im Dynamischen Spaltzugversuch für Marshallprobekörper und Bohrkerne
- Torsionswinkel γ [mm/m] im Wuppertaler Torsionsversuch nach 30 Sekunden für SMA 0/11S und nach 100 Sekunden für ABI 0/16S
- die Steigung im Wendepunkt γ'_{WP} [mm/(m·d)] des Wuppertaler Torsionsversuchs
- die Dehnung ϵ [%] im Dynamischen Druckschwellversuch (TPA) nach 300 Lastimpulsen für SMA 0/11S und nach 1000 Lastimpulsen für ABI 0/16S
- die Dehnungsrate ϵ'_{WP} [%/10⁴n] im Wendepunkt des Dynamischen Druckschwellversuchs (TPA)
- die Spurtiefe s [mm] im Spurbildungsversuch (TPA) nach 20000 Überrollungen

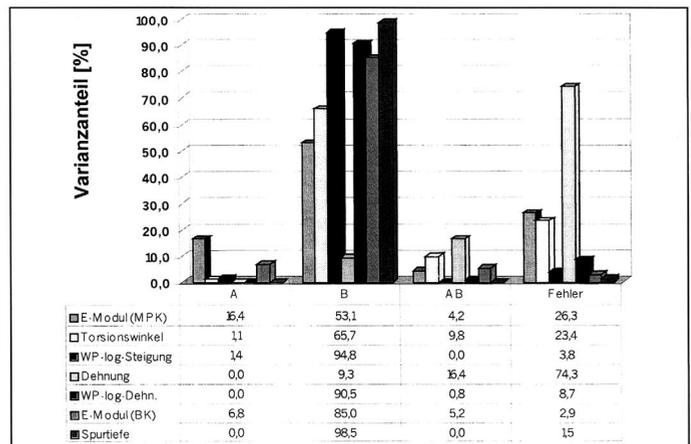
Für die Kenngrößen E-Modul, Torsionswinkel, Dehnung und Spurtiefe kann eine Normalverteilung und eine Varianzhomogenität angenommen werden, während dies für die Steigungsgrößen erst nach Logarithmieren der Werte im statistischen Sinn zutrifft. Deshalb werden hierfür die Größen WP-log-Steigung und WP-log-Dehnungsrate eingeführt.

Infolge einer statistisch hoch gesicherten Korrelation zwischen der so genannten WP-log-Dehnungsrate und der WP-log-Steigung ist eine Austauschbarkeit der beiden Kenngrößen gegeneinander möglich. Allerdings erwiesen sich beide Kenngrößen im Gegensatz zu einer vergleichbaren Größe aus dem Spurbildungsversuch bei hohlraumarmen SMA 0/11S als ungeeignet. Der Grund liegt darin, dass bei Prüfweisen ohne horizontale Stützkkräfte (Torsionsversuch und Druckschwellversuch) der Verformungswiderstand – ausgedrückt durch das reziproke Steigungsmaß – mit der Zeit umso stärker zunimmt, je mehr der Probekörper durch Mastixanteile stabilisiert wird. Hingegen wird beim Spurbildungsversuch das Splittgerüst eines hohlraumarmen SMA 0/11S ($H_{bit} < 2,0$ Vol.-%) unter der dynamischen Rad-

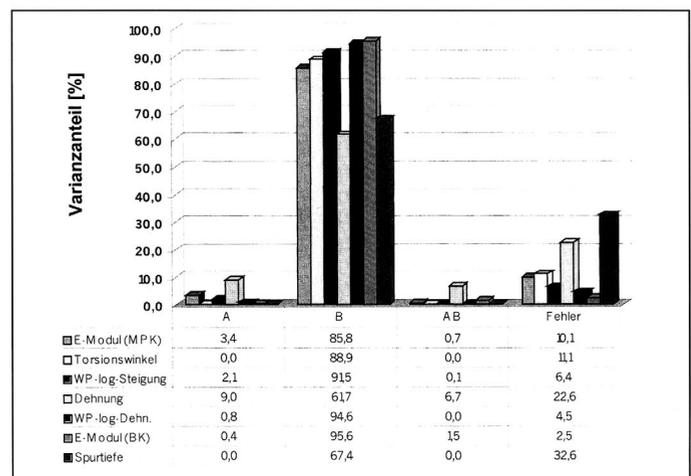
auflast umso stärker komprimiert, je mehr Mastix den Hohlraum zwischen den Splittkörnern ausfüllt und anschließend horizontal verdrängt werden kann. Der Spurbildungsversuch ist auf Grund des triaxialen Spannungszustandes praxisnäher als der Torsionsversuch bzw. der Druckschwellversuch.

Zur Quantifizierung der zu untersuchenden Einflussgrößen eignen sich vor allem die varianzanalytischen Verfahren. Grundsätzlich wurde bei einer jeden Varianzanalyse getestet, ob ein Effekt als statistisch signifikant anzusehen ist. Da eine zusammenhängende Beurteilung der Effekte durch eine Varianzanalyse der mehrfachen Klassifizierung einen entsprechend hohen Versuchsumfang erforderlich gemacht hätte, mussten die Einflussgrößen teilweise isoliert voneinander untersucht werden. Zunächst wurden die beiden wichtigsten Merkmale Splittgehalt und Bindemittelgehalt in einer zweifachen Varianzanalyse untersucht. Die Varianzanteile [4], mit deren Hilfe die einzelnen Einflussfaktoren gewichtet werden können, werden als Ergebnis dieser Analyse für SMA 0/11S in Bild 2 und für ABI 0/16S in Bild 3 dargestellt.

Bei Ausnutzung der zulässigen Toleranzen gemäß ZTV Asphalt-StB 94/98 wirkt sich der Effekt Bindemittelgehalt in allen Untersuchungen, wenn überhaupt, dann nur in einem sehr geringen Maße aus. Beim Dynamischen Spaltzugversuch an den MPK des SMA 0/11S erreicht er mit einem Varianzanteil von 16,4 % seinen höchsten Wert. Hingegen überwiegt der Effekt Splittgehalt anteilmäßig um ein Vielfaches und überschreitet in einigen Fällen 90 %, so beispielsweise bei der WP-log-Steigung für beide Mischgutarten. Die Wechselwirkungseffekte AB sind vernachlässigbar klein.



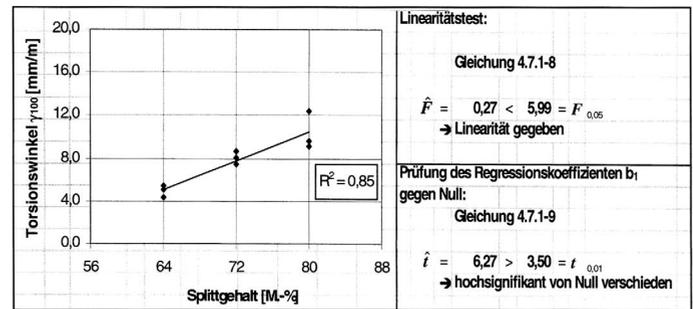
2: SMA 0/11S – Effekt des Bindemittelgehaltes (A) und des Splittgehaltes (B)



3: ABI 0/16S – Effekt des Bindemittelgehaltes (A) und des Splittgehaltes (B)

Die Dominanz des Effektes Splittgehalt gegenüber dem Effekt Bindemittelgehalt lässt sich ebenfalls mit Hilfe der multiplen Korrelations- und Regressionsanalyse bestätigen. So lässt sich in allen Fällen nachweisen, dass die Schätzung der Kenngröße aus der zunächst isolierten Einflussgröße Bindemittelgehalt durch Hinzunahme der Einflussgröße Splittgehalt signifikant verbessert wird.

Beim Abi 0/16S wird ein linearer Zusammenhang zwischen den Kenngrößen und der Einflussgröße Splittgehalt festgestellt. Abnehmende Splitt- und Hohlraumgehalte begünstigen dabei den Verformungswiderstand. Im Gegensatz hierzu tritt beim SMA 0/11S ein Maximum des E-Moduls bzw. ein Minimum der Verformung an der Stelle des mittleren Splittgehaltes (Eignungsprüfung) auf (Bilder 4 bis 7 als Beispiele). Als Ursache für das Vorhandensein dieser Parabeffekte kann das Unterschreiten eines kritischen Hohlraumgehaltes (< 2 Vol.-%) gesehen werden. Ein Überschuss an Mastix begünstigt Fließvorgänge im extrem hohlraumarmen Splittmastixasphalt. Außerdem ist das Potenzial aufnehmbarer Stützkräfte bei splittarm zusammengesetzten Probekörpern wesentlich geringer als bei splittreicheren.



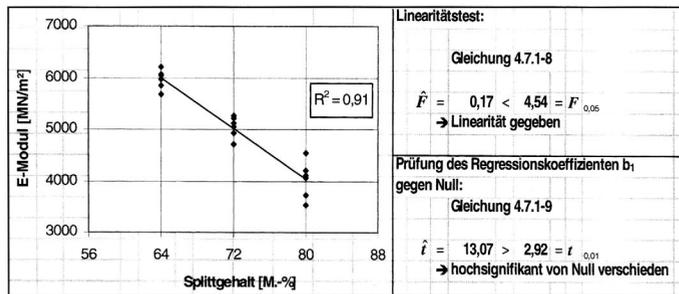
7: Abi 0/16S – Abhängigkeit des Torsionswinkels vom Splittgehalt (MPK) – Bindemittelgehalt der Eignungsprüfung – B = 4,8 M.-%

Beim Optimum, d. h. bei einer minimalen Verformbarkeit, stehen das Splittgerüst auf Basis einer Ausfallkörnung und der zur Aussteifung notwendige Asphaltmastix im günstigen Verhältnis zueinander. Das Optimum wird überschritten, wenn der Splittanteil weiter erhöht wird und gleichzeitig der Asphaltmastixgehalt ein bestimmtes Niveau unterschreitet. In diesem Fall wird eine seitliche Kornumlagerung auf Grund der fehlenden Aussteifung und Kohäsion begünstigt, und die Verformungen steigen deutlich an. Es besteht somit eine Analogie zwischen dem rechten Ast der Parabelfunktion beim SMA 0/11S und der linearen Funktion beim Abi 0/16S.

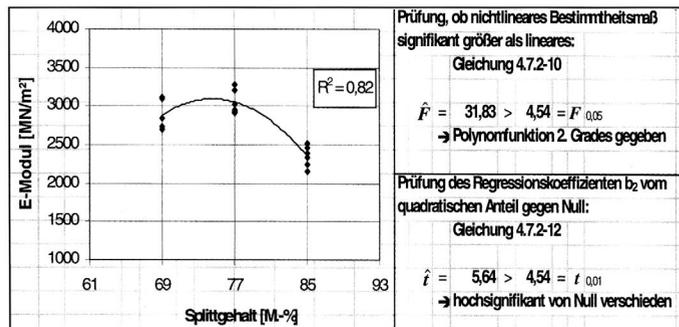
Die Auswirkungen der Variation des Größtkornanteiles auf die Standfestigkeit wird mit Hilfe von einfachen Varianz- und Regressionsanalysen untersucht. Es zeigt sich, dass der Effekt Größtkornanteil bei beiden Mischgutarten etwas geringer ausgeprägt ist als der Effekt Splittgehalt, aber erheblich bedeutender als der Effekt Bindemittelgehalt. Ferner sind die Kenngrößen beim SMA 0/11S und beim Abi 0/16S vom Größtkornanteil in ähnlicher Weise wie vom Splittgehalt abhängig.

Die für die Untersuchung des Effektes Grobsandanteils vorgenommenen einfachen Mittelwertvergleiche führten beim SMA 0/11S zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen den Mischgutvarianten hinsichtlich der Standfestigkeit. Beim Abi 0/16S werden allerdings signifikante Unterschiede zwischen grobsandarmer und -reicher Zusammensetzung für die Kenngrößen E-Modul, WP-log-Steigung und WP-log-Dehnungsrate festgestellt, was angesichts der relativen Toleranzvorgaben für die Kornklassen des Sandbereiches nicht verwundern darf. Jedoch sind diese Mittelwert-Unterschiede gegenüber den vergleichbaren Unterschieden bei den Einflussgrößen Größtkornanteil und Splittgehalt als gering einzustufen.

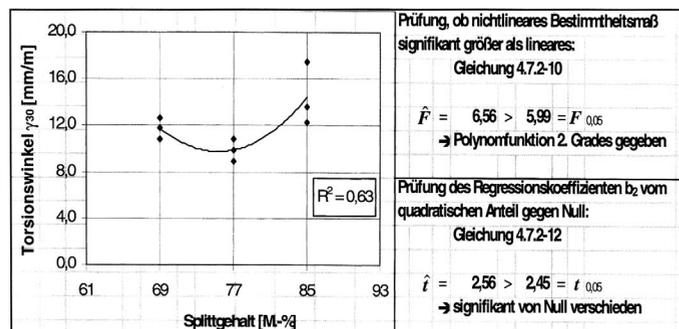
Schließlich wurden auch die Effekte Füllergehalt und Eigenfüller-Fremdfüller-Verhältnis im Rahmen einer zweifachen Varianzanalyse untersucht. Die Varianzanteile der erwartungstreuen Schätzungen sind für SMA 0/11S in Bild 8 und für Abi 0/16S in Bild 9



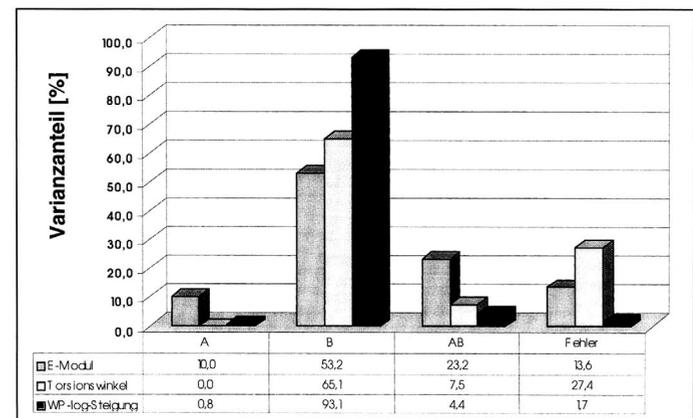
4: SMA 0/11S – Abhängigkeit des E-Moduls vom Splittgehalt (MPK) – Bindemittelgehalt der Eignungsprüfung – B = 6,8 M.-%



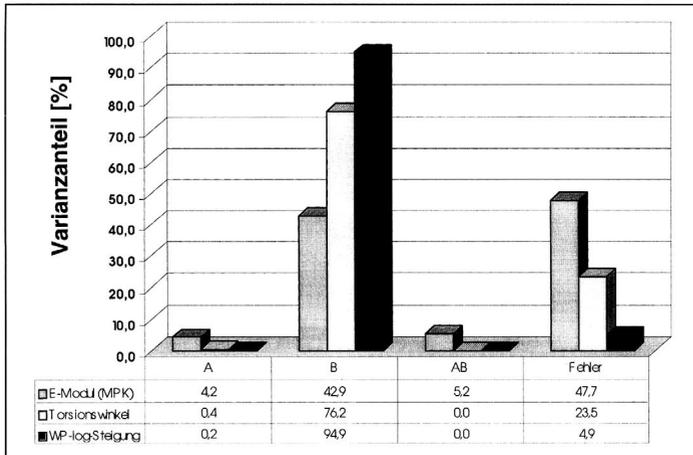
5: Abi 0/16S – Abhängigkeit des E-Moduls vom Splittgehalt (MPK) – Bindemittelgehalt der Eignungsprüfung – B = 4,8 M.-%



6: SMA 0/11S – Abhängigkeit des Torsionswinkels vom Splittgehalt (MPK) – Bindemittelgehalt der Eignungsprüfung – B = 6,8 M.-%



8: SMA 0/11S – Effekte des Verhältnisses zwischen Eigen- und Fremdfüller (A) und des Füllergehaltes (B)



9: ABi 0/16S – Effekte des Verhältnisses zwischen Eigen- und Fremdfüller (A) und des Füllergehaltes (B)

ebenfalls als Säulen aufgetragen. Hierfür wurden allerdings nur die Kenngrößen E-Modul, Torsionswinkel und WP-log-Steigung des Torsionsversuchs ermittelt. Bei beiden Mischgutarten führt die Prüfansprache der WP-log-Steigung jeweils zum geringsten Versuchsfehler (< 5 %), während der E-Modul des Dynamischen Spaltzugversuchs bei ABi 0/16S mit einem relativ hohen Versuchsfehler behaftet ist. In allen Prüfansprachen zeigt sich, dass der Effekt Füllerverhältnis bei den hier verwendeten Mineralstoffen entweder überhaupt nicht oder nur zu einem sehr geringen Anteil vorhanden ist. Hingegen erweist sich der im Rahmen der zulässigen Toleranzen variierte Füllergehalt als dominanter Effekt, der für die WP-log-Steigung beider Mischgutarten jeweils einen Anteil von über 90 % erreicht. Wechselwirkungseffekte können auch hier vernachlässigt werden.

Weiterhin ist festzustellen, dass beim SMA 0/11S und beim ABi 0/16S der Effekt Füllergehalt ähnlich signifikant ist wie die Effekte Splittgehalt und Größtkornanteil. Ferner sind die Kenngrößen bei jeweils beiden Mischgutarten vom Größtkornanteil in ähnlicher Weise wie von den anderen beiden Merkmalen abhängig. Auch hier sei hervorgehoben, dass bei den füllerreichen SMA-Varianten der kritische Hohlraumgehalt unterschritten wird.

4. Schlussfolgerungen

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich die Effekte Bindemittelgehalt, Grobsandanteil und Eigenfüller-Fremdfüller-Verhältnis in den statistischen Analysen entweder als nicht signifikant oder als nicht sonderlich ausgeprägt erwiesen haben. Daher muss eine Veränderung der Toleranz für die Merkmale Bindemittelgehalt und Grobsandanteil nicht in Erwägung gezogen werden. Ferner kann auf die Neueinführung einer Toleranz für das Merkmal Eigenfüller-Fremdfüller-Verhältnis verzichtet werden. Diese Schlussfolgerungen beschränken sich allerdings nur auf die im Rahmen dieser Arbeit eingesetzten Mineralstoffressourcen.

Hingegen sind die Effekte Splittgehalt, Größtkornanteil und Füllergehalt auf Grund ihrer stets vorhandenen Signifikanz sowie ihrer Größe nicht zu vernachlässigen. Die Ausnutzung der Toleranzen dieser Einflussgrößen verursachen beim SMA 0/11S bei gleichzeitiger Unterschreitung des kritischen Hohlraumgehaltes einen Effekt einer parabelförmigen Kurve für die Kenngrößen der Standfestigkeit. Das Optimum der Standfestigkeit liegt beim SMA 0/11S in den meisten Fällen zwischen dem Hohlraumgehalt der Eignungsprüfung und dem der hohlraumarmen Variante. Daher scheint eine Verminderung der zurzeit gültigen Toleranzen für Splittgehalt, Größtkornanteil und Füllergehalt geboten zu sein. Beim ABi 0/16S ergeben sich lineare Abhängigkeiten zwi-

schen den Prüf- und Einflussgrößen, wobei die Standfestigkeit durch die Erzeugung von hohlraumärmerem Bindermischgut begünstigt wird. Sie steigt mit abnehmendem Splitt- und Größtkornanteil sowie zunehmendem Füllergehalt. Auffällig hierbei ist, dass der kritische Hohlraumgehalt bei diesem Mischgut nicht unterschritten wird.

Der letztgenannte Sachverhalt stimmt nicht mit den Erwartungen überein, die an die Festlegung der Grenzsieblinien in den ZTV Asphalt 94/98 für hochstandfesten ABi 0/16S geknüpft waren. Dies führt zu der Frage, ob sich die Versuchsergebnisse bei der Wahl anderer Mischgutkomponenten hinsichtlich Mineralstoffart, Bindemittelsorte und Bindemittelprovenienz bestätigen lassen. Ferner könnte der Bau einer Untersuchungsstrecke in Erwägung gezogen werden, um die Laborergebnisse zu validieren.

Es steht also fest, dass die unterschiedlichen Auswirkungen des Ausschöpfens der maximal zulässigen Toleranzen auf die Standfestigkeit nicht nur von der verwendeten Asphaltart sondern auch davon abhängen, in welcher Richtung diese Toleranzen ausgenutzt werden. Trotz dieser Tatsache sollen auf Grund von technischen Machbarkeiten die zu empfehlenden Toleranzen für beide Richtungen gleich groß gewählt werden.

Die Schwierigkeit liegt darin, Toleranzen zu empfehlen, die für die beiden untersuchten Mischgutarten gleichermaßen gelten können. So dient ausgehend von der Mischgutzusammensetzung der Eignungsprüfung die die Standfestigkeit beeinträchtigende Merkmalsänderung als Orientierung. Dabei wird mit Hilfe der einfachen Regressionsfunktion für die Mischgutzusammensetzung der Eignungsprüfung ein Zielwert und für den abweichenden Merkmalswert ein Schwellenwert berechnet.

Für den Splittgehalt wird empfohlen, die Toleranz um die Hälfte, d. h. auf ± 4 M.-% zu reduzieren. Ausschlaggebend hierfür ist der sehr ausgeprägte Effekt einer parabelförmigen Kurve für die Kenngröße Spurtiefe beim SMA 0/11S. Dadurch wird die Abweichung des Schwellenwertes vom Zielwert (100 %) um deutlich mehr als die Hälfte verringert.

Für den Füllergehalt wird eine Toleranz von ± 2 M.-% statt der bisher geltenden ± 3 M.-% empfohlen. Infolge dieses Vorschlages erreichen beim SMA 0/11S die Schwellenwerte für die Kenngrößen E-Modul (MPK) und Torsionswinkel ähnliche Niveaus wie die der empfohlenen Splittgehaltstoleranz.

Der Sandgehalt wurde zwar als Einflussgröße nicht betrachtet, aber durch die Änderung des Splitt- und Füllergehaltes wird auch für diesen zwangsläufig eine Änderung erforderlich. Unter Berücksichtigung des Bilanzausgleiches von ± 2 M.-% (Differenz zwischen Splitt- und Füllergehalt) und eines Spielraumes von ± 1 M.-% ergibt sich für den Sandgehalt eine empfohlene Toleranz von ± 3 M.-%.

Für den Größtkornanteil wird eine Toleranz von ± 15 % (relativ) statt der bisher geltenden ± 20 % (relativ) vorgeschlagen.

Tabelle 1: Vorschlag für die Gesamttoleranzen

	ZTV Asphalt StB 94/98 Gesamttoleranz (1 Probe)	Vorschlag Gesamttoleranz (1 Probe)
Bindemittelgehalt	[M.-%] ± 0,5	[M.-%] ± 0,5
Splittgehalt	[M.-%] ± 8,0	[M.-%] ± 4,0
Sandgehalt	[M.-%] ± 8,0	[M.-%] ± 3,0
Füllergehalt	[M.-%] ± 3,0	[M.-%] ± 2,0
Kornklasse Splittbereich	[% relativ] ± 20	[% relativ] ± 15
Kornklasse Sandbereich	[% relativ] ± 30	[% relativ] ± 30

Diese Empfehlung bewirkt beim SMA 0/11S für jede Kenngröße eine ähnliche Abweichung des Schwellenwertes vom Zielwert wie die vergleichbare Abweichung bei der empfohlenen Splittgehaltstoleranz.

Beim ABi 0/16S ändern sich die Schwellenwerte bei einer Verringerung der merkmalsbezogenen Toleranz gemäß einer linearen Interpolation. Die Anwendung der empfohlenen Toleranzen führt beim ABi 0/16S zu einer Differenz zwischen Schwellen- und Zielwert, die für keinen Fall wesentlich größer ist als die betreffende Differenz beim SMA 0/11S. Das bedeutet, dass sämtliche Empfehlungen hinsichtlich der Toleranzen für ABi 0/16S akzeptiert werden können.

Auf Grundlage der im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse an einem SMA 0/11S und an einem ABi 0/16S können für die mischgutbezogenen Gesamttoleranzen für Einzelproben gemäß ZTV Asphalt hinsichtlich der Standfestigkeit die in der Tabelle 1 enthaltenen Empfehlungen gegeben werden. In diesem Zusammenhang sei an die bereits gesammelten positiven Erfahrungen bezüglich geringerer Toleranzvorgaben in dem Land Sachsen-Anhalt [5] und im Deponiebau [6] erinnert.

Schrifttum

- [1] ZTV Asphalt-StB 94/98: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt, Ausgabe 1994 (Fassung 1998)
- [2] Technische Prüfvorschriften für Asphalt im Straßenbau TP A-StB Teil: Einaxialer Druckschwellversuch – Bestimmung des Verformungsverhaltens von Walzasphalten bei Wärme; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen; Ausgabe 1997
Technische Prüfvorschriften für Asphalt im Straßenbau TP A-StB Teil: Spurbildungsversuch – Bestimmung der Spurrinnentiefe im Wasserbad; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen; Ausgabe 1997
- [3] Tappert, A.: Asphalt für schwerste Beanspruchungen – Schlussfolgerungen aus praktischen Erfahrungen, Straße und Autobahn, (1996), H. 11, S 641 – 648
- [4] Droge, B. et al.: Die relative Bedeutung des Einflusses von Firmen- und Industriezweigeffekten auf den Unternehmenserfolg; Humboldt-Universität zu Berlin; Sonderforschungsbereich 373; 2000
- [5] ZTV-StB LAS ST 96: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen des Landes Sachsen-Anhalt; Ausgabe 1998
- [6] Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: "Deponieasphalt für Deponieabdichtungen der Deponieklasse II" mit zugehörigen MB; 1996 □