

Einfluss der Bruchflächigkeit von Edelsplitt auf die Standfestigkeit von Asphalt – ermittelt am Beispiel SMA 0/11S

FA 7.187

Forschungsstelle: Technische Universität München, Prüfamt für Bituminöse Baustoffe und Kunststoffe (Univ.-Prof. Dr.-Ing. P. Schießl)
 Bearbeiter: Wörner, T. / Westiner, E. / Löcherer, L.
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr
 Abschluss: Juni 2001

Der Erkenntnisstand zu Beginn der Bearbeitung ist wie folgt zusammenzufassen:

- Der Einfluss der Bruchflächigkeit auf die Standfestigkeit von Asphalten ist wissenschaftlich nicht verifizierbar.
- Bei ungebundenen Mineralstoffen, deren Korngrößenverteilung einem Splittmastixasphalt entspricht, liegt das Maximum der Druck- bzw. der Scherfestigkeit bei einem Bruchflächenanteil zwischen 50 % und 75 %.
- Die Laboruntersuchungen zeigen eine tendenzielle Verbesserung der Wärmestandfestigkeit mit zunehmenden Anteilen an gebrochener Oberfläche der Körner (Bruchflächigkeit).

1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Der Gebrauchswert einer Asphaltstraße hängt neben anderen Faktoren, wie der Griffigkeit oder der Fahrbahnelligkeit, auch vom Widerstand der Asphaltsschichten gegen bleibende Verformungen, der Standfestigkeit, ab. Bedingt durch im deutschen Straßennetz verstärkt aufgetretene Spurrinnen im Bereich der Deckschichten wurde 1996 in den "Empfehlungen für die Zusammensetzung, die Herstellung und den Einbau von Splittmastixasphalt" gefordert, nur Edelsplitt mit einer vollständig gebrochenen Oberfläche einzusetzen. Die im Nachgang eingeführten ZTV Asphalt – StB 94/98 führen dazu aus: "Für die mit S gekennzeichneten Binderschichten und Deckschichten aus Splittmastixasphalt sind Edelsplitt mit vollständig gebrochener Oberfläche zu verwenden. Für die vorgenannten Asphaltsschichten ist auch die Verwendung oder Mitverwendung von Kiesedelsplitt der Lieferkörnungen bis 11 mm Größtkorn zulässig, wenn der Auftragnehmer hierzu über langjährige gute Erfahrung verfügt."

Vergleichende Untersuchungen von Kies- und Felssplitt bzw. Edelsplitt und deren Auswirkungen auf die Standfestigkeit von Asphalten haben sich überwiegend mit Asphalttragschichten oder anderen nach dem Betonprinzip zusammengesetzten Asphalten beschäftigt. Gezielte Untersuchungen an Splittmastixasphalten, die inzwischen auf hochbelasteten Verkehrsflächen überwiegend eingesetzt werden, liegen aber nicht vor. Die vorliegende Forschungsarbeit soll daher den Nachweis erbringen, ob bzw. zu welchem Grad die in der ZTV Asphalt enthaltenen Anforderungen an die Bruchflächigkeit gerechtfertigt sind.

2. Untersuchungsmethodik

Zunächst soll im Rahmen eines Vergleichsversuches ermittelt werden, wie präzise verschiedene Prüfstellen eine Zuordnung von 50 %, 75 %, 90 % und 100 % gebrochener Oberfläche an Kies-Edelsplitt feststellen können.

Die Untersuchungen zum Einfluss der Bruchflächigkeit auf die Standfestigkeit von Splittmastixasphalt werden an einem bereits in der Projektbeschreibung festgelegten Kies-Edelsplitt an vier Versuchsreihen (Tabelle 1) durchgeführt. Nach Analyse der Ausgangsstoffe (Mineralstoffe, Füller, Bindemittel und stabilisierender Zusatz), werden für die vier Versuchsreihen die Eignungsprüfungen erstellt.

Prüftechnisch kann das Verformungsverhalten von Asphalt bei hohen Temperaturen mit verschiedenen Laborverfahren angesprochen werden.

Tabelle 1: Versuchsreihen der Hauptversuche

Versuchsreihe	Bruchflächigkeitsklasse	Kurzbezeichnung
1	50 bis 74 % Bruchflächenanteil	b _{50/74}
2	75 bis 99 % Bruchflächenanteil	b _{75/99}
3	100 % Bruchflächenanteil	b ₁₀₀
4	Anlieferungszustand	b _{pr}

Da bei den bisherigen Untersuchungen meist nur ein Laborverfahren angewandt wurde, werden bei den Hauptversuchen zunächst die drei Prüfverfahren Spurbildungsversuch (Stahlrad, Wasserbad), Dynamischer Druck-Schwellversuch (mit erhöhter Oberlast) und dynamischer Stempel Eindringversuch im Hinblick auf ihre Aussagekraft zur Beurteilung der Standfestigkeit verglichen. Die Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgt differenziert zwischen den einzelnen Prüfverfahren und dem Einfluss des Anteils an gebrochener Oberfläche der Versuchsreihen.

Da sich Kiessplitt und Kies-Edelsplitt sehr stark in ihrer petrographischen Zusammensetzung unterscheiden, können die Ergebnisse der an einer Kiessplittprovenienz durchgeführten Untersuchung nicht auf alle anderen Kies-Edelsplitt übertragen werden. Daher werden zusätzlich Praxismischungen von weiteren 10 Kies-Edelsplitt mit dem Prüfverfahren, das sich in den Hauptuntersuchungen als das günstigste Verfahren ergeben hat, untersucht.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Voruntersuchungen

Da für die Bestimmung der Bruchflächigkeit für die untersuchten Bruchflächigkeitsklassen noch keine Präzisionsdaten vorliegen, wurden in einem Vergleichsversuch, an dem 10 Laboratorien teilnahmen, erste Anhaltswerte ermittelt. Die Ergebnisse wurden in Anlehnung an das "Merkblatt über die statistische Auswertung von Prüfergebnissen, Teil 4 und Teil 2" auf Ausreißer untersucht und anschließend statistisch ausgewertet.

Die im Vergleichsversuch ermittelten Werte der Standardabweichung unter Wiederholbedingungen s_r bzw. unter Vergleichsbedingungen s_R und die sich daraus ergebende Wiederholbarkeit r bzw. Vergleichbarkeit R sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Ziel des Vergleichsversuches war, für die Bestimmung der Bruchflächigkeit eine erste Abschätzung der Präzisionsdaten zu ermitteln. Eine Durchführung einer Ringanalyse, entsprechend dem "Merkblatt über die statistische Auswertung von Prüfergebnissen Teil 3", war nicht vorgesehen, daher sind auch nicht alle darin geforderten Voraussetzungen eingehalten. Die ermittelten Werte können demzufolge nur als Anhaltswerte für die endgültigen Präzisionsdaten angesehen werden.

Tabelle 2: Endergebnisse des Vergleichsversuches in M.-%

Standardabweichung unter Wiederholbedingungen	s_r/σ_r	3,135
Standardabweichung unter Vergleichsbedingungen	s_R/σ_R	7,581
Wiederholpräzision (= 2,77 s_r)	r	8,685
Vergleichspräzision (= 2,77 s_R)	R	21,000

Aber bereits diese Anhaltswerte legen die Hauptproblematik der Bestimmung der Bruchflächigkeit dar. In der EN ISO 4259, die bei Mineralölzerzeugnissen die Bestimmung und Anwendung der Präzisionsdaten regelt, heißt es: "Die Grenzwerte, die in einer Spezifikation verwendet werden, müssen stets die Vergleichbarkeit des Prüfverfahrens berücksichtigen." Wird ein Bereich durch einen oberen und unteren Grenzwert festgelegt, muss er mindestens das 4fache der Vergleichbarkeit R betragen. Ein einzelner Grenzwert darf nicht kleiner als das 2fache der Vergleichbarkeit sein. Legt man für die ZTV Asphalt-StB 94/98 die Vergleichbarkeit von $R = 21,000$ M.-% zu Grunde, müsste der Anforderungswert an die Bruchflächigkeit 58 M.-% und nicht 70 M.-% betragen.

3.2 Eignungsprüfungen

Die Erstellung der Eignungsprüfungen erfolgte in mehreren Schritten. Als Erstes ist die Eignungsprüfung für die Praxismischung (die Bruchflächigkeitsverhältnisse entsprechen hier dem Anlieferungszustand) erstellt worden. Danach wurde der Einfluss der Korngrößenverteilung untersucht. Dazu sind Gemische hergestellt worden, deren Sieblinien am oberen und unteren Rand des in den ZTV Asphalt-StB 94/98 für Splittmastixasphalt 0/11 S vorgeschriebenen Bereiches liegen. Anschließend sind noch für die im Projekt festgeschriebenen Bruchflächigkeitsklassen (b50/74, b75/99 und b100) die jeweiligen Eignungsprüfungen erstellt worden. Für die verschiedenen Bruchflächigkeitsklassen wurde als einheitliche Korngrößenverteilung die der Praxismischung gewählt, da aus unterschiedlichen Korngrößenverteilungen resultierende Einflüsse vermieden werden sollten. Im letzten Schritt wurden die Eignungsprüfungen für die 10 zusätzlichen Kies-Edelsplitt erstellt.

Es zeigte sich, dass die Variation der Sieblinie bei gleich bleibendem Bindemittelgehalt auf den Hohlraumgehalt des Splittmastixasphaltes einen deutlich größeren Einfluss hat als die verschiedenen Bruchflächigkeitsklassen. Einflüsse der petrographischen Zusammensetzung der Kies-Edelsplitt auf den optimalen Bindemittelgehalt sind nicht feststellbar.

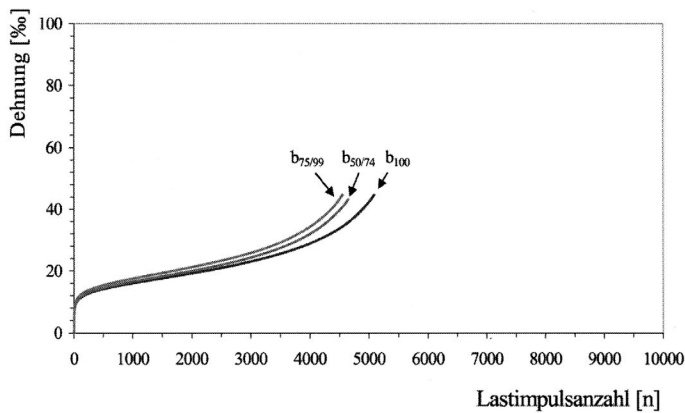
3.3 Vergleich der Prüfverfahren

Ziel des Vergleichsversuches zwischen Spurbildungsversuch, dynamischen Druck-Schwell-Versuch und dynamischem Stempel Eindringversuch war es, für die weiteren Untersuchungen das aussagekräftigste Verfahren für die Beurteilung des Einflusses der Bruchflächigkeit auf die Wärmestandfestigkeit auszuwählen. Die Versuche wurden mit dem in der Projektbeschreibung angegebenen Kies-Edelsplitt durchgeführt, die erzielten Ergebnisse sind im Folgenden zusammengefasst:

- Im Spurbildungsversuch werden die festgestellten Dehnungsraten ausgehend von b50/74 über b75/99 zu b100 kleiner. Die Wärmestandfestigkeit wird also mit steigender Bruchflächigkeit günstiger.
- Beim Dynamischen Druck-Schwellversuch ergibt sich für die Klasse b50/74 eine gegenüber den Klassen b75/99 und b100 deutlich höhere Dehnungsrate. Die Wärmestandfestigkeit der Bruchflächigkeitsklasse b50/74 ist gegenüber den beiden Klassen mit höherer Bruchflächigkeit als ungünstiger zu bewerten.
- Die im Dynamischen Stempel Eindringversuch ermittelten Dehnungsraten sind für die drei Bruchflächigkeitsklassen nahezu identisch. Eine Abhängigkeit der Wärmestandfestigkeit von der Bruchflächigkeit kann nicht eindeutig abgeleitet werden.
- Bei allen drei Prüfverfahren liegen die Ergebnisse relativ eng zusammen. Eine Abhängigkeit der Wärmestandfestigkeit von der Bruchflächigkeit zeigt sich beim Spurbildungsversuch und beim Dynamischen Druck-Schwellversuch lediglich tendenziell. Während das Ergebnis des Druck-Schwellversuches mit alten Versuchsergebnissen übereinstimmt, können die Ergebnisse des Spurbildungsversuches mit früheren Versuchen nicht bestätigt werden. Aus diesem Grunde wurde in Absprache mit dem Betreuungsausschuss als Prüfverfahren für die weiteren Versuche der Dynamische Druck-Schwellversuch gewählt.

3.4 Erweiterte Versuchsreihen

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse erlauben auf Grund der festgestellten Spannen keine eindeutige Aussage über den Einfluss der Bruchflächigkeit von Kies-Edelsplitt auf die Wärmestandfestigkeit von Splittmastixasphalt. Daher wurden in einer vom Betreuungsausschuss initiierten und vom Auftraggeber genehmigten Erweiterung des Forschungsauftrages zusätzliche Untersuchungen durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen wurden für die drei Bruchflächigkeitsklassen b50/74, b75/99 und b100 jeweils 12 Marshall-Probekörper hergestellt und anschlie-



1: Mittlere Dehnungsverläufe der untersuchten drei Bruchflächigkeitsklassen

End mit dem Dynamischen Druck-Schwellversuch geprüft. Die einzelnen Raumdichten der jeweils 12 Marshall-Probekörper wiesen Spannen von 0,008 g/cm² für die Klasse b50/74 bzw. 0,010 g/cm³ für die Klassen b75/99 und b100 auf. Für die Auswertung wurden zum Einen die ermittelten Kennwerte ohne Berücksichtigung der aufgezeichneten Dehnungsverläufe statistisch ausgewertet und zum Anderen nur die verträglichen Dehnungsverläufe der jeweiligen Bruchflächigkeitsklasse berücksichtigt. Die mittleren Dehnungsverläufe der untersuchten Bruchflächigkeitsklassen sind in Bild 1 zusammengestellt.

Die statistische Auswertung der Versuchsergebnisse ergab keine Abhängigkeit der Wärmestandfestigkeit des untersuchten Splittmastixasphaltes von den Bruchflächigkeitsverhältnissen der Kies-Edelsplitte. Die Auswertung der jeweils verträglichen Dehnungsverläufe einer Bruchflächigkeitsklasse erbrachte für die Klassen b50/74 und b75/99 vergleichbare Dehnungsraten und für die Klasse b100 niedrigere und damit günstigere Dehnungsraten. Allerdings liegen alle drei Ergebnisse relativ eng zusammen.

Obwohl tendenzielle Abhängigkeiten der Wärmestandfestigkeit von den Bruchflächigkeitsverhältnissen zu erkennen sind, ist der Einfluss der Bruchflächigkeit auf die Wärmestandfestigkeit statistisch nicht nachweisbar. Die Dehnungsverläufe der 12 Probekörper einer Bruchflächigkeitsklasse streuen relativ weit, obwohl die Raumdichten und damit auch die Hohlraumgehalte der Marshall-Probekörper nahezu identisch sind.

3.5 Weiterführende Versuche

In weiterführenden Versuchen an 10 zusätzlichen Kies-Edelspliten wurde der Einfluss der Bruchflächigkeit und der petrografi-

schen Zusammensetzung auf die Wärmestandfestigkeit von Splittmastixasphalt untersucht. Die Ergebnisse lassen auch auf Grund der ungünstigen Bestimmtheitsmaße keinen Einfluss der petrografischen Zusammensetzung auf die Wärmestandfestigkeit von Splittmastixasphalt erkennen. Tendenziell lässt sich bei den 11 untersuchten Kies-Edelspliten eine Zunahme der Wärmestandfestigkeit mit steigenden Anteilen an Körnern der jeweiligen Bruchflächigkeitsklasse beobachten, welche aber statistisch nicht nachzuweisen ist.

In ergänzenden Versuchen wurde abschließend an vier ausgewählten Kies-Edelspliten der Einfluss der Oberflächenrauheit auf die Wärmestandfestigkeit von Splittmastixasphalt orientierend untersucht. Für die untersuchten Splitte zeigt sich eine Abhängigkeit der Wärmestandfestigkeit von der Oberflächenrauheit. Eine Klärung des Einflusses der Oberflächenrauheit von Kies-Edelsplitt auf die Wärmestandfestigkeit von Splittmastixasphalt kann nur in neuen Untersuchungen erbracht werden, in denen für die einzelnen Gesteinsgruppen eines Edelsplittes eine wesentlich größere Anzahl an Körnern berücksichtigt wird.

4. Schlussfolgerungen

Die im Rahmen der Vergleichsversuche ermittelten Anhaltswerte legen die Hauptproblematik der Bestimmung der Bruchflächigkeit dar. Die Ergebnisse des Vergleichversuches verdeutlichen die Notwendigkeit, für die Bestimmung der Bruchflächigkeit endgültige Präzisionsdaten in einem Ringversuch zu ermitteln. Da die TL Min und die ZTV Asphalt Anforderungen an die Bruchflächigkeit stellen, ist diesem Ringversuch höchste Priorität einzuräumen.

Die Zusammenschau aller Ergebnisse des Forschungsauftrages zeigt in Übereinstimmung mit der vorliegenden Literatur, dass eine Abhängigkeit der Wärmestandfestigkeit von Splittmastixasphalt von den Bruchflächigkeitsverhältnissen wissenschaftlich nicht belegt werden kann. In den Untersuchungen ergibt sich zwar eine tendenzielle Verbesserung der Wärmestandfestigkeit von Splittmastixasphalt mit steigender Bruchflächigkeit der Körner, die festgestellten Unterschiede sind allerdings statistisch nicht nachweisbar. Für eine abschließende Beurteilung ist die Kenntnis der Präzisionsdaten der dynamischen Versuche zwingend erforderlich. Aus diesem Grund sollten zumindest bis zum Vorliegen der Präzisionsdaten des Druck-Schwellversuches, welche in einem zurzeit laufenden Forschungsauftrag ermittelt werden, die Anforderungen der ZTV Asphalt-StB 94/98 an die Bruchflächigkeit beibehalten werden. □