

## **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

# Expositionsbeschreibung ,Herstellung und Beförderung von Asphalt‘

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

Diese Expositionsbeschreibung bezieht sich auf die Herstellung und die Beförderung von bitumenhaltigem Asphalt in Form von Walz- bzw. Gussasphalt gemäß DIN EN 13108. Die Expositionsbeschreibung gilt nicht, wenn Teer oder Pech im Bindemittel enthalten ist. Es werden Kriterien festgelegt für die unmittelbare Anwendung von Schutzmaßnahmen bei gleichzeitigem Verzicht auf eine messtechnische Überwachung von Dämpfen und Aerosolen bei der Herstellung und Beförderung von Asphalt.

Die Herstellung erfolgt in der Regel in stationären Mischanlagen. Unter „Anlage“ wird in dieser Expositionsbeschreibung derjenige Anlagenteil verstanden, welcher der unmittelbaren Herstellung des Asphalts durch Mischen der Einzelkomponenten und ggf. der Silozwischenlagerung dient. Hierbei unterscheidet man offene und eingehauste Anlagentypen. Mit der Einhausung von Anlagen wurde als unmittelbare Auswirkung des Bundesimmissionsschutzgesetzes in der zweiten Hälfte der 70iger Jahre begonnen.

Für die Beförderung von Walzasphalt werden in der Regel Lastkraftwagen mit offener Ladefläche eingesetzt, die zum Schutz des Mischgutes mit einer Plane abgedeckt werden muss. Gussasphalt wird im Speziallastkraftwagen, bestehend aus einem geschlossenen und beheizten Tank mit Rührwerk, zum Einbauort befördert.

Für das Verarbeiten von Walzasphalt im Straßenbau gilt eine spezielle Expositionsbeschreibung [4].

Muss aus arbeitstechnischen Gründen von den im Abschnitt 3 genannten Arbeitsverfahren abgewichen werden (z. B. Zwischenlagerung und Verladung von Walzasphalt auf dem Betriebsgelände außerhalb der Warmhaltesilos) kann diese Expositionsbeschreibung nicht angewendet werden.

### **3 Arbeitsverfahren**

#### **3.1 Herstellung**

Bitumen wird bei der Mischgutherstellung zur Bindung der mineralischen Komponenten verwendet. Es wird dem vorgetrockneten Mineralstoffgemisch in einer Mischmaschine zudosiert. Nach ZTV Asphalt-StB beträgt die zulässige Temperatur bei der Herstellung von Walzasphalt max. 190 °C (195°C für Bitumen 30/45), bzw. bei der Herstellung von Gussasphalt bis zu 230°C. Die Zugabe und der Mischvorgang finden in einem weitgehend geschlossenen System statt. Der Mischvorgang wird aus einem in räumlicher Entfernung zur Anlage angeordneten Leitstand gesteuert, so dass während des Herstellungsprozesses der Einsatz von Personal in der Anlage nicht notwendig ist. Zur Aufrechterhaltung der Produktion ist die kontinuierliche Beschickung der Anlage mit Mineralstoffen erforderlich. Hierzu wird ein Radlader eingesetzt, der die Mineralstoffe vom Freilager aufnimmt und Doseuren zuführt. Der Radladerfahrer ist bei der Durchführung dieser Arbeiten in der Regel keinen Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen ausgesetzt. Zu einer Exposition kann es nur dann kommen, wenn sich Beschäftigte während der Produktion in der Anlage aufhalten müssen. Dieses kann insbesondere der Fall sein bei: – der manuellen Zugabe von Zusatzstoffen, – Kontrollgängen und – der Beseitigung von plötzlich auftretenden Betriebsstörungen.

Bei Anlagen, in denen die Zugabe von Zusätzen noch manuell erfolgt, ist der Zeitanteil hierfür auftragsabhängig. Der arbeitstägliche Zeitanteil für die Durchführung von Kontrollgängen und die Störungsbeseitigung liegt im Bereich weniger Minuten. Routinemäßige Instandhaltungsarbeiten und größere Reparaturen werden außerhalb der Mischzeiten durchgeführt.

Bei der Beurteilung der Exposition ist zu berücksichtigen, dass auf dem Gelände einer Asphaltmischanlage eine gewisse Grundbelastung besteht (Tabelle 1). Diese Grundbelastung kann aus Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen bestehen oder Substanzen, die das Messverfahren beeinflussen.

#### **3.2 Beförderung**

##### **3.2.1 Walzasphalt**

Die Beladung erfolgt aus Silos oder direkt aus den Anlagen, die von den Fahrzeugen unterfahren werden. Zur Vermeidung des Anhaftens des Mischgutes wird vor dem Beladen ein Trennmittel (z. B. Brechsand, Emulsionen) auf die Ladefläche aufgebracht. Die Verwendung von Dieselmotoren<sup>1</sup> oder Heizöl<sup>1</sup> ist aus Qualitäts- und Umweltschutzgründen unzulässig. Das Mischgut fällt im freien Fall aus einer Höhe von ca. 2 m aus dem Mischer oder aus dem Vorratssilo auf die Ladefläche. Von einer Exposition des Fahrers gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen ist auszugehen, wenn dieser sich während des Beladevorgangs außerhalb des Führerhauses aufhält. Vor dem Straßentransport wird das Ladegut mit einer Plane abgedeckt. Während des Abdeckens und Verzurrens hält sich der Fahrer in unmittelbarer Nähe zum Ladegut auf. Der Expositionszeitraum während des Beladens und Abdeckens der Ladung beträgt ca. 5-12 Minuten.

Der Transport zur Baustelle ist mit keiner Exposition verbunden. An der Baustelle angelangt, wird zunächst die Plane abgenommen, wobei geringere Expositionen als beim Abdecken und eine

---

<sup>1</sup> Die Benutzung dieser Stoffe schließt die Anwendung dieser Expositionsbeschreibung aus.

Expositionszeit von weniger als 4 Minuten anzusetzen sind. Das Abkippen des geladenen Asphaltmischgutes erfolgt direkt in die Befüllöffnung des Straßenfertigers. Während des Entladevorganges befindet sich der Fahrer im LKW-Führerhaus. Eine mögliche Exposition gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen hängt hier von der Entladedauer, der Belüftung des Führerhauses und den Wetterbedingungen (Windströmung und -richtung) ab.

Je nach Auftragsumfang und Entfernung zwischen Asphaltmischwerk und Baustelle finden bis zu sechs Beförderungszyklen pro Person und Schicht statt.

### **3.2.2 Gussasphalt**

Die Beladung erfolgt in der Regel aus dem Mischer direkt in die unmittelbar darunter befindliche Befüllöffnung des Gussasphaltfahrzeuges.

Eine Exposition gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen ist dann möglich, wenn der Fahrer den Beladevorgang außerhalb des Führerhauses in unmittelbarer Nähe des Fahrzeuges beobachtet oder die Klappen des Transportbehälters schließt. Das Beladen einer Beladeeinheit (ein Rührwerkbehälter) dauert bis zu 15 Minuten.

Der Transport zur Baustelle ist mit keiner Exposition verbunden. Auf der Baustelle füllt der LKW-Fahrer den Gussasphalt entweder in den Gussasphaltfertiger oder in kleinere Behälter (Transportkarre, Eimer, Kanne) ab. Die Exposition gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen hängt hier von der Entladedauer, den im Einzelnen ausgeführten Tätigkeiten und den Wetterbedingungen (Windströmung und -richtung) ab. Die Exposition beim Abfüllen ist in den Expositionsbeschreibungen zum maschinellen [5] bzw. händischen [6] Einbau von Gussasphalt beschrieben

Je nach Auftragsumfang und Entfernung zwischen Asphaltmischwerk und Baustelle finden in der Regel bis zu drei Beförderungszyklen pro Person und Schicht statt.

## **4 Gefahrstoffe**

Walzasphalt und Gussasphalt enthalten als Bindemittel Bitumen - ein bei der Aufarbeitung von Erdöl gewonnenes Gemisch verschiedener organischer Substanzen, vorwiegend hochmolekulare Kohlenwasserstoffe. Analysen der heute marktüblichen Bitumen ergaben zwischen 1,2 - 2,7 mg/kg Benzo[a]pyren (BaP) ([7]; dort weitere Angaben zu den einzelnen polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und S-PAK). Dieser Gehalt liegt um 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 [8].

Diese Expositionsbeschreibung beruht auf der Auswertung von Arbeitsplatzmessungen bei der Herstellung und Beförderung von Asphalt. Dabei wurden die freiwerdenden Dämpfe und Aerosole aus Bitumen gemessen. Das Messverfahren erfasst alle organischen Stoffe mit aliphatischen C—H-Bindungen und damit ggf. auch andere Stoffe wie Emissionen aus Verbrennungsmotoren (z.B. unverbrannte Treibstoffanteile) [9]. Bei der Handhabung und Verarbeitung der mineralischen Komponenten können einatembare und alveolengängige mineralische Stäube, insbesondere Quarzstäube entstehen, die nicht Gegenstand dieser Expositionsbeschreibung sind.

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 zu Grunde liegenden Messergebnisse wurden in den Jahren 1997 bis 2000 ermittelt (Tabelle 1). Von den 100 Messungen entfielen auf die

### Herstellung von Asphalt

- 60 ortsfeste Messungen in 29 Asphaltmischwerken an den Messorten
  - Mischerbühne, neben dem Mischer
  - Mischerauslauf, Übergabe in den Aufzugskübel
  - Mineralstoffdosierung über dem Mischer
  - Leitstand;
- 6 personengetragene Messungen bei Tätigkeiten auf dem Mischwerksgelände (Materialbeschickung mit dem Radlader, Wartungsarbeiten);
- 20 ortsfeste Messungen zur Ermittlung der Grundbelastung (gemessen z. B. im Büro, Waschraum, Aufenthaltsraum).

sowie auf die

### Beförderung von Asphalt

- 14 personengetragene Messungen bei der LKW-Beladung und der Beförderung zur Baustelle einschließlich des Entladevorgangs beim Walzasphalt. Sofern der LKW-Fahrer bei der Beförderung von Gussasphalt zur Baustelle auch mit dem Entladen und dem Transport vom LKW bis zur unmittelbaren Einbaustelle befasst war, wurde dieser Arbeitsgang mitgemessen.

Gemessen wurde sowohl in offenen, als auch in vollständig eingehausten Anlagen. Alle Messungen wurden während des Mischzyklus durchgeführt. Tabelle 1 fasst die Messserien für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen zusammen. Messwerte kleiner der Bestimmungsgrenze gehen mit der halben Bestimmungsgrenze in die Statistik ein.

**Tabelle 1:** Übersicht über die ermittelten Expositionen für die Summe der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Herstellung und der Beförderung von Asphalt [mg/m<sup>3</sup>]

	Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
in der Mischanlage	52	0,25	6,00	30,50	45,20
Asphalt Herstellung, Leitstand	8	0,50	-	-	1,30
Radladerfahrer / Außenbereich	6	0,50	-	-	0,90
Grundbelastung	20	0,40	0,70	1,80	2,00
Beförderung von Asphalt	14	0,40	1,20	4,25	5,30,

Die große Streuung der Messwerte bei der Asphalt Herstellung begründet sich mit der Beschaffenheit der einzelnen Mischanlagen, der Bitumensorte, der Verarbeitungstemperatur und der Art des

hergestellten Endproduktes (Walz- oder Gussasphalt). So lagen die Messwerte in eingehausten Anlagen deutlich höher als in offenen oder nur teilweise geschlossenen Anlagen. Bei Walzasphalt wurden deutlich höhere Werte gemessen als bei Gussasphalt.

Bei der Beförderung des Asphalts (einschließlich des Be- und Entladens) wurde eine geringe Streuung der Messwerte festgestellt. Die bei der Herstellung von Walz- oder Gussasphalt geltenden Einflussparameter sind für die Höhe der Expositionen offensichtlich von untergeordneter Bedeutung. Wie bei der Herstellung sind auch bei der Beförderung die Messwerte bei Gussasphalt geringer als bei Walzasphalt, da Gussasphalt in geschlossenen Rührbehältern und Walzasphalt in der LKW-Mulde befördert wird.

Für den Transport von Asphalt liegt eine BaP-Messung in Höhe von 70 ng/m<sup>3</sup> vor. An der Mischerbühne bzw. am Auslauf wurden 8 BaP-Messwerte ermittelt, davon 7 zwischen 80 und 140 ng/m<sup>3</sup>; der Maximalwert betrug 750 ng/m<sup>3</sup>.

## **6 Befund**

Die im Abschnitt 3 beschriebenen Arbeitsverfahren stellen den Stand der Technik bei der Herstellung und der Beförderung von Asphalt dar und sind mit der geringsten Exposition verbunden.

Die Exposition gegenüber mineralischen Stäuben, insbesondere Quarzstaub muss getrennt hiervon beurteilt werden und wird in dieser Expositionsbeschreibung nicht behandelt.

### **6.1 Asphaltherstellung**

Die Messungen belegen, dass hinsichtlich Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen in einem Asphaltmischwerk ohne weitere Schutzmaßnahmen gearbeitet werden kann, wenn eine Aufenthaltsdauer bis zu 60 Minuten in der Mischanlage (Ort der höchsten Exposition bei der Asphaltherstellung) nicht überschritten wird.

### **6.2 Asphaltbeförderung**

Die Messungen belegen, dass hinsichtlich Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen bei der Beförderung von Asphalt (einschließlich des Be- und Entladens) mit dem LKW ohne weitere Schutzmaßnahmen gearbeitet werden kann.

## **7 Empfehlungen**

Ausgehend von einer achtstündigen Tätigkeit kann im Allgemeinen ohne weitere Schutzmaßnahmen gearbeitet werden, wenn

- die Aufenthaltsdauer in der Mischanlage auf maximal 60 Minuten pro Schicht beschränkt ist und
- bei der Beförderung von Gussasphalt der Fahrer nicht beim Einbau des Asphalts (z. B. beim Abfüllen des Gussasphalts in kleinere Behälter wie Transportkarre, Eimer, Kanne sowie beim Transport von Hand direkt zur Einbaustelle) beteiligt ist.

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse sind Expositionsmessungen bezüglich Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen nicht erforderlich.

Der Aufenthalt in der Mischanlage sollte auf den unbedingt notwendigen Umfang eingeschränkt sein. Instandhaltungsarbeiten größeren Umfangs innerhalb der Mischanlage, die voraussichtlich zu einer Gesamtexposition von mehr als 60 Minuten/Schicht führen, sollten erst nach Stillstand und nach guter Durchlüftung des Arbeitsbereiches durchgeführt werden.

Wird eine Aufenthaltsdauer von insgesamt 60 Minuten/Schicht bei der Asphaltherstellung innerhalb der Mischanlage überschritten, ist in der Anlage geeigneter Atemschutz zu tragen (Atemschutzgeräte mit Filter der Schutzstufe A-P2). Gegebenenfalls sind die betroffenen Beschäftigten arbeitsmedizinisch zu untersuchen (Pflichtvorsorge Atemschutzgeräte) [10]. Die Tragezeitbegrenzungen beim Tragen von Atemschutzgeräten sind zu beachten [11].

Die Zugabe von Zusätzen sollte automatisiert erfolgen, d. h. keine Handeingabe von der Mi-scherbühne aus in den Mischer. Stand der Technik ist z. B. das Einblasen der Zusätze, die Zugabe der Zusätze mit Förderschnecken aus geschlossenen Silos oder die Zugabe der Zusätze in Säcken über ein außen liegendes Förderband in den Mischer. Bei Einsatz bestimmter Zusätze (z. B. Fasern oder Farbpigmente) sind besondere Umgangsvorschriften zu beachten, wie z. B. das Tragen von Atemschutz.

Die Exposition gegenüber mineralischen Stäuben, insbesondere Quarzstaub muss zusätzlich ermittelt und beurteilt werden.

## **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 praxismgerechte 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 erstmals im Juni 1999 verabschiedet und im März 2005 hinsichtlich der Inkraftsetzung der neuen Gefahrstoffverordnung überarbeitet, im Juli 2006 sowie 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. Expositionsbeschreibung „Verarbeiten von Walzasphalt im Straßenbau“.
  5. Expositionsbeschreibung „Maschinelles Verarbeiten von Gussasphalt“.
  6. Expositionsbeschreibung „Verarbeiten von Gussasphalt von Hand im Wohn- und Industriebau“.
  7. 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
  8. 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>
  9. IFA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“ Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) Berlin, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld
  10. DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen: G26 Atemschutzgeräte  
[http://www.dguv.de/de/praevention/themen-a-z/arb\\_vorsorge/dguv\\_grundsatz/index.jsp](http://www.dguv.de/de/praevention/themen-a-z/arb_vorsorge/dguv_grundsatz/index.jsp)
  11. DGUV Regel 112-190 Benutzung von Atemschutzgeräten (bisher BGR190)  
<http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/r-190.pdf>

Diese Expositionsbeschreibung wurde in Zusammenarbeit mit

- dem Gesprächskreis BITUMEN;
- der ehemaligen Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, Langenhagen;
- der ehemaligen Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen, Hamburg;
- dem Deutschen Asphaltverband e.V., Bonn erarbeitet.