

Optimierte Herstellung von WSV-Probekörpern für Performance-Prüfungen

FGSV 1/2015

Forschungsstelle: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen (ISE) (Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. R. Roos)
 Bearbeiter: Roos, R. / Plachkova-Dzhurova, P.
 Auftraggeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Köln
 Abschluss: März 2019

1 Einführung

Im Rahmen der europäischen Asphaltpezifikationen werden zukünftig vermehrt Anforderungen an performance-orientierte Asphaltkennwerte gestellt. Diese Anforderungen betreffen das Verformungs- und Tieftemperaturverhalten sowie die Steifigkeits- und Ermüdungseigenschaften. Die Asphaltkennwerte werden an im Labor hergestellten Probekörpern ermittelt, womit die Qualität der Probekörper-Herstellung einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse der Performance-Prüfungen hat. Die Probekörper werden aus Platten gewonnen, welche mittels Walzsektor-Verdichtungsgerät (WSV) unter standardisierten Bedingungen nach den TP Asphalt-StB, Teil 33 hergestellt werden. Bei dem im aktuellen Regelwerk verankerten Verdichtungsregime werden die mischgutpezifischen Verdichtungswiderstände bisher allerdings nicht ausreichend berücksichtigt. Darin ist lediglich festgelegt, dass das Verdichtungsregime iterativ angepasst werden muss, wenn die Anforderungen an die Plattendicke oder den Verdichtungsgrad nicht eingehalten sind. Dies erfordert für jedes Mischgut viel Zeit und Material.

2 Ziel des Forschungsvorhabens

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Verdichtung von Asphalt-Probekörpern für verschiedene Asphaltmischgutsorten im Labor zu optimieren. Als Orientierungswerte für den Verdichtungserfolg wurden Verdichtungsgrade sowie Hohlraumgehalte ähnlicher Asphalte aus zahlreichen Kontrollprüfungen herangezogen, um eine möglichst realitätsnahe und praxisorientierte Verdichtung der Probekörper für die Performance-Prüfungen zu erreichen.

3 Untersuchungsmethodik

Insgesamt wurden 17 Asphaltvarianten mit unterschiedlicher Verdichtbarkeit in das Untersuchungsprogramm einbezogen. Für jede Variante wurden konventionelle Asphalteeigenschaften wie Bindemittelgehalt, Korngrößenverteilung, Rohdichte, Raumdichte und Hohlraumgehalt bestimmt sowie Performance-Prüfungen durchgeführt. Ein Überblick über die untersuchten Asphaltvarianten und das Untersuchungsprogramm zeigt Tabelle 1. Die Performance-Untersuchungen wurden dabei sowohl an Probekörpern, die nach dem aktuellen Teil 33 der TP Asphalt-StB, als auch an solchen, die nach dem neuen, mischgut-spezifischen Verdichtungsregime verdichtet wurden, durchgeführt. Mit diesen Untersuchungen wurden die Auswirkungen der neu entwickelten Verdichtungsregime auf die Gebrauchseigenschaften überprüft.

Für die Entwicklung eines neuen Verdichtungsregimes wurde iterativ vorgegangen. Nach Definition eines Zielverdichtungsgrads beziehungsweise Hohlraumgehalts für die aus den Platten gewonnenen Probekörper, die dem Zustand in situ entsprechen sollen, wurden durch Anpassung der Kräfte bei der Vor- und Hauptverdichtung sowie der Anzahl der Walzübergänge neue Regime erprobt.

Tabelle 1: Übersicht der betrachteten Varianten und des Untersuchungsprogramms

		Untersuchungen an Asphaltproben					
		Konventionelle Kenngrößen	Steifigkeit	Ermüdung	Verformungsverhalten*)	Kälteflexibilität	
						Abkühlversuch	Zugversuch
Deckschichten	3x AC 11 D S 3x SMA 8 S 3x PA 8	X	X	-	X	X	X
Binderschichten	3x AC 16 B S 3x SMA 16 B S	X	X	X ^{*)}	X	x	-
Tragschichten	2x AC 32 T S	X	X	X	-	X	-

*) OVPM für die Variante PA, Dynamischer Stempelpenetrationsversuch für alle anderen Varianten
 **) bei einem Spannungsniveau

Die Anwendbarkeit der neu entwickelten Verdichtungsregime wurde über die Änderung der Größen und Streuungen der Raumdichte, der Plattendicke, der Dichteverteilung, des Verdichtungsgrads sowie des Hohlraumgehalts der Asphalt-Probekörper beziehungsweise der zylindrischen Probekörper untersucht.

Im Anschluss an diese Untersuchungen wurden mischgut-spezifische Vorschläge zur Modifizierung der aktuellen TP Asphalt-StB, Teil 33 erarbeitet, in dem die Vorgehensweisen der neu entwickelten Verdichtungsregime beschrieben und die Gründe für (oder gegen) eine Anpassung erläutert werden.

Abschließend erfolgten Betrachtungen zur Überwachung des Verdichtungserfolgs, um zukünftig den Verdichtungsprozess im Walzsektor-Verdichtungsgerät gezielt steuern zu können.

4 Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen können in Abhängigkeit der untersuchten Asphaltarten wie folgt zusammengefasst werden:

4.1 Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten

Aus den nach den TP Asphalt-StB, Teil 33 verdichteten Asphalt-Probekörpern aus Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten (AC 11 D S) wurden zylindrische Probekörper mit Verdichtungsgraden von im Mittel 101 % gewonnen. Aus zahlreichen Kontrollprüfungen ergab sich ein Zielverdichtungsgrad von 99,2 %, der aktuell im Mittel in situ erreicht wird. Dieser konnte bei der Verdichtung im Labor durch geringere Kräfte bei der Vor- und Hauptverdichtung erreicht werden. Für das optimierte Verdichtungsregime werden bei der Vorverdichtung nur noch 2,0 kN und bei der Hauptverdichtung nur noch 5,0 kN aufgebracht. Mittels neuem Regime konnten insgesamt Verdichtungsgrade der Probekörper zwischen 98,9 und 99,6 % erreicht und damit deutlich gesenkt werden. Beispielfhaft sind für den ACD-1 in Bild 1 die

Verdichtungsgrade der Asphalt-Probeplatten und Probekörper nach dem TP-Regime und nach neuem Regime dargestellt.

Die Ergebnisse der Performance-Prüfungen spiegelten die Ergebnisse, die in vorangegangenen Forschungsvorhaben in situ gemacht wurden, wieder. Für die Kälteflexibilität und das Steifigkeitsverhalten ergaben sich für die Probekörper, die mit optimiertem Regime hergestellt wurden, eher schlechtere Ergebnisse als mit der Verdichtung nach den aktuellen TP Asphalt-StB erreicht wurden. Insgesamt konnte die Performance damit dem Verhalten in situ angenähert werden und auch die Verdichtungsgrade entsprechen einem realitätsnäheren Zustand. Deshalb wurde eine Modifizierung der Technischen Prüfvorschrift empfohlen. Zukünftig sollte im Labor ein Zielverdichtungsgrad von 99,5 % für die Probekörper und damit ein Zielverdichtungsgrad von 98,5 % für Asphalt-Probeplatten angestrebt werden.

4.2 Splittmastixasphalt

Beim Splittmastixasphalt (SMA 8 S) ergab sich für die Probekörper ein mittlerer Verdichtungsgrad von 101 %, die aus den nach den TP Asphalt-StB, Teil 33 verdichteten Asphalt-Probeplatten hergestellt wurden. Aufgrund von Auswertungen von Kontrollprüfungsergebnissen wurde ein Zielverdichtungsgrad von 99,6 % festgelegt, der den Verdichtungsgrad in Realität widerspiegelt

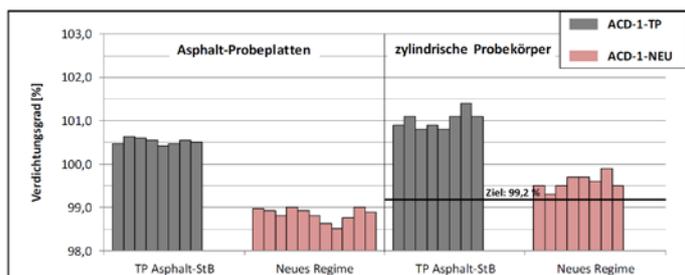


Bild 1: Verdichtungsgrade des Asphaltbetons für Asphaltdeckschichten (ACD-1) der Asphalt-Probeplatten und zylindrischen Probekörper nach den TP Asphalt-StB, Teil 33 und nach neuem Regime

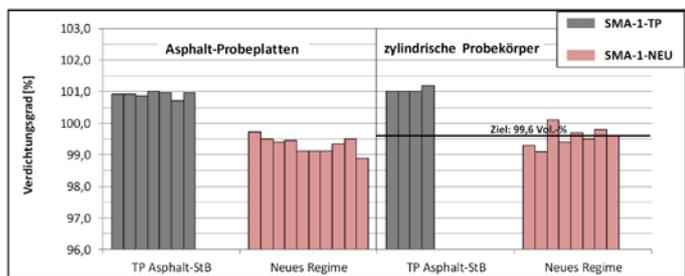


Bild 2: Verdichtungsgrade des Splittmastixasphalts (SMA-1) der Asphalt-Probeplatten und zylindrischen Probekörper nach den TP Asphalt-StB, Teil 33 und nach neuem Regime

Durch eine geringere Kraft bei der Hauptverdichtung von 5,0 kN konnte ein mischgutspezifischer Verdichtungsgrad erreicht werden. Die mittleren Verdichtungsgrade der Probekörper konnten damit auf ca. 99,4 % gesenkt werden. Die Verdichtungsgrade, die an Asphalt-Probeplatten und Probekörpern nach dem TP-Regime und dem neuen Regime erreicht wurden, sind für den SMA-1 beispielhaft in Bild 2 dargestellt.

Die Ergebnisse der Performance-Prüfungen waren dabei ebenfalls realitätsnäher im Vergleich zu der Verdichtung nach aktueller Prüfvorschrift. Obwohl sich das Verhalten teilweise wenig veränderte, zeichneten sich eher schlechtere Gebrauchseigenschaften ab, was bei Bohrkernuntersuchungen in vorangegangenen Forschungsvorhaben ebenfalls festgestellt worden war. Daher wurde für diese Asphaltart eine Modifikation der TP Asphalt-StB, Teil 33 vorgeschlagen. Darin sollte ein Verdichtungsgrad von 99,5 % für die Probekörper für Performance-Prüfungen und von 99,0 % für die Asphalt-Probeplatten festgeschrieben werden.

4.3 Offenporiger Asphalt

Der offenporige Asphalt (PA 8) wurde neben der Verdichtung nach den TP Asphalt-StB auch mit dem Regime nach dem "Merkblatt für offenporige Asphalte" (M OPA) verdichtet und untersucht. Darüber hinaus wurden ebenfalls neue Verdichtungsregime erprobt, um die Ansprache dieser Asphaltart im Labor zu analysieren. Dabei stellte sich heraus, dass sich mittels des Regimes nach dem "Merkblatt für offenporige Asphalte" reproduzierbar und praxisorientiert verdichten lässt. Außerdem zeigte es sich, dass der Hohlraumgehalt bei den offenporigen Asphalten eine geeignetere Zielgröße ist, da er weitaus weniger Streuungen unterliegt als der Verdichtungsgrad. Als Zielhohlraumgehalt wurde sich bei der Verdichtung am unteren Grenzwert der ZTV Asphalt-StB orientiert, welcher 22,0 Vol.-% beträgt. Die Ergebnisse der Performance waren großteils nicht eindeutig und unterlagen vielen Streuungen, dennoch erwies sich das Regime nach M OPA als das Geeignetste zum Erreichen des Zielhohlraumgehalts und damit dem optimalen Zustand in situ. Eine Modifizierung der TP Asphalt-StB wird dahingehend empfohlen, dass das Regime aus dem Merkblatt in die Technische Prüfvorschrift übernommen wird. Für die Probekörper sollte dann ein Hohlraumgehalt von $\geq 22,0$ Vol.-% und für die Asphalt-Probeplatten von $\geq 25,0$ Vol.-% angestrebt werden.

4.4 Asphaltbinder

Aus den nach den TP Asphalt-StB, Teil 33 verdichteten Asphalt-Probeplatten aus Asphaltbinder (AC 16 B S) wurden zylindrische Probekörper mit Verdichtungsgraden von im Mittel 101,5 % hergestellt, wobei die Streuungen unter den drei untersuchten Mischgütern größer als bei den anderen Asphaltarten sind. Für den Asphaltbinder wurde ein Zielverdichtungsgrad von 100,6 % festgelegt, da sich dieser aus Untersuchungen in situ im Mittel ergeben hat. Aufgrund der grundsätzlich höheren Verdichtungsgrade der Probekörper, die mit der Verdichtung nach den TP Asphalt-StB aktuell erreicht werden (Bild 3), wurden die Kräfte bei der Hauptverdichtung reduziert.

Mit einer Kraft von 9,0 kN ergab sich ein mittlerer Verdichtungsgrad der Probekörper von 100,8 %, was einer Senkung von rund 1 % im Vergleich zur Verdichtung nach der Technischen Prüfvorschrift entspricht.

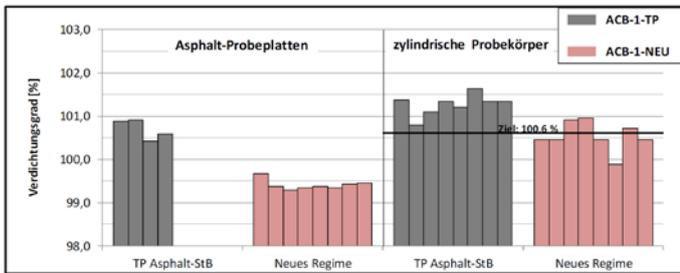


Bild 3: Verdichtungsgrade des Asphaltbinders (ACB-1) der Asphalt-Probeplatten und zylindrischen Probekörper nach den TP Asphalt-StB, Teil 33 und nach neuem Regime

Aufgrund von diesem realitätsnäheren Verdichtungsgrad sowie von teilweise deutlichen Veränderungen bei den Performance-Eigenschaften wurde vorgeschlagen, zukünftig einen Verdichtungsgrad von 100,0 % für die Probekörper und entsprechend einen Verdichtungsgrad von 99,5 % für die Asphalt-Probeplatten anzustreben.

4.5 Splittmastixbinder

Die Probekörper aus den drei Mischgütern des Splittmastixbinders (SMA 16 B S) wiesen bei der Verdichtung nach den TP Asphalt-StB einen mittleren Verdichtungsgrad von 101,4 % auf. Zu Beginn des Projekts wurde ein Zielverdichtungsgrad von 100,6 % definiert, der sich anhand einer umfassenden Auswertung von Kontrollprüfungen ergab. Daraufhin wurden das Untersuchungsprogramm nach den TP Asphalt-StB durchgeführt und modifizierte Regime zum Erreichen des Zielverdichtungsgrads erprobt. Dabei stellte sich heraus, dass trotz einer deutlichen Änderung der Kraft bei der Hauptverdichtung keine wesentliche Änderung des Verdichtungsgrads erfolgte. Außerdem vergrößerten sich die Streuungen bei der Raumdichte und Raumdichteverteilung teilweise für das neu erprobte Regime im Vergleich zu der Verdichtung nach Technischer Prüfvorschrift. Dies deutet insgesamt darauf hin, dass für den Splittmastixbinder bereits eine gute Annäherung der Verdichtung in situ mittels des Regimes nach den TP Asphalt-StB getroffen wird. Daher wurde keine Modifizierung der TP Asphalt-StB vorgeschlagen.

4.6 Asphalttragschicht

Bei den beiden untersuchten Asphalttragschichten (AC 32 T S) wurde bei einer Verdichtung nach den TP Asphalt-StB ein mittlerer Verdichtungsgrad der Probekörper von ca. 101,3 % erreicht. Aus Erfahrungswerten wurde ein Zielverdichtungsgrad von 102,0 % festgelegt. Dieser konnte mit einer Verdichtung mit mehr Walzübergängen (25 Stück) erreicht werden, da die großen Körner der Tragschicht mehr Zeit haben, sich auszurichten. Der Verdichtungsgrad wurde damit im Vergleich zu der TP-Variante um rund 1,0 % erhöht. In Bild 4 ist dies beispielhaft für den ACT-1 dargestellt. Ferner veränderten sich die Performance-Kennwerte Steifigkeit und Ermüdung infolge des neuen Verdichtungsregimes. Daher sollte eine Modifizierung der aktuellen Prüfvorschrift erfolgen. Darin sollte für die Asphalt-Probeplatten zukünftig ein Verdichtungsgrad von 102,5 % und für die Probekörper von 102,0 % angestrebt werden.

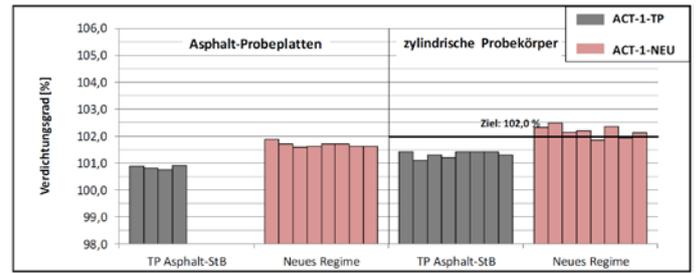


Bild 4: Verdichtungsgrade der Asphalttragschicht (ACT-1) der Asphalt-Probeplatten und zylindrischen Probekörper nach den TP Asphalt-StB, Teil 33 und nach neuem Regime

5 Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass für vier der sechs untersuchten Asphaltarten mischgutspezifische Verdichtungsregime entwickelt und verifiziert werden konnten. Für diese wird daher eine Modifizierung der aktuellen Prüfvorschrift empfohlen. Zur Verifizierung dieser Ergebnisse sollten weitere Mischgüter diese Asphaltarten mittels optimiertem Verdichtungsregime verdichtet und anhand der Verdichtungsgrade in situ überprüft werden.

Für den offenporigen Asphalt empfiehlt sich ebenfalls, das Regime aus dem Merkblatt für offenporige Asphalte in die TP Asphalt-StB, Teil 33 zu übernehmen. Einzig für die drei Mischgüter des Splittmastixbinders ergab sich, dass kein mischgutspezifisches Verdichtungsregime erforderlich ist, was jedoch anhand weiterer Mischgüter verifiziert werden sollte.

Um zukünftig noch zielsicherer im Labor verdichten zu können, sollte auch die Steuerung und Überwachung der Plattenherstellung im Walzsektor-Verdichter angepasst werden. Dabei sollte die eingebrachte Verdichtungsarbeit messtechnisch überwacht werden können, um eine mischgutspezifische Steuerung zu gewährleisten.

