

# PRÜFUNG DER VERARBEITBARKEIT VON GUSSASPHALT

## Ein einfaches Verfahren zur Bestimmung der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt

### Einführung

Gussasphalt wird im Straßenbau wie auch als Estrich im Industrie- und Wohnungsbau eingesetzt. Deckschichten aus Gussasphalt sind aufgrund ihrer Zusammensetzung

- leicht zu verlegen,
- sehr verschleißfest (hohe Abriebsfestigkeit, gute Verformbeständigkeit),
- in hohem Maße witterungs- und alterungsbeständig, daher sehr dauerhaft,
- wasserdicht, tausalzbeständig und
- unmittelbar nach Einbau und Abkühlung benutzbar.

Gussasphalt für Fahrbahndecken setzt sich nach ZTV Asphalt – StB 01 aus Edelsplitt, Edelbrechsand und/oder Natursand, Füller und Bitumen zusammen [1]. Zum Einsatz kommen Straßenbaubitumen nach DIN EN 12591.

Das Bindemittel im Straßenbau-Gussasphalt ist im eigenen Erfahrungsbereich überwiegend ein Bitumen 30/45 in Verbindung mit 2,0 – 3,0 M.-% Naturasphalt. Gussasphaltestriche werden nach DIN 18560, Teil 1 „Estriche im Bauwesen, Begriffe, Allgemeine Anforderungen, Prüfungen“, hergestellt [2]. Wegen der größeren Anforderungen insbesondere durch statische Lasten werden im Gussasphaltestrich neben harten Straßenbaubitumen nach DIN EN 12591 auch Hochvakuum- und Hartbitumen oder polymermodifizierte Bitumen eingesetzt.

Leider steht dem Einbau von hochstandfestem Gussasphalt oft eine schlechte Verarbeitbarkeit im Wege. Gussasphalt wird im Straßenbau mittels Fertiger bei Temperaturen um 240°C eingebaut. Um die Verarbeitbarkeit zu gewährleisten, kann unter besonderen Bedingungen eine Einbautemperatur bis zu 270°C notwendig sein. Bei diesen Temperaturen entstehen Dämpfe und Aerosole aus Bitumen, die den bestehenden Wert von 10 mg/m<sup>3</sup> der technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS übersteigen können. Für Gussasphaltarbeiten wurde dieser Wert bis ins Jahr 2002 ausgesetzt, um mehr Erfahrungswerte sammeln zu können [3].

Zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit und gleichzeitiger Erhöhung der Standfestigkeit wird Gussasphalt schon seit vielen Jahren mit Naturasphalt oder anderen Additiven, wie z.B. Polymeren oder Wachsen modifiziert. Jedoch gibt es zur Bestimmung der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt kein allgemein anerkanntes Verfahren.

Bisher wurden folgende Prüfmethode entwickelt:

- Prüfung der Verarbeitbarkeit durch Messung der Eindringtiefe eines Prüfstempels in heißem Mischgut über die Zeit [4]

*Vorteile:* Geringer Versuchsaufwand

*Nachteile:* Während der Messung verfälschen hohe Temperaturverluste und schnelles Absinken des Großkorns die Ergebnisse.

- Prüfung der Verarbeitbarkeit durch Messung des Drehmomentes eines sich in heißem Mischgut drehenden Rührers [5]

*Vorteile:* Reproduzierbares Messverfahren

*Nachteile:* Aufwändige Versuchseinrichtung und eingeschränkte Verwendung (Großkorn max. 8 mm).

Um die Verarbeitbarkeit von Gussasphalt schon im Labor abschätzen zu können, sollte im Rahmen einer Studie [6] ein schnelles Verfahren zur Bestimmung der Verarbeitbarkeit entwickelt und erprobt werden. Damit der Versuchsaufwand so gering wie möglich ist, sollte das Verfahren mit herkömmlichen Laborgeräten durchführbar sein.

## Neues Messverfahren zur Bestimmung der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt

Die Bestimmung der Verarbeitbarkeit erfolgte in Anlehnung an die DIN 18555, Teil 2 „Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln“ [7] über das Ausbreitungsmaß und wurde für Gussasphalt optimiert. Als Grundlage diente eine Standardrezeptur eines Gussasphaltes 0/8, der auch als Gussasphaltestrich GE 40 Anwendung findet. Die Standardrezeptur wurde durch die Bindemittelsorte oder durch Zugabe von Additiven variiert und die Verarbeitbarkeit bei verschiedenen Temperaturen überprüft.

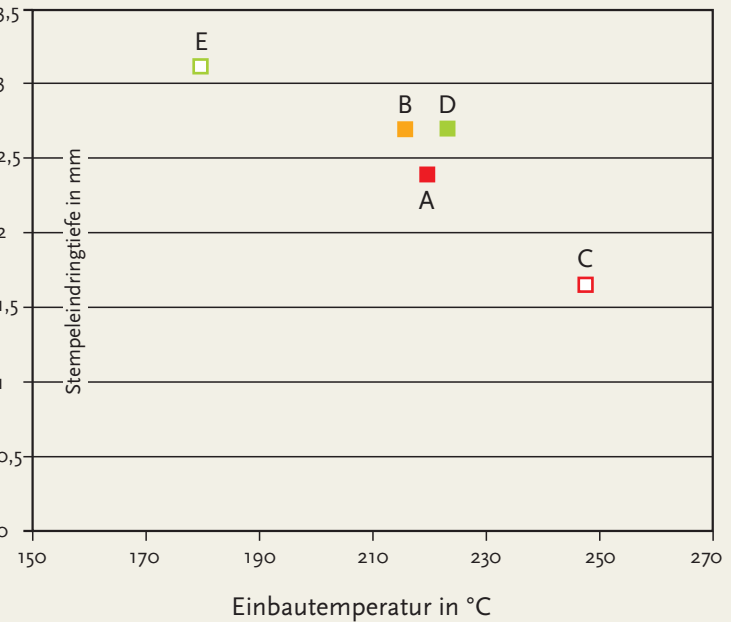
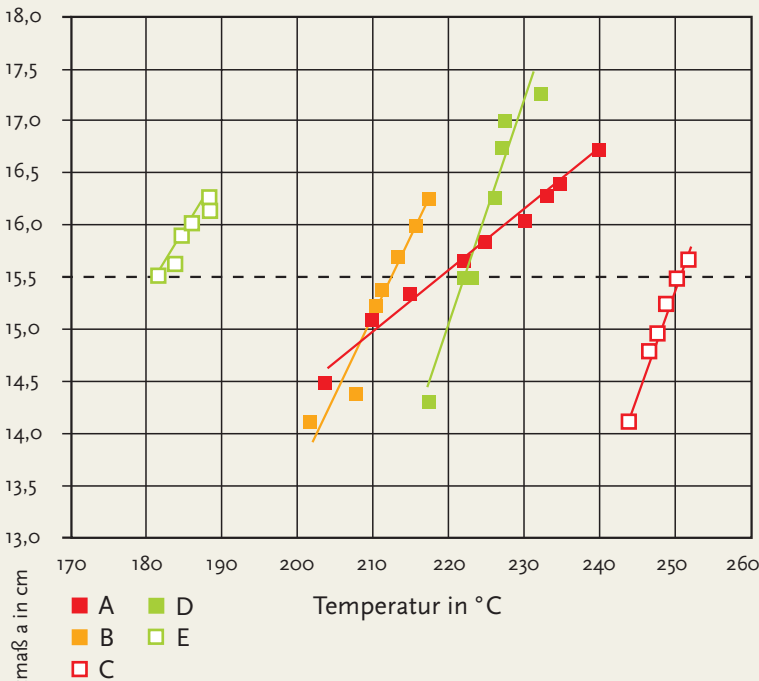
### Prüfeinrichtung

Als Prüfeinrichtung wurde ein Ausbreittisch (Hägermantisch) nach DIN 1060, Teil 3 verwendet. Abweichend dazu wurden folgende Veränderungen an dem Ausbreittisch vorgenommen:

- Wegen der hohen Temperaturen wurde die Glasplatte des Ausbreittisches durch eine Kupferplatte ersetzt.
- Statt eines Setztrichters wurde der massive Formzylinder zur Verdichtung von Marshall-Probekörpern gewählt. Durch diese Maßnahme verringern sich die Temperaturverluste beim Einfüllen des Mischgutes in den Formzylinder.

Bild 1: Ausbreitmaß a nach 15 Hubstößen von Gussasphalt 0/8 modifiziert durch verschiedene Additive A-E.

Bild 2: Stempel Eindringtiefen (40°C, 30 min.) und optimale Einbautemperaturen bei einem Ausbreitmaß von 15,5 cm eines GE40, modifiziert mit verschiedenen Additiven A-E.



### Versuchsdurchführung

Die Mischgutmenge wurde auf ein Volumen  $V = 550 \text{ cm}^3$  festgelegt. Dies entspricht bei einer Mischgutrohdichte von  $\rho = 2,545 \text{ g/cm}^3$ , einer Einfüllhöhe  $h = 6,8 \text{ cm}$  und einer Masse  $m = 1,400 \text{ g}$ . Die Bestimmung des Ausbreitmaßes von Gussasphalt erfolgt bei einer vorher festgelegten Mischguttemperatur. Die Kupferplatte und die Marshall-Probekörperform werden in einem Wärmeschrank temperiert auf

$T = 300^\circ\text{C}$  für Grauasphalt im Straßenbau

$T = 340^\circ\text{C}$  für Gussasphaltestriche

Diese hohen Temperaturen sind erforderlich, da die Geräte nach Entnahme aus dem Wärmeschrank schnell abkühlen und eine Unterschreitung der festgelegten Mischguttemperatur zu verfälschten Ergebnissen führen würde.

Die temperierte Kupferplatte wird auf dem Ausbreittisch befestigt und zur Bildung eines Gleitfilms mit einer Siliconwasseremulsion abgewischt. Die ebenfalls mit der Emulsion ausgewischte Marshall-Probekörperform wird mittig aufgesetzt und sofort mit dem temperierten Gussasphalt befüllt. Die Mischgutmenge wurde kleiner gewählt als das Volumen  $V = 729,3 \text{ cm}^3$  des Formzylinders, damit ein Abstreichen und Ebnen von überschüssigem Gussasphalt entfällt. Dieser zusätzliche Arbeitsgang würde zu Zeit- und somit Temperaturverlusten führen. Auf zügiges Arbeiten ist grundsätzlich zu achten. Zum schnellen Messen der Temperaturen empfiehlt sich ein Infrarot-Thermometer. Nach senkrechtem Abheben des Formzylinders wird die

Platte in Anlehnung an DIN 1060, Teil 3 fünfzehn mal in 15 s angehoben und wieder fallengelassen. Der Gussasphalt breitet sich ähnlich wie Mörtel kreisförmig aus. Die Auswertung erfolgt durch Messung zweier senkrecht zueinander liegenden Durchmesser  $a_1$  und  $a_2$  in cm. Das Ergebnis ist in cm auf 0,1 cm als Einzelwerte und als arithmetisches Mittel anzugeben.

### Auswertung

Das Ausbreitmaß verschiedener Gussasphaltmodifikationen A-E wurde in Abhängigkeit der Temperatur zwischen  $180^\circ\text{C}$  und  $250^\circ\text{C}$  bestimmt. Bild 1 zeigt das Ausbreitmaß der Gussasphalte in Abhängigkeit von verschiedenen Verarbeitungstemperaturen. In allen Versuchen wurde ein linearer Zusammenhang zwischen Temperatur und Ausbreitmaß festgestellt. Das Bestimmtheitsmaß der Ausbreitung nach 15 Hubstößen ist  $R_2 \geq 0,95$ . Die Steigung der Regressionsgeraden in Bild 1 zeigt, mit welcher Intensität sich ein Temperaturverlust auf das Ausbreitmaß und damit auf die Verarbeitbarkeit auswirkt. Regressionsgeraden mit geringer Steigung sind günstiger für den Einbau. Die beim Einbau entstehenden Temperaturverluste haben dann geringere Auswirkungen auf die Verarbeitbarkeit eines Gussasphaltes.

Gussasphalt A, der mit Naturasphalt modifiziert wurde, zeigt die geringste Steigung. Bei Temperaturverlusten zeigt dieser Gussasphalt die geringsten Auswirkungen auf die Verarbeitbarkeit. Die Regressionsgeraden der Gussasphalte B – E haben eine größere Steilheit. Dies zeigt, dass die Einbautemperatur dieser Gussasphalte besonders beachtet werden muss, da bereits eine geringe Abkühlung die Verarbeitbarkeit von Guss-



asphalt erheblich verschlechtern kann. Da die Temperatur das Ausbreitmaß von Gussasphalt entscheidend beeinflusst, wird daraus geschlossen, dass das Ausbreitmaß einen geeigneten Parameter für die Verarbeitbarkeit von Gussasphalt darstellt. Diese These wurde im Rahmen einer Baumaßnahme überprüft. Verschiedene Gussasphalte wurden bei unterschiedlichen Temperaturen von Hand eingebaut. Nach Aussagen des Einbaupersonals wurde die optimale Verarbeitbarkeit und die entsprechende Temperatur festgehalten. Mit Hilfe der Daten in Bild 1 zeigt sich, dass bei einem Ausbreitmaß  $a \geq 15,5$  cm eine gute Verarbeitbarkeit bei allen untersuchten Gussasphalten gegeben ist.

Dabei hat Gussasphalt E, der mit einem Wachs modifiziert wurde, schon bei  $T = 180^\circ\text{C}$  die gleiche Verarbeitbarkeit wie Gussasphalt C, der mit einem Polyolefin modifiziert wurde, bei  $T = 250^\circ\text{C}$ .

Bild 2 zeigt die Stempel Eindringtiefen nach 30 Minuten an Probekörpern nach DIN 1996, Teil 13 „Prüfung von Asphalt, Eindringversuch mit ebenem Stempel“ [10]. Die Herstellung der Probekörper erfolgte nach DIN 1996, Teil 4 „Prüfung von Asphalt, Herstellung aus Mischgut“ [9] bei den ermittelten optimalen Verarbeitungstemperaturen. Gussasphalt E mit der geringsten Einbautemperatur hat mit 3,1 mm die größte Stempel Eindringtiefe, Gussasphalt C mit der höchsten Einbautemperatur hat mit 1,6 mm die geringste Stempel Eindringtiefe.

### Schlussfolgerung

Die in dieser Arbeit entwickelte Labormethode zur Bestimmung der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt ist wegen des geringen Materialaufwandes leicht in jedem Labor anzuwenden. Anhand des Ausbreitversuches lassen sich optimale Verarbeitungstemperaturen eines Gussasphaltes schon im Labor bestimmen.

Die Ergebnisse der beschriebenen Versuche lassen noch keine eindeutige Aussage über die Präzision des Verfahrens zu. In weiteren Versuchsreihen sollte das neue Verfahren in Zusammenhang mit Baustellenerfahrungen validiert werden.

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass die Verarbeitungstemperatur der gleichen Gussasphaltrezeptur durch Zugabe von Additiven erheblich abgesenkt werden kann. Allerdings muss dabei auch auf Auswirkungen auf die Verformungsstabilität geachtet werden. Die Verarbeitbarkeit des Gussasphaltes A zeigt im Vergleich zu den anderen Additiven die geringste Empfindlichkeit gegenüber Temperaturverlusten. Dem gegenüber ergeben sich keine negativen Auswirkungen auf die Verformungsstabilität. Begleitende Raumluftuntersuchungen, die in Zusammenarbeit mit der TBG durchgeführt wurden, beweisen, dass die Absenkung der Temperatur eine deutliche Reduzierung der Bitumendämpfe und Aerosole zur Folge hat.

### Literatur

- [1] ZTV Asphalt - 5tB 01 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt. FGSV Köln.
- [2] DIN 18560, Teil 1: „Estriche im Bauwesen, Begriffe, Allgemeine Anforderungen, Prüfungen“
- [3] Technische Richtlinie für Gefahrstoffe TRGS 901-77; „Luftgrenzwert für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung“ Ausgabe Oktober 2000
- [4] V. Hanzik: „Anwendung von Gussasphalt als hochwertige Verschleißschicht in Prag“, Die Strasse, Heft 5, 1988
- [5] E. Springer, F. Thiermann, R Zutz: „Messung der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt“, Bitumen, Heft 4, 1993
- [6] T. Sikinger, N. Simmleit, N. Mertens und R. Hoscheid: „Einfaches Verfahren zur Bestimmung der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt“
- [7] DIN 18555, Teil 2 „Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln, Frischmörteln mit dichten Zuschlägen, Bestimmung der Konsistenz, der Rohdichte und des Luftgehaltes“
- [8] DIN 1060, Teil 3 „Baukalk, Physikalische Prüfverfahren“
- [9] DIN 1996, Teil 4 „Prüfung von Asphalt, Herstellung von Probekörpern aus Mischgut“
- [10] DIN 1996, Teil 13 „Prüfung von Asphalt, Eindringversuch mit ebenem Stempel“.