

Auswirkungen der Eigenschaften von Sanden und Füller auf den Mörtel von Walzasphalt (Splittmastixasphalt / Asphaltbeton)

FA 6.079

Forschungsstelle: Institut für Materialprüfung,
Dr. Schellenberg Rottweil GmbH, Rottweil
 Bearbeiter: Graf, K. / Vassiliou, K.
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und
Wohnungswesen, Bonn
 Abschluss: Dezember 2006

- wasserlösliche Anteile am Sand und Füller,
- Sandäquivalent,
- Methylenblauwert
- Absplitterungen nach Frost-Tau-Wechseln,
- Schlagzertrümmerungswert,
- Quellung am Marshall-Probekörper mit Messung des Stabilitätsabfalls und des Spaltzugfestigkeitsabfalls,
 - im Originalzustand (Verwendung von Eigenfüller und von Eigensand),
 - nur mit Eigenfüller,
- Schüttelabrieb an Sandasphaltprobekörpern,
 - im Originalzustand (Eigenfüller und Eigensand),
 - mit Standard-Kalksteinmehl,
 - mit Standard-Natursand.

1. Aufgabenstellung

Es gilt als unbestritten, dass die Eigenschaften der Asphalte entscheidend von den Eigenschaften der Sande beeinflusst werden. Die praktische Umsetzung der Erkenntnisse aus mehreren Forschungsarbeiten hat zu Anforderungen an den Eigenfüller von Sanden geführt, wobei diese Anforderungen in Bezug auf die Wasserempfindlichkeit des Asphalts erst von Bedeutung sind, wenn der Eigenfülleranteil des Sands über 10 M.-% beträgt.

Als Stand der Technik haben sich zwei Vorgehensweisen zur Prüfung der Wasserempfindlichkeit von Sanden und Füllern etabliert: Während bundesweit als Beurteilungskriterium die Quellung an Marshall-Probekörpern herangezogen wird, hat sich in Bayern der "Schüttelabrieb" mit den zugehörigen Prüfungen auf Quellung und Druckfestigkeitsabfall an Sandasphaltprobekörpern durchgesetzt. In der letzten Zeit wird zur Beurteilung der Wasserempfindlichkeit von Walzasphalten das durch das Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg im Rahmen eines AiF-Forschungsvorhabens über Dünne Schichten im Kalteinbau entwickelte Prüfverfahren "Bestimmung des Schüttelabriebs an Marshall-Probekörpern" angewandt. Bei diesem Verfahren wird die Wasserempfindlichkeit über den Masseverlust eines Marshall-Probekörpers nach mechanischer Beanspruchung unter Wasser bestimmt. Der Unterschied zum Schüttelabrieb an Sandasphaltprobekörpern besteht in der Verwendung von Marshall-Probekörpern anstelle von Sandasphaltprobekörpern.

Mit dem vorliegenden Forschungsvorhaben wurde das Ziel verfolgt, den Einfluss der Eigenschaften von Sanden und Füllern auf das Gebrauchsverhalten von Walzasphalten in Bezug auf die Wasserempfindlichkeit zu erfassen. Den Schwerpunkt der Untersuchungen bildeten Prüfungen zur Wasserempfindlichkeit wie Bestimmung der Quellung, des Stabilitätsabfalls, des Spaltzugfestigkeitsabfalls und des Schüttelabriebs.

2. Untersuchungsmethodik

Das Untersuchungsprogramm umfasste folgende Teile:

Teil I, Auswahl und petrografische Untersuchung von 20 Edelbrechsanden

Im Einvernehmen mit dem Betreuungsausschuss wurden 20 Edelbrechsande ausgewählt und petrografisch bzw. mineralogisch untersucht.

Teil II, technologische Untersuchungen an Sanden

Zur Bewertung der Eigenschaften der 20 Sande im Hinblick auf ihre Eignung im Asphaltstraßenbau wurden folgende technologische Merkmale bestimmt:

- Korngrößenverteilung am Sand und Füller durch Sedimentationsanalyse bzw. Luftstrahlsiebung,
- Rigden-Hohlraum,
- Rohdichte am Sand und Füller,
- versteifende Eigenschaften (Delta Ring und Kugel),

Teil III, Untersuchungen zur Wasserempfindlichkeit von Walzasphalten

Unter Verwendung von 5 der vorher untersuchten 20 Edelbrechsande wurden Untersuchungen zur Wasserempfindlichkeit an Walzasphalten durchgeführt. Folgende Variationen wurden vorgenommen:

- Mischgutsorte in zwei Stufen (Asphaltbeton 0/8, SMA 0/11S),
- Hohlraumgehalt am Marshall-Probekörper in drei Stufen (3,0, 6,0, 9,0 Vol.-%),
- Bindemittelsorte in zwei Stufen (Straßenbaubitumen, polymermodifiziertes Bitumen-PmB),
- Eigenfüller-zu-Fremdfülleranteil in drei Stufen (100/0, 75/25 und 50/50).

Als ergänzende Mineralstoffe wurden das Moränematerial der Quellungsprüfung nach TP Min-StB sowie ein praxisbewährtes Kalksteinmehl eingesetzt.

Die Bewertung der Wasserempfindlichkeit erfolgte über

- Quellungsprüfung mit Messung des Stabilitäts- und des Spaltzugfestigkeitsabfalls,
- Prüfung des Schüttelabriebs an Marshall-Probekörpern.

Die Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet und den Ergebnissen des Teils II gegenübergestellt.

3. Untersuchungsergebnisse

Teil I und Teil II

Bei einer Gesamtbetrachtung der Ergebnisse der mineralogischen und technologischen Untersuchungen an den 20 Sanden wird deutlich, dass mit den verschiedenen Prüfverfahren unterschiedliche Sande als kritisch in Bezug auf die Wasserempfindlichkeit angesprochen werden. Lediglich der Sand Nr. 17 wurde bei drei Untersuchungen als kritisch angesprochen, die Sande Nr. 4, Nr. 6, Nr. 14, Nr. 18 und Nr. 19 wurden bei jeweils zwei Untersuchungen erfasst. Der in den TL Min-StB bezüglich der Quellung angegebene Höchstwert von 1,0 Vol.-% wurde bei allen untersuchten Sanden eingehalten. Aufgrund dieser Ergebnisse wurden im Einvernehmen mit dem Betreuungsausschuss folgende fünf Sande für die Einbeziehung in die Untersuchungen zur Wasserempfindlichkeit von Walzasphalten ausgewählt:

- Sand Nr. 2, Nr. 9 als Sande mit günstigen Eigenschaften,
- Sand Nr. 6, Nr. 14 und Nr. 17 als Sande mit eventuell ungünstigen Eigenschaften.

Teil III

Die Ergebnisse zeigen für alle Sande eine mit zunehmendem Hohlraumgehalt tendenzielle Zunahme der Werte für die Quellung, den Stabilitätsabfall, den Spaltzugfestigkeitsabfall und den Schüttelabrieb. Die unter Verwendung von PmB hergestellten Varianten zeigen in der Regel eine günstigere Wasserempfindlichkeit als die entsprechenden Varianten mit Straßenbaubitumen. Der Einfluss des Eigen-/Fremdfülleranteils konnte nicht eindeutig verifiziert werden. Der Einfluss der Mischgutart ist nicht einheitlich: Während die Werte für den Spaltzugfestigkeitsabfall beim SMA 0/11S höher als die Werte für den Asphaltbeton 0/8 sind, ist diese Reihenfolge bei den Werten für den Schüttelabrieb in der Mehrzahl aller untersuchten Varianten umgekehrt.

Sande, die bereits anhand der technologischen Untersuchungen als kritisch im Hinblick auf die Wasserempfindlichkeit angesprochen wurden, verhalten sich auch nach den Untersuchungen an Walzasphalten ungünstig. Lediglich für einen Sand (Basalt) konnte das kritische Verhalten in Bezug auf die Wasserempfindlichkeit durch die Untersuchungen an Walzasphalten nicht bestätigt werden.

Die Auswertung der Ergebnisse ergab zusätzlich, dass lediglich ein schwacher Zusammenhang zwischen der Quellung und dem Schüttelabrieb zu vermuten ist, während zwischen den anderen Merkmalen zur Wasserempfindlichkeit untereinander kein systematischer Zusammenhang besteht. Diese Aussage lässt sich dadurch erklären, dass jedes Prüfverfahren unterschiedliche Eigenschaften anspricht und auf unterschiedliche Einflussfaktoren reagiert. Der Schüttelabrieb am Marshall-Probekörper korreliert schwach mit dem Methylenblauwert am Füller. Die beste Korrelation liegt zwischen dem Schüttelabrieb am Sandasphaltprobekörper und dem Schüttelabrieb am Marshall-Probekörper vor.

Sowohl die Quellung als auch der Schüttelabrieb werden von jeweils vier Einflussfaktoren signifikant beeinflusst und eignen sich daher besser als der Spaltzugfestigkeitsabfall und der Stabilitätsabfall für die Ansprache der Wasserempfindlichkeit von Walzasphalten. Kein Prüfmerkmal reagiert signifikant auf Änderungen des Eigen-/Fremdfülleranteils. Es ist zu vermuten, dass dieser Einfluss durch stärkere Einflussfaktoren überdeckt wird (vgl. Tabelle 2).

4. Folgerungen für die Praxis

Im Hinblick auf die beim Sand Nr. 6 aus Basalt erzielten Ergebnisse wird empfohlen, dass in Zweifelsfällen die Beurteilung der Wasserempfindlichkeit anhand einer Prüfung an Asphaltprobekörpern mit der tatsächlichen Mischgutzusammensetzung erfolgen soll.

Zur Umsetzung der Ergebnisse des vorliegenden Forschungsvorhabens in die Praxis wird vorgeschlagen, dass bei einer negativen Bewertung der Wasserempfindlichkeit eines Sands mit der Quellungsprüfung am Marshall-Probekörper oder mit dem Schüttelabrieb am Sandasphaltprobekörper eine Prüfung auf Schüttelabrieb am Marshall-Probekörper mit der tatsächlichen Zusammensetzung des Asphalts durchgeführt werden soll. Auf diese Weise lassen sich Sande für die Herstellung von Asphalt verwenden, die bei Prüfungen am Sand ausgeschlossen worden wären.

In diesem Zusammenhang ist Forschungsbedarf im Hinblick auf die Erarbeitung des Bewertungshintergrunds zum Prüfverfahren "Schüttelabrieb am Marshall-Probekörper" erkennbar. Die Festlegung einer Anforderung kann sicherlich nur in Abhängigkeit von der Verwendung des Asphalts, z. B. in Tragschichten, in Deckschichten oder in offenporigen Deckschichten erfolgen. Ferner ist zu berücksichtigen, dass im

Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens ausschließlich praxisbewährte Sande eingesetzt wurden. Diese Festlegung hat sich auf die geringe Spreizung der Ergebnisse der eingesetzten Prüfverfahren ausgewirkt.

Im Übrigen zeichnet sich ab, dass sich das Verfahren "Schüttelabrieb am Marshall-Probekörper" für die Ansprache des Affinitätsverhaltens eignet. Bei Prüfung von Asphalten mit konstanter Zusammensetzung des Mineralstoffgemischs und mit verschiedenen Bindemittelsorten können unter Umständen die unterschiedlichen Affinitätseigenschaften der Bindemittel aufgezeigt werden. Es wäre daher auch mit dieser Zielsetzung Forschungsbedarf vorhanden.

Nicht zuletzt wird an dieser Stelle den Lieferwerken für die Bereitstellung der Sandproben einschließlich der Daten zur Produktion und zur Fremdüberwachung der Sande, den Vertretern der Bitumenindustrie für die Bereitstellung der Bindemittelproben sowie den Mitgliedern des Betreuungsausschusses für die konstruktive Mitwirkung aufrichtig gedankt.

Tabelle 1: Gesamtbetrachtung der Ergebnisse der mineralogischen und der technologischen Untersuchungen an den 20 Sanden

WERK-NR	MINERALSTOFF-ART	BEWERTUNG DER WASSEREMPFINDLICHKEIT ALS KRITISCH ÜBER				
		Mineralogische Ansprache	Quellung am MPK	Stabilitätsverlust	Spaltzug Festigkeitsabfall am MPK	Schüttelabrieb am SPK
1	dev. Massenkalk					
2	Muschelkalk					
3	Granit					
4	Diorit				x	x
5	Basalt	x				
6	Basalt	x		x	x	
7	Moräne					
8	Moräne, gewaschen					
9	Moräne, trocken					
10	quarzhaltige Moräne					
11	kalkhaltige Moräne				x	
12	Grauwacke					
13	Grauwacke					
14	Mikrodiorit	x				x
15	Quarzporphyr					
16	Quarzit					x
17	Diabas	x		x	x	x
18	Diabas	x			x	
19	Gabbro	x			x	(x)
20	LD-Sand					

Tabelle 2: Einfluss der variierten Parameter auf die Prüfmerkmale für die Wasserempfindlichkeit (aus Untersuchungen an den Walzasphalten); die Anzahl der Sterne ist identisch mit der Anzahl der Einflussfaktoren, die das jeweilige Merkmal signifikant beeinflussen

Prüfmerkmal für	Einfluss				
	der Sandart	der Asphaltart	des Eigen-/Fremdfülleranteils	der Bindemittelart	des Hohlraumgehalts
Wasserempfindlichkeit (aus Untersuchungen an den Walzasphalten)					
Quellung	signifikant	signifikant	nicht signifikant	signifikant	signifikant
Stabilitätsabfall	nicht signifikant	nicht signifikant	nicht signifikant	signifikant	nicht signifikant
Spaltzugfestigkeitsabfall	nicht signifikant	nicht signifikant	nicht signifikant	signifikant	signifikant
Schüttelabrieb	signifikant	signifikant	nicht signifikant	signifikant	signifikant