

asphalt

Temperatur- abgesenkte Asphalte



**Ratschläge aus der Praxis
für die Praxis**

...orte für Asphaltmisch-
...turen bei der Herstel-
...turabgesenkter Asph

Sorte nd- tels	Richtwerte für Asphaltmischg bei der Herstel
----------------------	--

130 bis 150 °C

30/45 25/55-55 A	140 bis 160 °C
---------------------	----------------

140 bis 160 °C

10/40-65 A	150 bis 170 °C
------------	----------------

150 bis 170 °C

30/45 20/30 25/55-55 A	200 bis 230 °C
------------------------------	----------------

200 bis 230 °C

10/40-65 A	210 bis 230 °C
------------	----------------

210 bis 230 °C

Temperaturabgesenkte Asphalte

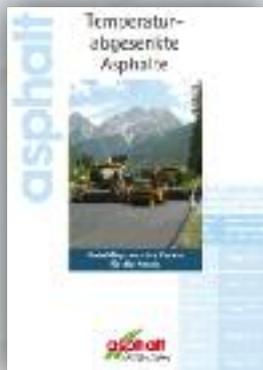
Ratschläge aus der Praxis für die Praxis

1	Allgemeine Grundlagen	3
	Grundsätzliches	3
	Begriffe	4
	Anwendung	6
2	Bautechnische Grundlagen	6
3	Baustoffe	7
	Bindemittel und Zusätze	7
	Viskositätsverändernde organische Zusätze	8
	Fischer-Tropsch-Wachse	8
	Fettsäureamide	10
	Montanwachse	10
	Viskositätsverändernde mineralische Zusätze	11
	Wirkungsweise	12
	Viskositätsverändernde organische Zusätze	12
	Viskositätsverändernde mineralische Zusätze	13
4	Asphaltmischgutherstellung	14
	Allgemeines	14
	Zugabe von viskositätsverändernden organischen Zusätzen	17
	Zugabe als Fertigprodukt	17
	Zugabe der Zusätze in den Mischer	17
	Zugabe der Zusätze in den Bindemittelstrom	18
	Zugabe in Kombination mit stabilisierenden Zusätzen	20
	Zugabe von viskositätsverändernden mineralischen Zusätzen	21
	Lagerung und Transport des Asphaltmischgutes	22
	Walzasphalt	22
	Gussasphalt	23
5	Einbau	24
	Baustellenvorbereitung	24
	Vorbereiten der Unterlage	24
	Einbau von Walzasphalt	25
	Einbau von Gussasphalt	27
	Einbau von Hand und von Estrichen	27
	Einbau maschinell	28
	Verbesserung der Verarbeitbarkeit	29
	Verkehrsfreigabe	30
	Baustellenmanagement	31

6	Prüfungen	32
	Allgemeines	32
	Eignungsnachweis	32
	Eigenüberwachungsprüfungen	36
	Kontrollprüfungen	37
7	Hinweise für die Leistungsbeschreibung, Mängelansprüche und Abrechnung	38
	Leistungsbeschreibung	38
	Mängelansprüche und Abrechnung	39
8	Wiederverwendung	40
9	Verfahren und Erfahrungen im Ausland	41

Anhang

1	Literatur	42
2	Weitere Leitfäden und Veröffentlichungen des DAV/DAI	43



Herausgeber:



Deutscher Asphaltverband e.V.
Schieffelingsweg 6
53123 Bonn

Tel. 0228 97965-0

Fax 0228 97965-11

E-Mail dav@asphalt.de

Internet www.asphalt.de

Verfasser:

Dipl.-Ing. Richard Mansfeld, Hirschfeld (Leiter)

Dipl.-Ing. Rudolf Barth, Leipzig

Dipl.-Ing. Frank Beer, Hamburg

Dipl.-Ing. Peter Breitbach, Krefeld

Dipl.-Ing. Daniel Gogolin, Bochum

Dr.-Ing. Friedrich Pass, Bottrop

Prof. Dr.-Ing. Martin Radenberg, Bochum

Labor-Ing. Gerhard Riebesehl, Hamburg

Dipl.-Ing. Siegfried Sadzulewsky, Dorsten

Hans Wölfle, Memmingen

Gestaltung:

© Elke Schlüter Werbeagentur, Alfter

April 2009





Vorwort

Beim Heißeinbau von Asphalt entstehen Dämpfe und Aerosole aus Bitumen, deren Konzentration unter anderem von der Temperatur des Asphaltes abhängt. Je höher die Asphalttemperatur desto höher ist auch die Konzentration der Dämpfe und Aerosole. Aus Arbeitsschutz- und auch aus Umweltschutzgründen ist also anzustreben, die Asphalttemperatur bei der Herstellung und dem Einbau so gering wie möglich zu halten.

Als einfaches und praktikables Mittel, um die Asphalttemperatur gegenüber den Regel-Temperaturen abzusenken, hat sich die Verringerung der Viskosität durch Zugabe von organischen oder mineralischen Zusätzen erwiesen. Durch die Zugabe solcher Zusätze können, neben der Temperaturabsenkung, noch weitere Vorteile erreicht werden, wie z.B. eine Verbesserung der Verarbeitbarkeit, eine Erhöhung der Verformungsbeständigkeit oder eine vorzeitige Verkehrsfreigabe.





Ursprünglich wurden diese Verfahren für Gussasphaltestriche im Hochbau entwickelt, da hier die Herstell- und Einbau-Temperaturen am höchsten sind. Das Konzept wurde aufgrund der sich ergebenden Vorteile schnell auf den Gussasphalt für den Straßenbau und schließlich auf den Walzasphalt übertragen.

Für die Herstellung von Temperaturabgesenkten Asphalten wurde im Jahre 2006 das „Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt“ (MTA) von der FGSV veröffentlicht [1], in dem die verschiedenen Verfahren zur Temperaturreduzierung beschrieben sind. Das Merkblatt befindet sich zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Leitfadens in Überarbeitung.

Aufbauend auf diesen Erfahrungen erläutert dieser Leitfaden – jeweils für Walz- und für Gussasphalte – die Verfahren zur Temperaturabsenkung, stellt die Besonderheiten aus Sicht der Praxis heraus und gibt Tipps und Hinweise sowohl für die Herstellung des Asphaltmischgutes als auch für dessen Einbau, für das Baustellenmanagement oder für die Durchführung der Prüfungen.





Nachdem mit Beginn des Jahres 2008 die Aussetzung des Grenzwertes von 10 mg/m^3 für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung für Gussasphaltenwendungen durch den Ausschuss für Gefahrstoffe unter dem Bundesminister für Arbeit und Soziales aufgehoben wurde [2], dürfen Gussasphalte nur noch – temperaturabgesenkt – mit Temperaturen von weniger als $230 \text{ }^\circ\text{C}$ hergestellt, ausgeliefert und eingebaut werden. Das ist nur sicher möglich durch die Zugabe von viskositätsverändernden Zusätzen.

Wenn also in diesem Leitfaden Gussasphalte angesprochen werden, sind damit Gussasphalte mit einer Temperaturobergrenze von $230 \text{ }^\circ\text{C}$ gemeint und zwar sowohl die bereits in den TL-Asphalt-StB 07 und ZTV Asphalt-StB 07 verankerten Deckschichten im Straßenbau als auch Gussasphalt-Schutzschichten im Brückenbau und Gussasphalt-Estriche im Hochbau.

1

Allgemeine Grundlagen

Grundsätzliches

Durch die Verwendung Temperaturabgesenkter Asphalte ergeben sich folgende **Vorteile**:

- **Verringerung der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung**
Überschlägig kann gesagt werden, dass eine Reduzierung der Temperatur um 10 Grad eine Halbierung der Emissionen mit sich bringt.



- **Energieeinsparung und Reduzierung von CO_2 -Emissionen**

Durch Absenkung der Temperatur um 30 Grad werden 9 kWh Energie pro Tonne Asphaltmischgut bei der Herstellung eingespart. Dies entspricht in etwa $0,9 \text{ Liter}$ Heizöl EL je Tonne Asphaltmischgut, entsprechend werden auch die CO_2 -Emissionen reduziert.

Allgemeine Grundlagen

Grundsätzliches

■ Erhöhung der Verformungsbeständigkeit

Werden dem Bindemittel viskositätsverändernde organische Zusätze zur Reduzierung der Viskosität zugegeben, ergibt sich zusätzlich eine Verbesserung des Verformungswiderstandes des Asphaltes bei Wärme.

■ Vorzeitige Verkehrsfreigabe

Asphalte, die mit viskositätsverändernden organischen Zusätzen und mit abgesenkten Temperaturen hergestellt und eingebaut werden, können auch vorzeitig genutzt werden.

■ Verdichtungshilfe

Bei nur moderater oder keiner Temperaturabsenkung ergibt sich beim Einsatz dieser Asphalte eine deutlich bessere Verdichtbarkeit. Dies ist besonders vorteilhaft bei erforderlichem Handeinbau oder beim Einbau bei widrigen Witterungsverhältnissen. Der Verdichtungsgrad kann zielsicher erreicht werden, und der Einbau dünner Schichten wird vereinfacht.

■ Geringere Alterungsneigung des Bindemittels

Durch die niedrigere Produktions- und Einbautemperatur wird die thermische Alterung des Bindemittels verringert.



Begriffe

CO₂-Emission

Masse des an einer Anlage emittierten CO₂ bezogen auf die Tonne produzierten Asphaltmischgutes.

Kristallwasser

Wasser, das in einem kristallinen Körper gebunden vorkommt. Im Normalfall sind ein oder mehrere Moleküle Wasser an ein Substanzmolekül gebunden. Abweichend davon ist das Wasser in Zeolithen (s. u.) nicht am Kristallgitter beteiligt, jedoch an bestimmten Gitterplätzen fixiert. Kristallwasser ist nur locker gebunden und entweicht beim Erhitzen, was im Falle von Zeolithen zu keiner Strukturänderung führt.

Temperaturabsenkung

Reduzierung der Herstell- und Verarbeitungstemperaturen von Asphaltmischgut gegenüber den für die jeweilige Asphaltmischgutart üblichen Temperaturen.





Viskositätsverändernde mineralische Zusätze

Mineralstoffkomponente (z.B. Zeolith), die der Asphaltmischung während des Herstellprozesses zugegeben wird und die physikalisch oder chemisch gebundenes Wasser enthält (z.B. Kristallwasser), so dass die Misch- und Einbautemperaturen abgesenkt werden können.

Viskositätsverändernde organische Zusätze

Stoffe, die das Bindemittel in seinen rheologischen Eigenschaften so verändern, dass die Misch- und Einbautemperaturen abgesenkt werden können.

Viskositätsveränderte Bindemittel

Bindemittel, die durch geeignete Zusätze in ihren rheologischen Eigenschaften so verändert worden sind, dass die Misch- und Einbautemperaturen abgesenkt werden können. Gebrauchsfertig gelieferte viskositätsveränderte Bindemittel werden auch als Fertigprodukte bezeichnet.

Zeolithe

Kristalline Alkali- bzw. Erdalkalisilikate, die ihr Kristallwasser beim Erhitzen stetig und ohne Änderung der Kristallstruktur abgeben, andere Verbindungen anstelle des entfernten Wassers aufnehmen und auch als Ionenaustauscher wirken können.



Anwendung

Prinzipiell können alle Asphaltarten und -sorten mit abgesenkter Temperatur bzw. veränderter Viskosität hergestellt und eingebaut werden. Besondere Bedeutung hat temperaturabgesenkter Asphalt bei folgenden Maßnahmen:

- Gussasphalt
- Baustellen mit geringen Sperrzeiten (Flugplatzbefestigungen, Nachtbaustellen)
- Baustellen bei widrigen Witterungsverhältnissen (Jahreszeit)
- Verkehrs- und Industrieflächen mit besonderen Beanspruchungen

Grundsätzlich gelten alle Anforderungen an die Asphaltmischgutzusammensetzungen, an die Unterlage und die Asphaltsschichten entsprechend den TL Asphalt-StB und den ZTV Asphalt-StB unverändert auch bei der Temperaturabsenkung. Alle Regelwerke gelten auch für den Einbau bei abgesenkten Temperaturen, mit Ausnahme der Abschnitte, die das Bindemittel und die Asphaltmischguttemperaturen betreffen.



3

Baustoffe



Bindemittel und Zusätze

Zur Herstellung temperaturabgesenkter/viskositätsveränderter Asphalte werden entweder gebrauchsfertig gelieferte modifizierte Bindemittel (im Folgenden als Fertigprodukte bezeichnet) oder Zusätze verschiedener Art benutzt. Unterschieden wird nach viskositätsverändernden organischen und viskositätsverändernden mineralischen Zusätzen.

Bei der Bundesanstalt für Straßenwesen wird eine Erfahrungssammlung vorgehalten, aus der die bisher erfolgreich eingesetzten viskositätsveränderten Bindemittel (Fertigprodukte) und viskositätsverändernden Zusätze ersichtlich sind. Diese ist unter dem Titel **„Erfahrungssammlung über die Verwendung von Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt“** [3] unter www.bast.de (→ **Fachthemen** → **Straßenbautechnik** → **temperaturreduzierte Asphaltbauweisen**) abrufbar.

Die Fertigprodukte bestehen aus Straßenbaubitumen oder Polymermodifiziertem Bitumen gemäß TL Bitumen-StB und viskositätsverändernden organischen Zusätzen, die im Folgenden näher beschrieben sind. Die Zusätze müssen homogen im Bindemittel verteilt sein, außerdem darf die Lagerstabilität der Bindemittel durch die Zusätze nicht beeinträchtigt werden.

Bei der Verwendung von Fertigprodukten sind die Angaben der Hersteller in den Produktdatenblättern zu beachten.





Viskositätsverändernde organische Zusätze

Viskositätsverändernde organische Zusätze werden entweder zur Herstellung von viskositätsveränderten Bindemitteln verwendet oder direkt bei der Herstellung des Asphaltmischgutes eingesetzt.

Die Fertigprodukte werden in speziellen Aufbereitungsanlagen produziert und gebrauchsfertig ausgeliefert. So wird eine homogene Verteilung des Zusatzes im Bindemittel gewährleistet.

Die bisher zum Einsatz kommenden viskositätsverändernden organischen Zusätze können grundsätzlich in drei verschiedene Gruppen eingeordnet werden (Tabelle 1).

Fischer-Tropsch-Wachse

Fischer-Tropsch-Paraffine sind langkettige aliphatische Kohlenwasserstoffe, die mit der Fischer-Tropsch Synthese in einem katalytischen Hochdruckverfahren aus dem Synthesegas (CO und H_2) gewonnen werden.

Die Kettenlänge der FT-Moleküle unterscheidet sich von der Kettenlänge erdöl-eigener Paraffine.

Daraus erklärt sich, dass FT-Paraffine andere physikalische Eigenschaften haben und nicht mit den paraffinischen Anteilen im Bitumen verglichen werden können.

FT-Paraffine sind oberhalb von 115 °C vollständig löslich in Bitumen, vermischen sich durch Rühren homogen mit dem Basisbitumen und senken dessen Viskosität im flüssigen Zustand.

Während des Abkühlens kristallisieren FT-Paraffine aus und bilden Kristallite im Bitumen, die die Stabilität und Verformungsbeständigkeit des Asphalttes erhöhen.

Tabelle 1

**Stoffbeschreibung viskositäts-
verändernder organischer Zusätze
und deren Wirkung am Beispiel
eines Straßenbaubitumens 50/70**

		Stoffe			
Beschreibung		Fischer-Tropsch-Wachs	Fettsäureamid (Amidwachs)	Montanwachs	
Aussehen		weißes Pulver oder Granulat	weißes Pulver oder Granulat	braunes Pulver oder Pastillen	
Struktur		langkettige aliphatische Kohlenwasserstoffe	Fettsäure- diamid	Montansäure- ester	
Eigen- schaften	Tropfpunkt [°C]	114 bis 120	140 bis 145	110 bis 140	
	Erstarrungspunkt [°C]	100 bis 105	135 bis 142	100 bis 130	
	Dynamische Viskosität in mPas bei	130 °C	11 bis 15	nicht messbar	20 bis 200
		140 °C	9 bis 13	13 bis 17	nicht bestimmt
		150 °C	8 bis 12	9 bis 13	5 bis 15
Wirkungs- weise in einem Straßenbau- bitumen 50/70	Zugabemenge [M.-%]	3,0*	3,0*	2,5 bis 3,0*	
	Erhöhung des EP RuK [°C]	25 bis 35	40 bis 55	nach Angaben des Herstellers	
	Verringerung der Nadel- penetration [1/10 mm]	15 bis 25	10 bis 15	nach Angaben des Herstellers	
*) Massenanteil bezogen auf das Bindemittel					



Fettsäureamide

Fettsäureamide sind langkettige aliphatische Kohlenwasserstoffe, die synthetisch hergestellt werden. Die Kettenlänge der Fettsäureamide-Moleküle unterscheidet sich von der Kettenlänge erdöleigener Paraffine.

Daraus erklärt sich, dass Fettsäureamide andere physikalische Eigenschaften

haben und nicht mit den paraffinischen Anteilen im Bitumen verglichen werden können.



Fettsäureamide sind oberhalb von 140 °C vollständig löslich in Bitumen, vermischen sich durch Rühren homogen mit dem Basisbitumen und senken dessen Viskosität im flüssigen Zustand.

Während des Abkühlens kristallisieren Fettsäureamide aus und bilden Kristallite im Bitumen, die die Stabilität und Verformungsbeständigkeit des Asphalttes erhöhen.

Montanwachse

Montanwachse und daraus hergestellte Derivate werden bei der Braunkohleverarbeitung gewonnen und bestehen aus höher molekularen Kohlenwasserstoffen mit einem Schmelzbereich zwischen 110 und 140 °C.

Daraus erklärt sich, dass Montanwachse andere physikalische Eigenschaften

haben und nicht mit den paraffinischen Anteilen im Bitumen verglichen werden können.

Montanwachse sind oberhalb ihres Schmelzbereichs vollständig löslich in Bitumen, vermischen sich durch Rühren homogen mit dem Basisbitumen und senken dessen Viskosität im flüssigen Zustand.

Während des Abkühlens kristallisieren Montanwachse aus und bilden Kristallite im Bitumen, die die Stabilität und Verformungsbeständigkeit des Asphalttes erhöhen.

Die Zugabe von Montanwachsen kann auch direkt in den Mischer mit entsprechender Nachmischzeit erfolgen, bei Gussasphalt auch in den fahrbaren Rührwerkskessel.





Tabelle 2

Stoffbeschreibung viskositäts- verändernder mineralischer Zusätze

Beschreibung

Zeolithe

Viskositätsverändernde mineralische Zusätze

Als viskositätsverändernde mineralische Zusätze werden natürliche und industriell hergestellte Zeolithe eingesetzt. Zeolithe sind Gerüstsilikate mit lockerer Struktur, die im Inneren Fremdmoleküle aufnehmen und wieder abgeben können ohne die Form zu verändern. Sie sind form- und größenstabil.

Sie werden in der chemischen Technik als strukturselektive Katalysatoren eingesetzt, die je nach Porengröße bestimmte Reaktionen auslösen. Im Straßenbau werden nur A-Typ Zeolithe mit einer Porengröße von 2 bis 5 Å ($1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$) eingesetzt.

Da die aktiven Zentren im Inneren sitzen, können A-Typ Zeolithe nur mit Wasser reagieren, d. h. abgeben bzw. aufnehmen. Wegen dieser Eigenschaft werden Zeolithe auch Molekularsiebe genannt.

Aussehen

- Zeolithe des A-Typs kommen als weißes oder gelblich gefärbtes Pulver in den Handel.
- Kenngrößen sind Korngrößenverteilung und Dichte.
- Die Korngrößenverteilung gibt Aufschluss über Handling und einzusetzende Verfahren.
- Die Dichte weist auf die Lockerheit der Struktur hin.

Struktur

- Dreidimensionale Gerüstsilikate mit weitmaschig angelegten Strukturen, großen Hohlräumen oder Kanälen.
- Die Poren sind zwischen 2 und 5 Å ($1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$) groß.
- Zeolithe sind form- und größenstabil.

Eigenschaften/ Wirkungsweise

- Zeolithe können im Inneren Fremdmoleküle aufnehmen und wieder abgeben ohne die Form zu verändern.
- Zeolithe reagieren nicht mit ihrer Außenseite, da sich die gesamten aktiven Zentren im Inneren der Poren und Hohlräume befinden.
- Aufnahme und Abgabe von Wasser sind reversibel und haben keinen Einfluss auf das Alumosilikatgerüst.
- Natürliche Zeolithe enthalten etwa 6 bis 12 % und industriell hergestellte bis zu 25 % Wasser.
- Dieses Wasser wird selektiv zwischen 70 und 220 °C abgegeben.



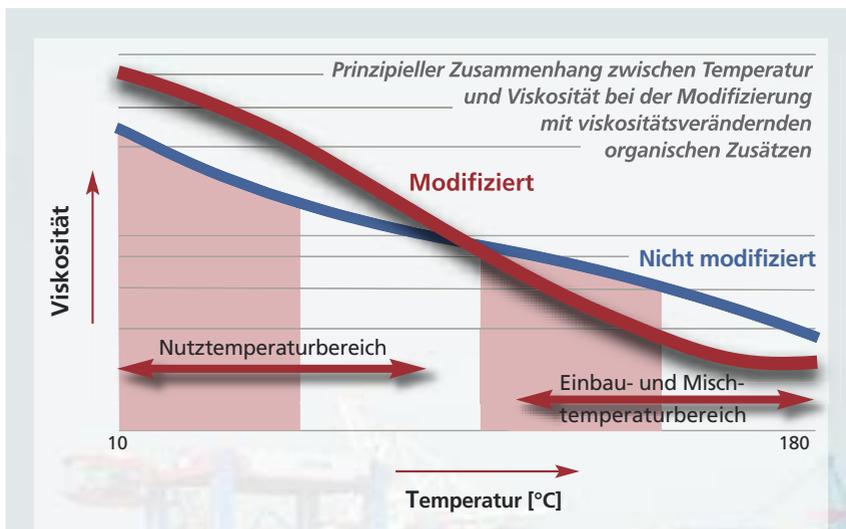


Wirkungsweise

Viskositätsverändernde organische Zusätze

Die viskositätsverändernden organischen Zusätze (entweder in einem Fertigprodukt oder an der Asphaltmischanlage zugegeben) senken die Viskosität des Bindemittels bei hohen Temperaturen und ermöglichen somit die Reduzierung der Misch- und Einbautemperaturen. Diese Viskositätsminderung wird bei Asphalttemperaturen unterhalb des Erstarrungs-

punktes des Zusatzes wieder aufgehoben oder der Effekt kehrt sich sogar um (siehe Bild), d. h. die Steifigkeit des Bindemittels im Asphalt ist dann wieder genauso hoch, oder sogar noch höher als bei einem vergleichbaren herkömmlichen Bindemittel. Dadurch ergibt sich ein höherer Beitrag des Bindemittels zur Verformungsbeständigkeit des Asphaltes.





Viskositätsverändernde mineralische Zusätze

Als viskositätsverändernde mineralische Zusätze werden vorwiegend natürliche und synthetisch hergestellte Zeolithe eingesetzt. Natürliche Zeolithe besitzen einen Wassergehalt von etwa 6 bis 10 M.-%, synthetisch hergestellte bis zu 25 M.-%. Das entspricht pro Tonne Asphalt ca. 1 bis 1,5 Liter Kristallwasser.

Beim Abkühlen des Asphaltes und des Bindemittels kondensieren die mikrofeinen Dampfbläschen, damit steigt die Viskosität des Bindemittels wieder auf die ursprüngliche Höhe und das Bindemittel und das daraus hergestellte Asphaltmischgut besitzt wieder seine ursprünglichen Eigenschaften.

Während des Mischprozesses werden Zeolithe mit dem Füller zugegeben. Durch Erwärmung auf die Mischtemperatur geben die Zeolithe ihr gebundenes Wasser langsam an das umgebende Bitumen ab. Die Abgabe erfolgt in mikrofeinen Dampfblasen, die im Bitumen verteilt werden. Dadurch wird die Verarbeitungviskosität des Bitumens stark abgesenkt und das damit hergestellte Asphaltmischgut kann auch bei abgesenkten Temperaturen problemlos eingebaut werden.



4

Asphaltmischgut-herstellung

Allgemeines

Temperaturabgesenktes Asphaltmischgut kann in herkömmlichen Asphaltmischanlagen hergestellt werden. Voraussetzung für eine einwandfreie Produktion sind gut funktionierende und möglichst isolierte Abgasführungen, die eine sichere Einhaltung der Abgastemperaturen oberhalb des Taupunktbereiches auch bei den niedrigeren Gesteinstemperaturen in der Trockentrommel sicherstellen.

Zum Erreichen der richtigen Gesteinstemperatur kann die Regulierung der Drehzahl der Trockentrommel hilfreich sein. In diesem Fall sind die Leistung des Brenners und der Durchsatz durch die Trockentrommel entsprechend anzupassen.



Bei der Produktion von Gussasphalt haben sich Füllervorerhitzer bewährt, da mit Gemischen aus Kalt- und Heißfüller praktisch „aus dem Stand“ jede gewünschte Temperatur des Asphaltmischgutes erzielbar ist.

Die Herstelltemperaturen und Transportzeiten sollten so bemessen werden, dass die in der Tabelle 3 angegebenen Richtwerte für Asphaltmischguttemperaturen an der Einbaubohle zielsicher eingehalten werden.

Tabelle 3**Richtwerte für Asphaltmischguttemperaturen bei der Herstellung temperaturabgesenkter Asphalte**

Asphaltart	Art und Sorte des Grundbindemittels	Richtwerte für Asphaltmischguttemperaturen bei der Herstellung	Richtwerte für Asphaltmischguttemperaturen an der Einbaubohle
Walzasphalt	70/100 50/70	130 bis 150 °C	mindestens 120 °C
	30/45 25/55-55 A	140 bis 160 °C	mindestens 130 °C
	10/40-65 A	150 bis 170 °C	mindestens 140 °C
Gussasphalt	30/45 20/30 25/55-55 A	200 bis 230 °C	mindestens 200 °C höchstens 230 °C
	10/40-65 A	210 bis 230 °C	mindestens 210 °C höchstens 230 °C

Erfahrungswerte für eine Absenkung der Walzasphalt-Mischguttemperaturen beim Verlassen des Asphaltmischwerkes und einer Transportzeit von 30 Minuten bei normal abgeplanten Transportfahrzeugen sind:

Außentemperatur	Absenkung
über 20 °C	15 bis 30 Grad
10 bis 20 °C	15 bis 25 Grad
unter 10 °C	0 bis 15 Grad

Bei Temperaturen unter 10 °C und bei großen Windbeeinflussungen sollte die Asphaltmischguttemperatur nicht abgesenkt werden.



Asphaltemischgut-herstellung

Bei der Herstellung von Asphaltemischgut mit abgesenkten Temperaturen ist zu beachten:

- Aufgrund der niedrigen Temperaturen kann es an den Siloklappen bei Produktionsstart zu Öffnungsproblemen kommen.
- Eine sorgfältige Zeitablaufplanung von Produktion, Lagerung, Transport und Einbau ist in jedem Falle vorzunehmen.
- Längere Silolagerzeiten sind zu vermeiden.
- Das Maß der Temperaturabsenkung ist abhängig von der Witterung (Außentemperatur, Regen, Wind u. Ä.), da dadurch der Einbau wesentlich beeinflusst wird.
- Für die richtige Einstellung der Asphaltemischguttemperatur ist zu beachten, welches Asphaltemischgut vorher produziert wurde (es ist zeitaufwändiger die Temperatur der Asphaltmischanlage abzusenken, als zu erhöhen!), und/oder, ob die Asphaltmischanlage erst auf „Produktionstemperatur“ aufgeheizt werden muss.
- Die zum Einsatz kommenden Gesteinskörnungen sollten möglichst wenig Restfeuchte besitzen, um den Wassergehalt im Abgas auf ein Minimum zu reduzieren.
- Eine einwandfreie Bindemittelumhüllung der Gesteinskörnungen ist sicher zu stellen. Gegebenenfalls ist dies durch eine Mischzeitverlängerung oder durch Veränderung der Komponentenzugabe zu gewährleisten.
- Ein laufender Wechsel zu Asphaltemischgutarten/-sorten mit konventionellen Produktionstemperaturen sollte aus Qualitätsgründen nicht erfolgen.

Die Zugabe der Zusätze in den Mischer soll die Ausnahme sein!



Zugabe von viskositätsverändernden organischen Zusätzen

Zugabe als Fertigprodukt

Fertigprodukte mit viskositätsverändernden organischen Zusätzen sind für die unterschiedlichsten Anwendungen am Markt verfügbar. Sie sind über herkömmliche Dosieranlagen problemlos verarbeitbar und unterscheiden sich daher nicht vom Handling herkömmlicher Straßenbaubitumen. Zur Angleichung der Viskosität ist eine Reduzierung der Lagertemperaturen in den Bitumentank zweckmäßig, gegebenenfalls muss die Nachlaufzeit bei der Einwaage kontrolliert und/oder angepasst werden. Hierbei sind die Herstellerangaben zu beachten.

Die eingesetzten Fertigprodukte müssen lagerstabil sein.

Es ist unbedingt auf eine sortenreine Betankung zu achten. Schon geringe Mengen anderer Sorten können die Bindemiteleigenschaften verändern.

Zur Sicherung einer gleichbleibenden Qualität sind Fertigprodukte bevorzugt einzusetzen. In den Fällen, in denen kein Fertigprodukt verwendet wird, besteht die Möglichkeit der Modifizierung an der Asphaltmischanlage.

Zugabe der Zusätze in den Mischer

Fischer-Tropsch-Wachse und Fettsäureamide lassen sich in Asphalt nur in flüssiger Konsistenz (Mastix) im Mischer homogen einmischen. Durch Veränderung der Reihenfolge der Zugabe der Komponenten muss daher vor der Zugabe Mastixasphalt hergestellt werden, bei der der Mindest-Bindemittelgehalt mehr als 15 M.-% beträgt. Hierfür sind die feinen Gesteinskörnungen und die Füllkomponente so zu bemessen, dass mit der Gesamtbindemittelmenge der Mischgutcharge ein Mastixasphalt mit einem resultierenden Bindemittelgehalt von mindestens 15 M.-% entsteht. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Mischerfüllung mindestens 35 % beträgt und ein gut abdichtender Rundschieber vorhanden ist. Nach der Zugabe muss eine Nachmischzeit von mindestens 15 Sekunden erfolgen. Erst danach werden die restlichen Gesteinskörnungen in den Mischer gegeben und eine weitere Nachmischzeit von 15 Sekunden eingestellt.

Durch diesen modifizierten Produktionsablauf wird die Gesamtchargenzeit auf ca. 65 Sekunden angehoben. (Beim Einsatz von Fertigprodukten muss die Mischzeit dagegen nicht angehoben werden!)

Asphaltemischgut-herstellung

Zugabe von viskositätsverändernden organischen Zusätzen

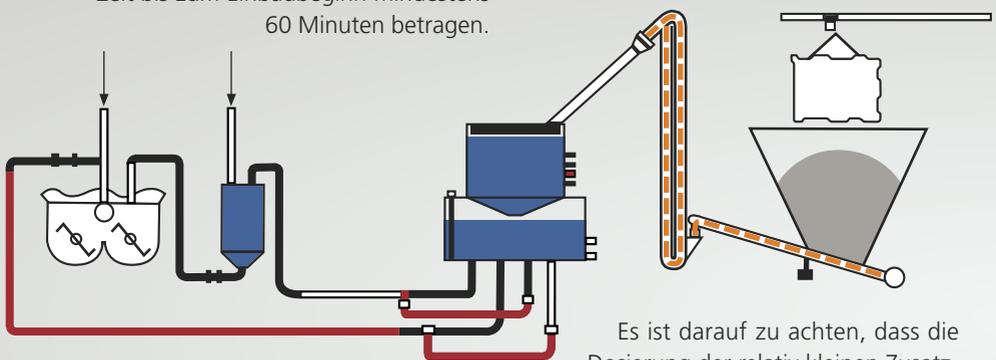
Die einfache Zugabe – abweichend vom o. a. modifizierten Produktionsablauf – sollte vermieden werden, da auch nach Verlängerung der Mischzeiten eine einwandfreie und homogene Einmischung in die Mischgutcharge nicht gewährleistet werden kann.

Bei der Herstellung von **Gussasphalt** kann die Zugabe auch in den fahrbaren Rührwerkskessel erfolgen. Hierbei sollte die Zugabe der gesamten Menge der Zusätze während der Befüllung des Rührwerkskessels erfolgen und die Zeit bis zum Einbaubeginn mindestens 60 Minuten betragen.

Zugabe der Zusätze in den Bindemittelstrom

Die Zugabe der Zusätze kann auch in flüssiger Form über eine **Aufschmelzanlage** oder in fester Form mit einem **Ejektor** in den Bitumenstrom an der Asphaltmischanlage erfolgen.

Die Zugabe in flüssiger Form erfolgt über eine **Aufschmelzanlage** direkt in die Bitumenwaage. Heißbitumen und Flüssigwachs lassen sich so miteinander vermischen und werden gemeinsam in den Waagebehälter an der Asphaltmischanlage gepumpt. So entsteht ein viskositätsverändertes Bindemittel.



Prinzip Aufschmelzanlage

Es ist darauf zu achten, dass die Dosierung der relativ kleinen Zusatzmengen in die Prozessorsteuerung der Asphaltmischgutherstellung eingebunden wird. Hierdurch wird eine hohe Genauigkeit erzielt und eine Modifizierung aller gängigen Bitumenarten und -sorten ermöglicht.

Das Prinzip des Ejektors funktioniert nach dem System der Wasserstrahlpumpe.

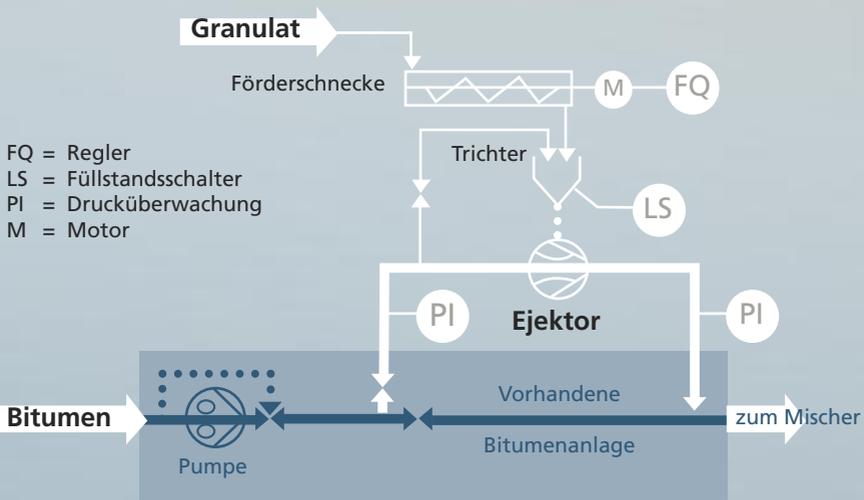
Das zu modifizierende Bindemittel wird durch eine Verjüngung im Rohrdurchmesser gedrückt, wodurch nach der Verjüngung ein Unterdruck entsteht. Durch diesen Unterdruck kann ein Zusatz sowohl in fester als auch in flüssiger Form in den Bindemittelstrom eingesaugt und homogen verteilt werden.

Da die Temperatur des Bindemittels größer ist als der Schmelzpunkt der Zusätze, wer-

den diese aufgeschmolzen und verteilen sich in der flüssigen Phase des Bindemittels.

Die Anlage wird als Bypass zur konventionellen Bindemittelzuleitung zur Waage eingebaut. Die Steuerung der Anteile der Zumischung erfolgt nach dem Prinzip der volumetrischen Zugabe, geregelt über die Fördermenge Bindemittel und die Fördermenge Zusatz. Es ist eine Zugabemenge von 2 bis 12 % der Bindemittelmenge möglich.

Prinzip Ejektoranlage



Asphaltemischgut-herstellung



Zugabe von viskositätsverändernden organischen Zusätzen

Bei beiden Verfahren ist eine Verlängerung der Mischzeiten nicht erforderlich und die Bitumenlager-Kapazität an der Asphaltemischanlage wird nicht eingeschränkt. Darüber hinaus kann die Herstellung von Kleinmengen problemlos umgesetzt werden.

Zugabe in Kombination mit stabilisierenden Zusätzen

Eine weitere Möglichkeit der Zugabe von viskositätsverändernden organischen Zusätzen in den Mischer sind modifizierte Faserpellets, die aus stabilisierenden Zusätzen (Cellulosefasern) und viskositätsverändernden organischen Zusätzen bestehen, und über die bestehenden Zugabevorrichtungen für stabilisierende Zusätze an den Asphaltemischanlagen dosiert werden können.

Bei der Auswahl der Faserpellets und der Bestimmung der Zugabemenge ist darauf zu achten, dass die Zugabemengen der modifizierenden Faserpellets exakt auf den Bindemittelgehalt abgestimmt werden müssen, so dass einerseits der Faseranteil und andererseits der Wachsanteil richtig dosiert sind. Hinsichtlich der erforderlichen Mischzeiten ist wie beim Mischen von Splittmastixasphalt zu verfahren.



Zugabe von viskositätsverändernden mineralischen Zusätzen

Zeolithe werden direkt in den Mischer zugegeben, bevor das Bindemittel dosiert wird.

Die Handelsform von Zeolithen ist ein weißes (industriell hergestelltes) bzw. gelbliches Pulver (natürlich vorkommendes), das wie Füller gehandhabt werden kann.

Die zugegebene Zeolith-Menge wird bei der Asphaltmischgut-Rezeptur dem Fülleranteil zugerechnet.

Bei automatisierter Zugabe wird aus einem Silo heraus dosiert. Dazu kann auch eine mobile Siloanlage genutzt werden.

Für kleinere Mengen kann auch eine manuelle Zugabe vorgesehen werden. Dazu wird die erforderliche Menge in Papiersäcken abgepackt und dem Mischer zugegeben.

Der Zeitpunkt der Zugabe ist gemeinsam mit oder unmittelbar nach der Füllerzugabe. Es sind mindestens 5 Sekunden Mischzeit vor der Bindemittelzugabe erforderlich.

Die Lagerung von Zeolithen erfolgt ähnlich wie die von Fasern, witterungsgeschützt und trocken.



Lagerung und Transport des Asphaltemischgutes

Walzasphalt

Beim Umgang mit temperaturabgesenktem Walzasphaltemischgut gibt es grundlegende Randbedingungen, die zu beachten sind:

- Alle temperaturabgesenkten Asphaltemischgutarten können im Silo zwischengelagert werden.
 - Bei älteren Silos sollte die niedrigere Temperatur bei den Schließklappen berücksichtigt werden (Verklebung der Klappen).
 - Längere Zwischenlagerungen im Mischgutsilo sind zu vermeiden.
 - In der Regel kann bei den Transportfahrzeugen auf Trennmittel verzichtet werden.
 - Die Transportzeit von temperaturabgesenktem Asphaltemischgut sollte möglichst gering sein.
 - Transportzeiten über 60 Minuten sollten vermieden werden.
- Überschreitet die Zeit zwischen Verladung und Entladung 45 Minuten, sollte die Herstellungstemperatur um 5 Grad angehoben werden.

**Grundsätzlich gilt:
Kurze Transportzeit =
niedrigere Asphaltemischgut-
temperatur**

**Lange Transportzeit =
höhere Asphaltemischgut-
temperatur**

- Ein vorzeitiges Abkühlen des Asphaltemischgutes, besonders in den Randbereichen, ist während des Transportes durch eine sorgfältige und vollständige Abdeckung zu verhindern.
- Die Abdeckung (Plane) ist erst unmittelbar vor dem Entladen zu öffnen.
- Die Nutzung von isolierten Kippermulden wird empfohlen. Der Einsatz von thermoisolierten Fahrzeugen erhöht die Effizienz zusätzlich.





Gussasphalt

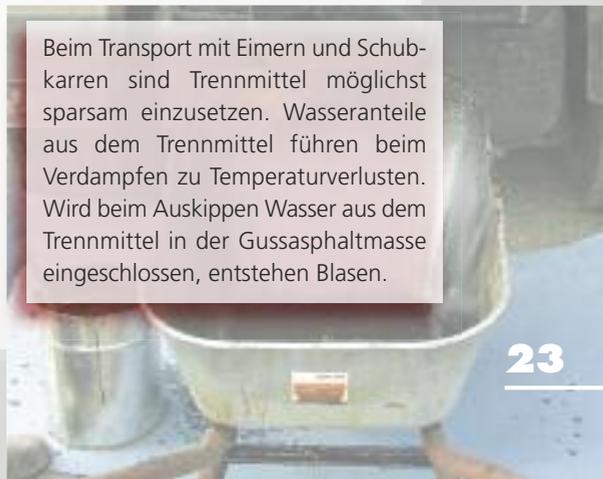
Fahrbare Rührwerkskessel sind Transportgefäße mit der Aufgabe, die Gussasphaltmasse ohne größere Veränderungen und Qualitätsverluste von der Asphaltmischanlage zur Einbaustelle zu transportieren und den Grad der Homogenisierung zu erhöhen.

Für den Transport von viskositätsverändertem Gussasphalt gibt es keine Unterschiede zum konventionellen Gussasphalt. Es sind sowohl Rührwerkskessel mit stehendem als auch mit liegendem Rührwerk geeignet.

Bei den fahrbaren Rührwerkskesseln ist jedoch auf folgende Voraussetzungen besonders zu achten:

- Eine exakte Temperaturerfassung setzt ein homogenes Asphaltmischgut sowie einen über der Messeinrichtung liegenden Füllstand voraus.
- Die Temperaturanzeige ist regelmäßig zu kontrollieren und muss kalibrierbar sein, damit die vorgegebenen Temperaturen eingehalten werden können.
- Die Fahrer müssen darauf hingewiesen werden, dass es sich um temperaturreduzierten Gussasphalt handelt und die vorgegebenen Asphaltmischguttemperaturen unbedingt eingehalten sind, damit es nicht zu Entmischungen bzw. Schädigungen des Bindemittels kommen kann.
- Beim Einbau ist eine Kontrolle mit Handthermometern durchzuführen (am besten Einstechthermometer verwenden).
- Die Verweildauer im Rührwerkskessel darf nach Abschnitt 2.3.4 der ZTV Asphalt-StB 07 12 Stunden bei Verwendung von Straßenbaubitumen und 8 Stunden bei Polymermodifiziertem Bitumen nicht überschreiten. Darüber hinaus sollte die (tatsächliche) maximale Verweildauer in Abhängigkeit von der Temperatur und dem verwendeten Bindemittel bestimmt werden. Die Temperatur darf in keinem Fall über 230 °C liegen.

Beim Transport mit Eimern und Schubkarren sind Trennmittel möglichst sparsam einzusetzen. Wasseranteile aus dem Trennmittel führen beim Verdampfen zu Temperaturverlusten. Wird beim Auskippen Wasser aus dem Trennmittel in der Gussasphaltmasse eingeschlossen, entstehen Blasen.





5 **Einbau**

Baustellenvorbereitung

Alle an der Baumaßnahme Beteiligten sollten vor Baubeginn eine umfassende Information zur Bauweise erhalten. Es ist ratsam, beim erstmaligen Einbau von temperaturabgesenkten Walzasphalten eine Einweisung durch Anwendungstechniker der verschiedenen Bitumen- und Zusatzhersteller in Anspruch zu nehmen.

Vorbereiten der Unterlage

Aufgrund der abgesenkten Asphalttemperaturen sollten die jeweils darunter liegenden Asphaltsschichten besonders sorgfältig und homogen angespritzt werden, um eine ausreichende Verklebung zu erzielen. Voraussetzung ist eine trockene und saubere Unterlage.



Verdichtendes Mischgutes

Walzeinsatz bei unterschiedlichen Asphaltarten

	ATS	AB1	AB	SMA	TPS	OPA	DSH	NTWA
Streifenwalze	+	+	+	++	-	+	++	+
Längswalze	ohne Vibration		kleiner & kleiner		großer & kleiner			
	+	++	++	++	++	++	++	++
Längswalze	mit Vibration		normal		Eckreifen			
	++	++	=	++	++	-	-	++
	++	++	++	++	++	-	+	++

Einbau von Walzasphalt

Die Herstellungstemperatur ist unter Berücksichtigung der Witterungs- und Transportbedingungen so zu wählen, dass die in der Tabelle 3 im Abschnitt 4 „Asphaltmischgutherstellung“ angegebenen Richtwerte für die Asphaltmischguttemperatur an der Einbaubohle eingehalten werden.

Auf die in den DAV-„Ratschlägen für den Einbau von Walzasphalt“ (siehe Anhang 2) aufgelisteten „Grundregeln für das Walzen von Asphaltmischgut“ wird besonders hingewiesen.

- ++ = besonders geeignet
- + = geeignet
- = = bedingt geeignet
- = wenig geeignet

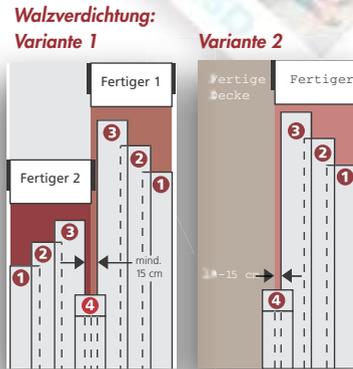


Tabelle 4 Richtwerte für Asphaltmischguttemperaturen an der Einbaubohle für temperaturabgesenkte Walzasphalte

	Art und Sorte des Grundbindemittels	Richtwerte für Asphaltmischguttemperaturen an der Einbaubohle
Walzasphalt	70/100 50/70	mindestens 120 °C
	30/45 25/55-55 A	mindestens 130 °C
	10/40-65 A	mindestens 140 °C

Auszug aus Tabelle 3 im Abschnitt 4

Einbau



Aufgrund des kleineren Einbauzeitfensters ist bei den temperaturabgesenkten Walzasphalten eine besonders effektive Einbautechnologie erforderlich:

- Gleichmäßige Einbaugeschwindigkeit,
- kontinuierliche Beschickung,
- ständige Temperaturkontrolle,
- Walzen nahe am Straßenfertiger,
- Verdichtungsgrad kontrollieren (z. B. mit der Isotopsonde),
- schnelles Andrücken (einschließlich der Randbereiche),
- kurze Walzbahnen,
- Einbauten unmittelbar nach dem Straßenfertiger angleichen,
- Abstumpfen zur Erzielung der Griffigkeit, spätestens nach dem zweiten Walzgang,
- Abschluss der Verdichtung, abhängig von der Viskosität des eingesetzten Bindemittels, möglichst bei ca. 100 °C.

Beim Einbau mit abgesenkter Temperatur entstehen, wie beim Einbau mit Normaltemperatur, Bereiche mit verstärkter Abkühlung (Randbereiche, Zwickel). Diese Abkühlung wirkt sich jedoch wesentlich stärker aus, da das Temperaturniveau niedriger ist.

Bei schlechten Witterungsbedingungen und erschwerten Einbaubedingungen (innerstädtisch, Trompeten, Inseln usw.) kann das Einbaufenster durch Anheben der Temperatur vergrößert werden.





Einbau von Gussasphalt

Die in diesem Leitfaden beschriebenen Verfahren zur Temperaturabsenkung von Gussasphalten dienen dazu, die seit Januar 2008 geltende (vgl. Vorwort) und in den TL Asphalt-StB 07 bzw. ZTV Asphalt-StB 07 festgeschriebene Temperatur-Höchstgrenze von 230 °C sicher unterschreiten zu können. Im Folgenden sind einige Hinweise zum Umgang und Einbau von Gussasphalten mit maximal 230 °C angegeben.

Einbau von Hand und von Estrichen

Aufgrund der geringeren Einbautemperatur des Gussasphaltes wird das Zeitfenster zum Bearbeiten der Oberfläche gegenüber den vor 2008 bei höheren Temperaturen eingebauten Gussasphalten kleiner.

Daher ist besonders zu beachten:

- Schnelles und zeitnahes Abreiben und Abstreuen,
- kurze Transportwege vom Rührwerkskessel zur Einbaustelle (im Hochbau z. B. Aufzüge nutzen),
- verändertes Fließverhalten der Gussasphaltmasse (vor allem bei Pendelrinnen, Rampen mit starken Neigungen etc.).

Besonders bei dichter Unterlage (Beton, Schweißbahn, Schutzschicht aus Gussasphalt usw.) muss diese trocken sein; andernfalls kann das dazu führen, dass Feuchtigkeit eingeschlossen wird und später zu erheblicher Blasenbildung führt. Auch beim Einbau von Gussasphaltestrichen im Hochbau ist darauf zu achten, dass die Unterlage trocken ist, gegebenenfalls müssen Maßnahmen zur Trocknung ergriffen werden. Feuchtigkeit kann auch durch Schuhsohlen oder Räder von Schubkarren und Dumpfern ins Gebäude und auf die Unterlage gebracht werden.



Einbau maschinell

Folgende Punkte sind zu beachten:

- Die Unterlage muss sauber und trocken sein.
- Die Aufstandsfläche für das Bohlenfahrwerk muss überprüft werden.
- Der Gussasphalt darf nicht zu weit vorgelegt werden.
- Schnelle Abkühlung in den Randbereichen berücksichtigen.
- Gleichmäßige Verteilung des Gussasphaltes durch den Schwertverteiler, auch in den Randbereichen der Bohle.
- Kaltes Material restlos entfernen.
- Ein zu tiefes Absinken des Abstreumaterials (durch die niedrigere Viskosität) vermeiden.
- Das planebene Aufliegen der Anlege-schienen sicherstellen. (Unterlaufen des Gussasphaltes – Absacken der Ränder)
- Bei Einbau heiß an kalt: Vorwärmen der Anschlussflächen mit Heizvorrichtungen.
- Bei gewalztem Gussasphalt: Den Walzbeginn so wählen, dass das Abstreumaterial nicht vollständig in die Oberfläche eingedrückt werden kann; aber andererseits ist dieses so zeitig aufzugeben, dass es noch dauerhaft im Mörtelfilm an der Oberfläche eingebunden werden kann – auch bei Wind!
- Das Abstreumaterial sollte vorgewärmt sein. Die Anlieferung in Thermobehältern hat sich bewährt. Feuchtes oder zu kaltes Abstreumaterial führt zu schlechtem Verbund und später zu mangelnder Griffbarkeit.
- Die Produktion von Abstreumaterial nicht während der Produktion von Gussasphalt durchführen.





Verbesserung der Verarbeitbarkeit

Aufgrund von Witterungsbedingungen kann es erforderlich sein, die Temperaturen weniger stark oder gar nicht abzusenken. Durch die niedrigere Viskosität des Bindemittels kann das Asphaltmischgut besser eingebaut und verdichtet werden.

Dieser Vorteil kann besonders genutzt werden für:

- Flächen im Handeinbau,
- ungünstige Einbaubedingungen (starker Wind, geringe Außentemperatur, etc.),
- schwer verdichtbares Mischgut,
- lange Transportwege,
- dünne Schichten in Heißbauweise.

Folgende Randbedingungen und Empfehlungen sind dabei zu beachten:

- Die Verdichtungsarbeit der Fertigerbohle muss dem Asphaltmischgut angepasst werden (Asphalttragschicht und Asphaltbinderschicht höhere Verdichtung).
- Beim Einbau von Deckschichtmischgut ist die Nutzung der Hochverdichtungsbohle in der Regel nicht erforderlich.
- Der 1. Walzgang sollte mit mittelschweren Walzen (6 bis 8 t) ohne Vibration erfolgen,
- ab dem 2. Walzgang ist die Verdichtung auch mit Vibration oder Oszillation und mit schwereren Walzen möglich.
- Beim Einbau von Deckschichtmischgut ist eine statische oder oszillierende Verdichtung zu bevorzugen.
- Die Verdichtung der Randbereiche darf erst erfolgen, wenn der Asphalt eine ausreichende Verformungsbeständigkeit aufweist aber noch verdichtbar ist.
- Das Abstumpfen ist möglichst nach dem 2. Walzübergang durchzuführen.

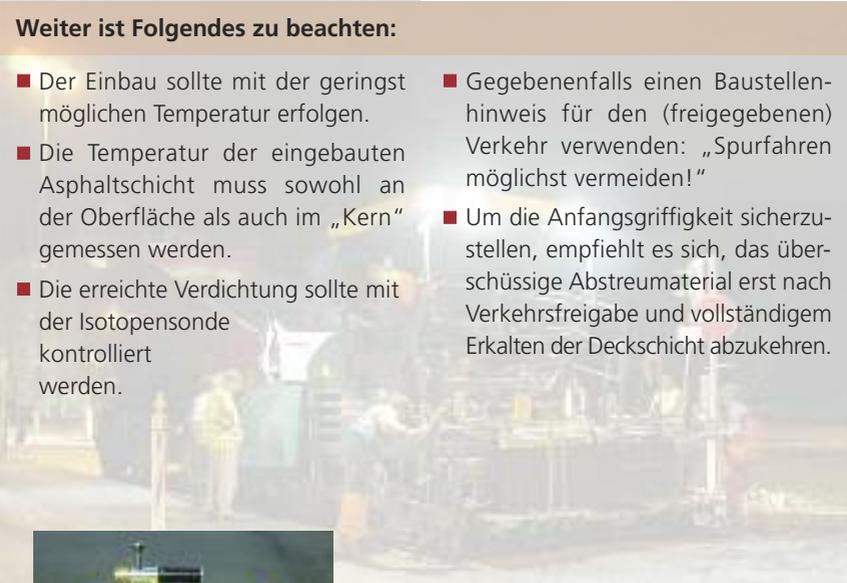


Verkehrsfreigabe

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass durch den Einsatz von Zusätzen eine vorzeitige Verkehrsfreigabe grundsätzlich möglich ist. Dabei sind jeweils die Randbedingungen wie Lufttemperatur, Schichtdicke etc. zu beachten.

Weiter ist Folgendes zu beachten:

- Der Einbau sollte mit der geringst möglichen Temperatur erfolgen.
- Die Temperatur der eingebauten Asphalterschicht muss sowohl an der Oberfläche als auch im „Kern“ gemessen werden.
- Die erreichte Verdichtung sollte mit der Isotopensonde kontrolliert werden.
- Gegebenenfalls einen Baustellenhinweis für den (freigegebenen) Verkehr verwenden: „Spurfahren möglichst vermeiden!“
- Um die Anfangsgriffigkeit sicherzustellen, empfiehlt es sich, das überschüssige Abstreumaterial erst nach Verkehrsfreigabe und vollständigem Erkalten der Deckschicht abzukehren.





Baustellenmanagement

Um temperaturabgesenktes Asphaltmischgut fehlerfrei einzubauen, muss das Baustellenmanagement auf diese Bauweise abgestimmt werden.

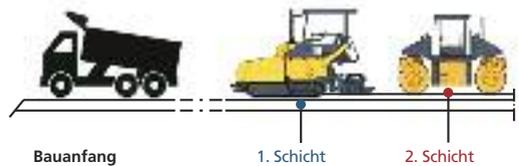
Dazu gehört insbesondere:

- Eine zusätzliche Unterweisung des Einbaupersonals,
- eine am Baustoff orientierte Arbeitsvorbereitung,
- die Sicherung einer gleichmäßigen Asphaltmischgutzufuhr in Anpassung an die Einbaukapazität,
- die Bestückung der Baustelle mit geeigneten Straßenfertigern und Walzen,
- eine detaillierte Planung des Arbeitsablaufs, insbesondere wenn eine schnelle Verkehrsfreigabe vorgesehen ist,
- bei einem parallel durchzuführenden Hand- und Fertigerinbau in Einmündungsbereichen, Busbuchten, Einbauten, etc. die Vorhaltung von zusätzlichen maschinellen und personellen Kapazitäten,
- keine Minimierung der Anzahl der Walzen gegenüber herkömmlichem Einbau,
- beim Einbau von zwei Schichten unmittelbar hintereinander das Umkehren der Einbaurichtung (siehe Bild).

Einbaurichtung umkehren:

Einbaurichtung 2. Schicht

Einbaurichtung 1. Schicht



6

Prüfungen

Allgemeines

Die entsprechenden Abschnitte der TL Asphalt-StB und der ZTV Asphalt-StB müssen beachtet werden. Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Leitfadens befindet sich das „Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt“ (M TA), Ausgabe 2006 [1] in Überarbeitung. Bei Unstimmigkeiten zwischen diesem Leitfaden und dem überarbeiteten Merkblatt sollten dann die Angaben des überarbeiteten Merkblattes herangezogen werden.

Einige viskositätsverändernde organische Zusätze (z. B. Fettsäureamide) gehen Wechselwirkungen mit Gesteins-



oberflächen ein, so dass bei einer Standard-Heißextraktion eine vollständige Rückgewinnung nicht gewährleistet ist. Der Erweichungspunkt Ring und Kugel ist in diesen Fällen oft niedriger als der des viskositätsveränderten Bindemittels im frischen Zustand. Die Hersteller geben Hinweise, wie eine möglichst vollständige Rückgewinnung erfolgen kann.



Eignungsnachweis

Das Asphaltmischgut für Temperaturabgesenkte Asphalte (sowohl Walz- als auch Gussasphaltmischgut) wird mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet – auch wenn es nicht den TL Asphalt-StB entspricht –, denn es lässt sich in den jeweiligen Europäischen Mischgutnormen der Serie EN 13108 abbilden.



Beim temperaturabgesenktem Walzasphaltmischgut sollte bei den Sortenbezeichnungen (u. a. auf dem Lieferschein) darauf geachtet werden, dass nicht nur die (Kurz-) Bezeichnungen nach den TL Asphalt-StB 07 angeführt werden, sondern – z. B. durch den Zusatz „TA“ – auf die Besonderheit des Asphaltmischgutes hingewiesen wird.



Eignungsnachweise für Asphaltmischgut mit viskositätsverändernden organischen Zusätzen oder viskositätsveränderten Bindemitteln werden wie für die Asphaltmischgutarten nach den TL Asphalt-StB 07 durchgeführt. Bei einem Wechsel des viskositätsverändernden **organischen Zusatzes** oder des viskositätsveränderten Bindemittels (Fertigprodukt) ist der Eignungsnachweis erneut durchzuführen. Der Erweichungspunkt Ring und Kugel des eingesetzten viskositätsveränderten Bindemittels ist grundsätzlich sowohl im Anlieferungszustand als auch nach Extraktion zu ermitteln.

Für die Durchführung der Extraktion wird, um verfahrensbedingte Schwankungen zu minimieren, vorgeschlagen, folgende Extraktionsrandbedingungen einheitlich festzulegen:

- Waschgänge: 6
- Extraktionszeit: 90 Minuten
- Ermittlung des Erweichungspunktes Ring und Kugel aus dem rückgewonnenen Bindemittel.

Der so ermittelte Erweichungspunkt Ring und Kugel wird später Vertragsbestandteil und Grundlage für die Kontrollprüfung.

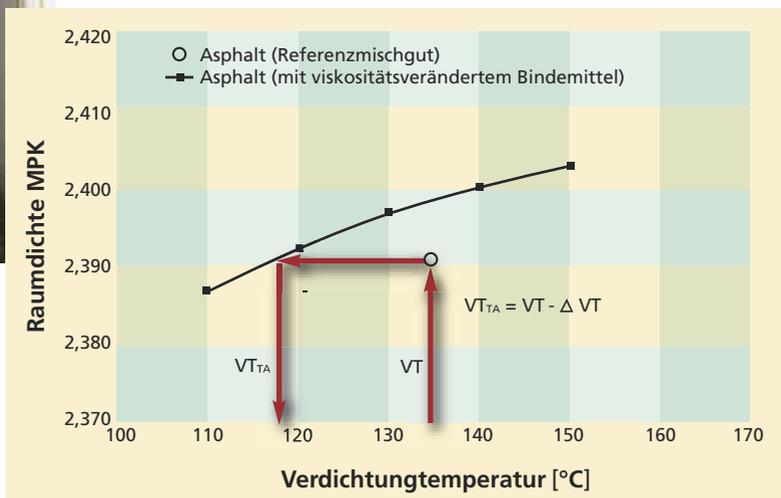
Für Baumaßnahmen, bei denen eine abgesenkte Einbautemperatur angestrebt wird und noch keine Erfahrungen mit dem viskositätsveränderten Asphaltmischgut vorliegen, sollten nachfolgend beschriebene zusätzliche Aspekte im Rahmen des Eignungsnachweises beachtet werden.

Eignungsnachweis

Für temperaturabgesenkten Walzasphalt

Bisherige Erfahrungen haben gezeigt, dass bei Asphaltmischgut mit viskositätsveränderten Bindemitteln und/oder viskositätsverändernden organischen Zusätzen die für die Raumdichtebestimmung notwendigen Marshall-Probekörper nicht bei üblichen Verdichtungs-temperaturen von $135 \pm 5 \text{ °C}$ (Straßenbaubitumen) bzw. $145 \pm 5 \text{ °C}$ (Polymermodifiziertes Bitumen) hergestellt werden sollten.

Aus einer Referenz-Prüfung mit einem nicht viskositätsveränderten Bindemittel ergibt sich eine optimale Asphaltmischgutzusammensetzung und eine Referenzraumdichte bei einer Verdichtungstemperatur (VT) von 135 °C bzw. 145 °C . Zur Bestimmung der maßgebenden Temperatur für die Herstellung von Probekörpern (VT_{TA}) für das mit dem viskositätsveränderten Bindemittel bzw. mit dem viskositätsverändernden organischen Zusatz hergestellte Asphaltmischgut sollten Probekörper mit zusätzlichen Verdichtungs-temperaturen (z. B. 110, 120, 130, 140 und 150 °C) hergestellt werden.





Die Verdichtungstemperatur, bei der die Raumdichte der Referenzraumdichte entspricht, ist die maßgebende Verdichtungstemperatur, die auch für die Bestimmung der Bezugsraumdichte am Marshall-Probekörper bei Kontrollprüfungen verwendet werden muss. Dies gilt auch beim Einsatz von viskositätsveränderten Bindemitteln (Fertigprodukte) oder viskositätsverändernden organischen Zusätzen zum Zwecke der Verbesserung der Verarbeitbarkeit/Verdichtbarkeit, also beim Einbau ohne Absenkung der Temperatur.

Die bisherigen Praxiserfahrungen haben gezeigt, dass die Differenz zwischen Referenzverdichtungstemperatur und maßgebender Verdichtungstemperatur der Temperaturabgesenkten Asphalte nicht das gesamte Potential der Temperaturabsenkung auf der Baustelle abdeckt. Oftmals wurde dort ein noch höheres Absenkungspotential festgestellt.

Bei Walzasphalten mit viskositätsverändernden **mineralischen Zusätzen** (Zeolithen) lassen sich keine zielführenden Hinweise aus derartigen Laborversuchen ableiten, da die Wirkung der Zeolithe zeitlich begrenzt ist und im Labor nicht festgestellt werden kann.

Da die Zeolithe den Erweichungspunkt Ring und Kugel des Bindemittels nicht verändern, kann auf die besondere Bestimmung des Erweichungspunktes verzichtet werden und die Extraktionen (sowohl beim Eignungsnachweis als auch bei den Kontrollprüfungen) mit den normalen Extraktionsrandbedingungen nach dem Regelwerk durchgeführt werden.



Die zugegebene Zeolith-Menge wird in der Asphaltmischgut-Rezeptur dem Fülleranteil zugerechnet und bei den Prüfungen auch als Füller festgestellt.

Weitere Hinweise können dem Anhang 1 des M TA [1] entnommen werden.



Eignungsnachweis

Für Gussasphalt

Zur Bestimmung der Verarbeitbarkeit des Gussasphaltes in Abhängigkeit von der Temperatur (Temperaturbereich: 180 bis 230 °C) sollte der Rührwiderstand gemäß Anhang 2 des MTA [1] bestimmt werden. Neben dem dort beschriebenen Rührtopf ist zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Leitfadens eine Weiterentwicklung in der Diskussion (siehe Bild links).



Die Bestimmung des Rührwiderstandes ist insbesondere dann sinnvoll, wenn eine oder mehrere Komponenten des Asphaltmischguts verändert werden (feine oder grobe Gesteinskörnungen, Füller, Bindemittel, Zusätze).

Um eine Beeinflussung der Versuchsergebnisse durch eine überproportionale Bindemittelverhärtung ausschließen zu können, sollte der Erweichungspunkt Ring und Kugel vor und nach Versuchsende überprüft werden.

Eigenüberwachungsprüfungen

Für die Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) am Asphaltmischwerk gilt die DIN EN 13108-21. Die WPK wird nach dem Abschnitt 4.2 der TL Asphalt-StB 07 durchgeführt. Die Eigenüberwachungsprüfungen erfolgen beim Einbau nach dem Abschnitt 5.2 der ZTV Asphalt-StB 07.

Bei Verwendung von viskositätsverändernden organischen Zusätzen wird empfohlen, regelmäßig den Erweichungspunkt Ring und Kugel zu bestimmen und mit dem Ergebnis der Prüfung aus dem Eignungsnachweis (siehe Seite 32/33 dieses Leitfadens) zu vergleichen.

Es wird empfohlen, Rückstellproben des viskositätsveränderten Bindemittels zu entnehmen.

Viskositätsverändernde mineralische Zusätze beeinflussen den Erweichungspunkt Ring und Kugel nicht.



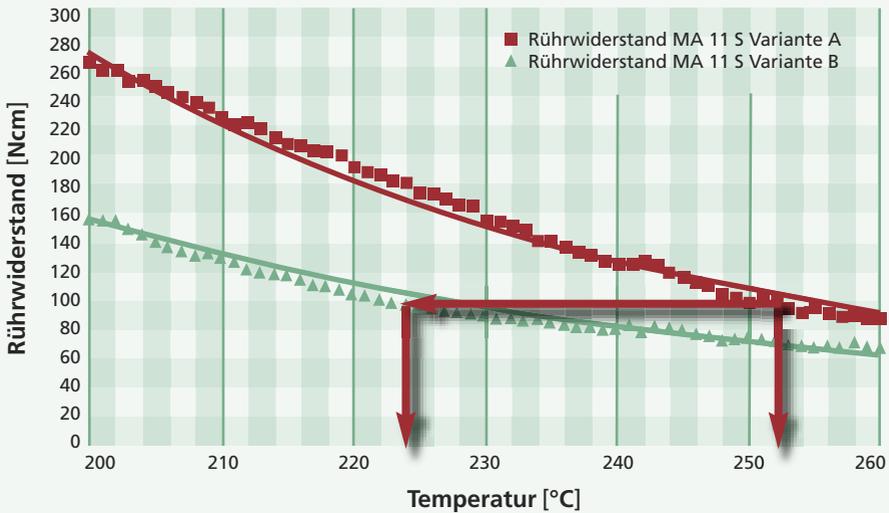
Kontrollprüfungen

Die Kontrollprüfung sollte nach dem Abschnitt 5.3 der ZTV Asphalt-StB 07 durchgeführt werden.

Zur vertragsrechtlichen Beurteilung wird der aus dem Eignungsnachweis ermittelte Erweichungspunkt Ring und Kugel des rückgewonnenen Bindemittels herangezogen. Darum ist bei der Durchführung der Kontroll-

prüfung sicherzustellen, dass die gleichen Prüfbedingungen (siehe u.a. die auf Seite 32/33 vorgeschlagenen Extraktionsrandbedingungen) eingehalten werden.

Für die Herstellung der Marshall-Probekörper im Rahmen der Kontrollprüfung ist die maßgebende Verdichtungstemperatur aus dem Eignungsnachweis anzuwenden.



Der mit viskositätsverändernden organischen Zusätzen hergestellte Gussasphalt (Variante B) hat bei gleichem Rührwiderstand eine deutlich niedrigere Temperatur.

7

Hinweise für die Leistungsbeschreibung, Mängelansprüche und Abrechnung

Leistungsbeschreibung

Beim Erstellen von Leistungsbeschreibungen zur Herstellung von Schichten aus Gussasphalt kann auf die Texte des Standardleistungskataloges, Leistungs-



bereich 113 „Asphaltbauweisen“, unverändert zurückgegriffen werden. Sie beinhalten bereits die Textbausteine zur Beschreibung der Zugabe geeigneter Zusätze.

Es wird empfohlen, dass nur Fertigprodukte oder Zusätze gemäß der aktuellen „Erfahrungssammlung über die Verwendung von Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt“ [3] verwendet werden. Diese Erfahrungssammlung ist unter www.bast.de (→ **Fachthemen** → **Straßenbautechnik** → **temperaturreduzierte Asphaltbauweisen**) abrufbar.

In der Leistungsbeschreibung müssen Art und Sorte des geforderten Grundbindemittels angegeben werden sowie bei Walzasphalten je nach den vorrangigen Zielstellungen für die jeweilige Baumaßnahme die Zugabe von Fertigprodukten oder von Zusätzen vorgeschrieben werden.



■ Ziel „Temperaturabsenkung“:

(z.B.: „Temperaturabsenkung um mindestens 20 Grad durch Zugabe von viskositätsverändernden organischen oder viskositätsverändernden mineralischen Zusätzen oder Verwendung von viskositätsveränderten Bindemitteln (Fertigprodukte).“)

■ Ziel „Verbesserung der Verarbeitbarkeit/Verdichtbarkeit“

(in besonderen Fällen, z.B notwendiger Handeinbau): (z.B.: „Zugabe von viskositätsverändernden organischen oder viskositätsverändernden mineralischen Zusätzen oder Verwendung von viskositätsveränderten Bindemitteln (Fertigprodukte) zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit.“)

■ Ziel „Erhöhung der Verformungsbeständigkeit“:

(z. B.: „Zugabe von viskositätsverändernden organischen Zusätzen oder Verwendung von viskositätsveränderten Bindemitteln (Fertigprodukte) zur Verbesserung der Verformungsbeständigkeit bei Wärme. Die Wirksamkeit ist nachzuweisen.“ (z. B. Spurbildungsversuch)





■ **Ziel „Frühere Verkehrsfreigabe“:**
(z. B. „Zugabe von viskositätsverändernden organischen Zusätzen oder Verwendung von viskositätsveränderten Bindemitteln (Fertigprodukte) zur vorzeitigen Verkehrsfreigabe. Der Zeitpunkt der Verkehrsfreigabe ist zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vor Ort abzustimmen.“)

Weiterhin sind die im Abschnitt „Eignungsnachweis“ dieses Leitfadens angegebenen Randbedingungen zu berücksichtigen und zu nennen, das betrifft u. a. die Extraktionsrandbedingungen und die Ermittlung der Herstelltemperatur der Marshall-Probekörper bei Walzasphalten.

Bei Zugabe viskositätsverändernder organischer und/oder mineralischer Zusätze am Asphaltmischwerk oder in den fahrbaren Rührwerkskessel sind Art und Menge der im Eignungsnachweis verwendeten bzw. zur Ausführung vorgesehenen Zusätze (viskositätsverändernde mineralische Zusätze) anzugeben (entsprechend Abschnitt 2.3.2 der ZTV Asphalt-StB 07).

Bei Temperaturen unter + 10 °C sowie starker Abkühlung durch Windeinflüsse sollten die Herstellungs- und Einbautemperatur nicht abgesenkt werden (siehe Abschnitt 4).

Bei dem Ziel der vorzeitigen Verkehrsfreigabe hat der Auftragnehmer seine Produktauswahl so zu treffen, dass dies sichergestellt werden kann.

Allgemein sollte der Bieter Referenzobjekte nachweisen. Ist dies nicht möglich, sollte ein Nachweis erbracht werden, dass eine Schulung zu dieser Thematik mit seinen Bauleitern und dem ausführenden Personal durchgeführt wurde.

Mängelansprüche und Abrechnung

Es gelten die Festlegungen der vereinbarten Regelwerke (z. B. ZTV Asphalt-StB, ZTV BEA-StB).



8

Wiederverwendung



Bisherige Erfahrungen zeigen, dass eine Wiederverwendung von Asphalt mit viskositätsverändernden organischen oder viskositätsverändernden mineralischen Zusätzen problemlos möglich ist.

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel als Beurteilungskriterium der Qualität von Asphaltgranulat mit viskositätsverändernden organischen Zusätzen ist nicht zielführend, denn die Verwendung dieser Zusätze hat eine deutliche Erhö-

hung des Erweichungspunktes Ring und Kugel zur Folge. Die Eignung des mit diesem Asphalt hergestellten resultierenden Asphaltmischgutes ist im Rahmen einer Erstrprüfung nachzuweisen.

Da bei der Verwendung von viskositätsverändernden mineralischen Zusätzen zur Temperaturabsenkung das Bindemittel nicht verändert wird, sind auch keine besonderen Aspekte bei der Wiederverwendung solcher Asphalte zu erwarten.



9

Verfahren und Erfahrungen im Ausland

Neben den in diesem Leitfaden beschriebenen viskositätsverändernden organischen und mineralischen Zusätzen sind weltweit noch folgende Verfahren in der Anwendung:

- Zugabe von chemischen Zusätzen,
- Verwendung von Bitumenemulsionen,
- Verfahrenstechniken,
- Verwendung von Schaumbitumen.

Dabei wird unterschieden nach:

- Hot Mixes (Heißmischgut mit herkömmlichen Temperaturen),
- Warm Mixes (Temperaturabsenkung um ca. 30 Grad),
- Half Warm Mixes (Misch- und Einbautemperaturen unter 100 °C, meist bei 90 °C) und
- Cold Mixes (Mischen und Einbauen bei Umgebungstemperaturen).

Bei den Verfahrenstechniken wird meist auf die Zugabereihenfolge oder auf das Zweiphasenverfahren zurückgegriffen.

Bei den Verfahren der Zugabereihenfolge werden zunächst die groben



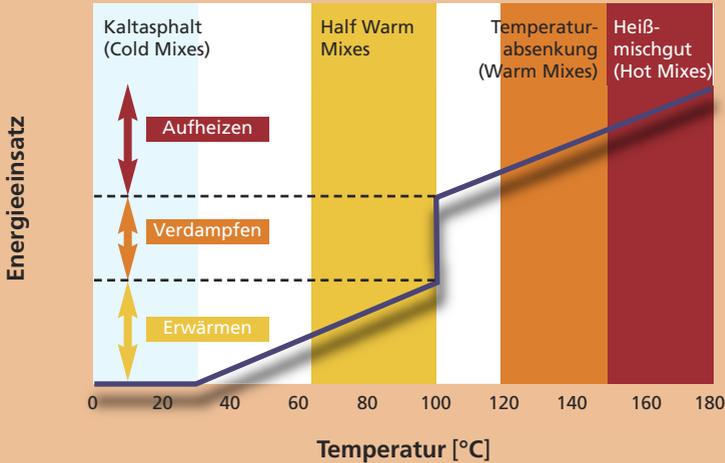
Gesteinskörnungen in den Mischer gegeben, dann das Bitumen zugegeben, gemischt und erst dann die feinen Gesteinskörnungen und der Füller zugegeben.

Beim Zweiphasenverfahren werden zuerst alle Gesteinskörnungen in den Mischer gegeben und dazu ein weiches Bindemittel. Nach dieser ersten Mischphase wird ein hartes Bindemittel zugegeben, wobei die beiden Bindemittel zusammen das gewünschte bzw. vorgeschriebene Bindemittel ergeben.

Einige – zumeist patentrechtlich geschützte Verfahren – kombinieren eine dieser Verfahrenstechniken mit dem Schaumbitumeneffekt, wobei das Bitumen entweder direkt in herkömmlicher Weise aufgeschäumt wird oder der Schaumeffekt durch Zugabe von feuchten Gesteinskörnungen erzeugt wird.



Verfahren und Erfahrungen im Ausland



Eine ausführliche Zusammenstellung enthält [4] oder ist beim Europäischen Asphaltverband www.eapa.org erhältlich. An dieser Stelle wird auf eine Aufzählung der Verfahren mit ihren Namen, welche meist mit Firmennamen verbunden sind, verzichtet.

Anhang 1

Literatur

- [1] Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt (MTA), Ausgabe 2006. FGSV-Nr. 766
- [2] Nur noch mit abgesenkter Temperatur, Reinhold Rühl, BG Bau und Obmann des Gesprächskreises Bitumen. asphalt, Heft 4/2008
- [3] Erfahrungssammlung über die Verwendung von Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt, veröffentlicht durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach (www.bast.de → Fachthemen → Straßenbautechnik → temperaturreduzierte Asphaltbauweisen → Erfahrungssammlung). Stand bei Drucklegung dieses Leitfadens: Mai 2008
- [4] Warm mix asphalt: european practice. Publication no. FHWA-PL-08-007 der US Federal Highway Administration, Februar 2008 (www.international.fhwa.dot.gov, Fax: 001 202 366 9626)

Anhang 2

Weitere Leitfäden und Veröffentlichungen des DAV/DAI

Überblick über die zur Zeit zur Verfügung stehenden Veröffentlichungen (Broschüren, Leitfäden und Forschungsberichte) des DAV/DAI.

Schauen Sie auch im Internet unter www.asphalt.de → **Literatur**.





Die Lieferung erfolgt für Verwaltungen und Ingenieurbüros kostenlos. Bei Bestellungen von Nicht-Mitgliedern behält sich die Geschäftsführung gegebenenfalls Beschränkungen vor.

- Wiederverwenden von Asphalt (2008)

- Hinweise zur Sicherung der Nutzungsdauer von Walzasphaltbefestigungen (2008)

- Leitfaden: Qualität von Anfang an (2007)

- Leitfaden: Offene Asphalte, Teil 1: Wasserdurchlässiger Asphalt (2007)

- Leitfaden: Asphaltdeckschichten mit anforderungsgerechter Griffigkeit – Maßnahmenkatalog zur Planung und Ausführung (2. Auflage 2006)

- Leitfaden: Ratschläge für den Einbau von Walzasphalt (2004)

- Leitfaden: Ausschreiben von Asphaltarbeiten – Ein Leitfaden durch die Asphalttechnik (Neuaufgabe in 2009)

- Leitfaden: Richtiges Schließen von Aufgrabungen (2001)

- Leitfaden: Splittmastixasphalt (2000)

- Leitfaden: Radwege planen und bauen mit Asphalt (1998)

- Walzasphalt zur Abdichtung landwirtschaftlicher Fahrhilfsanlagen (2008)

- Nur noch mit abgesenkter Temperatur (2008)

- Gesprächskreis Bitumen: Neuer Sachstandsbericht 2006

- Einfluss von Straßenoberflächen auf die Verkehrsgläusche innerorts (2006)

- Hinweise zum Umgang mit farbigen Asphalten (2005)

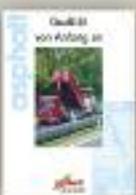
- Ökonomische Bewertung der lärmindernden Wirkung offenerporiger Asphaltdeckschichten (2003)

- Asphalt kann es – Der Baustoff für und mit Ideen (eine Leistungsübersicht) (1998)

- Gestalten mit Asphalt (1994)

- Umweltpakt Bayern – Höchstwertige Verwertung von Asphalt in Bayern (2005)

Schauen Sie auch im Internet unter www.asphalt.de → Literatur.



In Zusammenarbeit mit der EAPA (European Asphalt Pavement Association)

- Leitfaden zum Stand der Technik bei Umweltschutzmaßnahmen an Asphaltmischanlagen in Europa – in englischer Sprache – Neuauflage 2007 – nur in elektronischer Form verfügbar
- Effective Safety Management in Asphalt Laying Operations (1999)
- Functional contracts (1999)
- Wirtschaftlichkeitsvergleich für unterschiedliche Bauweisen (Untersuchungsbericht von Prof. Schmuck und Dipl.-Ing. Ressel, 1992)

Veröffentlichungen des DAI

- Dokumentation zur Langzeitbewahrung von Deckschichten aus Splittmastix-asphalt (SMA) und Gußasphalt (GA) auf Straßen mit getrennten Richtungsfahrbahnen – Eine Pilotstudie – (Prof. Steinhoff, Prof. Pätzold, 1998)
- Asphalt für Deponieabdichtungen: Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: „Deponieasphalt für Deponieabdichtungen der Deponieklasse II“ mit zugehörigem Merkblatt (1996)
- Langjährig bewährte Asphaltstraßen unter schwerster Belastung (Dokumentation von Prof. Arand, 1995)
- Eignung von Asphalt für die Herstellung von Deponieabdichtungen (Gutachten von Dr.-Ing. Steffen, 1993)

Forschungskurzberichte

- „Überprüfung verschiedener lichttechnischer Kennziffern bezüglich ihrer Eignung zur Erfassung der Helligkeit von Straßendeckschichten“ (Fraunhofer Gesellschaft e. V., Institut für Bauphysik, Stuttgart und TU Dresden, März 2009)
- „Herstellung von Niedrigtemperaturasphalt (Walzasphalt) und Verwendung von Schaumbitumen: „Schaumbitumen-Heißmischgut“ (Universität der Bundeswehr München, 2008)
- „Untersuchungen zur Wirksamkeit des Haftverbundes und dessen Auswirkung auf die Lebensdauer von Asphaltbefestigungen“ (TU Dresden, 2007)
- „Untersuchungen zur Ausbildung von Pflasterkonstruktionen mit Asphalttragschichten unter hohen Verkehrsbelastungen“ (RU Bochum, 2006)
- „Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen“ (TU Darmstadt/TU Dresden, Oktober 2005)
- „Kontrollprüfungen mit Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen“ (TU Darmstadt, März 2005)
- „Möglichkeiten und Grenzen der Temperaturabsenkung bei Herstellung und Einbau von Walzasphaltemischgut“ (IFTA Essen, November 2004)
- „Auswirkungen unterschiedlicher Verbundsysteme auf die mechanischen Eigenschaften eines mehrschichtigen Asphaltpaketes“ (TU Braunschweig November 2004)
- „Bindemittelgehaltsbestimmung unter besonderer Berücksichtigung des unlöslichen Bindemittelgehaltes nach DIN 1996 Teil 6“ (HTW Dresden, Januar 2004)
- „Vergleichende Untersuchung von Asphaltkonstruktionen für schwerste Beanspruchungen“ (STUVA Köln und RWTH Aachen, Juni 2003)
- „Überprüfung der Eignung des dynamischen Stempel Eindringversuches zur Beurteilung der Verformungseigenschaften von Asphalt und Schaffung eines Bewertungshintergrundes“ (TU Braunschweig, 2003)
- „Verfahren zur Herstellung besonderer Mikrostrukturen an der Oberfläche von Asphaltdeckschichten“ (TU Darmstadt, Februar 2003)
- „Nutzungsdauer von Asphaltbefestigungen in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad“ (TU Braunschweig, 2000)
- „Polier- und Griffigkeitsuntersuchungen an Asphalten im Laboratorium zur Prognose der Griffigkeit von Asphaltflächen“ (Institut Dr.-Ing. Gauer, Regenstauf, 1999)
- „Der Einfluß der Viskosität des Bitumens auf die Raumdichte von Asphalt bei konstanter Verdichtungsarbeit und vorgegebener Verdichtungs temperatur“ (Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 1998)

- „Einfluß von Rückgewinnung, Herstellung und Lagerung von Asphalten auf die Eigenschaft von Polymerbitumen“ (Hansa-Bau-Labor Hamburg, 1998)

- „Schonende Wiedererwärmung von Asphaltmischgut zur Herstellung von Asphaltprobekörpern für mechanisch/physikalische Prüfungen“ (TU Braunschweig, 1998)

- „Bewährung speziell konzipierter Asphalte in der Praxis“ (TU München, 1998)

- „Prognostizierung des Haftverhaltens von Asphalten mittels Spaltzugfestigkeitsabfall – Schaffung eines Bewertungshintergrundes“ (TU Braunschweig, 1998)

- „Einfluß von Temperatur und Temperaturrate auf den Verformungswiderstand frisch verlegter Asphaltdeckschichten während Abkühlung und Wiedererwärmung“ (TU Braunschweig, 1998)

- „Erhöhung der Anfangsgriffigkeit von Asphaltdeckschichten“ – Pilotstudie – (TH Darmstadt, 1997)

- „Eignung von Asphalten als Baustoff für Basisabdichtungen von Deponien“ (TU Braunschweig, Teil 1: 1992 und Teil 2: 1997)

- „Einfluß des Verfahrens zur Wiedererwärmung von Asphalten im Laboratorium auf die Eigenschaften des Bindemittels“ (TU Braunschweig, 1996)

- „Möglichkeiten zur Verringerung der Misch- und Einbautemperatur von Asphalt“ (TU Berlin, 1993)

- „Auswirkung der Wiederverwendung von Ausbausphalt auf das Langzeitverhalten von Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten“ (Universität Karlsruhe, 1991)

- „Entwicklung und Erprobung eines automatisierten Probenahmeverfahrens für Asphaltmischgut“ (TU Braunschweig, 1991)

- „Bewertung verschiedener Einflüsse auf den Mischprozeß von Asphalt bei Mitverwendung von Asphaltgranulat mit Hilfe eines Modellmischers“ (TU Berlin, 1991)

- „Untersuchungen zum Elutionsverhalten von Straßenaufbruch – Einfluß unterschiedlicher Teeranteile“ – Teil 2 – (RU Bochum, 1989)

- Untersuchungen zum Elutionsverhalten von Asphaltgranulat – Verfahren und Bewertung“ – Teil 1 – (RU Bochum, 1989)

- „Auswirkungen der Wiederverwendung von Ausbausphalt auf das Langzeitverhalten bituminöser Tragschichten“ (Universität Karlsruhe, 1988)



Deutscher Asphaltverband e.V. · Schieffelingsweg 6 · 53123 Bonn

Tel. 0228/97 96 5-0 · **Fax** 0228/97 96 5-11

E-Mail dav@asphalt.de · **Internet** www.asphalt.de