



Alexander Ringleb

## **Einfluss der Walzsektor-Verdichtung auf Ergebnisse des Triaxialen Druck- Schwellversuchs**

---

Benjamin Herzberg

## **Einfluss der Mischgutherstellung im Labor auf die resultierenden Asphalteeigenschaften**

2012

## **Vorwort**

Es ist mir eine Freude, zwei studentische Arbeiten aus dem Gebiet des Straßenwesens herausgeben zu dürfen. Es ist zum einen die beste aus insgesamt 6 im Jahr 2011 am ISBS abgeschlossenen Diplomarbeiten. Mit seiner Diplomarbeit zum Einfluss der Walzsektor-Verdichtung auf Ergebnisse des Triaxialen Druck-Schwellversuchs hat Herr Dipl.-Ing. Alexander Ringleb unter der Betreuung von Frau Dipl.-Ing. Lisi Hauser und meiner Wenigkeit sein Studium zum Bauingenieur an der TU Braunschweig erfolgreich abgeschlossen. Herr Ringleb untersuchte den Einfluss der Anisotropie von Walzasphalt-Proben auf das Verformungsverhalten. Dabei konnte er Erfahrungen aus einer mehrmonatigen Tätigkeit im Straßenbaulabor an der TU Wien einbringen. Er entwickelte für das Walzsektor-Verdichtungsgerät ein Kraft-Weg-geregeltes Verdichtungsprogramm zur Herstellung von 22 cm hohen Asphaltprobeplatten mit homogener Dichteverteilung. Im Triaxialen Druck-Schwellversuch bestätigte er schließlich die Annahme, dass die parallel zur Verdichtungskraft gebohrten Probekörper höchste Verformungsresistenz zeigen, während horizontal entnommene Probekörper hinsichtlich ihres Widerstandes gegen bleibende Verformung deutlich ungünstiger sind.

Die zweite hier präsentierte Arbeit ist die von Herrn Benjamin Herzberg, B.Sc. unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Renken verfasste Bachelorarbeit zum Einfluss der Mischgutherstellung im Labor auf die resultierenden Asphalteeigenschaften. Es ist die beste aus insgesamt 11 im Jahr 2011 am ISBS abgeschlossenen Bachelorarbeiten. Herr Herzberg hat umfangreiche zeit- und arbeitsintensive Laborstudien durchgeführt und unter Nutzung unterschiedlicher Labormischer quantifiziert, wie sich die Zugabereihenfolge, die Temperatur von zugegebenem Asphaltgranulat, die Mischintensität als auch die Art des Mischens auf die Eigenschaften und die Qualität des resultierenden Asphaltmischgutes quantitativ auswirken. Die Qualitätsbewertung des Asphaltmischgutes erfolgte durch Bestimmung des Verdichtungswiderstandes während der Herstellung von Marshallprobekörpern, des Hohlraumgehalts und der Steifigkeit im einaxialen, statischen Kriechtest.

Sehr engagiert und eigenständig haben die beiden jungen Wissenschaftler im Rahmen ihrer Ausbildung am ISBS umfangreiche Laborstudien durchgeführt, dabei eigene Ideen umgesetzt und schließlich zwei herausragende Arbeiten als Diplom- und Bachelorarbeit an der Fakultät für Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften der TU Braunschweig eingereicht. Im Januar 2012 wurden beide Arbeiten mit dem EUROVIA Straßenbau-Preis 2011 für herausragende Arbeiten auf dem Gebiet des Straßenwesens ausgezeichnet.

Ich gratuliere Herrn Dipl.-Ing. Alexander Ringleb und Herrn Benjamin Herzberg, B.Sc. zu ihren Arbeiten ganz herzlich und wünsche den beiden jungen Straßenbauingenieuren für ihre zukünftige Tätigkeit weiterhin viel Erfolg!

Braunschweig, im April 2012

Michael P. Wistuba



# Inhaltsverzeichnis

## Alexander Ringleb: Einfluss der Walzsektor-Verdichtung auf Ergebnisse des Triaxialen Druck-Schwellversuchs

<b>Kurzfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Verdichtung und Prüfung von Walzasphalt .....</b>	<b>9</b>
2.1 Verdichtung von Walzasphalt in der Baupraxis .....	9
2.2 Verdichtung von Walzasphalt im Labor .....	11
2.3 Verdichtungsarten .....	12
2.3.1 Schlagverdichtung (DIN EN 12697-30) .....	12
2.3.2 Vibrationsverdichtung (DIN EN 12697-32) .....	15
2.3.3 Druck-Knet-Verdichtung .....	16
2.3.4 Walzverdichtung (DIN EN 12697-33) .....	19
2.3.5 Bewertung der Verdichtungsverfahren .....	20
2.4 Asphaltprüfverfahren .....	21
2.4.1 Prüfverfahren zur Bestimmung der Dichte und volumetrischer Kenngrößen .....	22
2.4.2 Prüfverfahren zur Beurteilung der Verformungseigenschaften .....	26
2.4.3 Prüfverfahren zur Beurteilung des Tieftemperaturverhaltens .....	29
2.4.4 Prüfverfahren zur Beurteilung der Ermüdungsbeständigkeit .....	31
<b>3 Mehrlagige Plattenherstellung .....</b>	<b>35</b>
3.1 Erkenntnisse aus der Literatur .....	36
3.2 Verwendete Asphaltmischgutkomposition .....	37
3.3 Gegenlaufzwangsmischer .....	38
3.4 Walzsektor-Verdichtungsgerät .....	39
3.5 Überprüfung und Kontrolle von Raumdichte und Hohlraumgehalt .....	40
3.6 Verdichtungsziel .....	42
3.7 Weggeregelte Hauptverdichtung .....	42
3.8 Kombinierte Kraft- und Wegregelung .....	45

3.8.1 Braunschweiger Modell.....	46
3.8.2 Vorgehensweise bei der Ermittlung des dreilagigen Verdichtungskonzepts.....	47
3.8.3 Entwicklungsstufen des Verdichtungsprogramms.....	49
3.8.4 Optimiertes Verdichtungsprogramm .....	63
3.8.5 Schwierigkeiten bei der Entwicklung des Verdichtungsprogramms .....	64
3.8.6 Nachverdichtung durch den Einbau oberer Schichten.....	65
3.9 Verdichtungsarbeit W.....	66
3.10 Kornausrichtung.....	68
3.11 Homogenitätsvergleich Wegverdichtung-Kraftverdichtung.....	71
<b>4 Triaxialer Druck-Schwellversuch .....</b>	<b>73</b>
4.1 Rheologische Grundlagen.....	75
4.2 Versuchsaufbau.....	81
4.3 Prüfparameter.....	83
4.4 Auswertung und Interpretation von Triaxialprüfungen .....	83
4.4.1 Bleibende axiale Verformungen $\epsilon$ .....	86
4.4.2 Kriechrate $f_c$ .....	86
4.4.3 Parameter B und $\epsilon_{1.000,calc}$ .....	87
4.5 Untersuchungsergebnisse richtungsabhängiger Triaxialprüfungen .....	88
4.5.1 Bohrrichtung 1 .....	88
4.5.2 Bohrrichtung 2 .....	90
4.5.3 Bohrrichtung 3 .....	92
4.6 Vergleichende Betrachtungen.....	94
4.6.1 Bohrrichtung bei weggeregelter Hauptverdichtung.....	94
4.6.2 Bohrrichtung bei kraftgeregelter Hauptverdichtung.....	95
4.6.3 Verdichtungsart und Bohrrichtung .....	97
<b>5 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>103</b>
<b>6 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>105</b>

# **Benjamin Herzberg: Einfluss der Mischgutherstellung im Labor auf die resultierenden Asphalteeigenschaften**

<b>Kurzfassung .....</b>	<b>111</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>112</b>
<b>Begriffe und Abkürzungen .....</b>	<b>113</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>115</b>
<b>2 Versuchsprogramm .....</b>	<b>116</b>
2.1 Voruntersuchungen .....	117
2.1.1 Asphaltgranulat .....	117
2.1.2 Ungebrauchte (frische) Gesteine .....	119
2.1.3 Bindemittel .....	120
2.2 Das Herstellungsmanagement .....	121
2.2.1 Beschreibung der Variationsparameter .....	121
2.2.2 Herstellung des Asphaltmischgutes .....	128
2.3 Hauptuntersuchungen .....	132
2.3.1 Herstellen der Marshall-Probekörper .....	132
2.3.2 Hohlraumgehalt V am Marshall-Probekörper .....	133
2.3.3 Verdichtungswiderstand T am Marshall-Probekörper .....	135
2.3.4 Der statische Kriechtest zur Ermittlung der Steifigkeit $S_{mix}$ .....	136
2.3.5 Spaltzugfestigkeit ITS am Marshall-Probekörper .....	139
<b>3 Ergebnisse .....</b>	<b>141</b>
3.1 Auswertungsverfahren .....	141
3.2 Darstellung und Auswertung der Ergebnisse .....	141
3.2.1 Korrelationen .....	141
3.2.2 Vergleich der Sieblinien .....	149
3.2.3 Auswertung der ermittelten Spaltzugfestigkeiten .....	149
3.2.4 Visuelle Unterscheidung .....	153
<b>4 Zusammenfassung .....</b>	<b>163</b>
<b>5 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>166</b>