

Optimierung der asphalttechnischen und akustischen Eigenschaften von Offenporigen Asphaltdeckschichten hinsichtlich Nutzungsdauer und schalltechnischer Wirksamkeit – Teil 1: Laboruntersuchungen

FA 7.222

Forschungsstelle: Institut Dr.-Ing. Gauer, Ingenieurgesellschaft mbH für bautechnische Prüfungen, Regenstauf

Bearbeiter: Schmalz, M./ Hausinger, N.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: September 2012

1 Aufgabenstellung

Steigende Anforderungen an den Lärmschutz an Straßen führen zu vermehrtem Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten. Untersuchungen an bestehenden Strecken zeigen, dass sowohl die akustische Wirksamkeit als auch die Nutzungsdauer noch optimiert werden können.

Bei den Offenporigen Asphaltdeckschichten handelt es sich um eine Bauweise, bei der zugunsten der Lärminderung konstruktive und kompositionelle Grundlagen der Asphaltbauweise in den Hintergrund treten. Wegen des für ein möglichst hohes Schallabsorptionspotenzial geforderten hohen Hohlraumgehalts wird gemäß den bisher gesammelten und ausgewerteten Praxiserfahrungen die straßenbauübliche Dauerhaftigkeit nicht erreicht. Dies liegt unter anderem daran, dass für eine Optimierung der Zusammensetzung eines Asphaltmischguts für Offenporige Asphaltdeckschichten die geeigneten Prüfverfahren im Laboratorium fehlen. Dies gilt insbesondere für die Prognose der Dauerhaftigkeit. Aber auch für die in der Akustik üblichen Prüfverfahren wie die Messungen des Schallabsorptionsgrads und des Strömungswiderstandes fehlen derzeit noch die Korrelationen zu den Prüfergebnissen, wie sie auf der fertigen Schicht angewendet werden.

Mit der vorliegenden Arbeit wurden erstmals systematisch die Möglichkeiten der Optimierung von Offenporigen Asphaltdeckschichten im Laboratorium untersucht.

In der Forschungsarbeit werden zwei wesentliche Eigenschaften der Offenporigen Asphaltdeckschichten angesprochen, der Hohlraumgehalt und die Dauerhaftigkeit bzw. die damit zusammenhängende Nutzungsdauer.

Mit dem Hohlraumgehalt stehen die asphalttechnologischen Kriterien Sieblinie, Bindemittelart und -gehalt sowie die akustischen Eigenschaften Strömungswiderstand und Absorptionsgrad in unmittelbarem Zusammenhang.

Die Dauerhaftigkeit wird in erster Linie von der Qualität des Gesteins und des Bindemittels bestimmt. Hinzu kommen die Einflüsse der Füllereigenschaften und die Zugabe von Haftmitteln.

Durch systematische Variation der genannten Parameter wurden die Auswirkungen auf den Hohlraumgehalt und die Dauerhaftigkeit untersucht.

Mit dem Untersuchungsprogramm sollten die zur Verfügung stehenden Prüfverfahren – Kornverlust, Wasserempfindlichkeit,

Schallabsorptionsgrad und Strömungswiderstand – hinsichtlich ihrer Aussagekraft bezüglich der bautechnischen und der akustischen Eigenschaften beurteilt werden.

Weiterhin soll ein neues Prüfverfahren – Schüttelabrieb an Marshall-Probekörpern – angewandt und bezüglich der Anwendbarkeit und Aussagekraft für Offenporige Asphaltdeckschichten beurteilt werden.

2 Untersuchungsmethodik

Die Auswirkungen der Variation von Sieblinie, Gesteinskörnung, Füllerart, Bindemittel und Haftmittel wurden im Rahmen von Laboruntersuchungen ermittelt. Kriterien für die Beurteilung der Eigenschaften waren Hohlraumgehalt, akustische Größen wie Strömungswiderstand und Schallabsorptionsgrad sowie asphalttechnische Parameter wie mechanische Stabilität und Wasserempfindlichkeit

Neben Prüfungen nach den TP Asphalt-StB kam auch der Schüttelabrieb am Marshall-Probekörper nach Schellenberg/Graf (großer Schüttelabrieb) zum Einsatz.

In der Forschungsarbeit wurden zwei wesentliche Eigenschaften der offenporigen Beläge angesprochen: Der Hohlraumgehalt und die Dauerhaftigkeit bzw. die Nutzungsdauer. Mit dem Hohlraumgehalt stehen die asphalttechnologischen Kriterien Korngrößenverteilung (KGV), Bindemittelart und -gehalt sowie die akustischen Eigenschaften Strömungswiderstand und Absorptionsgrad in unmittelbarem Zusammenhang.

Die Dauerhaftigkeit wird in erster Linie von der Qualität des Gesteins und des Bindemittels bestimmt. Hinzu kommen die Einflüsse der Füllereigenschaften und die Auswirkungen der Zugabe von Haftmitteln.

Das Forschungsprogramm wurde in zwei parallel laufende Untersuchungsblöcke aufgeteilt (Tabelle 1).

Ein Block beinhaltete die Untersuchungen zum Hohlraumgehalt und zu den akustischen Eigenschaften, der zweite Block diente der Ermittlung der Einflüsse auf die Dauerhaftigkeit.

Bei PA 11 wurde auf die Variationen von Bindemittel, Kornform, Füller und Haftmittel verzichtet, da erwartet werden konnte, dass sich die Auswirkungen dieser Variationen über die Ergebnisse der Versuche mit PA 8 und PA 16 mm abschätzen lassen. Bei den weiteren Varianten wurde unterschieden zwischen den den Hohlraumgehalt beeinflussenden Varianten (gelb) und den Varianten, die eher die Dauerhaftigkeit betreffen (grün).

Tabelle 1: Prüfmatrix, Variantenplan und Bezeichnung der Varianten und Materialien

		1		2		3		4		5		6
PA		Sieblinie		Kornform		Bindemittel		Gestein		Füller		Haftmittel
8	ofGK	ohne feine Ge- steinskörnung	g	gut	P1	PmB 1	R	Rhyolith	KS	Kalkstein	oH	ohne
	mfGK	mit feiner Ge- steinskörnung	s	schlecht	P2	PmB 2	G	Granit	MF	Mischfüller	mH	mit Haftmittel
					P3	PmB 3						
					G1	RmB G						
					G2	RmB R						
11	ofGK	ohne feine Ge- steinskörnung	g	gut	P1	PmB 1	R	Rhyolith	KS	Kalkstein	oH	ohne
	mfGK	mit feiner Ge- steinskörnung					G	Granit				
16	ofGK	ohne feine Ge- steinskörnung	g	gut	P1	PmB 1	R	Rhyolith	KS	Kalkstein	oH	ohne
	mfGK	mit feiner Ge- steinskörnung	s	schlecht	P2	PmB 2	G	Granit	MF	Mischfüller	mH	mit Haftmittel
					P3	PmB 3						
					G1	RmB G						
					G2	RmB R						

Legende: = Auswirkung auf Hohlraumgehalt/Block 1 = Auswirkung auf Dauerhaftigkeit/Block 2

3 Untersuchungsergebnisse

Bei dem Forschungsvorhaben wurde davon ausgegangen, dass die kompositionelle Zusammensetzung (Sieblinie), die Kornform und die Art des Bindemittels Auswirkungen auf den Hohlraumgehalt von Offenporigen Asphaltdeckschichten haben und dass das Gestein, die Art des Füllers und die Zugabe von Haftmittel eine Auswirkung auf die Dauerhaftigkeit haben.

Die Ergebnisse der Prüfverfahren großer Schüttelabrieb, Kornverlust (Cantabro-Test) und Abfall der Spaltzugfestigkeit (ITSR) sollten die Beurteilung der Dauerhaftigkeit ermöglichen. Die Messgrößen Absorptionsgrad, Frequenz des ersten Maximums und Strömungswiderstand sollten eine Beurteilung der akustischen Qualität zulassen.

Die Auswertung der Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen zeigt, dass sich Marshall-Probekörper und Bohrkerne aus walzsektorverdichteten Asphaltplatten hinsichtlich des Hohlraumniveaus und der Hohlraumstruktur unterscheiden. Eine Korrelation zwischen den Hohlraumgehalten der beiden Probekörpervarianten ist nicht möglich, da bisher nicht erfasste, gesteinsbedingte Einflüsse aus der mechanischen Beanspruchung bei der Verdichtung vorhanden sind. Dies führt zu den Schlussfolgerungen, dass

- Marshall-Probekörper für eine Prognose der in der Praxis auftretenden Hohlraumverhältnisse nicht empfohlen werden können,
- sich Marshall-Probekörper für eine Beurteilung der bautechnischen Eigenschaften nur bedingt eignen, eine Alternative für die Baupraxis derzeit jedoch nicht zur Verfügung steht,

- sich Marshall-Probekörper für eine Beurteilung der akustischen Eigenschaften nicht eignen,
- die Verfahren großer Schüttelabrieb und Kornverlust zwar Aussagen zur mechanischen Stabilität von Probekörpern kurz nach der Herstellung erlauben, eine Extrapolation auf das Langzeitverhalten aber nicht möglich ist,
- der Abfall der Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung weder hinsichtlich der Wasserempfindlichkeit noch hinsichtlich der Dauerhaftigkeit verwertbare Aussagen liefert,
- die akustischen Prüfverfahren zwar geeignet sind, Unterschiede zwischen den Varianten der geprüften Offenporigen Asphaltdeckschichten zu ermitteln, die Interpretation jedoch mangels der Kenntnis des Einflusses weiterer Faktoren derzeit noch Unsicherheiten aufweist und
- die Kornform keinen dominierenden Einfluss auf die akustischen Eigenschaften hat.

4 Folgerungen für die Praxis

Das im Laboratorium vorhandene Instrumentarium an Prüfungen und Verfahrensweisen scheint für eine praxismgerechte Beurteilung der Dauerhaftigkeit und der akustischen Eigenschaften von Offenporigen Asphaltdeckschichten nur bedingt geeignet zu sein. Dies liegt in erster Linie an der Tatsache, dass sich Marshall-Probekörper und Bohrkerne aus walzsektor-

verdichteten Asphaltplatten hinsichtlich des Hohlraumniveaus und der Hohlraumstruktur unterscheiden. Dieser Unterschied macht eine Optimierung bezüglich Stabilität, Dauerhaftigkeit und anderer ggf. notwendiger mechanischer Eigenschaften sowie alle Prüfungen zur Bestimmung akustischer Eigenschaften ausschließlich an Bohrkernen aus walzsektorverdichteten Asphalt-Probepplatten sinnvoll.

Das Ergebnis der Prüfungen des Kornverlusts (Cantabro-Test) erlaubt keine Aussage über die Dauerhaftigkeit. Zwar wird der Widerstand gegenüber mechanischer Beanspruchung kurz nach der Herstellung ermittelt, eine Extrapolation auf die Haltbarkeit des Asphalts unter Verkehrs- und Witterungsbedingungen ist nicht möglich.

Auch der Schüttelabrieb am Marshall-Probekörper nach Schellenberg/Graf spricht wegen der kurzen Prüfzeit nicht wie erhofft die Affinität an, sondern prüft auch eher die Stabilität gegenüber einer mechanischen Beanspruchung. Hier wird allerdings Entwicklungspotenzial im Hinblick auf eine Verbesserung der Aussagekraft gesehen, wenn die Probekörper vor der Prüfung einer verschärften Wasserlagerung und/oder Alterung unterzogen würden.

Der Spaltzug-Versuch an Probekörpern vor und nach Wasserlagerung ist für Offenporige Asphaltdeckschichten unter den gegenwärtigen Prüfbedingungen nicht geeignet.

Die Messungen des Schallabsorptionsgrads, der Lage des 1. Maximums und des Strömungswiderstand ergeben deutliche Unterschiede in den akustischen Eigenschaften der Varianten. Eine Abhängigkeit der Messwerte vom Hohlraumgehalt ist vorhanden, wird jedoch von anderen Faktoren, in erster Linie vom Größtkorndurchmesser und der Gesteinsart, überlagert.

Für die Konzeption von Offenporigen Asphaltdeckschichten im Laboratorium wird aufgrund der Untersuchungsergebnisse die Wahl der geeigneten Gesteinsart als wichtigster Schritt angesehen.

Kriterium für die Auswahl der Gesteinsart ist ein ausreichend großer Hohlraumgehalt, welcher an Bohrkernen aus walzsektorverdichteten Platten bestimmt werden sollte. Demgegenüber ist die Vorgabe eines geringen Anteils an ungünstig geformten Körnern eher von untergeordneter Bedeutung.

Die Zugabe feiner Gesteinskörnung beeinflusst die akustischen Eigenschaften. Bei passender Wahl des Gesteins und im Bereich des Hohlraumpektrums oberhalb von 23 Vol.-% scheint dieser Einfluss von untergeordneter Bedeutung zu sein. Damit ergäbe sich die Möglichkeit unter Beibehaltung einer ausreichenden akustischen Wirksamkeit, die Dauerhaftigkeit der Offenporigen Asphaltdeckschicht durch Erhöhung des Mörtelanteils zu verbessern.

Leider kann derzeit kein Labor-Prüfverfahren empfohlen werden, mit dem die Dauerhaftigkeit von Offenporigen Asphaltdeckschichten praxisgerecht angesprochen werden könnte.