

Auswirkungen der Extraktion von Gesteinskörnungen aus Asphalt sowie der Porosität von Gesteinen auf den PSV

FA 6.080

Forschungsstelle: Ruhr-Universität Bochum, Institut für Straßenwesen und Eisenbahnbau (Prof. Dr.-Ing. K. Krass)

Bearbeiter: Krass, K. / Kollar, J.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: November 2006

1. Aufgabenstellung

Ziel des Vorhabens war einerseits die Klärung der Frage, welche mögliche Veränderungen der Polierresistenz von Gesteinen durch Herstellung von Asphaltmischgut, Einwirkung des Bindemittels und durch den Einfluss der Extraktion bzw. des Lösungsmittels zu erwarten sind. Andererseits sollte auch die mögliche Veränderung des PSV bei porösen Gesteinen durch Absorption des Bindemittels erfasst werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sollten dazu dienen, Gesteine mit kritischen Strukturen hinsichtlich der Griffigkeit zu erkennen. Diese Untersuchungen wurden an der normgerechten Prüfkörnung 8/10 mm durchgeführt.

Durch die deutlich größere Bedeutung, die der Griffigkeit nach der Einführung der ZTV Asphalt-StB 01 zukommt, ist die Gewährleistung eines ausreichend hohen PSV auch in Asphaltdeckschichten mit geringerem Größtkorn, z. B. 0/8 erforderlich. So ist z. B. bei Deckschichten aus Splittmastixasphalt 0/8 die Frage nach der Bewertung der Polierresistenz der eingesetzten Gesteine aufgetreten. In diesem Zusammenhang wird ebenfalls die Frage nach der Untersuchung der Polierresistenz an der Körnung 5/8 mm aus wiedergewonnenen Gesteinen (nach der Extraktion) diskutiert.

Ein Verfahren für die Prüfung der Körnung 5/8 mm ist bislang noch nicht festgelegt. Zwar wurden in einigen Prüflabors bereits Untersuchungen an der Körnung 5/8 mm durchgeführt, die Prüfbedingungen waren jedoch nicht einheitlich. Daher ist eine Beurteilung der Polierresistenz, geprüft an der Prüfkörnung 5/8 mm derzeit nicht möglich.

2. Untersuchungsmethodik

Das Untersuchungsprogramm teilte sich in zwei Stufen:

- (1) Hauptuntersuchungen an der Prüfkörnung 8/10 mm
- (2) Ergänzende Untersuchungen an der Körnung 5/8 mm

Zu (1):

Zuerst erfolgte eine Auswahl repräsentativer Gesteine mit unterschiedlichem PSV-Niveau. An den ausgewählten Gesteinen wurden PSV nach DIN EN 1097-8 ermittelt. Außerdem wurden zur Kennzeichnung der untersuchten Gesteine die Rohdichten und die Wasseraufnahmen ermittelt sowie mineralogische Untersuchungen durchgeführt. Mit den Gesteinen wurden im Labor Standard-Asphaltmischungen eines Splittmastixasphalts 0/10 S hergestellt. Dabei wurden jeweils die Bindemittel Bitumen 50/70 und PmB 45 verwendet. Die Asphaltmischungen wurden entsprechend einer Verarbeitungszeit vom Mischen an der Mischanlage, dem Transport und dem Einbau auf der Baustelle 3 Stunden bei 170 °C gelagert. Anschließend wurden Asphaltprobekörper mit dem Walzsektorverdichter hergestellt.

Nach zwei Wochen Lagerungszeit der Asphaltprobekörper erfolgte die Extraktion der Gesteinskörnungen mit jeweils zwei Lösungsmitteln: Trichlorethylen und Methylenchlorid.

An den aus Asphalt extrahierten Gesteinen wurden erneut PSV nach DIN EN 1097-8, d. h. an der Prüfkörnung 8/10 mm ermittelt.

Zu (2):

An der Körnung 5/8 mm wurden mit allen in der Hauptuntersuchung verwendeten Gesteinsarten Polierprüfungen durchgeführt, nachdem im Betreuungsausschuss die Prüfbedingungen festgelegt worden waren.

Im weiteren Schritt erfolgte die Bestimmung des Polierwerts an der Körnung 5/8 mm nach der Extraktion an drei aus der Hauptuntersuchung ausgewählten Gesteinsarten: mit einem hohen PSV, einem mittleren und einem niedrigen PSV. Hierzu wurde mit diesen Gesteinen jeweils ein Splittmastixasphalt 0/8 S hergestellt und anschließend jeweils mit den Lösungsmitteln Trichlorethylen und Methylenchlorid extrahiert.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Eigenschaften der untersuchten Gesteinsarten

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Gesteinsarten wurde angestrebt, einen repräsentativen Querschnitt der für Asphaltdeckschichten verwendeten Gesteine zu erfassen. Aber auch kritische Gesteine bezüglich der Wechselwirkung mit Bitumen sollten miteinbezogen werden. Als Suchkriterium wurde das mangelnde Haftverhalten zwischen Gestein und Bitumen als ein Indiz für die Wechselwirkung an der Grenzfläche der Stoffe herangezogen.

Die petrografischen Ansprachen der untersuchten Natursteine ergaben, dass es sich hierbei um typische Vertreter der jeweiligen Gesteinsfamilie handelt.

Stellvertretend für poröse Gesteine wurde ein Kalkstein mit einer relativ hohen Wasseraufnahme gewählt. Dieser Kalkstein kommt in der Praxis nur für den Einsatz in Tragschichten ohne Bindemittel in Betracht.

3.2 Asphaltproben und Extraktion

Durch die volumetrische Berechnung der Asphaltzusammensetzungen wurde ein gleichbleibendes Mengenverhältnis zwischen Gestein und Bitumen angestrebt. Die Qualität des Asphalts sollte der eines SMA nach ZTV Asphalt-StB entsprechen. Die Hohlraumgehalte der mit dem Walzsektorverdichter hergestellten Platten liegen, mit Ausnahme der Mischung mit Elektroofenschlacke, im unteren Soll-Bereich nach ZTV Asphalt-StB. Die angestrebten dichten Asphalte konnten damit relativ gleichmäßig hergestellt werden. Die Extraktionen mit den zwei Lösungsmitteln brachten zusätzlich eine weitere Variante in die Untersuchungsreihe. Mit dem Lösungsmittel Trichlorethylen wurde kalt extrahiert, mit dem Lösungsmittel Methylenchlorid musste dagegen aus labortechnischen Gründen eine Heißextraktion erfolgen.

3.3 Polierwerte der Prüfkörnung 8/10 mm (PSV)

Die ermittelten Polierwerte an den frischen Gesteinskörnungen liegen, mit Ausnahme von dem untersuchten Kalkstein, in dem für die jeweilige Gesteinsart typischen Bereich. Der Kalkstein weist einen PSV von 58 auf, was für die Gruppe der Kalksteine einen sehr hohen Wert bedeutet. Die petrografische Untersuchung ergab, dass es sich um einen feinkristallinen mergeligen Kalk handelt, der aufgrund seiner porigen Struktur eine feinraue Textur besitzt.

Die Polierwerte nach der Extraktion liegen innerhalb einer Spannweite von 1 bis 4 PSV-Einheiten. Der Vergleich der PSV an frischen Gesteinen (PSV_0) mit den PSV nach der Extraktion bei 10 von 11 untersuchten Gesteinsarten ergibt eine Abweichung von max. 4 Einheiten sowohl nach oben als auch nach unten. Lediglich bei der Elektroofenschlacke beträgt die Abweichung 6 Einheiten.

In der Tabelle 1 sind die resultierenden Polierwerte der untersuchten Gesteine zusammengestellt. Den PSV_0 von frischen Gesteinen sind die Polierwerte der aus den Asphalten unter Variation der Lösungsmittel zurückgewonnenen Gesteinskörnungen gegenübergestellt.

3.4 Polierwerte der Prüfkörnung 5/8 mm (P_{5/8})

Die Ergebnisse der Polierprüfung an der Körnung 5/8 mm, Tabelle 2, liegen zahlenmäßig grundsätzlich auf dem PSV-Niveau der Prüfkörnung 8/10 mm. Bei 5 von 9 untersuchten Gesteinsarten liegen die $P_{5/8}$ -Werte gegenüber den PSV an 8/10 mm um 2 Einheiten höher. Die Prüftoleranz aus den Ergebnissen der Untersuchungen an der Prüfkörnung 8/10 mm von ± 2 Einheiten wird damit nicht verändert.

Die $P_{5/8}$ -Werte nach der Extraktion liegen ebenfalls innerhalb der Toleranz von ± 2 Einheiten wie bei den PSV. Damit bestätigt sich auch hier, dass durch die Extraktion keine Veränderung der Polierwerte zu erwarten ist.

4. Folgerungen für die Praxis

Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass der Polierwert grundsätzlich eine gesteinspezifische Eigenschaft ist. Bei güteüberwachten Gesteinen, die standardmäßig in Asphaltdeckschichten verwendet werden, ist keine Änderung des PSV infolge einer Aufnahme von Bitumenkomponenten oder infolge des Lösungsmiteleinflusses bei der Extraktion zu erwarten.

Für die Baupraxis bedeutet das, dass eine generelle Bestimmung des Polierwerts im Rahmen der Kontrollprüfungen an aus dem Asphalt wiedergewonnenen Gesteinskörnungen nicht notwendig ist. Bestehen jedoch Zweifel an der Polierresistenz der verwendeten Gesteine, ist eine Prüfung an den aus dem Asphalt zurückgewonnenen Gesteinskörnungen möglich. In solchen Fällen ist jedoch zu beachten, dass für die PSV-Bestimmung eine ausreichende Menge des Prüfmaterials gesichert werden muss, damit die Prüfung an repräsentativen Proben erfolgen kann. Besonders zu berücksichtigen ist hierbei die erforderliche große Menge an zu extrahierendem Asphalt, die für die Gewinnung von mindestens 2 kg der kornformbereinigten Prüfkörnung gemäß Norm erforderlich ist. Das Prüfergebnis kann dann unter Berücksichtigung der Prüfstreuung direkt mit den geforderten Sollwerten verglichen werden.

Aus den Untersuchungsergebnissen der Polierprüfungen an der Körnung 5/8 mm kann geschlossen werden, dass eine Niveaushiftung der Polierwerte an der kleineren Körnung gegenüber den Polierwerten an der Körnung 8/10 mm nicht stattfindet. Es ist davon auszugehen, dass ein im Rahmen

einer Eignungsprüfung bzw. der Güteüberwachung ermittelter Polierwert PSV nach DIN EN 1097-8 auch für die nächstkleinere Splittkörnung 5/8 mm gelten kann, vorausgesetzt, es werden die hier verwendeten Bedingungen bei der Prüfung eingehalten.

Die Notwendigkeit weiterer bauvertraglich relevanter Polierprüfungen scheint damit nicht erforderlich. Bei der Beurteilung der Polierresistenz von Gesteinen für splittreiche Asphaltgemische wie SMA 0/8 können zusätzliche aufwendige Polierprüfungen entfallen.

Von einer weiteren Reduzierung der Prüfkorngröße für Splitte wird abgeraten, denn der Aufwand für die Prüfung wird unverhältnismäßig groß. Zudem müsste ein eventueller Zusammenhang mit den Anforderungen, wie für die Prüfkörnung 5/8 mm hier festgestellt, vorher untersucht werden.

Tabelle 1: Zusammenstellung der PSV der untersuchten Gesteine 8/10 mm vom frischen Gestein (PSV₀) sowie nach Extraktion

Gesteinsart	Trockenroh- dichte [g/cm ³]	PSV ₀	PSV an extrahierter Prüfkörnung Lösungsmittel: Trichlorethylen		PSV an extrahierter Prüfkörnung Lösungsmittel: Methylenchlorid	
			B 50/70	PmB 45	B 50/70	PmB 45
Basalt	3,020 (2,973)	49 (50)	48	46	50	49
Diabas	2,840 (2,859)	62 (58)	60	61	64	62
Grauwacke A	2,711 (2,716)	62 (62)	60	62	62	59
Grauwacke B	2,732 (2,742)	62 (61)	60	59	n.b.	60
Moräne Oberrhein	2,647	54 (54/56/56)	54	53	52	56
Moräne Bayern	2,746 (2,732)	45 (44/44/44 43/46)	45	46	47	47
Quarzit	2,649 (2,46 - 2,63)	55 (60/57/53)	55	55	55	56
Rhyolith	2,628 (2,63)	49 (51/51/51)	48	47	50	47
Syenit	2,736 (2,732)	54 (53/54)	53	54	54	50
Elektroofen- schlacke	3,792	60 (61/60)	57	54	56	58
Kalkstein	2,681	58	56	57	60	n.b.

Kennwerte aus der Fremdüberwachung in () n.b. = nicht bestimmt

Tabelle 2: Polierwerte $P_{5/8}$ an der Körnung 5/8 mm vom frischen Gestein sowie nach Extraktion von SMA 0/8 S (PmB 45) mit Trichlorethylen und Methylenchlorid

Gesteinsart	PSV₀	P_{5/8}	P_{5/8} an extrahierter Prüfkörnung Lösungsmittel: Trichlorethylen	P_{5/8} an extrahierter Prüfkörnung Lösungsmittel: Methylenchlorid
Basalt	49	51	50	51
Diabas	62	62	61	60
Grauwacke A	62	61		
Grauwacke B	62	n. b.		
Moräne Oberrhein	54	54		
Moräne Bayern	45	43	45	45
Quarzit	55	57		
Rhyolith (Quarzporphyr)	49	51		
Syenit	54	56		
Elektroofenschlacke	60	62		
Kalkstein	58	n. b.		

n.b. = nicht bestimmt