

## Optimierte Herstellung von WSV-Probekörpern für Performance-Prüfungen – Nachuntersuchungen

FA FGSV 1/15.2

Forschungsstelle: Karlsruher Institut für Technologie (KIT),  
Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen  
(ISE) (Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. R.  
Roos)

Bearbeiter: Roos, R. / Plachkova-Dzhurova, P.  
/ Stelzenmüller, N.

Auftraggeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und  
Verkehrswesen e. V., Köln

Abschluss: April 2021

### 1 Einführung und Zielsetzung

Im Rahmen des Forschungsprojekts 7.1/15 "Optimierte Herstellung von WSV-Probekörpern für Performance-Prüfungen" wurde die Verdichtung von Asphalt-Probekörpern und den daraus gewonnenen Probekörpern für verschiedene Asphaltmischgutsorten optimiert und individuell angepasst, da die im aktuell geltenden Regelwerk (TP Asphalt-StB, Teil 33) verankerten Verdichtungsregime die mischgutspezifischen Verdichtungswiderstände nicht berücksichtigen. Diese sind jedoch bei der Ermittlung von Asphaltkennwerten mittels Performance-Prüfungen von zentraler Bedeutung, da die Qualität der dafür hergestellten Probekörper einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse hat. 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. Die Untersuchungen zeigen, dass für fünf der sechs untersuchten Asphaltarten ein neues, mischgutspezifisches Regime erforderlich ist.

Um die Ergebnisse des oben genannten Forschungsprojekts zu verifizieren und eine mögliche Aufnahme ins Regelwerk zu überprüfen, wurden im Rahmen von Nachuntersuchungen nun weitere Mischgüter der gleichen Sorte mittels der neuen, mischgutspezifischen Regime verdichtet und anhand von Bohrkerne bewertet.

### 2 Untersuchungsmethodik

Für die Überprüfung der neu entwickelten Verdichtungsregime wurden drei Asphaltarten (AC 11 D S, SMA 8 S und AC 32 T S) des vorangegangenen Forschungsprojekts ausgewählt, die in größerem Umfang analysiert werden. Für eine umfassende Beurteilung sollten je Sorte ca. 30 Asphaltmischgüter mit möglichst unterschiedlicher Zusammensetzung einbezogen werden. Das Material dafür wird bei Kontrollprüfungen zusätzlich entnommen. Je Mischgut wird eine Asphalt-Probekörperplatte mit dem mischgutspezifischen Verdichtungsregime hergestellt und die Raumdichte dieser sowie der daraus gewonnenen zylindrischen

Probekörper bestimmt. Dadurch kann der festgelegte Zielverdichtungsgrad aus oben genannten Forschungsprojekt überprüft und mit den Ergebnissen der Bohrkerne aus der zugehörigen Baumaßnahme verglichen werden. Die Zielverdichtungsgrade für die Probekörper des AC 11 D S und des SMA 8 S betragen dabei 99,5 % ( $\pm 1,0$ ) und für die des AC 32 T S 102,0 % ( $\pm 1,0$ ).

### 3 Untersuchungsergebnisse

#### 3.1 Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten (AC 11 D S)

Innerhalb des Forschungsprojekts 7.1/15 konnte für den AC 11 D S das optimierte Verdichtungsregime für drei Mischgüter verifiziert werden. Die Kräfte bei der Vor- und Hauptverdichtung wurden im Vergleich zu dem Regime nach den aktuellen TP Asphalt-StB, Teil 33 reduziert, um den Zielverdichtungsgrad von 99,5 % ( $\pm 1,0$ ) für die zylindrischen Probekörper zu erreichen. Im Rahmen der Nachuntersuchungen wurden 35 weitere Asphaltmischgüter untersucht, denen 17 verschiedene Erstprüfungen zugrunde liegen. Somit ergibt sich insgesamt ein Stichprobenumfang von 38 Varianten und 20 Erstprüfungen, der für die Bewertung zur Verfügung steht.

Der mittlere Verdichtungsgrad der Probekörper beträgt unter Ausschluss der Ausreißer 98,7 % ( $n = 140$  Probekörper, das heißt 35 Mittelwerte) mit einer Spannweite von 3,0 %. Im Mittel liegen sie damit 0,8 % unter dem angestrebten Zielverdichtungsgrad von 99,5 %, jedoch noch innerhalb der zulässigen Toleranz von  $\pm 1,0$  %. Der mittlere Verdichtungsgrad der zugehörigen Bohrkerne ( $n = 29$ ) beträgt 99,8 % mit einer Spannweite von 3,0 %. Der mittlere Verdichtungsgrad der Bohrkerne liegt damit in unmittelbarer Nähe zum Zielverdichtungsgrad von 99,5 %. Eine grafische Aufbereitung der Verdichtungsgrade der Asphalt-Probekörper, der zylindrischen Probekörper und der Bohrkerne findet sich in Form von Box-Plots in Bild 1.

Insgesamt hat sich innerhalb der hier durchgeführten Nachuntersuchungen an 38 Varianten gezeigt, dass sich die Tendenz zu einer Annäherung an den definierten Zielverdichtungsgrad und damit an die Realität zwar bestätigt, jedoch nicht signifikant. Bei insgesamt nur zwölf Varianten und damit ca. einem Drittel der Mischgüter liegen sowohl die Probekörper, die nach optimiertem Verdichtungsregime verdichtet wurden, und die zugehörigen Bohrkerne innerhalb der Toleranz des Zielverdichtungsgrads. Daraus ergibt sich, dass das optimierte Verdichtungsregime in seiner jetzigen Form nicht hinreichend genau ist, um die Bedingungen in situ widerzuspiegeln und daher nicht in die TP Asphalt-StB, Teil 33 aufgenommen werden sollte. Der Zielverdichtungsgrad der zylindrischen Probekörper für Performance-Prüfungen von 99,5 % ( $\pm 1,0$ ) hat sich jedoch bestätigt, da 20 von 29 Bohrkerne diesen Wert sehr gut treffen, sodass dieser zukünftig als Zielwert gelten sollte.

3.2 Splittmastixasphalt (SMA 8 A)

Um den Zielverdichtungsgrad von 99,5 % ( $\pm 1,0$ ) bei der Mischgutsorte SMA 8 S für zylindrische Probekörper für Performance-Prüfungen zu erreichen, wurden im vorangegangenen Forschungsprojekt die Kräfte bei der Hauptverdichtung im Vergleich zum Regime nach den TP Asphalt-StB, Teil 33 reduziert. In oben genanntem Forschungsprojekt sind bereits drei Varianten untersucht worden; innerhalb dieser Nachuntersuchungen werden nun 33 weitere Varianten einbezogen, sodass insgesamt 36 Mischgüter aus zehn Erstprüfungen zur Interpretation zur Verfügung stehen.

Für die Stichprobe von  $n = 132$  Probekörpern (33 Mittelwerte) kann der mittlere Verdichtungsgrad der zylindrischen Probekörper mit 98,9 % angegeben werden. Damit liegen die Probekörper innerhalb der Toleranz des Zielverdichtungsgrads von 99,5 % ( $\pm 1,0$ ). Die Spannweite beträgt 5,2 %. Bei den Bohrkerne konnten insgesamt 26 Stück in die Auswertung einbezogen werden. Der Mittelwert für diese liegt bei 99,6 % (Spannweite 4,1 %), was in unmittelbarer Nähe des Zielverdichtungsgrads liegt. In Bild 1 sind die Streuungen der Verdichtungsgrade der Asphalt-Probekörper, der zylindrischen Probekörper und der Bohrkerne in Box-Plots grafisch aufbereitet.

Die Nachuntersuchungen mit 36 Varianten haben insgesamt gezeigt, dass mittels optimiertem Verdichtungsregime der Zielverdichtungsgrad von 99,5 % ( $\pm 1,0$ ) gut angenähert werden kann, jedoch vergleichsweise größere Streuungen aufgetreten sind. Nur ein Drittel der zylindrischen Probekörper mit dazugehörigem Bohrkerne, nämlich 12 Varianten, treffen den Zielverdichtungsgrad sehr gut. Tendenziell haben sich bei den übrigen Varianten eher geringere Verdichtungsgrade bei den zylindrischen Probekörpern eingestellt. Daher ist das optimierte Verdichtungsregime in seiner aktuellen Form nicht geeignet ist, um eine reproduzierbare und hinreichend genaue realitätsnahe Verdichtung zu erreichen. Der Zielverdichtungsgrad von 99,5 % ( $\pm 1,0$ )

hat sich aufgrund der Ergebnisse der Bohrkerne bestätigt, so dass dieser als Zielwert im Regelwerk verankert werden sollte.

3.3 Asphalttragschicht (AC 32 T S)

Für den Asphaltbeton für Asphalttragschichten (AC 32 T S) wurden im Forschungsprojekt 7.1/15 zwei Mischgüter analysiert, um den Zielverdichtungsgrad von 102,0 % ( $\pm 1,0$ ) an den zylindrischen Probekörpern zu verifizieren. Beim optimierten Verdichtungsregime ist die Hauptverdichtung mit 25 anstelle von 15 Übergängen, wie in den TP Asphalt-StB, Teil 33 angegeben, durchzuführen. Um auch bei dieser Mischgutsorte eine größere Anzahl Varianten einzubeziehen, wurden innerhalb der Nachuntersuchungen 25 weitere Mischgüter untersucht. Dadurch entsteht für den AC 32 T S ein Stichprobenumfang von 27 Varianten, denen insgesamt 15 Erstprüfungen zugrunde liegen.

Der mittlere Verdichtungsgrad von  $n = 52$  Probekörpern (26 Mittelwerte) liegt bei 102,3 %, womit diese den angestrebten Zielverdichtungsgrad von 102,0 % ( $\pm 1,0$ ) sehr gut treffen. Die Spannweite liegt bei 4,5 %. Die zugehörigen 25 Bohrkerne liegen im Mittel bei einem Verdichtungsgrad von 101,2 %, was unterhalb des Zielverdichtungsgrads liegt, aber noch innerhalb der Toleranz. Die Spannweite beträgt 4,1 %. In Bild 1 sind die Verdichtungsgrade der Asphalt-Probekörper, der zylindrischen Probekörper und der Bohrkerne inkl. Mittelwert, Spannweite und Median grafisch dargestellt.

Für das Asphalttragschichtmischgut AC 32 T S hat sich aus den Untersuchungen insgesamt ergeben, dass das optimierte Verdichtungsregime gut geeignet ist, um einen realitätsnahen Verdichtungsgrad an zylindrischen Probekörpern für Performance-Prüfungen zu erzielen. Die Verdichtungsgrade der zugehörigen Bohrkerne bestätigen dieses Ergebnis. Daher sollte das optimierte Regime inkl. Zielverdichtungsgrad in die TP Asphalt-StB, Teil 33 aufgenommen werden.

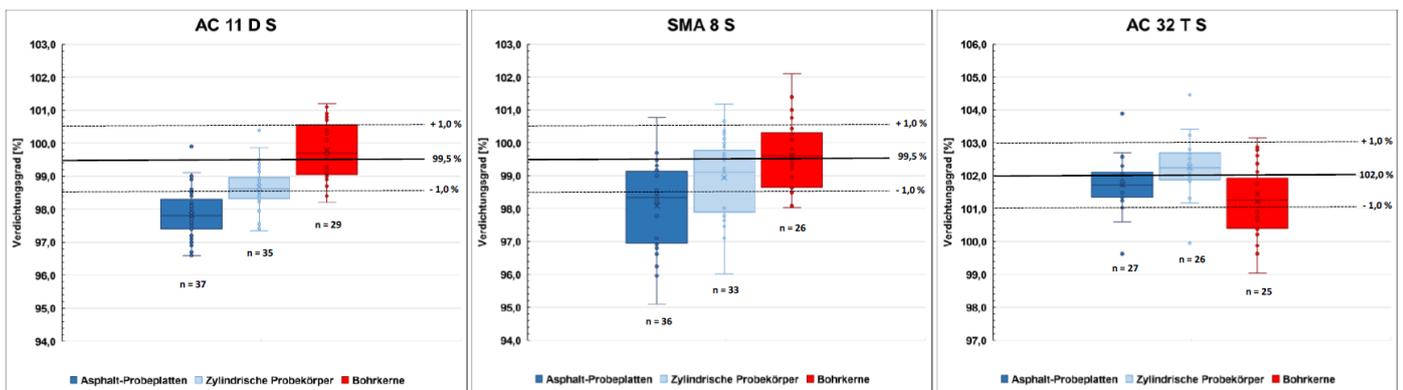


Bild 1: Verdichtungsgrade der Asphalt-Probekörper, der zylindrischen Probekörper und der Bohrkerne des AC 11 D S, SMA 8 S und des AC 32 T S

### 4 Zusammenfassung

Innerhalb der Nachuntersuchungen zum Forschungsprojekt 7.1/15 "Optimierte Herstellung von WSV-Probekörpern für Performance-Prüfungen" wurden mehrere Varianten von drei Asphaltmischgutsorten (AC 11 D S, SMA 8 S und AC 32 T S) einbezogen, um die Anwendung der optimierten Verdichtungsregime an einem größeren Stichprobenumfang zu überprüfen.

Die optimierten Verdichtungsregime der beiden Asphaltmischgüter für Asphaltdeckschichten (AC 11 D S und SMA 8 S) sind in ihrer aktuellen Form zwar nicht hinreichend genau, um eine realitätsnahe Verdichtung zu erreichen, die Untersuchungen zeigen dennoch, dass zukünftig weiter daran gearbeitet werden sollte, mischgutspezifische Verdichtungsregime für unterschiedliche Asphaltarten zu entwickeln. Die Ergebnisse für den AC 32 T S zeigen, dass das optimierte Verdichtungsregime und der neue Zielverdichtungsgrad gut geeignet sind, um eine realitätsnahe Verdichtung der zylindrischen Probekörper für Performance-Prüfungen zu erzielen und daher in die TP Asphalt-StB, Teil 33 aufgenommen werden sollten.