

Forschungsbericht Nr. 2/02

Verbesserung von Asphalteigenschaften durch Zugabe von Kalkhydrat – Praxisversuch / Mischtechnik

M. Schneider, K. Schellenberg, H.-J. Ritter und H.-M. Schiffner

Abschlussbericht zu Forschungsvorhaben AiF-Nr. 12542

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse und Schlussfolgerung

Der Grundgedanke dieser Untersuchung die Asphalteigenschaften an in Straßen eingebauten Splittmastixasphalt- und Asphaltbeton-Deckschichten bestand darin, die im Labor festgestellten Ergebnisse (AiF-Nr. 10 656) mit der Praxis nach mehreren Jahren Liegezeit abzugleichen. Um den Einfluss der des Kalkhydrates auf die Eigenschaften der Asphalte zu prüfen wurden dazu zwei Beobachtungsstrecken eingerichtet. Die Ausgangsrezepturen der Eignungsprüfungen wurden modifiziert, indem unterschiedliche Bindemittelgehalte und unterschiedliche Verhältnisse Eigenfüller/Mischfüller (Kalksteinmehl/Kalkhydrat) in jeweils 4 Feldern der Strecken angeordnet wurden.

Zunächst wurden die Beobachtungsstrecken zusammen mit der Straßenbauverwaltung ausgewählt und die Möglichkeit zur großtechnischen Herstellung im Mischwerk geprüft. Dabei wurde festgestellt, dass kein Umbau der Mischanlagen zur Dosierung von Kalkhydrat notwendig ist, wenn im Forschungsvorhaben ein Mischfüller, der zu 50 M.-% aus Kalksteinmehl und zu 50 M.-% aus Kalkhydrat besteht, verwendet wird. Hierfür ist nur ein gesondertes Fremdfüllersilo vorzuhalten.

In der ersten Phase wurden Eignungsprüfungen für zwei Mischgutarten aufgestellt, Splittmastixasphalt SMA 0/8 S zum Einbau auf der Bundesstraße B 27 bei Dußlingen und Asphaltbeton AB 0/11 zum Einbau auf der Umgehungsstraße L 181 bei Bräunlingen. Die Beobachtungsstrecken weisen unterschiedliche Verkehrsbelastungen auf. Die Verkehrsbelastung auf der B 27 ist der Bauklasse II, die Verkehrsbelastung auf der L 181 ist der Bauklasse III zuzuordnen.

Auffällig war, dass beim einaxialen Zugversuch vor und nach Wassereinwirkung der SMA 0/8 S weit weniger Zugfestigkeitsabfall zeigte, als der AB 0/11 (siehe Tabelle 1).

	Verlust an Zugfestigkeit nach Wasserlagerung in %	
	ohne Kalkhydrat	mit Kalkhydrat
SMA 0/8 S	8,5	2,4
AB 0/11	47,5	9,4

Zugfestigkeitsabfall nach Wasserlagerung

Material	ohne Kalkhydrat (%)	mit Kalkhydrat (%)
SMA 0/8 S	8,5	2,4
AB 0/11	47,5	9,4

Tabelle 1: Vergleich der Ergebnisse des Zugfestigkeitsabfalls

Daraus kann gefolgert werden, dass die Reduzierung des Zugfestigkeitsabfalls bzw. die Verbesserung des Haftverhaltens durch Zugabe von Kalkhydrat umso deutlicher ausgeprägt ist, je geringer die Bindemittelfilmdicke ist, wie beispielsweise beim Vergleich Asphaltbeton zum SMA.

Parallel zum Einbau des Mischgutes in den jeweils 4 Feldern wurden regelmäßig Messungen mit der Isotopsonde durchgeführt. Hierdurch konnte eine gleichbleibende Qualität des Asphalts in den einzelnen Feldern sichergestellt werden. Nach dem Einbau wurden Kontrollprüfungen im Sinne der ZTV Asphalt-StB 94/98 [9] durchgeführt.

Die Ergebnisse aus der Bestimmung des Erweichungspunktes, dargestellt in Tabelle 2, am zurückgewonnenen Bindemittel zeigen, dass die bei der großtechnischen Mischgutherstellung eintretende Bindemittelverhärtung, durch Zugabe von Kalkhydrat vermindert werden kann und auch nach längerer Liegezeit (1,5 Jahre) keine weitere Verhärtung auftritt.

	Erweichungspunkt Ring und Kugel in °C		
	Ausgangsbindemittel	Kontrollprüfung	1. Nachuntersuchung 2002
SMA 0/8 S ohne Kalkhydrat	53,0	57,5	56,0
SMA 0/8 S mit Kalkhydrat		55,5	54,5
AB 0/11 ohne Kalkhydrat	47,0	55,5	56,0
AB 0/11 mit Kalkhydrat		49,5	49,0

Tabelle 2: Vergleich der Ergebnisse des EP RuK

Durch die Untersuchung der Dehnungsrate ist ein „Nullwert“ ermittelt worden, der für die Bewertung der Standfestigkeit dient. Eine Änderung der Dehnungsraten ist nur beim SMA 0/8 in den ersten 1,5 Jahren eingetreten. Die Unterschiede beim AB 0/11 sind nur marginal (Tabelle 3).

		Dehnungsrate ε_W *																
		in ‰ / n im einaxialen Druckschwellversuch																
		Kontrollprüfung	1. Nachuntersuchung 2002															
SMA 0/8 S	Feld 1	$43,49 \cdot 10^{-4}$	$30,49 \cdot 10^{-4}$															
	Feld 2	$26,59 \cdot 10^{-4}$	$22,64 \cdot 10^{-4}$															
	Feld 3	$30,80 \cdot 10^{-4}$	$12,29 \cdot 10^{-4}$															
	Feld 4	$28,33 \cdot 10^{-4}$	$14,81 \cdot 10^{-4}$															
		<p>Dehnungsrate im einaxialen Druckschwellversuch bei SMA 0/8 S</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Feld</th> <th>Kontrollprüfung (‰/n)</th> <th>1. Nachuntersuchung 2002 (‰/n)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Feld 1</td> <td>$4,349 \cdot 10^{-3}$</td> <td>$3,049 \cdot 10^{-3}$</td> </tr> <tr> <td>Feld 2</td> <td>$2,659 \cdot 10^{-3}$</td> <td>$2,264 \cdot 10^{-3}$</td> </tr> <tr> <td>Feld 3</td> <td>$3,080 \cdot 10^{-3}$</td> <td>$1,229 \cdot 10^{-3}$</td> </tr> <tr> <td>Feld 4</td> <td>$2,833 \cdot 10^{-3}$</td> <td>$1,481 \cdot 10^{-3}$</td> </tr> </tbody> </table>		Feld	Kontrollprüfung (‰/n)	1. Nachuntersuchung 2002 (‰/n)	Feld 1	$4,349 \cdot 10^{-3}$	$3,049 \cdot 10^{-3}$	Feld 2	$2,659 \cdot 10^{-3}$	$2,264 \cdot 10^{-3}$	Feld 3	$3,080 \cdot 10^{-3}$	$1,229 \cdot 10^{-3}$	Feld 4	$2,833 \cdot 10^{-3}$	$1,481 \cdot 10^{-3}$
Feld	Kontrollprüfung (‰/n)	1. Nachuntersuchung 2002 (‰/n)																
Feld 1	$4,349 \cdot 10^{-3}$	$3,049 \cdot 10^{-3}$																
Feld 2	$2,659 \cdot 10^{-3}$	$2,264 \cdot 10^{-3}$																
Feld 3	$3,080 \cdot 10^{-3}$	$1,229 \cdot 10^{-3}$																
Feld 4	$2,833 \cdot 10^{-3}$	$1,481 \cdot 10^{-3}$																
AB 0/11	Feld A	$7,20 \cdot 10^{-4}$	$5,38 \cdot 10^{-4}$															
	Feld B	$4,73 \cdot 10^{-4}$	$3,28 \cdot 10^{-4}$															
	Feld C	$4,98 \cdot 10^{-4}$	$5,65 \cdot 10^{-4}$															
	Feld D	$5,26 \cdot 10^{-4}$	$5,58 \cdot 10^{-4}$															
		<p>Dehnungsrate im einaxialen Druckschwellversuch bei AB 0/11</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Feld</th> <th>Kontrollprüfung (‰/n)</th> <th>1. Nachuntersuchung 2002 (‰/n)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Feld A</td> <td>$7,20 \cdot 10^{-4}$</td> <td>$5,38 \cdot 10^{-4}$</td> </tr> <tr> <td>Feld B</td> <td>$4,73 \cdot 10^{-4}$</td> <td>$3,28 \cdot 10^{-4}$</td> </tr> <tr> <td>Feld C</td> <td>$4,98 \cdot 10^{-4}$</td> <td>$5,65 \cdot 10^{-4}$</td> </tr> <tr> <td>Feld D</td> <td>$5,26 \cdot 10^{-4}$</td> <td>$5,58 \cdot 10^{-4}$</td> </tr> </tbody> </table>		Feld	Kontrollprüfung (‰/n)	1. Nachuntersuchung 2002 (‰/n)	Feld A	$7,20 \cdot 10^{-4}$	$5,38 \cdot 10^{-4}$	Feld B	$4,73 \cdot 10^{-4}$	$3,28 \cdot 10^{-4}$	Feld C	$4,98 \cdot 10^{-4}$	$5,65 \cdot 10^{-4}$	Feld D	$5,26 \cdot 10^{-4}$	$5,58 \cdot 10^{-4}$
Feld	Kontrollprüfung (‰/n)	1. Nachuntersuchung 2002 (‰/n)																
Feld A	$7,20 \cdot 10^{-4}$	$5,38 \cdot 10^{-4}$																
Feld B	$4,73 \cdot 10^{-4}$	$3,28 \cdot 10^{-4}$																
Feld C	$4,98 \cdot 10^{-4}$	$5,65 \cdot 10^{-4}$																
Feld D	$5,26 \cdot 10^{-4}$	$5,58 \cdot 10^{-4}$																

Tabelle 3: Vergleich der Ergebnisse der Dehnungsrate im einaxialen Druckschwellversuch Kontrollprüfung und 1. Nachuntersuchung 2002

Durch die Zugabe von Kalkhydrat steigt die Viskosität im Laufe der Liegezeit in unterschiedlichem Maße an (siehe Tabelle 4).

		Zugviskosität ν in Ns/mm ²			
		Eignungsprüfung		1. Nachuntersuchung 2002	
		ν_j	ν_m	ν_j	ν_m
SMA 0/8 S	ohne Kalkhydrat	1,55*10 ⁴ 1,48*10 ⁴	1,52*10 ⁴	6,73*10 ⁴ 6,46*10 ⁴	6,60*10 ⁴
	mit Kalkhydrat	2,13*10 ⁴ 2,22*10 ⁴	2,18*10 ⁴	8,08*10 ⁴ 7,78*10 ⁴	7,93*10 ⁴
		<p style="text-align: center;">Zugviskosität des SMA 0/8 S</p>			
AB 0/11	ohne Kalkhydrat	2,67*10 ⁴ 2,84*10 ⁴	2,76*10 ⁴	4,04*10 ⁴ 3,69*10 ⁴	3,87*10 ⁴
	mit Kalkhydrat	4,15*10 ⁴ 3,95*10 ⁴	4,05*10 ⁴	4,59*10 ⁴ 4,70*10 ⁴	4,65*10 ⁴
		<p style="text-align: center;">Zugviskosität des AB 0/11</p>			

Tabelle 4: Vergleich der Ergebnisse der Zugviskosität Eignungsprüfung und 1. Nachuntersuchung 2002

Erstaunlich ist auch, dass bei geringeren Bindemittelmengen die Eigenschaften Standfestigkeit, Viskosität und EP RuK durch Zugabe von Kalkhydrat derart verbessert werden, dass davon auszugehen ist, dass Schwankungen im Bindemittelgehalt kompensiert werden können.

Das Nachweisverfahren zur Bestimmung des Kalkhydratgehaltes in Mischfüllern und extrahierten Füllern wurden auf der Basis der in der Kalkanalytik gebräuchlichen Verfahren der Titration mit Salzsäure entwickelt.

Mischungen aus Kalkhydrat und den einzelnen Füllern mit unterschiedlichen Zusammensetzungen des Fülleranteils wurden hergestellt und dem Esterextraktions- und dem Titrationsverfahren unterworfen. Die Ergebnisse belegen, dass diese beiden Verfahren für die Bestimmung von Kalkhydrat in Mischfüllern bei einer Wiederfindungsrate von annähernd 100 % geeignet sind.

Im Labor hergestellte Asphaltmischungen mit variierten Fülleranteilen wurden extrahiert und die aufbereiteten Füllerfraktionen wurden mit der Titrationsmethode, der Zuckermethode und der Esterextraktionsmethode analysiert. Die eingesetzten Verfahren wurden modifiziert, da die Matrix, in der Kalkhydrat eingebunden ist, Änderungen bei der Probenbehandlung erzwingt. Die drei Prüfverfahren sind auch als Nachweisverfahren für Kalkhydrat in Asphaltmischgut geeignet.

Die nachstehende Grafik zeigt die über die drei Analysenverfahren gemittelten Wiederfindungsraten von Kalkhydrat in Asphaltmischungen mit den einzelnen Gesteinskörnungen und in unterschiedlichen Gehalten an Kalkhydrat. Diese Mittelwertbildung wurde vorgenommen, da die Werte der einzelnen Verfahren in der gleichen Größenordnung liegen. Die Wiederfindungsraten sind bei Basalt zwischen 51 und 64 %, bei Moräne zwischen 76 und 82% sowie bei Kalkstein bei 92 % bezogen auf einen geprüften Mischfüller.

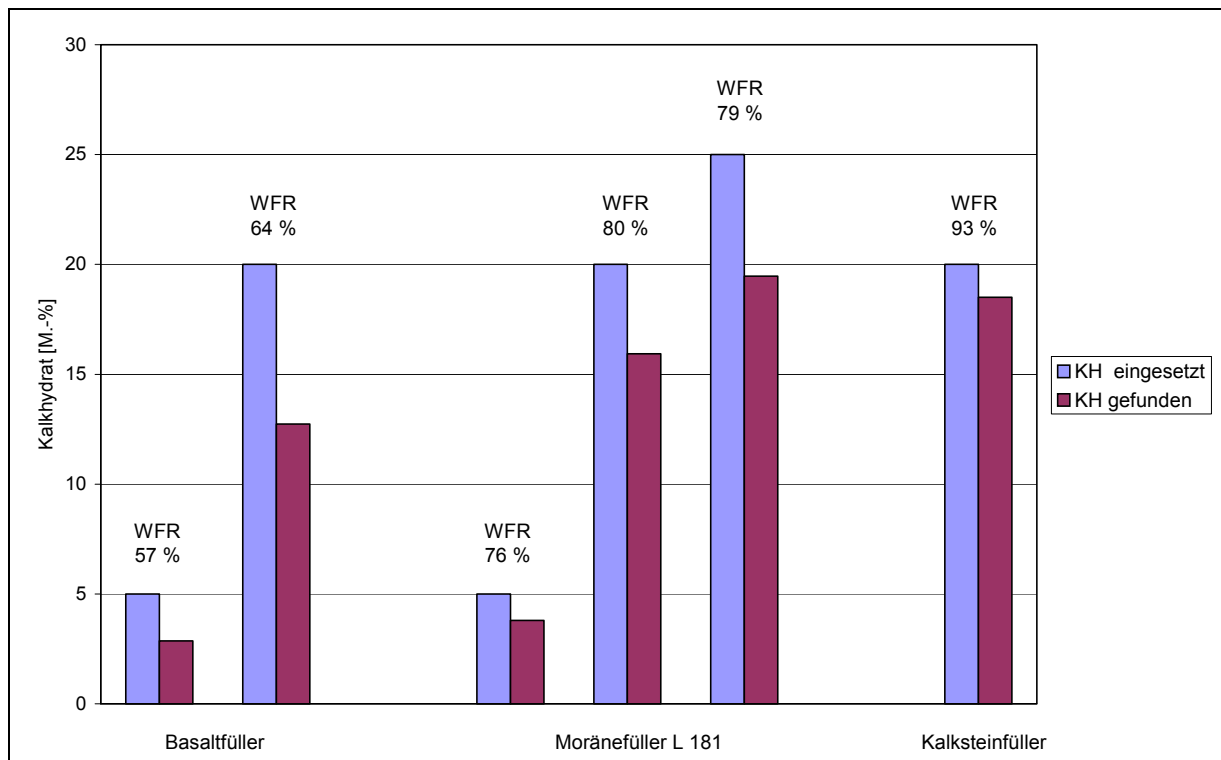


Abbildung 1: gemittelte Wiederfindungsraten an extrahierten Füllern

Die Nachweisverfahren wurden nach Verifizierung auf die extrahierten Füller (< 0,09 mm) aus dem Einbaumischgut und den Bohrkernen der Beobachtungsstrecken angewendet. Die Messwerte weisen aus, dass die drei Nachweisverfahren auch auf großtechnisch hergestelltes Asphaltmischgut anzuwenden sind.

Die Analyseergebnisse, der geringere gerätetechnische Aufwand für ein Straßenbaulabor und die Handhabbarkeit zeigen, dass die Titrationsmethode als Referenzverfahren und die Zuckermethode als Alternativverfahren für die erforderlichen Prüfungen im Asphaltstraßenbau festgelegt werden sollten.

Weitere Begutachtungen und Beprobungen der Beobachtungsstrecken werden Auskunft darüber geben wie sich die Eigenschaften der Asphalte verändern, da die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens mögliche maximale Liegezeit von 1,5 Jahren nicht als ausreichend für die Bewertung des Langzeitverhaltens betrachtet werden kann. Die in dieser Liegezeit festgestellten Ergebnisse zeigen allerdings schon die Richtung der Veränderung der Asphalteeigenschaften für die Zukunft auf.

Ausblick

Die bisher vorliegenden Ergebnisse sind positiv zu bewerten. Der Einsatz von Kalkhydrat im Asphalt führt nachweislich zu einer Verbesserung der Asphalteigenschaften im Bezug auf ihr Langzeitverhalten. Die Lebensdauer der Asphaltbefestigungen auf den Beobachtungsstrecken wird sich durch Kalkhydrat verlängern. Das tatsächliche Ausmaß ist durch spätere Prüfungen an den Beobachtungsstrecken zu erbringen.

Für die Analysenverfahren zum Nachweis des Kalkhydrates im Asphalt sollten im Rahmen von Ringversuchen die Präzisionsdaten ermittelt werden. Von weiterem Interesse wäre es die vermuteten Abhängigkeiten zwischen Gesteinskörnung und Kalkhydrat im Hinblick auf Veränderungen der asphalttechnologischen Eigenschaften aufzuklären.