

Modifikation des Asphalts als Fahrbahnbelag auf Holzbrücken

Kurt Schellenberg
IFM Dr. Schellenberg Rottweil GmbH
Rottweil, Deutschland



Modifikation des Asphalts als Fahrbelag auf Holzbrücken

1. Allgemeines

Als Fahrbelag kann auf Holzbrücken auf Asphalt nicht verzichtet werden. Die Anwendung von Asphalt als thermoplastischer Baustoff ist deshalb für Holzbrücken prädestiniert, weil er in der Lage ist - im Gegensatz zum Beton - Spannungen durch Relaxation abzubauen. Nicht umsonst kann man kilometerlange Asphaltbeläge auf Autobahnen bauen, ohne jede Querruge. Dazu kommt, dass Asphaltdecken auf Brücken mit Dicken von jeweils 3 - 4 cm auskommen und damit zu einer Gewichtsreduktion führen, die wegen der Durchbiegungsproblematik bei Holzkonstruktionen erwünscht ist.

2. Gussasphalt und Walzasphalt

Beim Asphalt als Brückenbelag auf Holzbrücken ist zu unterscheiden zwischen Gussasphalt und Walzasphalt.

Gussasphalt wird per Definition gegossen, also nicht verdichtet. Das Konzept Gussasphalt besteht aus hohlraumarm zusammengesetzten feinen und groben Gesteinskörnungen mit einem Hohlraumgehalt der verdichteten Mineralstoffen von 14 - 18 Vol.-%. Diese Hohlräume werden dann mit Bindemittel ausgefüllt, so dass der Gussasphalt bei Temperaturen von 200 °C gießfähig wird. Charakteristisch ist, dass der Mörtel aus einer relativ hohen Füllmenge von ca. 25 M-% besteht, der eine Bindemittelmenge von ca. 7 M-% stark versteift. Unbedingt erwähnt werden muss an dieser Stelle, dass der hohe Ausdehnungskoeffizient des Bindemittels gegenüber den Gesteinskörnungen zu einem Bindemittelüberschuss bei hohen Verarbeitungstemperaturen von ca. 200 °C von ca. 2,5 Vol.-% führt, entsprechend nachfolgender graphischer Darstellung:

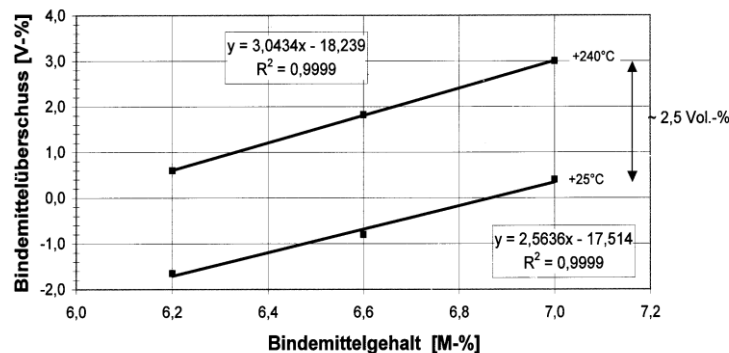


Abbildung 1: Bindemittelüberschuss in Abhängigkeit von der Temperatur und der Bindemittelmenge

Man kann also die Ausdehnung des Bindemittels bei der Bemessung der Bindemittelmengen mit berücksichtigen.

Walzasphalte sind entsprechend den Technischen Lieferbedingungen (TL Asphalt-StB 07) so zusammen zu setzen, dass eine abgestufte Mineralmasse im Kornbereich 0/5 - 0/8 oder 0/11 mm vorliegt, je nach Dicke der Asphaltbetonschicht. Der Mineralmasse ist dann soviel an Bitumen 50/70 oder polymermodifiziertem Bitumen 25/55-55 zuzugeben, dass bei Normverdichtung des auf 135 °C erhitzten Asphalts am Probekörper nach Marshall ein zweckmäßiger Hohlraumgehalt von ca. 2 - 3 Vol.-% vorliegt. Bei einem anzustrebenden Verdichtungsgrad mit Vorverdichtung durch den Fertiger und durch geeignete Walzen von mind. 97 % gemäß ZTV Asphalt-StB 07, Tabelle 12, stellt sich dann in der fertig verdichteten Asphaltschicht ein Hohlraumgehalt von 5 - 6 Vol.-% ein. Dieser Hohlraumgehalt sollte auf keinen Fall überschritten werden, um das Eindringen von Wasser zu behindern.

Liegen im fertig verdichteten Zustand Hohlraumgehalte unter 2 Vol.-% vor, besteht die Gefahr von Spurrinnenbildungen.

Bei der Abwägung, ob Gussasphalt oder Walzasphalt als Brückenbelag Verwendung findet, ist Gussasphalt deshalb vorzuziehen, weil er hohlraumfrei und damit wasserdicht ist. Man hat kein Verdichtungsrisiko wie beim Walzasphalt.

3. Bindemittel

3.1 Bindemittelsorten

Bei Walzasphalt werden Bitumen 50/70 oder polymermodifizierte Bitumen 25/55 - 55 also weichere Bindemittel eingesetzt im Vergleich zum Gussasphalt mit B 20/30 bzw. 30/45 oder polymermodifizierte Bitumen 10/40 - 65 bzw. 25/55 - 55.

3.2 Bitumenverflüssiger

Seit einigen Jahren besteht beim Bindemittel die Möglichkeit, außer einer Polymermodifikation auch noch Bitumenverflüssiger (Paraffine) zuzugeben zur Erhöhung der Fließfähigkeit der Asphalte oder zur Reduzierung der Verarbeitungstemperatur, vor allem beim Gussasphalt zur Verringerung der verdampfenden Anteile (Aerosole) zum Schutz der Menschen und der Umwelt.

Es gibt verschiedene Wachse, die zum Einsatz kommen.

Nachfolgend werde ich mich auf die Verwendung von Kohlenwasserstoffe (Wachsen) beziehen, die im Fischer-Tropsch-Verfahren aus Synthesegas hergestellt werden. Die reinen Kohlenwasserstoffe unterschiedlicher Kettenlängen besitzen einen Schmelzpunkt von ca. 85 °C. Bei einer Verarbeitungstemperatur über dem Schmelzpunkt "verdünnt" der Verflüssiger das Bitumen und setzt somit die Viskosität des Bindemittels deutlich herab, wie Abb. 2 zeigt.

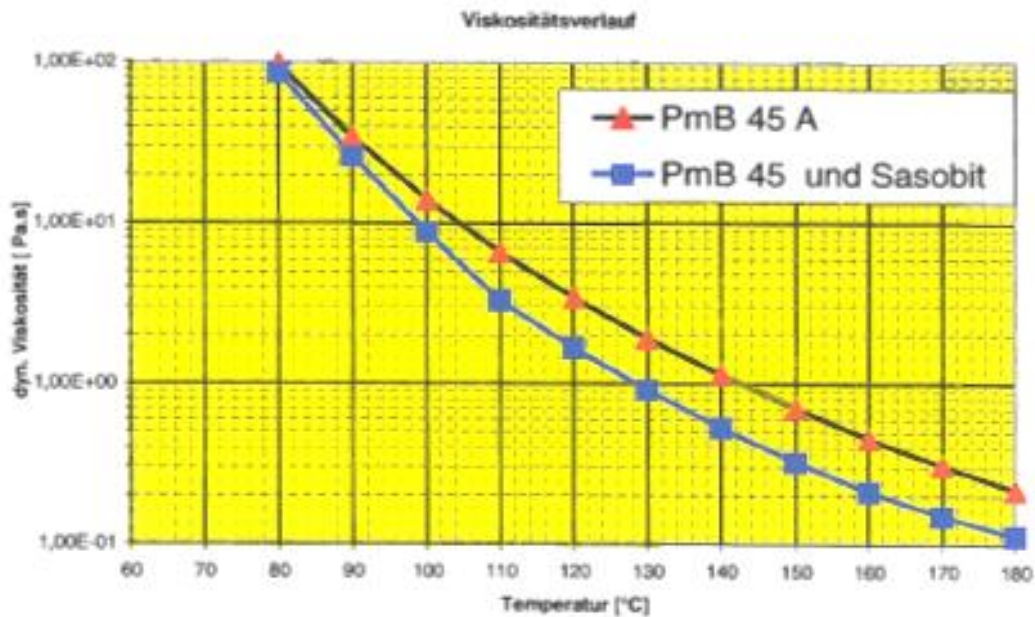


Abbildung 2: Einfluss des Bitumenverflüssigers auf die Viskosität (Quelle Damm)

Bei Gebrauchstemperaturen von unter 90 °C beginnen die Kohlenwasserstoffketten auszukristallisieren, versteifen das Bindemittel, was zu einer deutlichen Erhöhung der Wärmestandfestigkeit führt.

4. Eigenschaften der paraffinmodifizierten Asphalte

4.1 Walzasphalt

Die Reduzierung der Viskosität durch Paraffinzugabe erhöht die Verdichtbarkeit von Walzasphalt. Effekte, die bei Belägen auf Holzbrücken von ganz besonderer Bedeutung sind, weil bei Brücken mit "weicher" Konstruktion die große Gefahr besteht, dass die mit Walzen aufzubringende Verdichtungsenergie nicht der zu verdichtenden Asphaltschicht zugute kommt, sondern in die mehr oder weniger federnde Tragkonstruktion eingeleitet wird.

Bei gleicher Verdichtungsarbeit wird durch Einsatz von ca. 3 % Sasobit, bezogen auf die Bindemittelmenge, eine Erhöhung der Raumdichte erzielt, wie Abb. 3 zeigt.

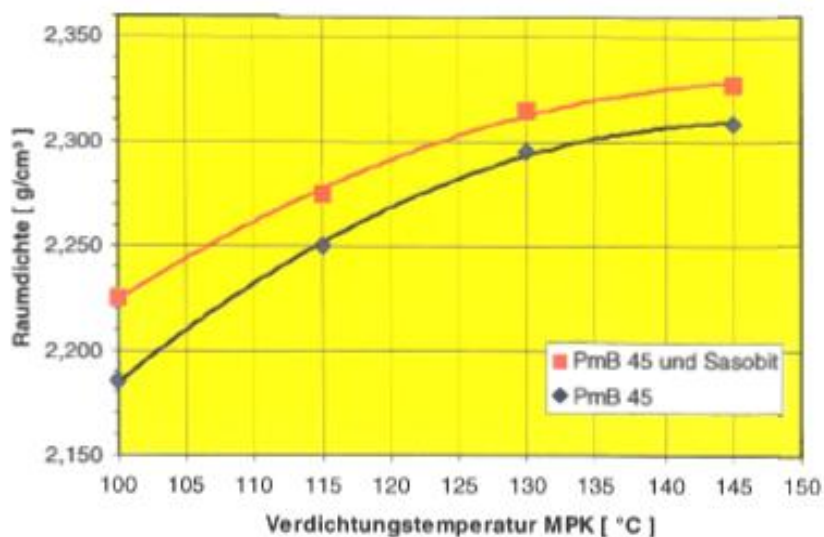


Abbildung 3: Einfluss des Bitumenverflüssigers auf die Raumdichte (Quelle Damm)

Die Erhöhung der Raumdichte führt zwangsläufig zu einer Reduzierung der Hohlraumgehalte, wie Abb. 4

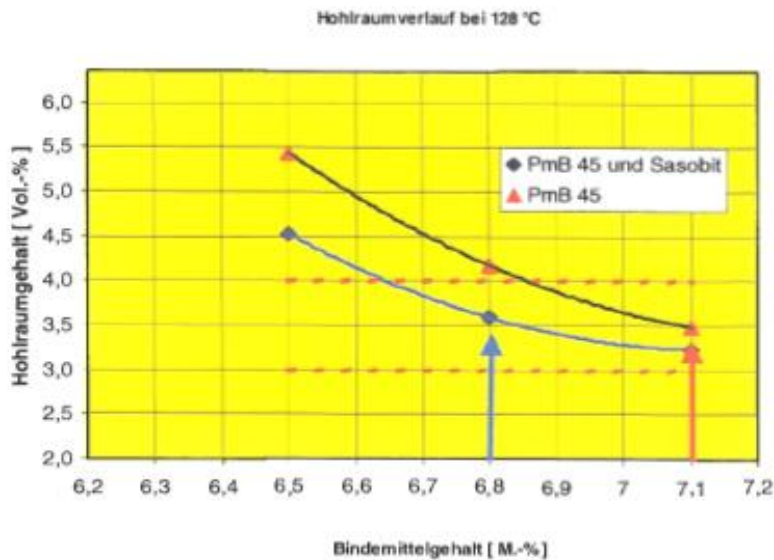


Abbildung 4: Einfluss des Bitumenverflüssigers auf den Hohlraumgehalt (Quelle Damm)

erkennen lässt.

Bedingt durch das Auskristallisieren der Paraffine unter 80 ° C ist die Wärmestandfestigkeit der Walzasphalte höher gegenüber einem identischen aber nicht wachsmodifiziertem Walzasphalt.

Geht die Erhöhung der Wärmestandfestigkeit einher mit einer Verschlechterung der Kälteflexibilität? Die Ansprache des Kälteverhaltens der Asphalte erfolgte nach der "Technischen Prüfvorschrift: Verhalten von Asphalten bei tiefen Temperaturen" der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, Ausgabe 1994, mit Hilfe des Abkühlversuchs.

Dabei werden die Proben fest am Adapter angeklebt, an zwei kardanis aufgehängten Ösen befestigt und im Kälteprüfschrank bei +20 °C, beginnend um jeweils 10 k pro Stunde abgekühlt. Da sie sich nicht zusammenziehen können, bauen sich durch die laufende Abkühlung entsprechende Spannungen auf. Nach Erreichen der maximalen thermisch induzierten Spannung wird die Temperatur beim Bruch ermittelt.

Ergebnisse der Abkühlversuche:

Tabelle 1:

Art der Probe	max. thermische induz. Spannung N/mm ²	Bruchtemperatur °C
SMA 0/8 B65	4,245	- 25,4
SMA 0/8 B80 + 3 % Verflüssiger	4,192	- 24,4
SMA 0/8 PmB 80 + 3 % Verflüssiger	5,090	- 32,8

Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Zugabe von 3 % Sasobit die Bruchtemperatur im Bereich von ca. 1 °C abnimmt und dass die Bruchtemperatur bei Verwendung von polymermodifiziertem Bindemittel mit ca. 7 °C signifikant besser ausfällt. Der maßgebliche IFM-Grenzwert von -20 °C wird immer eingehalten.

4.2 Gussasphalt

4.2.1 Verarbeitbarkeit

Die Prüfung der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt erfolgt nach dem IFM VIS-GA-System. Dabei wird ein Laborkocher verwendet, der mit einem Elektromotor bei zwischengeschaltetem stufenlosen Planetenumlaufgetriebe den Rührer bei 13 U/min. antreibt.

Herzstück ist neben dem im Rührflügel eingeschweißten Temperaturlaufnehmer TP 100 der mit DMS-Streifen ausgerüstete Rotor, der sich im Stator dreht und entsprechende Signale aussendet, die von der Antenne am Stator zur Auswerteeinheit geleitet und registriert werden.

An der Auswerteeinheit kann dann direkt das jeweilige Drehmoment in Nm und die Temperatur in °C abgelesen werden. Die Datenübertragung von Temperatur und Drehmoment erfolgt kabellos mit Hilfe der Sensortelemetrie.

An einem Gussasphalt 0/11 S mit 6,8 M-% Bitumen 30/45 wurden folgende Ergebnisse ermittelt:

Tabelle 2

Verarbeitungstemperatur °C	Drehmoment Nm ohne Zusätze	Drehmoment Nm mit Zusatz
180	9,9	7,9
210	8,1	5,9
240	6,9	4,3

oder in der graphischen Darstellung:

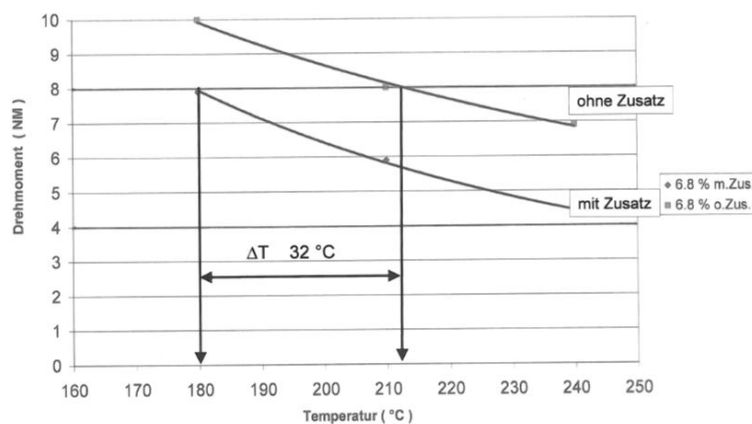


Abbildung 5: Drehmomentmessungen an Gussasphalt mit Zusatz und ohne Zusatz

Bei einem Drehmoment von 8 Nm stellt sich eine identische Verarbeitbarkeit ein. Durch Wachszusatz wird die Verarbeitungstemperatur des Gussasphaltes um 32 °C reduziert von 212 °C auf 180 °C. Bei einer Bindemittelmenge von 6,8 M-% erreicht man ohne Wachszusatz nicht die angestrebte Verarbeitbarkeit von 5 Nm.

4.2.2 Wärmestandfestigkeit

Bei steifen Gussasphalten, die eine statische Eindringtiefe von unter 2,5 mm aufweisen, sind Stempel Eindringversuche durchzuführen mit dynamischen Belastungen.

Einer Unterlast von 0,2 kN in der Lastpause von 1,5 sec. folgt eine sinusförmige Oberlast von 0,35 Pa während 0,2 sec. Nach maximal 5000 Lastimpulsen wird die Eindringtiefe eines Stempels von 2500 mm² in einen Probekörper mit 150 mm Durchmesser und 60 mm Höhe gemessen, bei einer gleichbleibenden Prüftemperatur von 50 °C im Luftbad.

Aus der Darstellung im Säulendiagramm ist zu erkennen, dass die dynamische Eindringtiefe bei 2500 Lastwechsel bei Zugabe von 3 % Sasobit um 61 %, also von 3,33 mm auf 1,29 mm, bei Verwendung von Bitumen 20/30, reduziert wird.

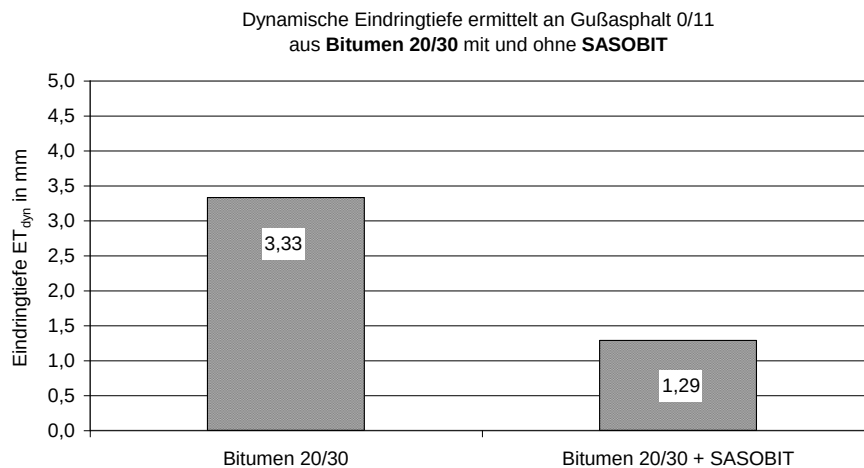


Abbildung 6: Vergleich dynamische Eindringtiefe Bitumen 20/30

bei Verwendung von Bitumen 30/45 wurde eine Abnahme der dynamischen Eindringtiefe von 4,46 mm auf 1,52 mm erreicht. Dies entspricht einer Erhöhung der Standfestigkeit in der Wärme um 66 %

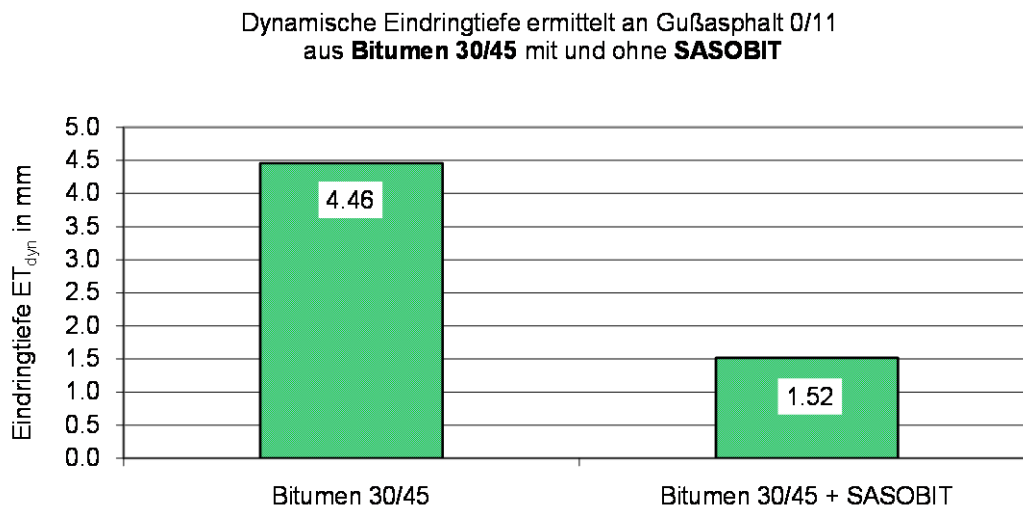


Abbildung 7: Vergleich dynamische Eindringtiefe Bitumen 30/45

4.2.3 Kälteflexibilität

Die Kälteflexibilität wird wie beim Asphaltbeton beschrieben, in Form von Abkühlversuchen im IFM-Kälteprüfstand (siehe Abb. 8)

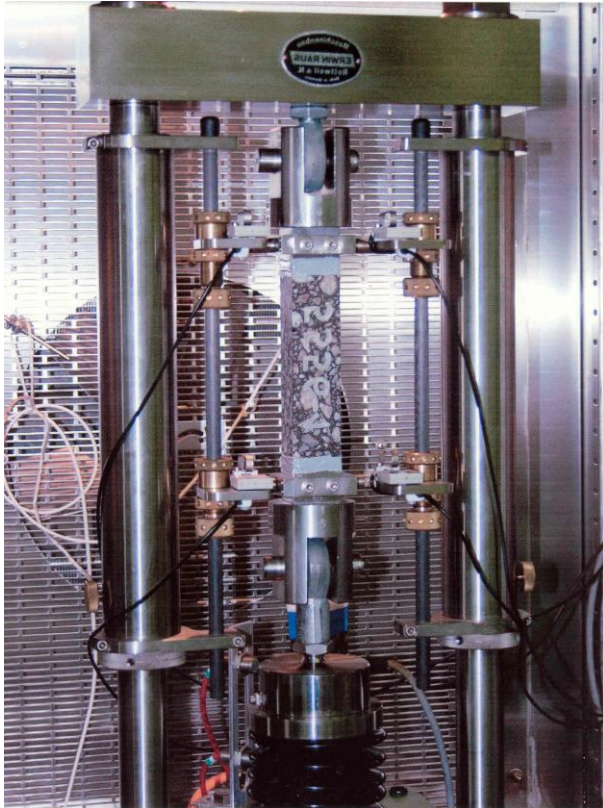


Abbildung 8: IFM-Kälteprüfstand

ermittelt an aus Gussasphaltplatten ausgesägten prismatischen Probekörper in den Abmessungen 40x40x160 mm.

Untersuchungsergebnisse:

Tabelle 3

Bindemittel	Bitumen 20/30	Bitumen 20/30 mit SASOBIT	Bitumen 30/45	Bitumen 30/45 mit SASOBIT
max. therm. induzierte Zugspannung $\sigma_{\max}$ [N/mm ²]	5,820	5,825	6,047	5,897
Bruchtemperatur T_{Bruch} [°C]	-23,6	-22,0	-26,6	25,3

Durch die Zugabe von 3 % Sasobit als Verflüssiger wird die Bruchtemperatur des Gussasphaltes nur geringfügig um ca. 1,5 °C reduziert.

5. Zusammenfassung

Bei Brückenbelägen auf Holzbrücken in Form von Gussasphalt kann durch wachsmodifizierte Bindemittel die Verarbeitungstemperatur deutlich in der Größenordnung von 30 °C gesenkt werden. Dies führt, wenn auch noch die Schichtdicken reduziert werden, zu deutlich geringeren Temperaturen an der Unterseite des Gussasphaltbelages und damit zu einer geringeren Aktivierung einer vorhandenen Holzfeuchte in Form von Wasserdampfbildung und beim porenfreien Gussasphaltbelag damit zu weniger Blasenbildungen.

Die Zugabe von Wachsen zum Bindemittel ermöglicht bei Walzasphalten eine bessere Verdichtbarkeit und führt zu einer Reduzierung der Hohlraumgehalt des Asphaltbetons. Mit Hohlraumgehalten an der fertig verdichteten Schicht von 3 - 4 Vol.-% ist der Asphaltbeton weitgehend wasserdicht und besitzt wegen ausbleibenden inneren Verschmutzungen eine hohe Lebensdauer.

Durch Auskristallisieren der Wachse nach Auskühlen der Asphaltbeläge kommt es zu einer deutlichen Erhöhung der Standfestigkeit in der Wärme und nur zu einer unbedeutenden Reduzierung der Kälteflexibilität.