

## Ansprache des Verformungswiderstandes von Gussasphalt mit dem dynamischen Eindringversuch mit ebenem Stempel – Weiterentwicklung und Bewertungshintergrund

FA 7.184

Forschungsstelle: Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg GbR, Rottweil

Bearbeiter: Schellenberg, K. / Eulitz, H.-J.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Juni 2000

### 1. Aufgabenstellung

Mit diesem Forschungsvorhaben wurde ein bestehendes Prüfverfahren überarbeitet und auf Gussasphalte angewendet, die in ihrer Zusammensetzung systematisch variiert wurden, um die Variationsbreite der den Verformungswiderstand beschreibenden Merkmalsgrößen festzustellen und die Herstellung eines Bezuges der Laborergebnisse zur Wärmestandfestigkeit von Gussasphaltbelägen in der Praxis zu ermöglichen. So sollte eine handhabbare Methode für die zuverlässige Beurteilung des Verformungswiderstandes von Gussasphalt bei Wärme erreicht und die Voraussetzung zur Formulierung von Anforderungen an die „Wärmestandfestigkeit“ von Gussasphalten geschaffen werden.

### 2. Untersuchungsmethodik

Die Durchführung des dynamischen Eindringversuchs erfolgte bisher gemäß „Arbeitsanleitung für die Ansprache des Verformungsverhaltens von Gussasphalt bei Wärme mit Hilfe des dynamischen Eindringversuchs mit ebenem Stempel (DEGA)“, Entwurf 1996, aufgestellt vom Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg GbR, Rottweil. Einige der darin enthaltenen vor ungefähr zehn Jahren festgelegten Versuchsparameter, wie beispielsweise die Versuchstemperatur von 35 °C, die Art der Belastung (rechteckförmig) oder die Stempelgröße, mussten im Hinblick auf den Stand der heutigen Prüftechnik und auf die Praxisbedingungen korrigiert beziehungsweise optimiert werden.

Sodann wurde durch Anwendung des dynamischen Eindringversuchs auf im Laboratorium hergestellte hinsichtlich Kornzusammensetzung, Bindemittelgehalt, Bindemittelhärte und auch Füllersorte im Rahmen der Technischen Regelwerke systematisch variierte Gussasphalte die Variationsbreite der den Verformungswiderstand beschreibenden Merkmalsgrößen festgestellt und damit eine Ausgangsbasis für den Bezug zur Praxis geschaffen.

Durch Untersuchungen an unterschiedlich stark verformten Gussasphalten von Brücken wurde ein Bezug zwischen den im dynamischen Eindringversuch ermittelten Merkmalsgrößen (dynamische Eindringtiefe und Zunahme der dynamischen Eindringtiefe) und Verformungen (Spurrinntiefen) hergestellt und schließlich eine Bewertungsmethode entworfen, die eine Abschätzung der Wärmestandfestigkeit von Gussasphalt ermöglicht.

### 3. Untersuchungsergebnisse

#### 3.1 Prüfverfahren

Da aus Feldmessungen Temperaturen in Deck- und Binderschichten zwischen 45 und 55 °C bekannt sind, wurde die Versuchstemperatur auf 50 °C festgelegt. Das Belastungsbild (Verlauf des Impulses und Ruhepause sowie Unterlast) wurde den Technischen Prüfvorschriften für Asphalt im Straßenbau TP A-StB, Teil: Einaxialer Druckschwellversuch – Bestimmung des

Verformungsverhaltens von Walzasphalten bei Wärme, Ausgabe 1999 entnommen, um für alle dynamischen Versuche ein einheitliches, erprobtes und praxisorientiertes Belastungsbild zu verwenden. Diese Vereinheitlichung hat auch den Sinn, alle dynamischen Versuche (Druckschwellversuche, Eindringversuche usw.) mit demselben Prüfgerät durchführen zu können.

Da beim thermoplastischen Baustoff Gussasphalt ein direkter Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Spannung besteht, musste die Oberlast bzw. die Oberspannung so variiert werden, dass möglichst alle Gussasphaltmischungen in den Kategorien sehr hart, mittel und weich innerhalb der gewählten Abbruchbedingungen von maximal 5000 Lastwechsel bzw. 5 mm dynamische Eindringtiefe optimal erfasst werden. Umfangreiche Versuche führten zu einer optimalen Oberspannung von 0,35 N/mm<sup>2</sup>. Bezogen auf ein maximales Größtkorn im Gussasphalt von 16 mm und unter Berücksichtigung des Durchmesser der Probekörper von 150 mm und der Dicke von 60 mm, ohne seitliche Einspannungen des Probekörpers, hat sich eine Fläche des Druckstempels von 2500 mm<sup>2</sup> (Durchmesser: 56,419 mm) als zweckmäßig herausgestellt. Daraus errechnet sich eine Oberlast von 875 N.

Damit liegen optimale Prüfbedingungen für den dynamischen Eindringversuch vor.

#### 3.2 Einfluss kompositioneller Merkmale

Die systematische Variation der Korngrößenverteilungen (Splittmenge, Sandanteil, Füllergehalt) auch im Sandbereich (Grob-, Mittel- und Feinsand), des Brechsand-Natursand-Verhältnisses, der Füllersorte, der Bindemittelmenge und der Bindemittelhärte führte nach statistischen Auswertungen (multiple lineare Regressionsanalysen, Varianzanalysen der dreifachen und vierfachen Klassifikation) zu folgenden Ergebnissen:

Bei der vierfachen Klassifikation zur Ermittlung des Einflusses von Füllergehalt, Bindemittelgehalt, Bindemittelhärte und Brechsand-Natursand-Verhältnis war letzteres ohne Einfluss. Die Bindemittelhärte ist mit ca. 36 % dominierend gegenüber der Bindemittelmenge mit einem Einfluss von ca. 29 % und dem Füllergehalt von 26 % Varianzanteile.

Bei der vierfachen Klassifikation (Einfluss von Bindemittelgehalt, Bindemittelhärte, Korngrößenverteilung im Sandbereich und Verhältnis Brechsandmenge zu Natursandmenge) ist wiederum die Korngrößenverteilung im Sandbereich und das Verhältnis der verwendeten Brechsande zu den Natursanden ohne jeglichen Einfluss. Bindemittelgehalt und Bindemittelsorte sind mit einem Einfluss von ca. 42 % Varianzanteil von gleich großer Bedeutung.

Wird bei der Varianzanalyse der dreifachen Klassifikation der Einfluss von Füllersorte, Bindemittelgehalt und Bindemittelhärte untersucht, so kommt der Füllersorte mit ca. 57 % eine sehr große Bedeutung zu im Vergleich zu den Einflussgrößen Bindemittelgehalt (ca. 10 %) und Bindemittelhärte (ca. 13 % Varianzanteil).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die vorstehenden Ergebnisse plausibel sind. Dies heißt, dass mit zunehmender Bindemittelmenge und abnehmender Bindemittelviskosität und weniger versteifendem Kalksteinmehl die Wärmestandfestigkeit von Gussasphalt abnimmt.

Besonderes Augenmerk ist auf die Art des Kalksteinmehls zu legen, welches bei der Herstellung des Gussasphaltes zur Anwendung kommt.

Zur Beurteilung der Wirkung des Kalksteinmehls auf die Wärmestandfestigkeit von Gussasphalt kommt es auf die Erweichungspunkterhöhung des Füller-Bitumen-Gemisches beim Verhältnis 70 : 30 gegenüber dem unverfüllten Ausgangsbitumen an mit anzustrebenden Werten von 25 bis 30 °C.

### 3.3 Bewertungsmethode zur Abschätzung der Wärmestandfestigkeit von Gussasphalt

Aus dem Vergleich der Spurrinntiefen unterschiedlich verformter Gussasphaltbeläge von fünf Brücken mit den dynamischen Eindringtiefen und deren Zunahme wurde eine Bewertungsmethode entwickelt, die eine Abschätzung der Wärmestandfestigkeit von Gussasphalt ermöglicht.

Insgesamt wurden 3 verschiedene Kategorien ausgewählt, die sich in der Verkehrsbelastung und dem Wärmeeinfluss (Zahl der Sonnenscheintage und Höhe der Temperaturen) unterscheiden.

Die strahlenförmig angeordneten linearen Abhängigkeiten geben einen Hinweis auf die einzuhaltende dynamische Eindringtiefe um keine bzw. nur geringe Spurrinntiefen zu riskieren.

### 4. Folgerungen für die Praxis

Die nach den derzeitigen Regeln der Technik ermittelten statistischen Eindringtiefen sind nicht geeignet, verlässliche Aussagen über die Wärmestandfestigkeit von Gussasphalt zu liefern bei hohen Beanspruchungen aus Verkehr und Klima.

Dynamische Eindringversuche, die nach der vorgelegten Arbeitsanleitung durchgeführt und nach den Ergebnissen des Forschungsauftrages bewertet werden, ergeben eine zuverlässige Aussage über die Wärmestandfestigkeit von Gussasphalt.

Dadurch können Verformungsschäden an Gussasphaltbelägen durch gezielte und abgestimmte Zusammensetzungen vorzeitig abgeschätzt und verhindert werden. Gussasphalt als Deckschicht und auch Schutzschicht bei Brücken schützt Straßen und Brücken vor eindringendem Wasser.

Die vergleichsweise lange Lebensdauer von Gussasphaltbelägen führt zu nicht unerheblichen Einsparungen von Finanzmitteln. □