

Schonende Wiedererwärmung von Asphaltmischgut zur Herstellung von Asphaltprobekörpern für mechanisch/physikalische Prüfungen

4

Wolfgang Arand, Braunschweig

Problem

Angeichts gestiegener Beanspruchungen der Straßen durch den Verkehr kann ein sich nur auf die Feststellung kompositioneller Merkmale der Asphalte abstützendes Qualitätsmanagement für die Zukunft nicht mehr genügen. Es wird vielmehr notwendig sein, im Interesse einer möglichst langen schadensfreien Nutzungsdauer der Fahrbahnbefestigungen die mechanischen/physikalischen Eigenschaften der Asphalte zu optimieren, was deren prüftechnische Ansprache erfordert.

Unter mechanischen/physikalischen Eigenschaften werden dabei der Verformungswiderstand bei Wärme, die Reißresistenz bei Kälte und die Ermüdungsbeständigkeit gegenüber wiederholten Beanspruchungen bei unterschiedlichen Temperaturen verstanden. Im erweiterten Sinn zählt auch das Haftverhalten als fundamentale Eigenschaft dazu.

Die meßtechnische Erfassung der genannten Eigenschaften setzt die Herstellung geeigneter Probekörper voraus, wozu üblicherweise wiedererwärmtes Asphaltmischgut verwendet wird. Erfolgt die Wiedererwärmung nicht schonend genug, so kann das Bindemittel Bitumen im Asphalt verhärtet werden, wodurch sich die mechanischen/physikalischen Eigenschaften der Asphalte ungewollt und unkontrolliert verändern.

Um dieses zuverlässig vermeiden zu können, ist es notwendig, den Einfluß der Expositionsbedingungen bei

der Wiedererwärmung von Asphaltmischgut im Wärmeschrank auf die mechanischen/physikalischen Eigenschaften systematisch zu erforschen und die Expositionsbedingungen für eine schonende Wiedererwärmung so festzulegen, daß ungewollte Veränderungen der Asphalteigenschaften nicht stattfinden.

Methodik

Die systematisch zu variierenden Expositionsbedingungen wurden aufgrund von Vorversuchen wie folgt festgelegt:

- Expositionstemperaturen:
 $T = +135\text{ °C}$, $T = +155\text{ °C}$ und $T = +175\text{ °C}$,
- Expositionsdauern:
 $t = 4\text{ h}$, $t = 8\text{ h}$, $t = 16\text{ h}$ und $t = 24\text{ h}$ und
- gasförmiges Medium im Wärmeschrank: Luft und Stickstoff.

Gegenstand der Untersuchungen ist ein relativ bindemittelarmer Asphaltbeton 0/11 S mit einem Bitumen B 65 als Bindemittel, dessen Mineralstoffgemisch vergleichsweise wenig Füller und ausschließlich Brechsand enthält. Der Hohlraumgehalt beläuft sich im normgemäß verdichteten Zustand auf 3,2 V-%.

Der Widerstand des Asphalts gegen das Auftreten bleibender Verformungen bei Wärme in Abhängigkeit von den Expositionsbedingungen bei der Wiedererwärmung wird mittels dynamischer Stempel Eindringversuche an radial eingespannten, zylindrischen Probekörpern mit einem Durchmesser von 200 mm und einer Dicke von 40 mm untersucht, die bei einer Prüf-

temperatur von $+50\text{ °C}$ durch einen kreisförmigen, ebenen Stempel von 80 mm Durchmesser belastet werden.

Die Reißresistenz bei Kälte wird an prismatischen Probekörpern mit einer Querschnittsfläche von $40 \times 40\text{ mm}^2$ und einer Länge von 160 mm mittels einaxialer Zugversuche bei Prüftemperaturen von $+20$, $+5$, -10 und -25 °C und mittels Abkühlversuchen bei veränderter Längsdehnung und einer Abkühlrate von -10 K/h angesprochen.

Für die als Zug-Schwellversuche durchzuführenden Ermüdungsversuche werden aufgrund von Vorversuchen Prüftemperaturen von -12 , -4 , $+4$ und $+12\text{ °C}$ gewählt. Die unteren Scheitelwerte der auf- und abschwellenden Zugspannungen werden für jeden einzelnen Versuch in Abhängigkeit von den Expositionsbedingungen individuell aufgrund der Ergebnisse der Abkühlversuche festgelegt, wobei sich beispielsweise für die Prüftemperatur von -12 °C Unterspannungen zwischen rund 1 und rund 2 MPa ergeben. Der obere Scheitelwert der Zugspannung folgt aus dem unteren durch Addition der verkehrslastbedingten Zugspannung zur kryogenen. Dabei steigt die verkehrslastbedingte Zugspannung im betrachteten Temperaturbereich von $+12\text{ °C}$ bis -12 °C wegen der Temperaturabhängigkeit der Asphaltsteifigkeit von rund 1,4 MPa auf etwa 1,6 MPa an.

Das Haftverhalten in Abhängigkeit von den Expositionsbedingungen wird über Spaltzugversuche an Marshall-Probekörpern bei einer Prüftemperatur von $+10\text{ °C}$ ohne und nach vorausgegangener 24stündiger Wasserlagerung bei einer Temperatur von $+50\text{ °C}$ beurteilt.

Exposition in Luft		Zugfestigkeit [MPa]			
Expositions-temperatur	Expositions-dauer	Prüftemperatur [°C]			
° C	h	- 25	- 10	+ 5	+ 20
+ 135	4	3,824	4,580	3,490	0,479
	8	3,768	4,658	3,823	0,740
	16	3,406	4,770	4,628	1,136
	24	2,990	4,048	4,034	1,194
+ 155	4	3,472	4,108	3,895	0,630
	8	3,463	4,618	4,184	0,981
	16	3,022	4,060	4,631	1,564
	24	2,518	3,311	3,701	1,593
+ 175	4	3,209	4,438	3,439	0,686
	8	3,399	3,788	3,837	1,243
	16	1,920	2,198	2,573	1,014
	24	1,610	1,620	1,758	0,922

Tabelle 1: Vorläufige Ergebnisse der einaxialen Zugversuche an prismatischen Probekörpern nach Lagerung des Asphaltmischgutes im Wärmeschrank in Luft: Zugfestigkeit bei verschiedenen Prüftemperaturen in Abhängigkeit von der Expositionstemperatur und der Expositionsdauer

Exposition in Luft		Bruchtemperatur	Bruchspannung
Expositions-temperatur	Expositions-dauer		
° C	h	° C	MPa
+ 135	4	- 25,2	4,111
	8	- 24,3	3,966
	16	- 21,2	3,821
	24	- 20,5	3,654
+ 155	4		
	8	- 23,3	3,964
	16	- 19,6	3,332
	24	- 19,0	2,939
+ 175	4	- 24,1	3,874
	8	- 22,5	3,446
	16	- 20,9	2,879
	24	- 17,5	1,127

Tabelle 2: Vorläufige Ergebnisse der Abkühlversuche an prismatischen Probekörpern nach Lagerung des Asphaltmischgutes im Wärmeschrank in Luft: Bruchtemperatur und Bruchspannung in Abhängigkeit von der Expositionstemperatur und der Expositionsdauer

Tabelle 3: Vorläufige Ergebnisse der Ermüdungsversuche an prismatischen Probekörpern nach Lagerung des Asphaltmischgutes im Wärmeschrank in Luft: Anzahl der Lastwechsel bis zum Versagen bei vier verschiedenen Prüftemperaturen in Abhängigkeit von der Expositionstemperatur und der Expositionsdauer

Exposition in Luft		Anzahl der Lastwechsel bis zum Versagen [-]			
Expositions-temperatur	Expositions-dauer	Prüftemperatur [°C]			
° C	h	- 12	- 4	+ 4	+ 12
+ 135	4	473.674	203.645	45.250	6.423
	8	347.068	196.774	46.735	5.852
	16	308.796	162.809	64.270	13.336
	24	63.185	62.030	29.968	8.526
+ 155	4				
	8	258.860	142.819	49.908	8.860
	16	70.496	45.850	36.681	12.579
	24		11.262	10.362	5.785
+ 175	4	222.217	175.083	30.002	6.186
	8	179.551	52.010	31.473	5.870
	16	0	6.019	3.414	510
	24	0		1.712	140

Die bei systematischer Variation der Expositionsbedingungen gewonnenen Untersuchungsergebnisse werden unter Anwendung multivariater Verfahren der mathematischen Statistik ausgewertet. Auf der Grundlage der Auswertung werden die Bedingungen für die schonende Wiedererwärmung von Asphaltmischgut im Wärmeschrank so präzise beschrieben, daß Schädigungen des Bindemittels in Form von Viskositäts erhöhungen und damit ungewollte Veränderungen der mechanischen/physikalischen Eigenschaften der Asphalte bei sorgfältiger Vorgehensweise zuverlässig vermieden werden können.

Abbildung 1: Zugfestigkeit bei $T = -25^{\circ}\text{C}$ in Abhängigkeit von der Expositionstemperatur T_{Ex} und der Expositionsdauer t_{Ex}

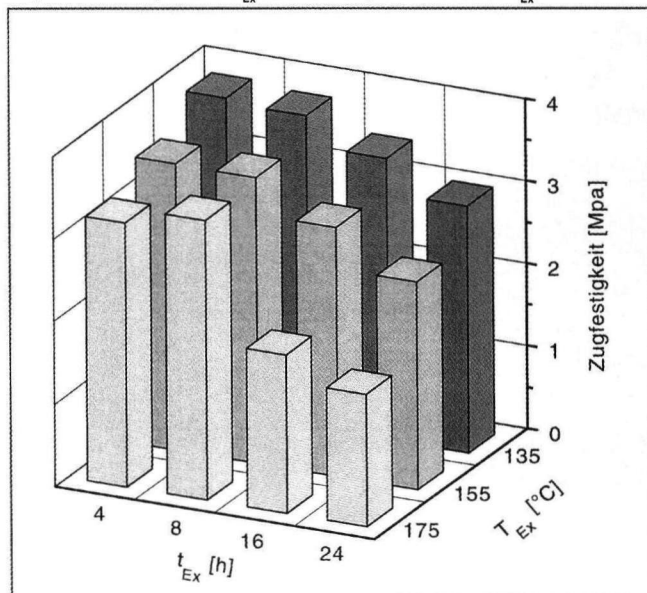
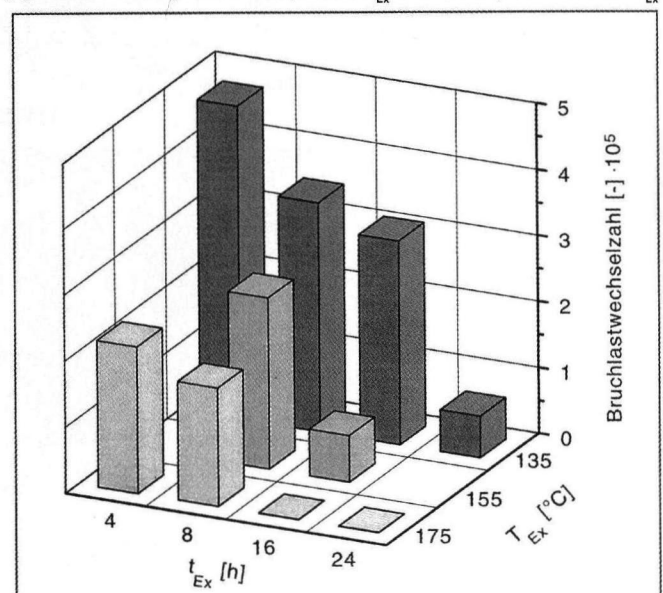


Abbildung 2: Anzahl der im Zug-Schwellversuch bei einer Prüftemperatur von -12°C ertragbaren Lastwechsel bis zum Versagen in Abhängigkeit von der Expositionstemperatur T_{Ex} und der Expositionsdauer t_{Ex}



Erste Ergebnisse

Für zwei von acht Versuchsblöcken – nämlich das Kälteverhalten und die Ermüdungsbeständigkeit nach Luftlagerung des Asphaltbetons bei unterschiedlich hohen Expositionstemperaturen und unterschiedlich langen Expositionsdauern – liegen bereits so umfangreiche Ergebnisse vor, daß – auch ohne statistische Auswertung des Datenmaterials – vorsichtig erste Trends angegeben werden können.

Lange Expositionsdauern wirken sich – insbesondere bei hohen Expositionstemperaturen – ungünstig auf die Zugfestigkeiten bei tiefen und sehr tiefen Temperaturen aus (siehe Tabelle 1 mit noch unbereinigten Roh-Daten und Abbildung 1). Die Bruchtemperaturen werden mit zunehmenden Expositionstemperaturen und Expositionsdauern in den Bereich höherer Temperaturen verschoben (siehe Tabelle 2 mit Roh-Daten).

Die Anzahl der ertragbaren Lastwechsel bis zum Versagen der Asphaltprobekörper im einaxialen Zug-Schwellversuch nimmt bei vergleichbaren Prüftemperaturen mit zunehmender Expositionstemperatur und zunehmender Expositionsdauer deutlich ab (siehe Tabelle 3 mit Roh-Daten und Abbildung 2). Das Ermüdungsverhalten des Asphaltbetons verändert sich folglich im Temperaturbereich zwischen -12 °C und $+12\text{ °C}$ mit stei-

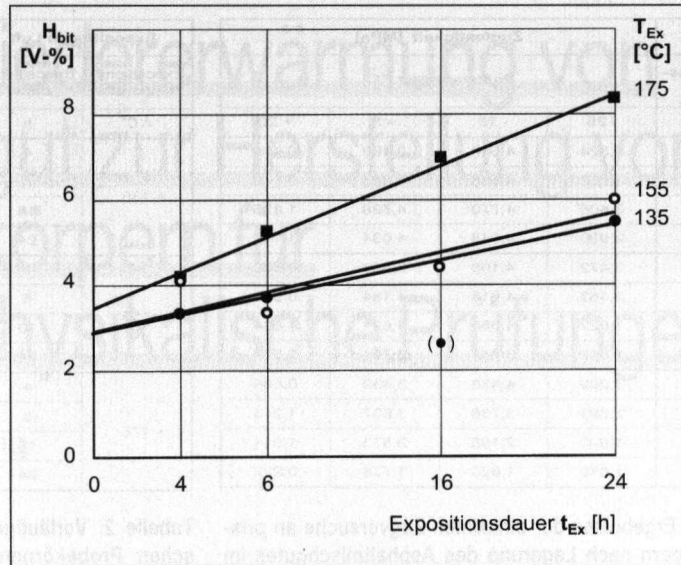


Abbildung 3: Durchschnittlicher Hohlraumgehalt H_{bit} der Probekörper in Abhängigkeit von der Expositionstemperatur T_{Ex} und der Expositionsdauer t_{Ex}

gender Intensität der thermischen Beanspruchung unkontrolliert. Insbesondere bei tiefen Temperaturen verschlechtert es sich.

Ursache der deutlich erkennbaren Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften des untersuchten Asphaltbetons bei mittleren und tiefen Temperaturen ist die Tatsache, daß der Asphaltbeton infolge zunehmender Verhärtung des Bindemittels mit steigender Expositionstemperatur und steigender Expositionsdauer bei normgemäßer Verdichtung bei einer Temperatur von $+135\text{ °C}$ immer hohlraumreicher wird (siehe Abbildung 3).

Inzwischen liegt der komplette Schlußbericht vor beim Deutschen Asphaltinstitut e.V. (DAI) in Bonn. Interessenten können ihn dort anfordern.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Wolfgang Arand
Ostpreussendamm 50
38124 Braunschweig

Dieses Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft durch die AiF unter der Nummer 10 276 gefördert.

Automation mit System:

- Mischrechnersystem MIPRO 2000
- Prozeßleitsystem MIPRO 4000i
- Produktions-Planungssystem MiproSYS

Sie sichern Qualität und Produktionseffizienz durch:

- Integrierte Laboranalyse
- Fahrtenbücher und kommerzielle Reports

miprotek



Lkw-Verkehr immer dichter

Geleistete Tonnenkilometer in Milliarden (Deutschland)

