

Gußasphalt auf Brücken

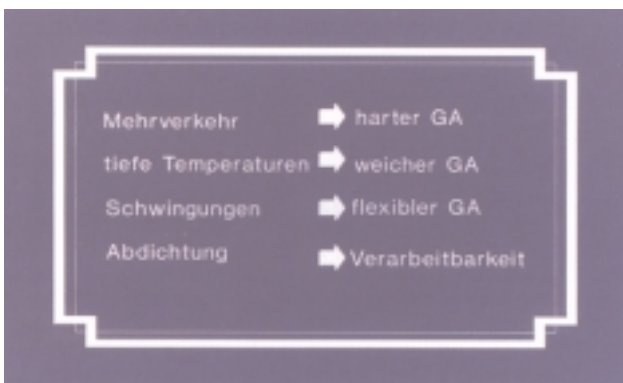
Dip.-Ing. ETH/SIA Dr. Ch. Angst; IMP Bautest AG, Institut für Materialprüfung, Gunzgen, Schweiz*

1. Problemstellung

Auf Brücken und Kunstbauten setzt sich Gußasphalt je länger desto mehr als Schutz- und Tragschicht sowie als Deckbelag durch. Die langjährigen, positiven Erfahrungen, insbesondere die längeren Unterhaltszyklen und die grössere Lebensdauer, rechtfertigen die höheren Entstehungskosten.

Im Unterschied zur offenen Strecke haben Beläge auf Brücken neben den üblicherweise gestellten Anforderungen (Ebenheit, Griffbarkeit, Langlebigkeit) eine weitere wichtige Aufgabe zu erfüllen: sie haben das Bauwerk dauerhaft vor den schädlichen Auswirkungen des Salzwassers zu schützen. Ihre abdichtende Funktion gilt es über die gesamte Lebensdauer des Objektes zu gewährleisten; die wesentlichsten, zu lösenden Probleme sind:

- Rissefreiheit:
Trotz der verlangten, hohen Standfestigkeit bei warmer Witterung dürfen Brückenbeläge nicht zu hart konzipiert werden, da ansonsten das Risiko der Rissebildung bei Tieftemperaturen zu gross wird.
- Anschlüsse:
Bei Abdichtungen treten Probleme in der Regel nicht in der Fläche auf, sondern in den Randzonen. Es gilt, den Belag möglichst dicht anzuschliessen an Fahrbahnübergänge, Konsolköpfe, Schächte und Abläufe sowie Durchdringungen. Für die saubere Ausführung eines Belagsanschlusses spielt die Verarbeitbarkeit des Asphalttes eine wesentliche Rolle.



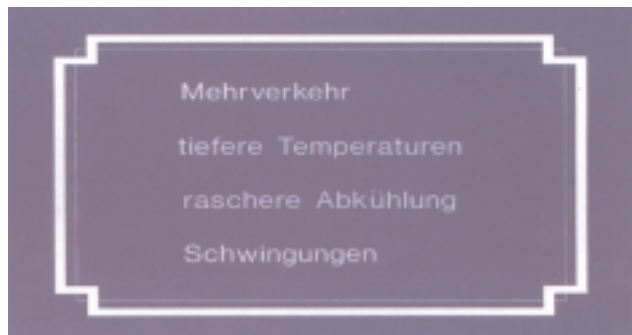
Wir müssen uns auch vor Augen halten, dass Beläge auf Brücken zusätzlichen Beanspruchungen ausgesetzt sind:

- Mehrverkehr:
Brücken bilden oft Engpässe in einem Strassennetz; die Verkehrsbeanspruchung auf Brücken ist in der Regel

grösser als auf den diversen Zubringerstrassen.

- Temperaturen;
Temperaturunterschiede zur offenen Strecke sind vor allem im Winter feststellbar, da der Belag auch von unten abgekühlt wird. Auf einer Brücke fehlt die ausgleichende Masse des Strassenkörpers. Aber auch die Abkühlgeschwindigkeiten sind wesentlich grösser, d. h. die temperaturinduzierten Spannungen werden wesentlich rascher aufgebaut.
- Schwingungen;
Brückenobjekte - insbesondere Stahlbrücken - sind keine starren, unbeweglichen Unterlagen für die Beläge.

Aus den oben erwähnten Beanspruchungen lassen sich



die Anforderungen an den Brückenbelag wie folgt ableiten:

Im folgenden werden einige Gedanken formuliert und Lösungsansätze skizziert, um aufzuzeigen, dass die scheinbar widersprüchlichen Anforderungen unter einen Hut gebracht werden können.

2. Abdichtung - Verarbeitbarkeit

In den letzten Jahren konnte in der Schweiz ein Trend zu vollflächig applizierten Polymerbitumen-Dichtungsbahnen PBD, mit einem zwei- bis dreischichtigen Gussasphaltaufbau festgestellt werden. Es dürfte sich dabei um die in den letzten Jahren häufigste Bauweise in der Schweiz handeln. Zur Zeit sind mehrere Produkte für die PBD-Bahnen auf dem Markt; die SBS-modifizierte Bahnen erfreuen sich dabei einer zunehmenden Beliebtheit.

Flüssigkunststoff-Abdichtungen sind zur Zeit wieder im Vormarsch, nachdem sie in den letzten Jahren einige Rückschläge in Kauf nehmen mussten.

Die schwimmenden Gussasphaltabdichtungen gelten nach wie vor als valable Lösung, sofern das System konsequent ausgeführt wird. Die langjährigen, positiven Erfahrungen des Tiefbauamtes Kt. Aargau mit Gussasphaltabdichtungen unter Verwendung von Trinidad Naturasphalt sind nicht von der Hand zu weisen.

Unabhängig von der gewählten Abdichtung haben die

Asphaltstrassenbau

darüber liegenden Schichten dicht zu sein. Wie bereits erwähnt, spielt die Verarbeitbarkeit der Gussasphaltmasse für die Ausführung einer dichten Gussasphaltschicht eine grosse Rolle. Bereits Schulze (1) konnte im Labor nachweisen, dass dank der Verwendung von TE die Verarbeitbarkeit von Gussasphalt verbessert werden kann. In einer neueren Untersuchung (2) konnte festgestellt werden, dass die Verarbeitbarkeit des Gussasphaltes mit Trinidad Naturasphalt ungefähr derjenigen eines Gussasphaltes ohne TE bei einer um ca. 10°C höheren Temperatur entspricht.

In der Tabelle 1 ist die Stromaufnahme eines Rührwerkes bei unterschiedlichen Temperaturen für die Mischungen "GA ohne TE" und "GA mit TE" aufgeführt. Da die Stromaufnahme direkt proportional zur aufgewendeten Kraft beim Streichen des GA steht, wurden die Prozentzahlen als Maß für die Verarbeitbarkeit betrachtet. In der gleichen Arbeit wurde auch aufgezeigt, dass die Konsistenz eines Mastix mit einem TE-Anteil von 2,0 oder sogar 2,5 % entspricht. Daraus wird gefolgert, dass eine Zugabe von 1,5 % TE zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit ausreichend ist. Die im GA übliche Dosierung von 2,0 Masse-% deckt nicht nur die Anforderungen an die Verarbeitbarkeit ab, sondern dient auch zur Erhöhung des Verformungswiderstandes.

Der positive Einfluss des TE auf die Verarbeitbarkeit wird dadurch erklärt, dass bei hohen Temperaturen chemisch gebundenes Kristallwasser aus dem Füller des TE freigesetzt wird. Diese fein verteilten Wasserdampfbläschen führen zu einer minimalen Schaumbildung, welche die Gussasphaltmasse geschmeidiger werden lässt. Diese Feststellungen stehen in gutem Einklang mit den Erfahrungen auf den Baustellen.

3. Standfestigkeit

Es ist allgemein bekannt, dass durch den Einsatz härterer Bindemittel auch höhere Wärmestandfestigkeiten erreicht werden können. So auch beim TE, bei dem gemäss "Technischen Lieferbedingungen für Trinidad-Asphalt" das lösliche Bitumen eine Penetration von 3-12 1/10 mm aufweist. Entscheidend bei der Verwendung von TE ist jedoch eine Erhöhung des Verformungswiderstandes, welche unabhängig von der Bitumenviskosität erfolgt. Die stabilitäts-erhöhende Wirkung ist auf die Art und Feinheit der im Lake-Asphalt enthaltenen Mineralstoffe zurückzuführen. So konnte auch mit modernster Prüftechnik (3) festgestellt werden, dass die Eigenschaften eines Gussasphaltes mit der Bindemittelsorte B 45 etwas derjenigen eines Gussasphaltes mit B 65 + TE entspricht (bei gleichem Bindemittelgehalt und gleicher Korngrößenverteilung).

Bei den diversen Prüfungen im Temperaturbereich 0-40°C konnte eine gute Übereinstimmung zwischen dem Gussasphalt mit B 45 und demjenigen mit B 65 + TE festgestellt werden. In der Baustellenpraxis hat der günstige Einfluss des TE auf die Wärmestandfestigkeit dazu geführt,

dass beim Einsatz von TE in der Schweiz meistens die weichere Bitumensorte B 60/70 verwendet wird.

4. Flexibilität

Prüfung	GA mit B 45	GA mit B 65	GA mit B 65 + TE
ET 40 C (mm)	1,6	2,6	1,3
dyn. ET 25C (mm)			
6.000 LW	0,30	1,69	0,30
10.000 LW	0,39	2,35	0,40
dyn. Biegezug bei 0°C			
Verf. Rate R	10	94	8

Zur Vergrößerung der Gebrauchstemperaturspanne hat sich die Verwendung von polymermodifizierten Bindemitteln in den letzten Jahren als taugliche Maßnahme erwiesen. PmB's haben bei vergleichbaren Wärmeeigenschaften günstigere Kälteeigenschaften als Destillationsbitumen; oder anders ausgedrückt, bei günstigeren Wärmeeigenschaften vergleichbare Kälteeigenschaften. Zudem muss berücksichtigt werden, dass Bindemittelgemische aus Bitumen und TE an sich schon eine geringere Temperaturempfindlichkeit haben. Dies drückt sich in einer flacher verlaufenden Temperatur-Viskositätskurve aus (4).

Falls zur Aufbereitung von GA für Brückenbeläge PmB's verwendet werden, dann mit dem Ziel, die Kälteflexibilität zu verbessern. Durch Kälte-Relaxationsversuche (5) konnte nachgewiesen werden, dass die thermisch induzierten Spannungen bei der Verwendung von PmB unter vergleichbaren Bedingungen kleiner sind. Zudem zeigen PmB's Vorteile in Bezug auf die Relaxation.

Allerdings müssen diese Vorteile mit einer höheren Viskosität des Gussasphaltes beim Einbauen erkauft werden. Aus diesem Grunde kann Gussasphalt mit PmB auf

Bindemittel	elastische Rückstellung 25°C TL - PmB 89 (%)
Bitumen	15-20
PmB (SBS)	76
PmB + 1,5% TE	75
PmB + 2,5% TE	74

Asphaltstrassenbau

steilen Rampen eingebaut werden, ohne dass der heisse Asphalt fliesst. Die höhere Zähigkeit erweist sich bei der Ausbildung der Anschlüsse als klarer Nachteil. Die zähere Gussasphaltmasse kann schlechter verarbeitet werden; der Asphalt hat Mühe, die Anschlüsse dicht auszubilden.

Durch den Einsatz von TE kann bekanntlich die Verarbeitbarkeit verbessert werden; es stellen sich nun die folgenden Fragen:

1. Werden die Vorteile der PmB auch bei Zugabe von TE aufrecht erhalten?
2. Kann der TE-Zusatz auch bei PmB die Verarbeitbarkeit verbessern?

Aus diesbezüglichen Gutachten (2) (6) kann zitiert werden:

- Die elastische Rückstellung eines SBS - modifizierten Bindemittels bleibt auch bei Zugabe von TE erhalten. Daraus kann geschlossen werden, dass die elastischen Eigenschaften des PmB's durch den Anteil Naturasphalt nicht verändert werden.
- Zur quantitativen Erfassung der Verarbeitbarkeit wurde Stromaufnahme in einem Rührwerk gemessen. Aus den Vergleichsmessungen kann der Schluss gezogen werden, dass auch beim Gussasphalt mit PmB die Verarbeitbarkeit durch Zugabe von TE verbessert werden kann.

Zur Untersuchung der Hitzebeständigkeit mehrerer PmB's wurden in (7) die Eigenschaften der Bindemittel nach mehreren Stunden Kochdauer, bei unterschiedlichen Temperaturen gemessen. Aus der breit gestützten Untersuchung kann keine allgemeine Aussage formuliert werden; die produktspezifischen Unterschiede waren recht gross. Im Prinzip konnte eine Überlagerung zweier Einflüsse festgestellt werden:

- Der Abbau der Polymerkomponente durch die hohen Temperaturen führte zu einem weicherem Bindemittel.
- Die Nachhärtungen des Destillationsbitumen führten zu einem härteren Bindemittel.

Zur Begrenzung der Verweilzeit und der Kochtemperatur wurden Grenzen für die Veränderung der Bindemittelkennwerte formuliert. Unter Berücksichtigung dieser Beurtei-

lungskriterien wurden folgende Regelung vorgeschlagen:

Verweilzeit im Kocher bei $T < 230^{\circ}\text{C}$:	max. 8 Std.
Verweilzeit im Kocher bei $T < 250^{\circ}\text{C}$:	max. 5 Std.
Verweilzeit im Kocher bei $250 < T < 270^{\circ}\text{C}$:	max. 1 Std.

Obwohl diese Bedingungen lediglich für die 4 untersuchten PmB ihre Gültigkeit haben, können sie vorläufig als grobe Richtlinie für die Praxis dienen.

In dieser Untersuchung wurden auch die Veränderungen der Bindemittleigenschaft eines GA mit TE untersucht. Bemerkenswert ist die Feststellung, dass die Veränderungen, zusammenfassend betrachtet, kleiner sind als bei de GA mit PmB.

5. Folgerungen

Die gestellten Anforderungen für stark beanspruchte Brückenbeläge können durch den kombinierten Einsatz von Trinidad Naturasphalt und Polymerbitumen allesamt erfüllt werden. Die Verwendung dieser relativ teuren Lösung lässt sich rechtfertigen, sofern die gegenläufigen Anforderungen - Wärmestandfestigkeit/Verarbeitbarkeit/Risselfreiheit - nicht mit herkömmlichen Bindemitteln erfüllt werden können. Bei vielen Brückenobjekten mit geringer Verkehrsbeanspruchung ist die Verwendung von PmB nicht erforderlich. Dort, wo jedoch gleichzeitig hohe Anforderungen an das Wärme- und Kälteverhalten gestellt werden, bietet die Kombination TE + PmB grosse Vorteile.

Zur Beurteilung des Einsatzes der beiden Komponenten ist eine Zuordnung derer Funktion bei der diskutierten Bauweise des Gussasphaltes unumgänglich:

TE	- verbessert Verarbeitbarkeit - verbessert Wärmestandfestigkeit
PmB	- vergrössert Gebrauchstemperaturbereich - (Kälteflexibilität)

Ich bin der Überzeugung, dass die Verwendung von TE und PmB zur Aufbereitung von Gussapshalt-Brückenbelägen eine qualitativ hochstehende Lösung für extrem beanspruchte Objekte darstellt. In den letzten Jahren wurden in der Schweiz weit über 150.000m² GA-Brückenbeläge mit Trinidad Naturasphalt und PmB eingebaut.