

## **Wichtiger Hinweis**

Die nachfolgend aufgeführte Expositionsbeschreibung wurde vom Gesprächskreis Bitumen herausgegeben. Die Arbeiten in diesem Gesprächskreis ruhen seit Herbst 2019, deshalb hat die nach Kapitel 9 vorgesehene jährliche Überprüfung der Expositionsbeschreibung nicht stattgefunden.

Im November 2019 wurde für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung von Destillations- und Air-Rectified-Bitumen ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) von 1,5 mg/m<sup>3</sup> festgelegt, der für die Bereiche Walz- und Gussasphalt sowie Bitumenbahnen bis Ende 2024 ausgesetzt ist. Gleichzeitig wurden Dämpfe und Aerosole aus Oxidationsbitumen als krebserzeugend Kategorie 1B eingestuft.

Dieser neue AGW ist um eine Zehnerpotenz niedriger als der bisher herangezogene Bewertungsmaßstab – somit ist die Grundlage für die Festlegung der in den Expositionsbeschreibungen aufgeführten Befunde und Maßnahmen entfallen.

**Aus diesem Grund ist die Expositionsbeschreibung zurückgezogen!**

Die vorliegenden Messergebnisse können jedoch weiterhin für die Beurteilung der Exposition genutzt werden, werden. Allerdings müssen die alten Messwerte mit dem Faktor 1,5 multipliziert werden, um sie mit dem AGW bewerten zu können (der AGW bezieht sich auf den Bitumenkondensat-Standard, die alten Messwerte auf den Mineralölstandard).

### **Fazit:**

Die in der zurückgezogenen Expositionsbeschreibung aufgeführten Expositionsdaten können mit dem Umrechnungsfaktor 1,5 weiterhin genutzt werden, um die Expositionshöhe zu ermitteln. Die Unternehmen müssen jedoch selber die erforderlichen Maßnahmen festlegen, um das Ziel der Einhaltung des AGW zu erreichen.

Sollte der Gesprächskreis Bitumen seine Arbeiten wieder aufnehmen, wird die Expositionsbeschreibung überarbeitet werden.

gez. Dr. Uwe Musanke  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft  
Kontakt: [uwe.musanke@bgbau.de](mailto:uwe.musanke@bgbau.de)

## Expositionsbeschreibung

# „Maschinelles Verarbeiten von Gussasphalt“

Ausgabe Februar 2018

## 1 Allgemeines

Die Gefahrstoffverordnung [1] fordert den Arbeitgeber in §§ 6 und 7 auf, Art und Ausmaß der Exposition gegenüber gefährlichen Stoffen zu ermitteln, bzw. die Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte sicherzustellen. Die Ermittlung kann durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere geeignete Methoden erfolgen. Falls keine Arbeitsplatzgrenzwerte vorliegen ist die Wirksamkeit der ergriffenen technischen Schutzmaßnahmen durch geeignete Ermittlungsmethoden zu überprüfen.

Diese Expositionsbeschreibung stellt eine solche geeignete Methode für Stoffe ohne Arbeitsplatzgrenzwert dar. Es liegt für die beschriebenen Tätigkeiten eine ausreichende Anzahl von Arbeitsbereichsanalysen mit eindeutigem Befund vor, und es sind auch verfahrensbedingt in Zukunft keine Änderungen zu erwarten, so dass keine weiteren Arbeitsplatzmessungen erforderlich werden (standardisiertes Arbeitsverfahren). Daher können diese Ergebnisse unmittelbar zur Beurteilung der Exposition herangezogen werden.

Diese Expositionsbeschreibung kann entsprechend § 6 Gefahrstoffverordnung bei der Festlegung der Maßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung gem. § 5 Arbeitsschutzgesetz [2] und § 3 Betriebssicherheitsverordnung [3] verwendet werden. Das Substitutionsgebot, die Verwendung emissionsärmerer Verfahren, die Rangfolge der Schutzmaßnahmen, die Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten bleiben davon unberührt.

## 2 Anwendungsbereich

Im Folgenden wird die Exposition gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen bei der maschinellen Verarbeitung von Gussasphalt unter Verwendung von Fettsäureamiden, Fischer-Tropsch-Wachsen oder Montanwachsen als viskositätsverändernde Zusätze bzw. in viskositätsveränderten Bindemitteln [4] bei Verarbeitungstemperaturen  $\leq 230^{\circ}\text{C}$  im Freien beschrieben.

Der manuelle Einbau von Gussasphalt wird in der Expositionsbeschreibung ‚Verarbeiten von Gussasphalt von Hand im Wohn- und Industriebau‘ [5] behandelt. Hinsichtlich der Verarbeitung von Bitumenbahnen vor dem Einbau von Gussasphalt wird auf die Expositionsbeschreibung ‚Schweißen von Bitumenbahnen‘ [6] verwiesen. Der Einbau von Gussasphalt bei Temperaturen über  $230^{\circ}\text{C}$  führt zu sehr hohen Expositionen und ist daher auf Grund des Minimierungsgebotes der Gefahrstoffverordnung (§7(4)/§9(2)) sowie der technischen Lieferbedingungen für Asphalt [7] nicht zulässig (s. Anlage).

Expositionen gegenüber weiteren Gefahrstoffen wie Dieselmotoremissionen, Quarz und Staub werden im Folgenden nicht berücksichtigt. Diese Expositionen sind bei der Arbeitsbereichsanalyse ggf. zusätzlich zu beachten.

### **3      Arbeitsverfahren**

Gussasphalt nach dieser Expositionsbeschreibung wird maschinell mit Temperaturen bis 230°C verarbeitet. Der Gussasphalt wird mit beheizbaren Rührwerkskesseln (fahrbare Arbeitsmaschine) vom Asphaltmischwerk zur Baustelle geliefert. Die direkt auf den Untergrund gegossene Masse wird mittels einer in der Regel beheizten Bohle in der erforderlichen Breite und Dicke eingebaut. Randarbeiten, Ausbesserungen usw. werden manuell ausgeführt, z.B. mittels Schaufel. Trennmittel werden beim maschinellen Verarbeiten von Gussasphalt nicht verwendet. Gussasphalt bedarf keinerlei Verdichtung um seine Endfestigkeit zu erreichen. Die Oberfläche wird im Regelfall in noch warmem Zustand mit einer groben Gesteinskörnung abgestreut.

### **4      Gefahrstoffe**

Gussasphalt enthält als Bindemittel ca. 6 – 8 M-% Bitumen - ein bei der Aufarbeitung von Erdöl gewonnenes Gemisch verschiedener organischer Substanzen, vorwiegend hochmolekularer Kohlenwasserstoffe. Analysen der marktüblichen Bitumen ergaben zwischen 1,2 – 2,7 mg/kg Benzo-[a]pyren (BaP) ([8]; dort weitere Angaben zu einzelnen polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und S-PAK). Dieses ist mehr als eine Zehnerpotenz unter der stoffspezifischen Grenze von 100 mg/kg BaP für die Einstufung als krebserzeugend Kategorie 1B nach Anhang VI der CLP-Verordnung [9].

Diese Expositionsbeschreibung beruht auf Auswertungen von Arbeitsplatzmessungen beim Verarbeiten von Gussasphalt. Dabei wurden die bei der Verarbeitung freiwerdenden Dämpfe und Aerosole aus Bitumen gemessen. Das Messverfahren erfasst alle organischen Stoffe mit aliphatischen C—H-Bindungen [10] und damit ggf. andere Stoffe wie Emissionen aus Verbrennungsmotoren (z.B. unverbrannte Treibstoffanteile), wodurch der Messwert erhöht wird.

Bei dem Betrieb von fahrbaren Rührwerkskesseln und von Fertignern ('Bohlen') treten Dieselmotoremissionen auf. Diesbezüglich ist die TRGS 554 'Dieselmotoremissionen' [11] zu beachten. Kohlenwasserstoff-Emissionen aus Dieselmotoren können bei der Bestimmung der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen zu Mehrbefunden führen, wie umgekehrt auch die Dämpfe und Aerosole aus Bitumen die Messung von Dieselmotoremissionen verfälschen.

Darüber hinaus wurden bei einem Teil der Arbeitsplatzmessungen Messungen auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) durchgeführt. Für Naphthalin existiert ein Arbeitsplatzgrenzwert in Höhe von 500000 ng/m<sup>3</sup>. Für Benzo[a]pyren (in bestimmten PAK-Gemischen) gibt es, gemessen in der einatembaren Fraktion, eine Akzeptanzkonzentration in Höhe von 70 ng/m<sup>3</sup> und eine Toleranzkonzentration in Höhe von 700 ng/m<sup>3</sup>.

### **5      Gefahrstoffexposition**

Die den Auswertungen zugrunde liegenden personenbezogenen Messwerte für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung wurden in den Jahren 1999 bis 2017 ermittelt. Bei den in Tabelle 1 aufgeführten Messungen wurden immer Fettsäureamide, Fischer-Tropsch-Wachse oder Montanwachse als viskositätsverändernde Bestandteile eingesetzt.

Für die Auswertung wurden immer die Messwerte als Schichtmittelwerte genommen, da die Arbeiten in einigen Fällen auch über eine ganze Schicht gehen können.

Bis Ende 2007 waren Gussasphalte ohne viskositätsverändernde Bestandteile mit Verarbeitungstemperaturen über 230°C üblich. Die sehr hohen Expositionen bei diesen Arbeiten sind in der Anlage dargestellt.

Bei der Verwendung von Gussasphalt mit Zusatz von Naturasphalt (Trinidad Epuré) sind vermehrt Expositionen im oberen Bereich ermittelt worden. Hier erfolgen aktuell noch weitergehende Messungen, um das Ausmaß der Expositionserhöhung beurteilen zu können.

### 5.1 Zapfer / Abfüllen

Das Abfüllen und ggf. Verteilen des Gussasphalts vor der Bohle kann von einer oder mehreren Personen durchgeführt werden.

Eine mögliche Exposition während der Anfahrtzeiten des Rührwerkskessels ist vernachlässigbar (vgl. Expositionsbeschreibung „Herstellung und Beförderung von Asphalt“ [12]).

### 5.2 Bohlenführer / an der Bohle

Der Bohlenführer 'steuert' den Fertiger und nimmt ggf. zusammen mit einem weiteren 'Einsteller' am anderen Ende der Bohle die Einstellungsarbeiten vor.

### 5.3 Nacharbeiten

Auch beim maschinellen Einbau von Gussasphalt sind manuelle Arbeiten erforderlich, in der Regel an Rändern, Kanten, Gullys, usw. Zu den Nacharbeiten gehören auch das Abstreuen mit einer groben Gesteinskörnung sowie ein mögliches Andrücken mittels einer Walze.

**Tabelle 1:** Übersicht über die ermittelten Expositionen für die Summe der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim maschinellen Einbau von Gussasphalt mit viskositätsverändernden Zusätzen bzw. viskositätsveränderten Bindemitteln bei Verarbeitungstemperaturen bis 230°C im Freien [mg/m<sup>3</sup>].

im Freien	Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Zapfer	60	0,3	2,9	12,1	17,8
Bohlenführer	105	0,2	3,3	11,9	28,5
Nacharbeiten	60	0,1	0,4	3,6	6,4

Die Gefahrstoffbelastung bei diesen Arbeiten wird von den Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen bestimmt. Für das maschinelle Verarbeiten von Gussasphalt mit viskositätsverändernden Zusätzen bzw. viskositätsveränderten Bindemitteln bei Verarbeitungstemperaturen bis 230°C (im Freien und in Räumen) liegen 17 Messwerte für BaP und 21 für Naphthalin vor. In 7 (BaP) bzw. 3 (Naphthalin) Fällen lagen die Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenzen. Die statistischen Werte für diese Daten sind in Tabelle 2 aufgeführt.

**Tabelle 2:** Übersicht über die Messwerte und Bestimmungsgrenzen („NWG“) für BaP und Naphthalin beim maschinellen Einbau von temperaturabgesenktem Gussasphalt [ng/m<sup>3</sup>]. Für das Gesamtkollektiv wurde bei den Messwerten < „NWG“ die halbe Bestimmungsgrenze für die Statistik berücksichtigt. Bei einer Anzahl von < 10 Werten sind die Perzentil-Werte nicht angegeben.

	Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
<b>BaP</b>					
Messwerte	17	5	87	682	900
„NWG“	7	< 2	-	-	< 680
Gesamtkollektiv	24	1	50	596	900
<b>Naphthalin</b>					
Messwerte	21	56	1100	2400	3190
„NWG“	3	< 210	-	-	< 1310
Gesamtkollektiv	24	56	809	2400	3190

## 6 Befund

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist nach § 6(8) der Gefahrstoffverordnung die Exposition auch gegenüber Gefahrstoffen ohne Grenzwert zu beurteilen. Beim Einbau von Gussasphalt ohne viskositätsverändernde Zusätze oder viskositätsveränderten Bindemitteln sind die Expositionen sehr hoch (Anlage). Wie die Messungen in Tabelle 1 belegen, liegen mit Gussasphalten unter Verwendung von viskositätsverändernden Zusätzen bzw. viskositätsveränderten Bindemitteln (auf Basis von Fettsäureamiden, Fischer-Tropsch-Wachsen oder Montanwachsen) bei Verarbeitungstemperaturen bis 230°C deutlich emissionsärmere Alternativen vor. Bei einer Arbeitszeit bis zu 10 Stunden kann hiermit im Freien ohne weitere Schutzmaßnahmen gearbeitet werden.

Messdaten beim Einbau in Räumen (Tunneln, Hallen usw.) liegen ebenso noch nicht vor wie beim Einbau mit anderen viskositätsverändernden Zusätzen bzw. anderweitig viskositätsveränderten Bindemitteln oder Verfahren.

Der Einbau von Gussasphalt bei Temperaturen über 230°C ist wegen der hohen Expositionen nicht zulässig (Anlage).

## 7 Empfehlungen

Aufgrund der vorliegenden Messergebnisse sind beim Einbau von Gussasphalt unter Verwendung von von Fettsäureamiden, Fischer-Tropsch-Wachsen oder Montanwachsen als viskositätsverändernde Zusätze bzw. in viskositätsveränderten Bindemitteln bei Verarbeitungstemperaturen bis 230°C im Freien keine weiteren Arbeitsplatzmessungen notwendig. Weitere Schutzmaßnahmen sind bei einer Arbeitszeit bis zu 10 Stunden nicht zu ergreifen.

Für Gussasphaltnwendungen bis 230°C mit anderen Verfahren, Bindemitteln oder Zusätzen muss der Unternehmer die Gefährdungsbeurteilung auf Grund eigener Ermittlungen vornehmen. Es wird empfohlen, solche Maßnahmen so lange von den Arbeitsschutzverwaltungen der Länder / der BG BAU und ggf. der BAST begleiten zu lassen, bis ausreichend Messdaten für eine allgemeine Aussage vorhanden sind.

Für den Einbau in Tunneln oder Räumen gilt der letzte Absatz entsprechend.

Ein direkter Hautkontakt mit heißem Gussasphalt führt zu Verbrennungen und wird von den Verarbeitern deshalb grundsätzlich vermieden. Es wird empfohlen wärmebeständige Schutzhandschuhe z.B. aus Leder zu tragen.

## **8 Anwendungshinweise**

Der Anwender dieser Expositionsbeschreibung muss bei Verfahrensänderungen und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt u. a. die Prüfung der unveränderten Gültigkeit dieser Expositionsbeschreibung. Die Überprüfung kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz, § 6 Gefahrstoffverordnung bzw. § 3 Betriebssicherheitsverordnung erfolgen.

Diese Expositionsbeschreibung gibt dem Arbeitgeber praxisgerechte Hinweise, wie er seinen Pflichten insbesondere nach § 7 Abs. 9 der Gefahrstoffverordnung nachkommen kann. Bei Anwendung dieser Expositionsbeschreibung bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung bestehen, insbesondere

- zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung (§ 6),
- zum Einsatz von Stoffen und/oder Verfahren mit geringerem Risiko (sowie der Dokumentation eines eventuellen Verzichts auf eine Substitution)(§ 7 Abs. 3),
- die Verpflichtung zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen (§ 7 Abs. 4) sowie
- die Verpflichtung zur Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten und zur Erstellung schriftlicher Betriebsanweisungen (§ 14).

## **9 Überprüfung**

Diese Expositionsbeschreibung wurde im Juni 2002 erstellt und zuletzt im Februar 2018 aktualisiert. Sie wird in jährlichen Abständen überprüft. Sollten Änderungen notwendig werden, werden diese veröffentlicht.

## **Literatur**

1. Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl. I S 1643) zuletzt geändert durch Artikel 148 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S 626)
2. Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) vom 7. August 1996 (BGBl. I S 1246) zuletzt geändert durch Artikel 427 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S 1474)
3. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S 49) zuletzt geändert durch Artikel 147 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S 626)
4. Merkblatt für Temperaturabsenkung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2011

5. Expositionsbeschreibung ‚Verarbeiten von Gussasphalt von Hand im Wohn- und Industriebau‘; <http://www.bgbau.de/koop/gespraechskreis-bitumen/expositionsbeschreibungen>
6. Expositionsbeschreibung ‚Schweißen von Bitumenbahnen‘; <http://www.bgbau.de/koop/gespraechskreis-bitumen/expositionsbeschreibungen>
7. Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen, TL Asphalt-StB, FGSV 07/13
8. Knecht, U.; Stahl, S.; Woitowitz, H.-J.: Handelsübliche Bitumensorten: PAH-Massengehalte und temperaturabhängiges Emissionsverhalten unter standardisierten Bedingungen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 59 (1999) 429 – 434
9. Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (ABl. L 353 vom 31.12.2008, S. 1) <http://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/de/Rechtstexte/RText-CLP/RText-CLP.html>
10. IFA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“ Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) Berlin, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld
11. TRGS 554 „Abgase von Dieselmotoren“, Ausgabe Oktober 2008 (GMBI Nr. 56/58 S. 1179-1212 v. 8.12.2008), berichtigt: GMBI Nr. 28 S. 604-605 (v. 2.7.2009)
12. Expositionsbeschreibung ‚Herstellung und Transport von Asphalt‘; <http://www.bgbau.de/koop/gespraechskreis-bitumen/expositionsbeschreibungen>

Diese Expositionsbeschreibung wurde in Zusammenarbeit

- der Beratungsstelle für Gussasphaltnwendung e.V.
- der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft
- der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)
- dem Deutschen Asphaltverband e.V.
- des Dezernats Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik Bad Hersfeld des Regierungspräsidiums Kassel
- des europäischen Verbands der Bitumenindustrie Eurobitume
- dem Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.
- der Industriegewerkschaft Bauen – Agrar – Umwelt
- dem Zentralverband des Deutschen Baugewerbes

erarbeitet.

## Anlage

### **Maschinelles Einbau von konventionellem Gussasphalt**

Bis Ende 2007 war der Einsatz von Gussasphalt ohne Verwendung von viskositätsverändernden Zusätzen bzw. viskositätsveränderten Bindemitteln über 230°C<sup>1</sup> üblich („konventioneller Gussasphalt“).

Die den Auswertungen der Tabellen A1 und A2 zugrunde liegenden personenbezogenen Messwerte für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung wurden in den Jahren 1994 bis 2007 ermittelt, ergänzt um Daten bis 2017, die bei speziellen Test-Versuchen erhalten wurden.

**Tabelle A1:** Übersicht über die Expositionen für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim maschinellen Einbau von konventionellem Gussasphalt bei Verarbeitungstemperaturen über 230°C. Aufgeführt sind die Messwerte in mg/m<sup>3</sup> ohne Berücksichtigung der Expositionszeiten.

<b>im Freien</b>	Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Zapfer	67	0,4	6,3	57,1	75,4
Bohlenführer	91	0,2	3,9	38,1	45,9
Nacharbeiten	57	0,1	1,5	9,4	14,0
<b>in Räumen</b>					
Zapfer	0	-	-	-	-
Bohlenführer	25	1,1	6,1	12,8	34,2
Nacharbeiten	16	4,0	6,4	14,7	16,1

Diese Ergebnisse belegen, dass bei maschineller Verarbeitung von konventionellem Gussasphalt im Freien und in Räumen bei Verarbeitungstemperaturen über 230°C mit sehr hohen Expositionen gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen zu rechnen ist.

**Tabelle A2:** Übersicht über die Expositionen für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim maschinellen Einbau von konventionellem Gussasphalt bei Verarbeitungstemperaturen bis 230°C. Aufgeführt sind die Messwerte in mg/m<sup>3</sup> ohne Berücksichtigung der Expositionszeiten. Bei einer Anzahl von < 10 Messwerten sind die Perzentil-Werte nicht angegeben.

<b>im Freien</b>	Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Zapfer	4	2,2	-	-	16,0
Bohlenführer	7	0,3	-	-	9,9
Nacharbeiten	8	0,3	-	-	4,8
<b>in Räumen</b>					
Zapfer	9	7,0	-	-	23,5
Bohlenführer	9	0,9	-	-	59,1
Nacharbeiten	14	0,5	1,1	2,5	3,8

<sup>1</sup> 230°C liegt über den von der Bitumenindustrie genannten Maximaltemperaturen, die auch unter REACH registriert worden sind.

Für das maschinelle Verarbeiten von konventionellem Gussasphalt (im Freien und in Räumen) liegen 6 Messwerte für BaP und 11 für Naphthalin vor. In 7 (BaP) bzw. 2 (Naphthalin) Fällen lagen die Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenzen. Die statistischen Werte für diese Daten sind in Tabelle A3 aufgeführt.

**Tabelle A3:** Übersicht über die Messwerte und Bestimmungsgrenzen („NWG“) für BaP und Naphthalin beim maschinellen Einbau von konventionellem Gussasphalt [ng/m<sup>3</sup>]. Für das Gesamtkollektiv wurde bei den Messwerten < „NWG“ die halbe Bestimmungsgrenze für die Statistik berücksichtigt. Um zu zeigen, dass für BaP die Bestimmungsgrenzen in den meisten Fällen größer gewesen sind als die gemessenen Werte, wurden hier auch bei einer Anzahl von < 10 Werten die Perzentil-Werte angegeben.

	Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
<b>BaP</b>					
Messwerte	6	35	95	368	453
„NWG“	7	< 40	< 780	< 934	< 940
Gesamtkollektiv	13	35	113	464	470
<b>Naphthalin</b>					
Messwerte	11	664	1350	3185	3280
„NWG“	2	< 1800	-	-	< 1810
Gesamtkollektiv	13	664	1298	3166	3280