Schichtenverbund unterschiedlicher Verbundsysteme

Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften von mehrschichtigen Asphaltpaketen

Thomas Lobach und Peter Renken, Braunschweig

Mit dem Merkblatt M SNAR, Ausgabe 1998 [1] wurden erstmals Richtwerte zur Verwendung der Menge und Art von Vorspritzmitteln in Abhängigkeit der zu verbindenden Schichten und Bauklassen genannt. Grenz- und Anforderungswerte für das Merkmal Schichtenverbund sind in den ZTV Asphalt-StB derzeit aber nicht enthalten, es wird lediglich ein „ausreichender" Schichtenverbund gefordert. Das Versagen des Verbundes zwischen Deck- und Binderschicht kann aber bereits die auf der Unterseite einer Asphalttragschicht auftretenden Spannungen und Dehnungen derart erhöhen, dass sich die Gesamtnutzungsdauer des Systems um bis zu 70% reduziert. Fehlt darüber hinaus der Verbund aller weiterer Schichtgrenzen, kann sich die Gesamtnutzungsdauer sogar um bis zu 98% reduzieren [2,3].

Bereits 1979 stellte Leutner ein von ihm entwickeltes Abscherverfahren zur Bestimmung von Scherkraft und Scherweg an der Schichtgrenze von Asphaltschichten vor [4]. Freund, Codjia und Vassilou [5] überprüften 1994 mit diesem Verfahren den Schichtenverbund von mehr als 800 Bohrkernproben und unterschieden hierbei 14 Einflussgrößen. Anhand dieser Ergebnisse formulierten sie Mindestwerte und bestimmten die Präzision des Verfahrens anhand eines Ringversuchs. Grätz und Stöckert [6] erarbeiteten 2001 einen Bewertungshintergrund durch die Auswertung der Prüfergebnisse von annähernd 500 Bohrkernproben und empfahlen Grenzwerte für die Prüfgrößen Scherkraft und Scherweg.

Trotz der bisherigen umfangreichen Untersuchungen haben bislang noch keine Anforderungswerte hinsichtlich des Schichtenverbunds Einzug in die Regelwerke gefunden. Die Erkenntnisse zur Wirkungsweise unterschiedlicher Verbundsysteme auf die Güte des Schichtenverbundes und insbesondere auch auf die Verformungseigenschaften von mehrschichtigen Asphaltsystemen basieren immer noch größtenteils auf Erfahrungen mit verschiedenen Verbundmedien und -mechanismen, sowie auf rechnerischen Ansätzen.

Ziel der hier vorgestellten Forschungsarbeit war es, durch unterschiedliche Herstellungsverfahren der Schichtgrenze zwischen Asphaltdeck- und Asphaltbinderschicht die Güte der Schichtenverbindung und ihre Einflüsse auf die Verformungseigenschaften eines Asphaltpaketes labortechnisch zu erfassen und zu beurteilen. Die Forschungsarbeit ist unter der Nummer 13339 aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto vom Guericke" e.V. (AiF) und durch das Deutsche Asphaltinstitut e.V. (DAI) gefördert worden.

Untersuchungsmethodik

Für die experimentellen Untersuchungen wurden im Laboratorium unterschiedliche Schichtensysteme mittels Walzsektor-Verdichtungsgerät hergestellt. Als Schichtensysteme wurden folgende Asphaltkombinationen verwendet:

- SMA 0/8 S (PmB 45 A) auf ABi 0/16 S (PmB 45 A) sowie
- AB 0/11 S (50/70) auf ABi 0/16 S (PmB 45 A).

Sowohl das Herstellverfahren, als auch die Vorspritzmittel wurden wie folgt variiert:

- Heiß-auf-heiß (Kompaktasphalt),
- Heiß-auf-warm (Oberflächentemperatur des ABi 0/16 S: ca. 80°C),
- Heiß-auf-kalt ohne Vorspritzmittel,
- Heiß-auf-kalt mit Haftkleber,
- Heiß-auf-kalt mit Bitumenemulsion U 60 K sowie
- Heiß-auf-kalt mit Bitumenemulsion U 60 K C2 (gemäß TL PmOB).

Bei allen Asphaltsystemen wurden die Asphaltbinderprobeplatten in einer Dicke von 50 mm hergestellt. Auf diese wurden die Deckschichtasphalte bei den Varianten Heiß-auf-heiß und Heiß-auf-warm in einer Dicke von 25 mm, bei den Varianten Heiß-auf-kalt in 40 mm Dicke verdichtet.

Für die Untersuchung des Verdichtungszustands der Asphaltsysteme wurden die Systeme in drei Schichthorizonte (Deckschicht, oberer Horizont der Binderschicht, unterer Horizont der Binderschicht) gesägt. Jeder Schichthorizont wurde in jeweils 9 Einzelstücke getrennt und daran die relative Raumdichte bestimmt. Zur Ansprache des Schichtenverbundes wurde der Schichtenverbund nach Leutner (ALP A-StB, Teil 4) und die Haftzugfestigkeit (ALP A-StB, Teil 9) ermittelt. Die Ansprache des Verformungsverhaltens erfolgte mit dem Spurbildungsversuch in Anlehnung an die TP A-StB sowie mittels dynamischem Stempeleindringversuch.

Vorab wurde die Vorspritzmenge jedes Vorspritzmittels für jeden Deckschichtasphalt dreifach variiert und anhand der Ergebnisse des Prüfverfahrens Schichtenverbund nach Leutner optimiert.

Als zusätzliche Variationen wurden Schichtensysteme mit „bewitterten" Asphaltbinderprobeplatten mit den drei Vorspritzmitteln hergestellt und mittels Schichtenverbund nach Leutner und Haftzugprüfung geprüft. Für die Herstellung dieser „bewitterten" Schichtensysteme wurde die Oberfläche der Asphaltbinderprobeplatten mittels Sandstrahlverfahren vor dem Aufbringen des Vorspritzmittels ausgemagert.

Um die labortechnisch gewonnenen Ergebnisse mit den Ergebnissen von Bohrkernproben aus der Straße zu validieren, wurde dank der Unterstüt-

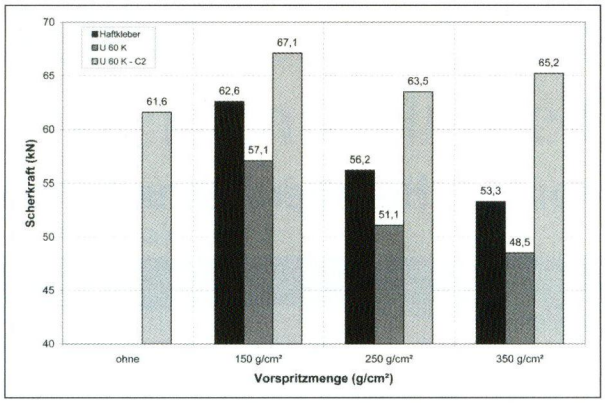


Abb. 1: Schichtenverbund nach Leutner – Optimierungsversuche Darstellung der Scherkraft System Asphaltbeton 0/11 S auf Asphaltbinder 0/16 S

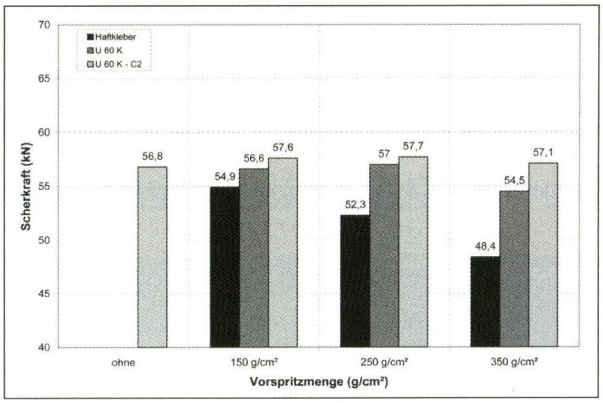


Abb. 2: Schichtenverbund nach Leutner – Optimierungsversuche Darstellung der Scherkraft System Splittmastixasphalt 0/8 S auf Asphaltbeton 0/16 S

zung der Firma Matthäi Bauunternehmen GmbH & Co. KG, Verden, zusätzlich zum vorgesehenen Forschungsprogramm eine Teststrecke mit den Asphaltarten AB 0/11 S und ABi 0/16 S und den unterschiedlichen Vorspritzmitteln hergestellt. Aus der Teststrecke wurden Bohrkernproben entnommen und diese mittels Schichtenverbund nach Leutner und der Haftzugprüfung geprüft.

Herstellung der Schichtensysteme

Die Herstellung der Asphaltprobeplatten erfolgte mittels Walzsektor-Verdichtungsgerät in Anlehnung an die TP A-StB, Teil: Verfahren zur Herstellung von Asphaltprobeplatten im Laboratorium.

Die Asphaltbinderprobeplatten der Variante Heiß-auf-kalt wurden nach der Herstellung ausgeformt und nach einer definierten Lagerungsdauer mit den Vorspritzmitteln behandelt. Nach einer festgelegten Ablüftzeit wurde die behandelte Asphaltbinderprobeplatte kalt in das Verdichtungsgerät eingesetzt und die Asphaltdeckschicht aufgewalzt.

Die Asphaltprobeplatten der Variante Heiß-auf-warm wurden nach der Herstellung im Walzsektor-Verdichtungsgerät auf ca. 80°C Oberflächentemperatur abgekühlt und anschließend der Deckschichtasphalt aufgebracht.

Die Variante Heiß-auf-heiß wurde entsprechend der Herstellung von Kompaktasphalt mit einem angepassten Verdichtungsregime hergestellt. Der Asphaltbinder wurde zur Simulation der ersten Fertigerbohle nur weggeregelt vorverdichtet und anschließend der Deckschichtasphalt aufgebracht. Die Hauptverdichtung erfolgte dann am Gesamtsystem – wie in der Praxis auch – zunächst weggeregelt (2. Fertigerbohle), dann kraftgeregelt (Walzenzug).

Die Systeme mit den bewitterten Asphaltbinderprobeplatten wurden mit dem Verfahren Heiß-auf-kalt hergestellt. Vor dem Aufbringen des Vorspritzmittels wurde die Oberfläche jeder Asphaltbinderprobeplatte zur Entfernung des an den Gesteinskörnungen anhaftenden Bindemittelfilms mit einer immer gleichen Menge Brechsand abgestrahlt.

Prüfverfahren zum Schichtenverbund und Verformungsverhalten

Der Schichtenverbund der hergestellten Asphaltsysteme wurde mit zwei Prüfverfahren bestimmt: dem Schichtenverbund nach Leutner und der Haftzugfestigkeit. Zur prüftechnischen Absicherung der Ergebnisse wurden alle Prüfungen dreifach belegt.

Für das Prüfverfahren Schichtenverbund nach Leutner wurden aus den Asphaltsystemen Bohrkernproben mit einem Durchmesser von 151 mm gebohrt und die Prüfung gemäß ALP A-StB, Teil 4: „Prüfung des Schichtenverbundes nach Leutner", Ausgabe 1999 durchgeführt.

Zur Bestimmung der Haftzugfestigkeit wurden aus den Asphaltsystemen ebenfalls Bohrkernproben mit einem Durchmesser von 151 mm entnommen und in Anlehnung an die ALP A-StB, Teil 9: „Bestimmung der Haftzugfestigkeit von dünnen Schichten im Kalt- und Heißeinbau", Ausgabe 2003 geprüft. In Abweichung der Prüfvorschrift wurde nach Vorversuchen auf die Herstellung des seitlichen Bohrloches zur Messung der Temperatur an der Schichtgrenze verzichtet, da sich herausstellte, dass diese Bohrung einen unmittelbaren Einfluss auf den Bruchverlauf ausübt.

Die Prüfung des Verformungswiderstandes erfolgte mit dem Spurbildungsversuch und dem dynamischen Stempeleindringversuch. Der Spurbildungsversuch wurde in Anlehnung an die TP A-StB, Teil: „Spurbildungsversuch – Bestimmung der Spurrinnentiefe im Wasserbad" durchgeführt. In Abweichung von der Prüfvorschrift aber konform zur DIN EN 12697 Teil 22 wurde für die festgelegte Prüftemperatur von T = 50°C das Temperiermedium Luftbad und für die Belastung das Gummirad verwendet. Um aussagekräftige Ergebnisse an den Asphaltsystemen zu erzielen, wurde in einer Testphase das Belastungsgewicht stufenweise erhöht. Aufgrund dieser Ergebnisse und einer gerätespezifischen Belastungsgrenze wurde festgelegt, die Spurbildungsversuche mit einem Lastgewicht von ca. 1.600 N durchzuführen. Dies entspricht etwa der 2,3-fachen Belastung der in der TP festgelegten Prüflast (700 N).

Der dynamische Stempeleindringversuch wurde an Proben mit einem

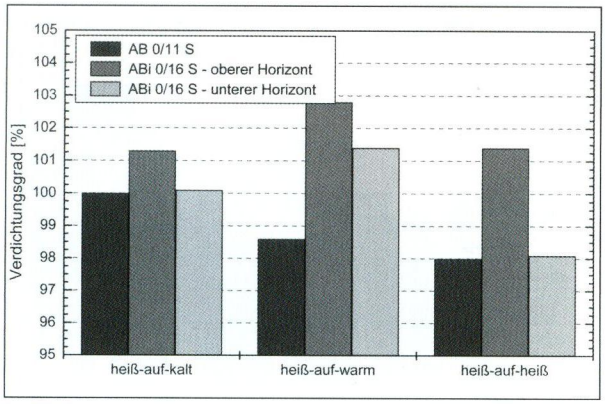


Abb. 3: Verdichtungsgrad der Schichthorizonte im Asphaltsystem AB 0/11 S auf ABi 0/16 S

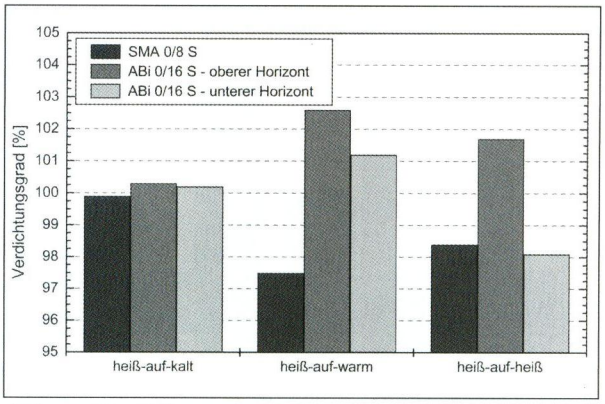
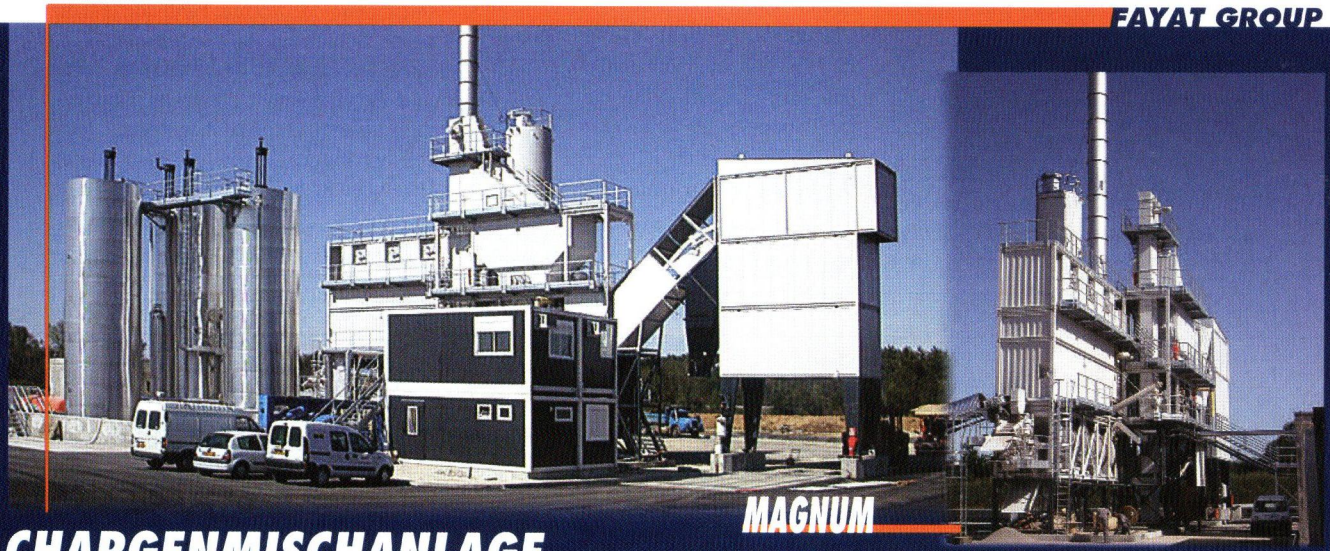


Abb. 4: Verdichtungsgrad der Schichthorizonte im Asphaltsystem SMA 0/8 S auf ABi 0/16 S

Durchmesser von 200 mm bei der Prüftemperatur von T = 50°C durchgeführt. Als Belastung wurde eine axiale sinusförmige Impulsbelastung von 0,8 MPa mit einer Lastdauer von 0,2 Sekunden und einer anschließenden Lastpause von 1,5 Sekunden bei 0,02 MPa über einen Laststempel mit einem Durchmesser von 80 mm auf die Probe aufgebracht. Als Ergebnis wurde die dynamische Stempeleindringtiefe nach 10.000 Lastwechseln ermittelt.

Optimierung der Vorspritzmittelmengen

Anhand von Optimierungsversuchen sollte eine optimale Vorspritzmenge in Abhängigkeit des Vorspritzmittels und des Deckschichtasphaltes bestimmt werden. Als Vorspritzmengen wurden für alle Vorspritzmittel die Mengen 150, 250 und 350 g/cm² festgelegt. Abbildung 1 und 2 zeigen die Prüfergebnisse des Schichtenverbundes nach Leutner als Mittelwert von drei Einzelversuchen. Anhand der Ergebnisse der Optimierungsversuche wurde Folgendes festgestellt:

Straßenbaumaschinen
ERMONT
FAYAT GROUP

MAGNUM
CHARGENMISCHANLAGE, eine Revolution in der Modular-Bauweise
Die MAGNUM ist eine Modular-Anlage geeignet für die Chargen-Produktion von Asphalt-Heißmischgut :
• Die Anlage wird im Werk aufgebaut und geprüft
• geringe Bauwesenkosten
• geringe Abmessung
• schnell Aufbau der Anlage auf der Baustelle
• umweltfreundliche Ausführung
• gute Zugänglichkeit der Wartungsstelle über Laufstege
Eine Reihe von 160 T/St bis 240 T/St
ERMONT - rue Jean-Pierre Timbaud - BP 1 - 42420 Lorette - France
Tél. : +33 (0)4 77 73 52 65 - Fax : +33 (0)4 77 73 48 85 - e-mail : info@ermont.fayat.com - web : www.ermont.com

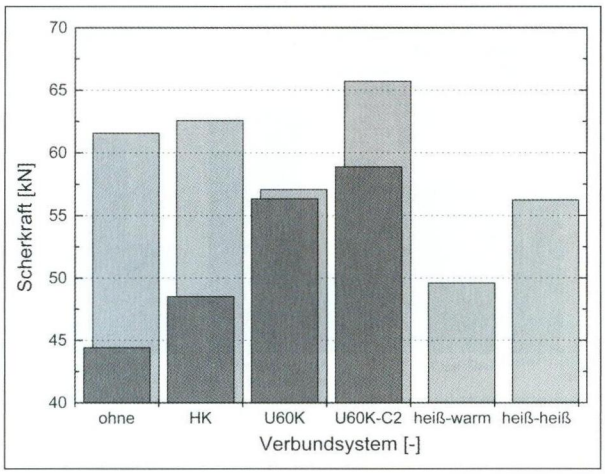


Abb. 5: Schichtenverbund nach Leutner – Scherkraft [kN] für AB 0/11 S auf ABi 0/16 S

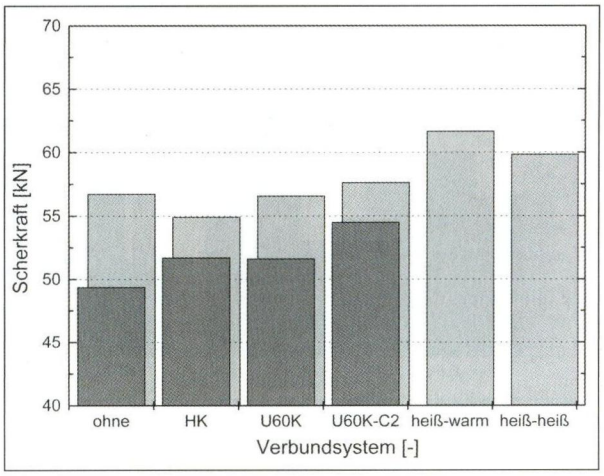


Abb. 6: Schichtenverbund nach Leutner – Scherkraft [kN] für SMA 0/8 S auf ABi 0/16 S

- Die Erhöhung der Vorspritzmenge von 150 g/m² auf 350 g/m² wirkt sich ungünstig auf die Scherkraft aus.
- Die polymermodifizierte Bitumenemulsion U 60 K C2 erzielt bei allen geprüften Schichtensystemen die günstigste Verbundwirkung.
- Unabhängig von der aufgebrachten Vorspritzmenge erreichen das System AB 0/11 S auf ABi 0/16 S mit Bitumenemulsion U 60 K und das System SMA 0/8 S auf ABi 0/16 S mit Haftkleber die ungünstigste Verbundwirkung.

Für die weiteren Untersuchungen wurde aufgrund dieser Ergebnisse für alle Deckschicht-/Vorspritzmittelkombinationen eine Vorspritzmenge von 150 g/m² festgelegt.

Verdichtungsgrad der Schichthorizonte

Zur Überprüfung der Verdichtung wurden Asphaltpakete in Schichthorizonte getrennt, in jeweils neun Einzelstücken gesägt und daran die relativen Raumdichten bestimmt. Die Ergebnisse der Überprüfung des Verdichtungsgrades der Schichthorizonte (Mittelwerte der jeweils 9 Einzelwerte pro Horizont) in den Asphaltsystemen zeigen die Abbildung 3 und 4. Bei beiden Varianten ist ein vergleichbarer Verlauf des Verdichtungszustandes im Asphaltbinder zu erkennen. Der obere Schichthorizont des Binders zeigt in allen Fällen die höchste Verdichtung. Der untere Schichthorizont ist gegenüber dem Verfahren Heiß-auf-kalt beim Verfahren Heiß-auf-warm besser und beim Verfahren Heiß-auf-heiß schlechter verdichtet.

Die höhere Verdichtung des Asphaltbinders beim Verfahren Heiß-auf-warm im Vergleich zu Heiß-auf-heiß ist plausibel, da bei dem Verfahren Heiß-auf-heiß lediglich weggeregelt vorverdichtet wird und im Anschluss Deck- und Binderschicht gemeinsam weg- und kraftgeregelt (Hauptverdichtung) verdichtet werden, während beim Verfahren Heiß-auf-warm beide Schichten, sowohl Binder- als auch Deckschicht beide einzeln weg- und kraftgeregelt (zwei Hauptverdichtungen) verdichtet werden.

Der geringere Verdichtungsgrad der Deckschicht bei den Verfahren Heiß-

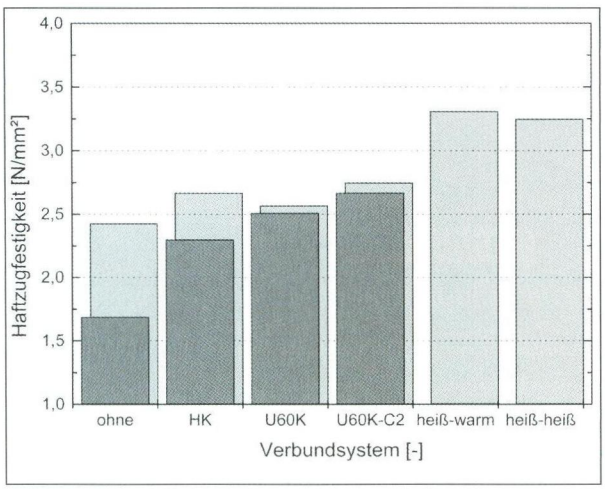


Abb. 7: Ergebnis der Haftzugprüfung – Haftzugfestigkeit [N/mm²] für AB 0/11 S auf ABi 0/16 S

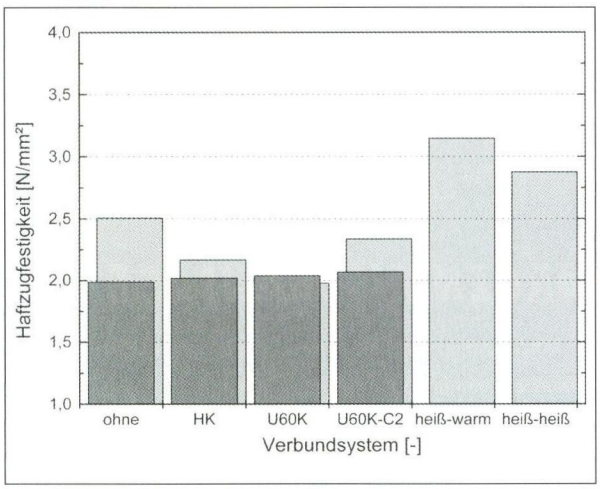


Abb. 8: Ergebnis der Haftzugprüfung – Haftzugfestigkeit [N/mm²] für SMA 0/8 S auf ABi 0/16 S

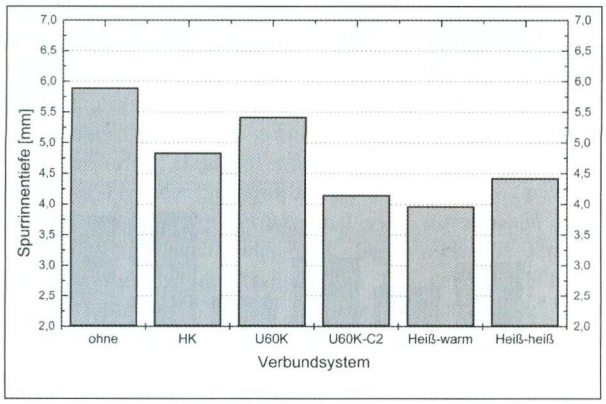


Abb. 9: Ergebnisse der Spurbildungsversuche (T = 50°C, Luftbad, Gummirad, 1.600 N Lastgewicht) für AB 0/11 S auf ABi 0/16 S

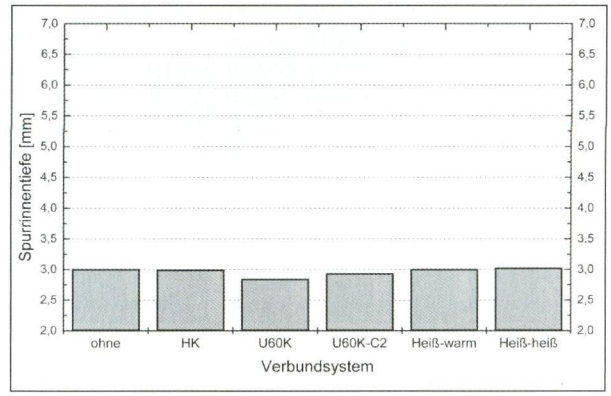


Abb. 10: Ergebnisse der Spurbildungsversuche (T = 50°C, Luftbad, Gummirad, 1.600 N Lastgewicht) für SMA 0/8 S auf ABi 0/16 S

auf-heiß und Heiß-auf-warm kann auf die „weiche" Unterlage zurückgeführt werden. Offenbar verliert sich ein Teil der Verdichtungsenergie in die noch warme bzw. heiße Binderschicht. Als weitere Erklärungsmöglichkeit können die auch in der Praxis beobachteten Auflockerungserscheinungen genannt werden, die beim Kompaktasphalt in der Deckschicht dann auftreten, wenn nach dem Erreichen eines optimalen Verdichtungszustandes weitere Verdichtungsarbeit zugeführt wird.

Verbundeigenschaften der Asphaltsysteme

In den Abbildungen 5 und 6 sind die Scherkräfte als Ergebnis der Prüfung Schichtenverbund nach Leutner zusammenfassend dargestellt. Die Ergebnisse der Asphaltsysteme, die auf frischen Asphaltbinderoberflächen hergestellt wurden, sind als heller Balken, die Systeme mit „bewitterten" Asphaltbinderoberflächen als dunkler Balken dargestellt.

Insgesamt kann zunächst festgestellt werden, dass die Verwendung von Vorspritzmittel auf frischen Asphaltbinderoberflächen nicht zwangsläufig den Schichtenverbund günstig beeinflusst. Insbesondere beim Splittmastixasphalt haben die Vorspritzmittel praktisch keinen Einfluss auf die Scherkraft. Erwartungsgemäß erreichen die Varianten Heiß-auf-heiß und Heiß-auf-warm beim SMA 0/8 S den günstigsten Schichtenverbund. Beim AB 0/11 S erreichen diese Varianten nicht erwartungskonforme ungünstigere Ergebnisse.

In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass bei den Varianten Heiß-auf-heiß und Heiß-auf-warm der Verlauf der Schichtgrenze durch die weiche Unterlage beim Verdichten fließend ausgeprägt wird, also ein Vermischungseffekt beider Schichten auftritt. Eine definierte Schichtgrenze existiert systembedingt damit nicht. Dies beeinflusst die Ergebnisse des Prüfverfahrens Schichtenverbund nach Leutner, da für diese Prüfung eine Scherebene verfahrenstechnisch festgelegt werden muss, die im Übergangsbereich zwischen Binder- und Deckschicht liegt. Dieser Einfluss zeigt sich in den festgestellten längeren Scherwegen in Verbindung mit den ebenfalls längeren Scherwegen bei Abscherversuchen innerhalb der Asphaltschichten und anhand der Oberflächenstruktur an den abgescherten Flächen.

Die Varianten mit den „bewitterten" Asphaltbinderoberflächen erreichen in allen Fällen ungünstigere Scherkräfte, als die vergleichbaren „frischen" Varianten. Auffällig ist, dass von allen geprüften Systemen mit

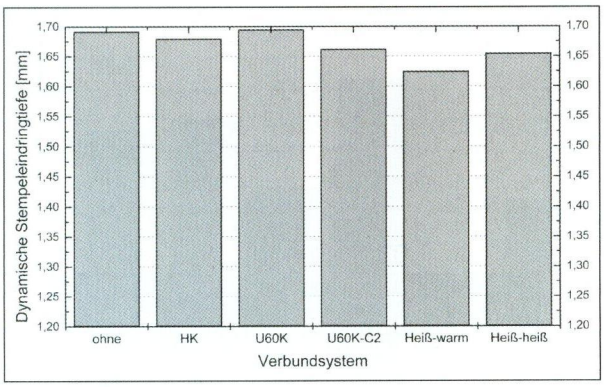


Abb. 11: Ergebnisse der dynamischen Stempeleindringversuche AB 0/11 S auf ABi 0/16 S

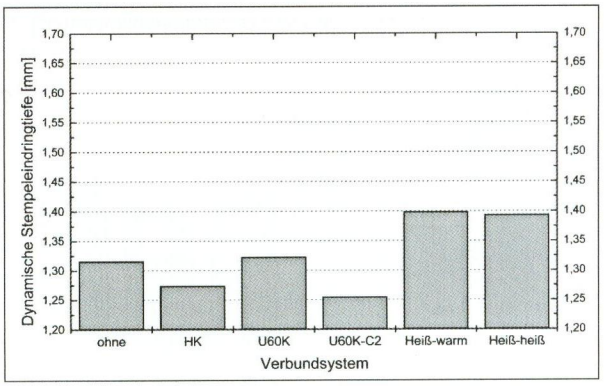


Abb. 12: Ergebnisse der dynamischen Stempeleindringversuche SMA 0/8 S auf ABi 0/16 S

Vorspritzmitteln die Systeme mit der polymermodifizierten Bitumenemulsion U 60 K C2 die günstigsten Scherkräfte liefern.

In den Abbildungen 7 und 8 ist die Haftzugfestigkeit der Asphaltsysteme dargestellt. Auch hier sind die Systeme mit der frischen Asphaltbinderoberfläche hell und die Systeme mit den „bewitterten" Asphaltbinderoberflächen dunkel dargestellt. Die Ergebnisse der Haftzugprüfung zeigen, dass die Varianten Heiß-auf-heiß und Heiß-auf-warm die höchsten Haftzugfestigkeiten erreichen. Beim AB 0/11 S auf ABi 0/16 S stehen diese Ergebnisse damit im Gegensatz zu den festgestellten Scherkräften (vgl. Abbildungen 3 und 4).

Während sich die Haftzugfestigkeit beim System AB 0/11 S auf ABi 0/16 S bei der Verwendung von Vorspritzmitteln verbessert, wird beim System SMA 0/8 S auf ABi 0/16 S bei allen Vorspritzmitteln ein ungünstiger Einfluss festgestellt. Nicht erwartungskonform war, dass auch bei den bewitterten Systemen mit SMA 0/8 S bei der Verwendung der Vorspritzmittel keine signifikante Verbesserung der Haftzugfestigkeit festzustellen war. Auch beim Prüfverfahren Haftzugfestigkeit zeigt die polymermodifizierte Bitumenemulsion U 60 K C2 bei nahezu allen Asphaltsystemen Vorteile gegenüber den beiden anderen Vorspritzmitteln.

Verformungseigenschaften der Asphaltsysteme

In den Abbildungen 9 und 10 sind die Spurrinnentiefen [mm] nach 20.000 Überrollungen als Ergebnis der Spurbildungsversuche (T = 50°C, Luftbad, Gummirad, 1.600 N Lastgewicht) dargestellt. Trotz der erheblich höheren Belastung wurden beim SMA 0/8 S keine Unterschiede im Verformungsverhalten der Varianten gemessen – zudem sind die gemessenen Spurrinnentiefen als gering zu bezeichnen. Beim AB 0/11 S erreichen die Varianten mit der PmB-Emulsion U 60 K C2 sowie die Varianten Heiß-auf-heiß und Heiß-auf-warm die günstigste Verformungsbeständigkeit. Erwartungsgemäß erwiesen sich alle Systeme mit SMA 0/8 S als verformungsresistenter als die Systeme mit AB 0/11 S – unabhängig vom Herstellverfahren und von der Art des Vorspritzmittels.

Die Abbildungen 11 und 12 zeigen die Ergebnisse der dynamischen Stempeleindringversuche. Auch beim dynamischen Stempeleindringversuch erweisen sich alle Systeme mit SMA 0/8 S gegenüber dem AB 0/11 S als Deckschichtasphalt als verformungsresistenter. Die Varianten Heiß-auf-heiß und Heiß-auf-warm werden beim SMA 0/8 S als verformungsanfälliger identifiziert; die Eindringtiefen der Varianten mit unterschiedlichen Vorspritzmitteln zeigen tendenzielle Vorteile für Haftkleber

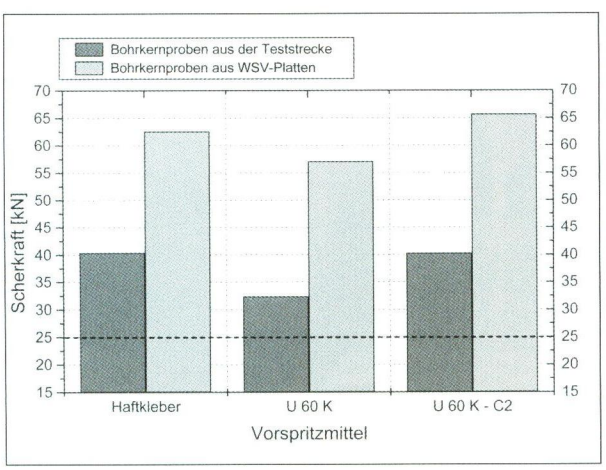


Abb. 13: Scherkraft der Bohrkernproben der Teststrecke

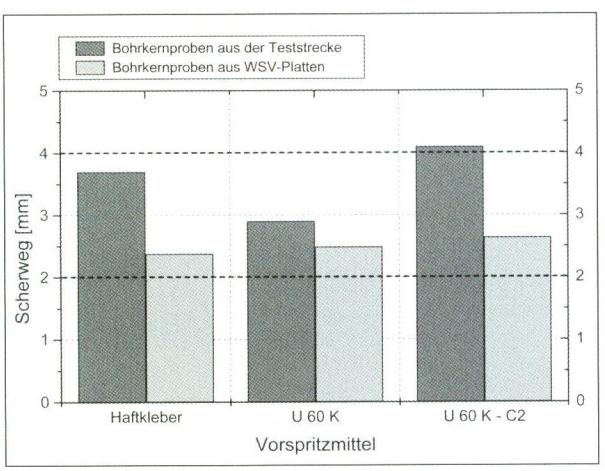


Abb. 14: Scherweg der Bohrkernproben der Teststrecke

und U 60 K C2. Die Varianten mit AB 0/11 S als Deckschicht lassen ebenfalls nur tendenzielle Unterschiede im Verformungsverhalten erkennen.

Die höhere Verformungsanfälligkeit der Varianten Heiß-auf-warm und Heiß-auf-heiß der Systeme mit SMA 0/8 S kann mit dem geringeren Verdichtungsgrad der Deckschicht begründet werden (vgl. Abbildungen 3 und 4). Warum dies bei den vergleichbaren Systemen mit AB 0/11 S nicht auftritt, lässt sich möglicherweise durch den größeren Größtkorndurchmesser und der geringen Schichtdicke (25 mm bei den Varianten Heiß-auf-heiß und Heiß-auf-warm) begründen.

Anzumerken ist, dass – trotz der erheblich höheren Lastgewichte – der Spurbildungsversuch der Variante SMA 0/8 S auf ABi 0/16 S praktisch nicht differenziert, wohl aber der dynamische Stempeleindringversuch. Umgekehrt zeigt der Spurbildungsversuch bei der Variante AB 0/11 S auf ABi 0/16 S eine deutlichere Spreizung.

Bohrkernuntersuchungen der Teststrecke

Die Ergebnisse des Schichtenverbunds nach Leutner an den Bohrkernproben aus der Teststrecke sind in den Abbildungen 13 und 14 den Ergebnissen an den labortechnisch hergestellten Proben gegenübergestellt. Anzumerken ist, dass für die Teststrecke eine Vorspritzmenge von 300 g/m² – für die labortechnischen Versuche 150 g/m² verwendet wurden. Beide Untersuchungen basieren auf vergleichbarem aber nicht gleichem Mischgut der Sorten AB 0/11 S auf ABi 0/16 S. Da die Teststrecke kurz nach der Herstellung der Binderschicht mit der Deckschicht überbaut wurde, wurden diese Ergebnisse der unbewitterten labortechnischen Varianten gegenübergestellt. Zusätzlich enthalten die Abbildungen den von Stöckert [6] empfohlenen Mindestwert für die Scherkraft sowie den oberen und unteren Empfehlungswert für den Scherweg als gestrichelte Linien.

Im Vergleich zu den Bohrkernproben der Teststrecke erreichen die labortechnisch hergestellten Asphaltsysteme höhere Scherkräfte und geringere Scherwege. Die höheren Scherkräfte resultieren mutmaßlich aus den optimalen Bedingungen im Labor, d.h. keine Verschmutzungen der Asphaltbinderoberfläche, homogene Verteilung der Vorspritzmittel und optimierte Verdichtung der Schichten. Die längeren Scherwege der Bohrkernproben aus der Teststrecke können mit den höheren Vorspritzmengen begründet werden.

Anhand der Scherkräfte kann sowohl an den Bohrkernen aus der Teststrecke, als auch an den labortechnisch hergestellten Proben ein vergleichbares Ranking der Vorspritzmittel festgestellt werden. Während Haftkleber und U 60 K C2 vergleichbare Ergebnisse liefern, erreichen die Systeme mit der Emulsion U 60 K einen geringeren Schichtenverbund.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Zur Beurteilung der Wirkung von unterschiedlichen Deckschichtasphalten, Herstellverfahren und Vorspritzmitteln auf den Schichtenverbund und das Verformungsverhalten von Asphaltsystemen wurden im labortechnischen Maßstab Schichtensysteme mit unterschiedlichen Verbundmedien und -mechanismen hergestellt und geprüft.

Anhand der Ergebnisse der Versuche zur Ansprache des Schichtenverbunds wurde unter Voraussetzung einer frischen, sauberen Asphaltbinderoberfläche Folgendes festgestellt:

- Durch die Verwendung von Vorspritzmitteln wird der Schichtenverbund nicht zwangsläufig verbessert.
- Größere Vorspritzmengen können den Verbund sogar verschlechtern.
- Von den eingesetzten Produkten verbessert bei größeren Vorspritzmengen nur die polymermodifizierte Bitumenemulsion U 60 K C2 den Schichtenverbund.
- Der Einsatz von Vorspritzmitteln beim System SMA 0/8 S auf ABi

0/16 S verbessert den Schichtenverbund nicht.
- Beim System AB 0/11 S auf ABi 0/16 S zeigt die polymermodifizierte Bitumenemulsion U 60 K C2 die günstigste Verbundwirkung.

Das Prüfverfahren Haftzugfestigkeit gemäß ALP-A, Teil 9 hat sich zur Beurteilung des Schichtenverbunds unter der Voraussetzung als geeignet erwiesen, dass der Bruch an der Schichtgrenze erfolgt. Ist die Asphaltschicht ungenügend verdichtet, kann das Schichtensystem statt in der Schichtgrenze in der unterverdichteten Asphaltschicht versagen. In diesem Falle lassen die Prüfergebnisse nur die Aussage zu, dass die Haftzugfestigkeit an der Schichtgrenze höher ist als der gemessene Wert.

Die Ergebnisse der Versuche zur Ansprache des Verformungsverhaltens lassen sich wie folgt zusammenfassen:
- Alle Varianten SMA 0/8 S auf ABi 0/16 S zeigen erwartungsgemäß ein günstigeres Verformungsverhalten als die Varianten AB 0/11 S auf ABi 0/16 S.
- Innerhalb der Varianten mit den beiden Deckschichtasphalten wurden bei den Herstell- und Vorspritzmittelvariationen keine statistisch signifikanten, sondern nur tendenzielle Unterschiede festgestellt.
- Insgesamt kann der polymermodifizierten Bitumenemulsion U 60 K C2 ein tendenziell günstiger Einfluss auf das Verformungsverhalten zugesprochen werden.
- Für die Prognose der Verformungsbeständigkeit von standfesten Asphaltsystemen (SMA 0/8 S auf ABi 0/16 S) hat sich der Spurbildungsversuch trotz Modifikation als ungeeignet herausgestellt – der dynamische Stempeleindringversuch erreicht hier eine bessere Differenzierung.

Das Ziel der Forschungsarbeit, durch unterschiedliche Herstellungsverfahren der Schichtgrenze zwischen Asphaltdeck- und Asphaltbinderschicht die Güte der Schichtenverbindung und die Verformungseigenschaften eines labortechnisch hergestellten Asphaltpaketes zu prüfen, wurde damit erreicht.

Ein direkter und eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Schichtenverbund und der Verformungsbeständigkeit wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht festgestellt, da im vorgesehenen Prüfprogramm ausschließlich Systeme mit optimierter Vorspritzmenge – d.h. mit optimiertem Schichtenverbund – eingesetzt wurden, sodass hier keine ausreichend differenzierende Spreizung der Ergebnisse erfolgte. Die Grundlage für weitergehende Forschungsarbeiten wurde durch den Vergleich der labortechnisch gewonnenen Ergebnisse mit den Ergebnissen der Bohrkernproben aus der Teststrecke geschaffen. Das Verfahren der Systemherstellung im Labor, nämlich sowohl die Verdichtung als auch die Applikationstechnik der Vorspritzmittel hat ein vergleichbares Ranking der Vorspritzmittel geliefert, wie auch in der Praxis festgestellt wurde. Damit können mit dem Walzsektor-Verdichtungsgerät auch Schichtensysteme mit praxisadäquaten Eigenschaften hergestellt werden, sodass sich nunmehr die Möglichkeit bietet, die Erfahrungswerte des M SNAR [1] zu überprüfen und in Abhängigkeit von der Vorspritzmittelart und den eingesetzten Asphalten zu präzisieren und zu optimieren. ■

Literatur

[1] FGSV: Merkblatt für Schichtenverbund, Nähte, Anschlüsse und Randausbildung von Verkehrsflächen aus Asphalt, M SNAR, Ausgabe 1998

[2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: FGSV-Arbeitspapier Nr. 25 / B 5.1, Bemessung flexibler Fahrbahnbefestigungen, Abschnitt B 5.1 Einfluss des Schichtenverbundes auf das Verhalten von Asphaltbefestigungen, 1990.

[3] Metelmann, P., Beeken, G.: Über die Verwendung von Anspritzmitteln im Straßenbau, Straße und Autobahn, Heft 5/1979, S. 219 ff.

[4] Leutner, R.: Untersuchung des Schichtenverbundes beim bituminösen Oberbau. Bitumen Heft 3 / 1979, S. 84 ff.

[5] Freund, H.-J., Codjia, H., Vassiliou, K.: Erarbeitung eines Bewertungshintergrundes für das Prüfverfahren „Schichtenverbund nach Leutner" und Bestimmung der Präzision, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 676, 1994.

[6] Grätz, B., Stöckert, U.: Grundlagen zur Festlegung von Grenzwerten für den Schichtenverbund. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 829, November 2001.

Anschrift der Verfasser:
Dipl.-Ing. Thomas Lobach
PD Dr.-Ing. habil. Peter Renken
Technische Universität Braunschweig
Institut für Straßenwesen
Pockelsstraße 3
38106 Braunschweig
E-Mail: strawe@tu-braunschweig.de

Sonderdrucke

von Beiträgen aus **asphalt** können unmittelbar nach Erscheinen angefertigt werden.
Mindestauflage: 100 Exemplare.

Kontaktaufnahme: Silke Neuser, Tel.: 0511/7304-140