

## **Einflüsse auf die Konzentration der Dämpfe und Aerosole beim Einbau von Walzasphalt**

FA 7.311

Forschungsstelle: Technische Universität München, Centrum Baustoffe und Materialprüfung (Lt. Akad. Dir. Dr.-Ing. T. Wörner)  
Bearbeiter: Wörner, T. / Patzak, T. / Eickhoff, H. / Hilbig, H.  
Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn  
Abschluss: Dezember 2022

### **1 Einleitung und Problemstellung**

Dämpfe und Aerosole finden seit vielen Jahren in der Asphaltbranche Beachtung. Bereits im Jahr 1997 wurde der "Gesprächskreis Bitumen" gegründet, der sich seither mit den Gesundheitsgefahren bei Arbeiten mit Bitumen beschäftigt. Im Nachgang zu der seit dem 1. Juli 2007 geltenden REACH-Verordnung haben sich die Bitumenhersteller auf eine maximale Handhabungstemperatur bei Bitumen von 200 °C und bei Industrie-/Oxidationsbitumen von 230 °C geeinigt. Die Verarbeitungstemperaturen von Walzasphalt liegen jedoch zum Teil deutlich unterhalb dieses Werts, die von Gussasphalt im Bereich bis zu 230 °C. Die derzeitige Vorschriftenlage ergibt sich aus den Festlegungen der "Technischen Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen, Ausgabe 2007/Fassung 2013" (TL Asphalt-StB 07/13) sowie der "Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007/Fassung 2013" (ZTV Asphalt-StB 07/13).

Die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) hat in den vergangenen Jahren an zahlreichen Baustellen den Einbau von Asphalt messtechnisch begleitet und die dabei entstehenden Dämpfe und Aerosole in über 4 500 Fällen gemessen. Es ist davon auszugehen, dass bei zusätzlichen technischen Maßnahmen die Exposition vor allem der Bohlenführer und Fertigerfahrer noch weiter reduziert werden kann. Als mögliche technische Maßnahme bieten sich zum Beispiel Absaugeinrichtungen am Fertiger an, wie sie in Frankreich seit 2012 im Einsatz sind.

Auf Basis dieser umfangreichen Messungen hat der Ausschuss für Gefahrenstoffe in seiner Sitzung am 19./20.11.2019 beschlossen, dass der Arbeitsplatzgrenzwert für Dämpfe und Aerosole bei der Heißverarbeitung von Bitumen entsprechend den MAK-Empfehlungen auf 1,5 mg/m<sup>3</sup> (Bitumenkondensat-Standard; BKS) festgelegt wird. Dieser Grenzwert wird allerdings für einen Zeitraum von zunächst fünf Jahren ausgesetzt, da die Bauwirtschaft nach aktuellem Stand nicht in der Lage ist, diesen Grenzwert ad hoc beim Einbau von Asphalt zu erfüllen.

Die bisherigen Messungen der BG BAU wurden *in situ*, das heißt bei der Ausführung von Asphaltarbeiten durchgeführt. Wissenschaftliche Laborversuche auf deren Grundlage eine Beurteilung erfolgen kann, liegen derzeit nicht vor. Ziel des

Forschungsprojekts ist es, eine Grundlage für die Einschätzung und Bewertung des Potenzials der aktuell technischen Möglichkeiten auf der Baustoffseite zur Reduzierung der Dämpfe und Aerosole bei der Heißverarbeitung von Bitumen zu schaffen.

### **2 Untersuchungsprogramm**

Durch die Auswahl der Proben soll ein repräsentativer Querschnitt der in Deutschland eingesetzten Asphalte (Asphaltbetone für Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragschichten sowie Splittmastixasphalte) mit und ohne Ausbauasphalt und Bitumen beziehungsweise Polymermodifizierten Bitumen (18 Produkte) sichergestellt werden. Zudem fanden zwei Zusätze (ein Additiv auf Isocyanatbasis, ein Additiv auf Fettaminbasis) Verwendung.

Durch den Einsatz eines Labormischers ist es möglich, unterschiedliche Messtemperaturen zwischen 120 und 160 °C über den gesamten Messzeitraum aufrecht zu erhalten. Für alle Versuche sind somit die vergleichbaren Rahmenbedingungen (zum Beispiel Temperatur, Mischer-Drehzahl, Mischdauer und Mischprozess) sichergestellt.

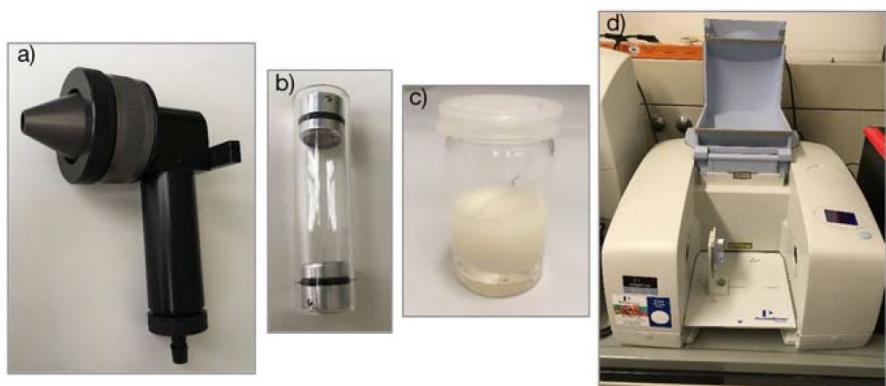
Der zu wählende Prüfaufbau und die Analytik lehnen sich grundsätzlich an die Festlegungen der BGIA-Empfehlung 6305/1 an, um hierdurch möglichst viele Parallelen zu den Messungen beim Asphalt einbau zu schaffen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei den Laborversuchen, bei denen die Absaugung aus einem quasi geschlossenen Labormischer erfolgt, deutlich höhere Konzentrationen an Dämpfen und Aerosolen zu erwarten sind als sie bei Asphalt einbau unter Einfluss von Witterung und Wind auftreten. Die Übertragung der Laborergebnisse auf die Praxis muss im Nachgang zu dem Forschungsvorhaben erfolgen.

### **3 Entwicklung des Prüfverfahrens**

#### **3.1 Bekannte Prüfverfahren**

Zur Ermittlung der Masse an freigesetzten Aerosolen und Dämpfen soll eine Prüfsystematik entwickelt werden, die an bestehende Verfahren für die Probenahme und Analyse auf Baustellen angelehnt ist. Als diese Basis dient die BGIA-Richtlinie 6305/1, welche um Details aus "Messverfahren zur Bestimmung von Kühlschmierstoffen und sonstigen komplexen Kohlenwasserstoffgemischen in der Luft" der IFA ergänzt wurde.

Für die Erfassung der Dämpfe und Aerosole kamen ein Gesamtstaub-/Gas-Probenahmesystem (a), Glaskartuschen mit Siebdeckeln zum Einsetzen des XAD-2-Adsorbers (b), Extraktionsgefäße für Adsorber und Filter mit Tetrachlorethen (c) sowie ein Infrarotspektrometer (d) für die abschließende Messung zum Einsatz.



## 4 Untersuchungen an Asphalten

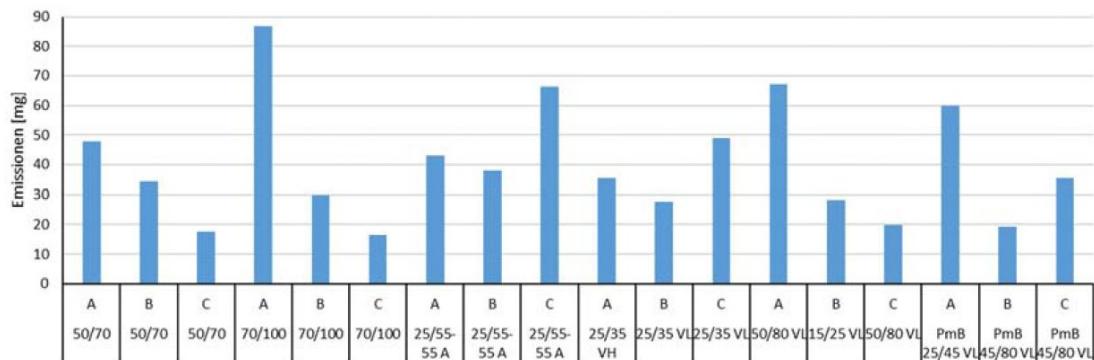
### 4.1 Untersuchungsergebnisse der Phase I: Variation der Bitumen/Bitumenkombinationen und Asphalte

In Phase I wurden die Messwerte der Emission als Summe über die Gesamtdauer des Mischzeitraums von insgesamt 60 min bei einer gleichbleibenden Asphaltmischguttemperatur von 160 °C und Probenahmerate von 3,5 l/min ermittelt. Die Versuche wurden bei 160 °C durchgeführt. Insgesamt wurde 59 Untersuchungsvarianten geprüft.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Asphaltart aufgeführt, eine direkte Zuordnung der Bindemittel erfolgt hier nicht.

Asphaltart / -sorte:	Minimalwert [mg]	Maximalwert [mg]	Mittelwert [mg]	Spannweite [mg]
AC T	14,8	55,2	28,3	40,4
AC T RA	12,6	51,6	29,1	39,0
AC B	15,1	39,9	29,5	24,8
AC D	16,5	86,8	48,2	70,3
SMA	13,7	72,2	40,0	58,6

Der Einfluss der verschiedenen Bindemittel beziehungsweise deren Hersteller soll beispielhaft an dem Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten aufgezeigt werden.



Die Auswertungen zu den untersuchten Untersuchungsvarianten zeigen auf, dass sich folgende Einflussfaktoren mit auf die Emissionen auswirken können:

- Asphaltart/-sorte
- Bindemittelart beziehungsweise -sorte
  - Grundbindemittel
  - Art und Menge der zugegebene Polymere zum Grundbindemittel
  - Zugegebene Viskositätsverändernde Zusätze im Bindemittel
- Bitumenhersteller

Den stärksten Einfluss auf die Emissionen scheinen die Bitumenhersteller und Bindemittelart/-sorte zu haben. Ob die großen Unterschiede zwischen den Bitumenherstellern auf die Bitumenprovenienz oder den Herstellungsprozess zurückzuführen sind, kann hier nicht geklärt werden. Aussagen der Bindemittelhersteller legen nahe, dass die Herstellung des Bitumens eine entscheidende Rolle spielt und auch bei demselben Hersteller zwischen verschiedenen Raffinerien variieren kann. Die deutlichen Unterschiede der Bindemittelart/-sorte sind wahrscheinlich zum Teil auf bestimmte Arten zugegebener Polymere in polymermodifizierten Bitumen (25/55-55 A beziehungsweise PmB 45/80 VL) zurückzuführen. Der Einfluss der Asphaltart/-sorte auf die Emissionen fällt kleiner aus als erwartet.

#### 4.2 Untersuchungsergebnisse der Phase II: Variation des Bindemittelgehaltes und der Temperatur

In Untersuchungsphase II wird der Einfluss der Temperatur und des Bindemittelgehalts auf die Emissionen von verschiedenen Asphaltarten/-sorten untersucht. Hierzu wird in den

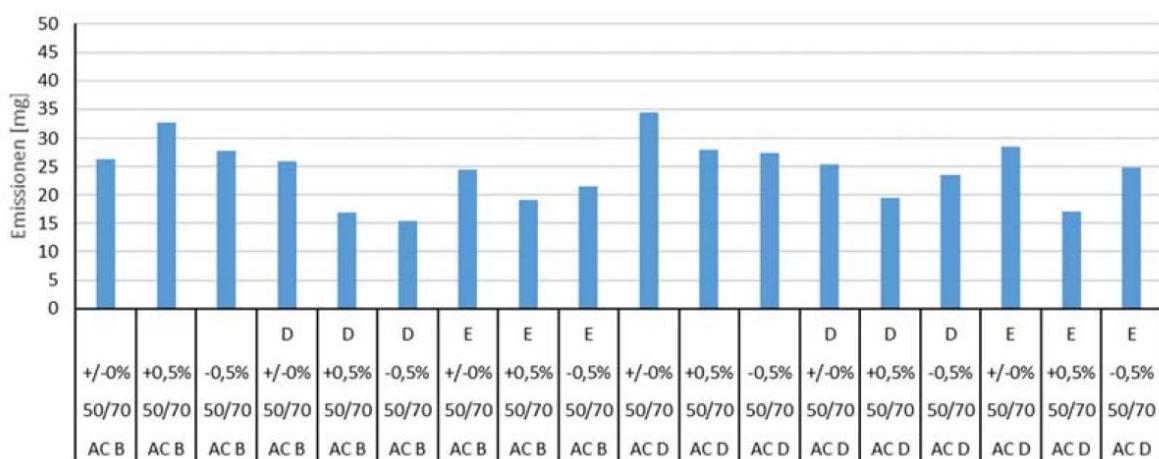
Untersuchungsvarianten die Temperatur auf 140 beziehungsweise 120 °C abgesenkt oder der Bindemittelgehalt bei 160 °C Probenahmetemperatur um +0,5 M.-% erhöht oder um -0,5 M.-% erniedrigt. Der Versuchsaufbau, die Probenahmedauer von 60 min und einem Volumenfluss von 3,5 l/min sind identisch zu denen in Phase I.

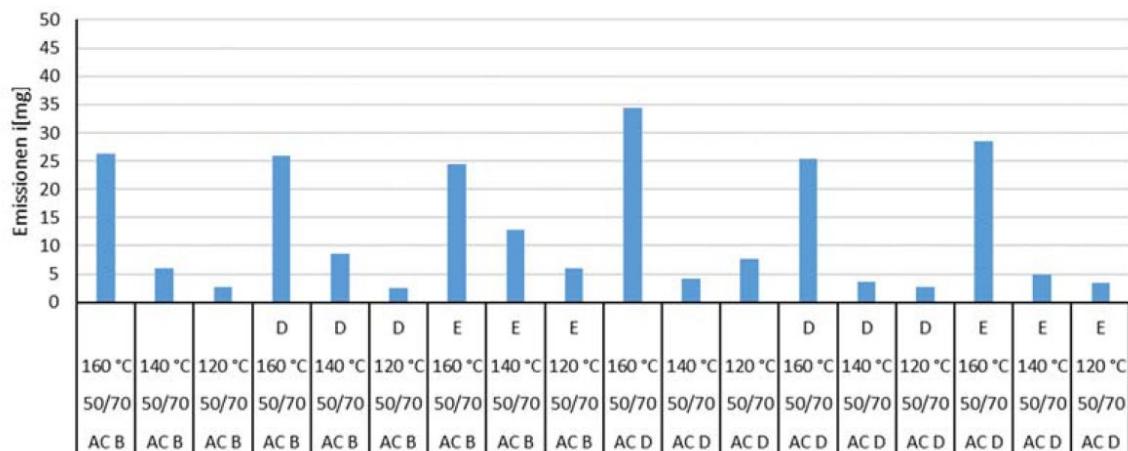
Basierend auf den Ergebnissen aus den Vorversuchen und Phase I werden die Untersuchungen in Phase II an Bindemitteln von Hersteller B durchgeführt, da diese bei Wiederholungsmessungen die geringste Streuung zeigen.

Die Betrachtung des Einflusses der Asphaltgranulat-Zugabemenge und der Zusätze erfolgt in einer gemeinsamen Betrachtung der Daten aus Phase I und Phase II.

Aufgrund der Untersuchungen zeigt sich, dass sich eine Erniedrigung beziehungsweise Erhöhung des Bindemittelgehalts um  $\pm 0,5$  M.-% nicht systematisch auf die Emissionen auswirkt.

Es wurden Versuche bei 140 und 120 °C durchgeführt und mit den Ergebnissen der Messungen aus Phase I verglichen. Die Variation der Temperatur führt zu deutlichen Veränderungen der Emissionen. Die Untersuchungen, die bei 140 °C durchgeführt wurden, zeigen eine Reduktion auf weniger als die Hälfte im Vergleich zu Untersuchungen bei 160 °C. Für die Temperaturen 140 und 120 °C lässt sich eine analoge Reduktion feststellen.





Es wurden Versuche ohne, mit 40 und mit 70 M.-% Asphaltgranulat durchgeführt. Die Variation des Asphaltgranulatgehalts führt zu kleinen Veränderungen der Emissionen. Tendenziell scheinen die Emissionen mit zunehmendem Gehalt an Asphaltgranulat leicht abzunehmen. Da es sich bei Asphaltgranulat um ein wiederverwertetes Material handelt, das bereits heißverarbeitet wurde, und die Menge an Frischbitumen bei Einsatz von Asphaltgranulat reduziert ist, ist davon auszugehen, dass die hohen Emissionen hier in geringerem Maße auftreten.

## 5 Ausblick

Das hier für die Untersuchung von Asphalten im Labor entwickelte Verfahren kann dazu dienen, die verschiedenen Bitumen und bitumenhaltigen Bindemittel grundsätzlich hinsichtlich ihrer Emissionen einzuordnen. Es ist jedoch dringend geboten, die Laborergebnisse durch Messungen in situ zu untermauern.