

Expositionsbeschreibung

„Einbau von konventionellem Walzasphalt im Straßenbau“

Ausgabe Mai 2008, Stand 16.05.2008

1 Allgemeines

Die Gefahrstoffverordnung [1] fordert den Arbeitgeber in §§ 7 und 9 auf, zu ermitteln, ob die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten sind. Dies kann durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere gleichwertige Beurteilungsverfahren erfolgen. Falls keine Arbeitsplatzgrenzwerte vorliegen, ist die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen durch geeignete Beurteilungsmethoden nachzuweisen.

Diese Expositionsbeschreibung stellt ein solches Beurteilungsverfahren für Stoffe ohne Arbeitsplatzgrenzwert dar. Es liegt für die beschriebenen Tätigkeiten eine ausreichende Anzahl von Arbeitsbereichsanalysen mit eindeutigen Befunden vor, und es sind auch verfahrensbedingt in Zukunft keine Änderungen zu erwarten. Daher können diese Ergebnisse unmittelbar zur Beurteilung der Konzentrationen in der Luft in Arbeitsbereichen herangezogen werden, d.h. weitere Messungen sind nicht erforderlich.

Diese Expositionsbeschreibung kann entsprechend § 7 Gefahrstoffverordnung als Gefährdungsbeurteilung bei der Festlegung der Maßnahmen verwendet werden. Darüber hinaus kann bei der Gefährdungsbeurteilung gemäß § 5 Arbeitsschutzgesetz [2] und § 3 Betriebssicherheitsverordnung [3] diese Expositionsbeschreibung mit herangezogen werden. Die Verpflichtungen zum Einsatz von Stoffen und/oder Verfahren mit geringerem Risiko, zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen und zur Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten usw. bleiben bestehen.

2 Anwendungsbereich

Diese Expositionsbeschreibung umfasst den Einbau von konventionellem Walzasphalt im Straßenbau. Es werden Kriterien für einen Verzicht auf die messtechnische Überwachung von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen beim Einbau von konventionellem Walzasphalt im Verkehrswegebau im Freien festgelegt.

Diese Expositionsbeschreibung gilt nicht, wenn Teer oder Pech im Bindemittel enthalten ist oder wenn Diesel als Trennmittel eingesetzt werden. Gummimodifizierte Bitumen werden in dieser Expositionsbeschreibung nicht betrachtet. Ausgenommen von dieser Expositionsbeschreibung sind auch Expositionen gegen weitere Gefahrstoffe.

Die Expositionen beim Einbau von Walzasphalt unter Zugabe temperaturabsenkender Zusätze werden in der Expositionsbeschreibung „Einbau von Walzasphalt mit temperaturabsenkenden Zusätzen im Straßenbau“ dargestellt (in Vorbereitung).

3 Arbeitsverfahren

Konventioneller Walzasphalt wird entsprechend dem Technischen Regelwerk bei Temperaturen von 160 ± 20 °C in Abhängigkeit von der Viskosität des Bitumens verarbeitet. Das Material wird abgedeckt auf Lkw vom Mischwerk heiß zur Einbaustelle transportiert und zum Einbau in den Materialbunker des Fertigers übergeben. Der Fertiger verteilt den Asphalt mit einer in

der Regel beheizten Bohle in der eingestellten Dicke in Bohlenbreite auf der Fahrbahn. Nach dem Einbau wird die Asphaltsschicht durch StraÙenwalzen verdichtet.

4 Gefahrstoffe

Walzasphalt enthält als Bindemittel Bitumen - ein bei der Aufarbeitung von Erdöl gewonnenes Gemisch verschiedener organischer Substanzen, vorwiegend hochmolekularer Kohlenwasserstoffe. Für die Herstellung von Asphaltsschichten werden überwiegend die StraÙenbau-Bitumensorten 30/45, 50/70, 70/100 sowie polymermodifizierte Bitumen PmB 45, PmB 65 oder PmB 25 verwendet. Geblasenes Bitumen (85/25) wird nicht im StraÙenbau eingesetzt, sondern z. B. in der Dachbahnenherstellung.

Analysen der heute marktüblichen Bitumen ergaben zwischen 1,2 – 2,7 mg/kg Benzo[a]pyren (BaP) ([4]; dort weitere Angaben zu polycyclischen 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 nach Anhang I der RL 67/548/EWG [5].

Diese Expositionsbeschreibung beruht auf Auswertungen von Arbeitsplatzmessungen beim Einbau von Walzasphalt. Dabei wurden die bei der HeiÙverarbeitung frei werdenden Dämpfe und Aerosole aus Bitumen gemessen. Das Messverfahren erfasst alle organischen Stoffe mit aliphatischen C—H-Bindungen [6] und damit ggf. auch andere Stoffe wie Emissionen aus Verbrennungsmotoren (z.B. unverbrannte Treibstoffanteile).

Beim Walzasphalteinbau können Dieselmotoremissionen auftreten. Im Hinblick auf deren angemessene Bewertung wird auf die TRGS 554 „Dieselmotoremissionen“ [7] verwiesen.

5 Gefahrstoffexposition

In den Jahren 1993 – 2007 wurden 821 Messungen beim Einbau von konventionellem Walzasphalt durchgeführt. In Anlage 1 werden die Kriterien erläutert, die dazu führen, dass sich die folgenden Auswertungen auf 442 Messungen beziehen (Tabelle 1). Es wurden nur Messergebnisse von Baustellen im Freien einbezogen, bei denen die Einbautemperatur bei 160 ±20°C lag. Arbeiten bei Überschreitung dieser Einbautemperatur fallen nicht in den Geltungsbereich dieser Expositionsbeschreibung. Wenn ein Messwert unterhalb der Nachweisgrenze lag, wurde die halbe Nachweisgrenze als Messwert verwendet.

Die Messungen erfolgten in der Regel über zwei Stunden während der Exposition. Tätigkeiten ohne Exposition gegen Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der HeiÙverarbeitung sind Einrichten der Baustelle, Umsetzen der Geräte, Wartezeiten, usw.

Tabelle 1: Übersicht der ermittelten Konzentrationen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen (mg/m³) beim Einbau von konventionellem Walzasphalt

	Messwerte	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Kolonnenführer, Bohlenführer	225	0,12	2,70	12,44	20,80
Fertigerfahrer	161	0,12	2,40	8,90	17,60
Walzenfahrer	56	0,17	0,90	2,45	3,10

Die Expositionen bei der HeiÙverarbeitung von Walzasphalt werden von der Summe der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bestimmt. Zum Teil wurden auch die BaP-Konzentra-

tionen bestimmt. Alle Messergebnisse für Benzo[a]pyren beim Einbau von konventionellem Walzasphalt nach dem BGIA-Standardverfahren lagen unterhalb der mittleren Nachweisgrenze für BaP von $0,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Erfahrungsgemäß sind die Umgebungsbedingungen und die Windverhältnisse, die einen Einfluss auf Messwert und Exposition haben, nicht über die volle Arbeitszeit konstant, da

- sich die Einbaustelle mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 1-5 m/min fortbewegt und damit in eine anders geartete Umgebung gelangt,
- der Einbau dem Straßenverlauf und dessen vielfach wechselnder Richtung folgt,
- oft ein Umsetzen des Fertigers erfolgt und
- Windrichtung und -stärke wechseln.

Das Messdatenkollektiv wurde hinsichtlich verarbeiteter Menge, Einbaubreite, Beschaffenheit des Mischguts und des Untergrundes ausgewertet. Eine Abhängigkeit der Höhe der Exposition von diesen Parametern konnte nicht festgestellt werden.

Bei Arbeiten in der Abwindfahne ist es in Einzelfällen zu Expositionen über $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ gekommen, wenn die freie Luftbewegung durch ein neben der Einbaustelle liegendes Hindernis behindert wurde (z.B. eine Lärmschutzwand).

Bei Messungen in Frankreich und Slowenien wurden für den Fertigerfahrer ($0,25 - 3,8 \text{ mg}/\text{m}^3$; 5 Messwerte), Bohlenführer ($0,4 - 9,4 \text{ mg}/\text{m}^3$; 8 Messwerte) und Walzenfahrer ($0,5$ und $1,7 \text{ mg}/\text{m}^3$) ähnliche Expositionen ermittelt. Diese Messdaten sind im Kollektiv der Tabelle 1 enthalten.

5.1 Lkw-Fahrer

Die Exposition des Lkw-Fahrers, der den Walzasphalt vom Mischwerk zur Baustelle transportiert, wird in der Expositionsbeschreibung „Herstellung und Beförderung von Asphalt“ beschrieben.

5.2 Fertigerfahrer

Der Fertigerfahrer steuert von einer über dem Gerät liegenden allseitig offenen Bühne die Bewegung des Fertigers. Fahren mehrere Fertiger in kurzen Abständen versetzt parallel, können die Werte im oberen Bereich des Messkollektives liegen.

Bei verschiedenen Fertigertypen lässt sich der Fahrerstand durch mehr oder weniger fest angebrachte Fenster und Türen schließen. Die von der Verteilerschnecke durch den Boden aufsteigenden Emissionen reichern sich in der Fahrerkabine an, da die natürliche Belüftung unterbrochen ist (bis zu $19,7 \text{ mg}/\text{m}^3$; s. Anlage 1). Die in Tabelle 1 enthaltenen Werte gelten nicht für drei- oder mehrseitig geschlossene Kabinen.

5.3 Kolonnenführer (Bohlenführer)

Der Kolonnenführer (Bohlenführer, Einsteller) regelt unter anderem die Einstellung der Bohle.

Der Schaufler führt Nebentätigkeiten aus wie das Ausbessern von Fehlstellen, Randausgleich, Übergänge zu Anschlüssen. Die Tätigkeit des Schauflers wird in der Regel auch vom Kolon-

nenführer übernommen. Daher werden die Messwerte des Kolonnenführers und des Schauf-
lers in einem Kollektiv zusammengefasst.

In Einzelfällen kam es bei ungünstigen Umgebungsbedingungen zu Expositionen $> 10\text{mg}/\text{m}^3$,
z. B. bei Tätigkeit ausschließlich in der Abwindfahne, Behinderung der freien Luftbewegung
oder beim Arbeiten zwischen zwei eng gestaffelten Fertigern beim Paralleleinbau.

5.4 Walzenfahrer

Der Walzenfahrer führt die Straßenwalze hinter den Fertigern auf dem frisch eingebauten
Belag.

6 Befund

Die Messungen belegen, dass beim Verarbeiten von konventionellem Walzasphalt im Stra-
ßenbau im Freien bei achtstündiger Tätigkeit ohne weitere Schutzmaßnahmen gearbeitet wer-
den kann, wenn

- die unter Abschnitt 3 vorgesehenen Verarbeitungstemperaturen $160 \pm 20^\circ\text{C}$ eingehalten
sind,
- die Belüftung der Fertigerbühne nicht durch einen drei- oder allseitigen Abschluss behin-
dert wird,
- kein Diesel, Altöl oder ähnliches als Trennmittel verwendet wird und
- der Einbau nicht in Tunneln erfolgt.

Die höheren Expositionswerte beim Bohlenführer ergaben sich vor allem bei ungünstigen
Umgebungsbedingungen (neben dem Arbeitsplatz liegende Hindernisse wie Lärmschutzwäl-
le) in Zusammenhang mit Aufenthalt in der Abwindfahne und ungünstiger Windrichtung.

7 Empfehlungen

7.1 Empfehlung für den Einbau von Walzasphalt

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse sind keine Expositionsmessungen erforderlich; es
kann im Allgemeinen bei achtstündiger exponierter Tätigkeit ohne weitere Schutzmaßnah-
men gearbeitet werden.

Dabei muss die Temperatur des Mischgutes beim Einbau im unter Abschnitt 3 aufgeführten
Temperaturbereich von $160 \pm 20^\circ\text{C}$ liegen und der Steuerstand des Fertigers darf nicht drei-
oder allseitig durch Scheiben, Vorhänge o. Ä. geschlossen sein, weil dadurch der freie Luftaus-
tausch behindert wird und aufsteigende Emissionen sich anreichern können.

Die Verwendung von Dieselmotoren als Trennmittel ist nicht zulässig. In Dieselmotoren kön-
nen aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten sein, die möglicherweise krebserzeugend wirken
[7] und bei der Verwendung als Trennmittel eingeatmet werden können.

Bei den im Abschnitt 5.3 beschriebenen und als Ausnahme zu bewertenden ungünstigen Lüf-
tungsbedingungen, bei denen Beschäftigte sich belästigt fühlen, können filtrierende Halbmas-
ken A2P2 getragen werden, diese sind vorzuhalten. Auf die Arbeitsmedizinische Vorsorge nach
dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 26 „Atemschutzgeräte“ wird hingewiesen.

Der Einsatz von Walzasphalt mit temperaturabsenkenden Zusätzen sollte immer in Erwägung gezogen werden [8].

7.2 Allgemeine Maßnahmen

Ein direkter Hautkontakt mit heißem Walzasphalt führt zu Verbrennungen und wird von den Verarbeitern deshalb grundsätzlich vermieden. Es wird empfohlen, im Bedarfsfall 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, § 7 Gefahrstoffverordnung bzw. § 3 Betriebssicherheitsverordnung erfolgen.

Diese Expositionsbeschreibung gibt dem Arbeitgeber praxisgerechte Hinweise, wie er seinen Pflichten insbesondere nach § 9 Abs. 8 der Gefahrstoffverordnung nachkommen kann. Bei Anwendung dieser Expositionsbeschreibung bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung bestehen, insbesondere zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung (§ 7), zum Einsatz von Stoffen und/oder Verfahren mit geringerem Risiko (sowie der Dokumentation eines eventuellen Verzichts auf eine Substitution, § 9 Abs. 1), die Verpflichtung zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen (§ 9 Abs. 2) sowie die Verpflichtung zur Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten und zur Erstellung schriftlicher Betriebsanweisungen (§ 14).

9 Überprüfung

Diese Expositionsbeschreibung wurde erstmals im Oktober 1999 verabschiedet, im März 2005 hinsichtlich der Inkraftsetzung der neuen Gefahrstoffverordnung überarbeitet und im März 2008 aktualisiert. Sie wird in jährlichen Abständen überprüft. Sollten Änderungen notwendig werden, werden diese veröffentlicht.

Literatur

1. Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 23. Dezember 2004. BGBl (2004) Teil 1 Nr. 74 vom 29. Dezember 2004, 3758 ff
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. 1, S. 1246 ff)
3. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetriebsSichV), Artikel 1 der Verordnung vom 27. September 2002 (BGBl 1, S. 3777 ff)
4. 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

5. RL 67/548/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe, Anhang I;
www.baua.de/nm_5846/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/EG-Richtlinien__content.html__nnn=true
6. BIA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“ Kennzahl 6305 Messverfahren Nr. 1; Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit- BIA, Sankt Augustin, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld
7. TRGS 554 „Dieselmotoremissionen“. B ArbBl 3/1999, 54-62
8. Gesprächskreis BITUMEN (www.gisbau.de/bitumen.html)

Diese Expositionsbeschreibung wurde gemeinsam von

- der Arbeitsgemeinschaft der Bitumen-Industrie (ARBIT) e.V., Hamburg
- der Bundesanstalt für Straßenwesen – BASt, Bergisch-Gladbach
- der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Berlin
- dem Deutschen Asphaltinstitut (DAI) e.V., Bonn
- dem Deutschen Asphaltverband (DAV) e.V., Bonn
- dem Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V., Berlin
- dem Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik - LASI
- Industriegewerkschaft Bauen – Agrar – Umwelt (IG BAU), Frankfurt
- dem Zentralverband des Deutschen Baugewerbes (ZDB) e.V., Berlin

erarbeitet.

Anlage 1

Expositionsdaten konventioneller Walzasphalt

In den Jahren 1993 – 2007 wurden 821 Messungen beim Einbau von konventionellem Walzasphalt durchgeführt. In 55 Fällen wurden nicht Dämpfe und Aerosole aus Bitumen gemessen, sondern PAK, Aldehyde, usw. Bei 22 Messungen waren die Probenträger defekt und in 27 Fällen waren die Messungen keinem Arbeitsplatz zuzuordnen. ($821 - (55 + 22 + 27) = 717$)

41 Messungen erfolgten im unbelasteten Umfeld von Baustellen, um den Einfluss vor allem des Straßenverkehrs auf die Expositionen der Walzasphaltarbeiter abschätzen zu können (Tabelle 1.1). ($717 - 41 = 676$)

Tabelle 1.1: Expositionen im unbelasteten Umfeld von Baustellen (mg/m³ Dämpfe und Aerosole aus Bitumen)

	Messwerte	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Im Freien	40	0,07	0,30	1,72	2,30
Im Tunnel	1	5,60			

In 11 Fällen wurde nicht an einem Arbeitsplatz, sondern direkt über der Schnecke des Fertigers gemessen (Tabelle 1.2). ($676 - 11 = 665$)

Tabelle 1.2: Expositionen direkt an der Emissionsquelle (mg/m³ Dämpfe und Aerosole aus Bitumen)

	Messwerte	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Emissionsquelle	11	6,00	29,70	94,55	146,80

Bei einigen Messungen wurden Expositionen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen mit einem ungewöhnlichen Quotienten Aerosol/Dampf ermittelt ($< 0,1$). Dies kann ein Hinweis auf einen Einfluss durch andere Expositionen sein, wie dieselhaltige Trennmittel. Entsprechende Messungen wurden aus dem Kollektiv herausgenommen, wenn neben diesem ungewöhnlichen Quotienten Aerosol/Dampf weitere Hinweise auf Einflüsse durch andere Expositionen (wie Trennmittel) vorlagen (10 Messungen auf 9 Baustellen). ($665 - 10 = 655$)

Auf 7 Baustellen wurden insgesamt 34 Messungen beim Einbau von gummimodifiziertem Asphalt durchgeführt (Tabelle 1.3; $655 - 34 = 621$).

Tabelle 1.3: Zusammenfassung der Messungen beim Einbau von gummimodifiziertem Asphalt (mg/m³ Dämpfe und Aerosole aus Bitumen)

	Messwerte	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Kolonnenführer, Bohlenführer	17	0,25	4,30	12,92	17,40
Fertigerfahrer	14	1,10	3,15	5,16	6,20
Walzenfahrer	1	1,20			
Sonstige	2	3,30 – 7,20			

Bei 10 Messungen (eine Baustelle) lagen die Einbautemperaturen über 200°C (621 – 10 = 611). Die verbleibenden 611 Messungen wurden beim Einbau von konventionellem Walzasphalt bei Einbautemperaturen ≤ 200°C vorgenommen (Tabelle 1.4).

Tabelle 1.4: Zusammenfassung der Messungen beim Einbau von konventionellem Walzasphalt im Straßenbau bei Einbautemperaturen ≤ 200°C (mg/m³ Dämpfe und Aerosole aus Bitumen)

	Messwerte	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Kolonnenführer, Bohlenführer	303	0,12	2,80	13,58	28,80
Fertigerfahrer	213	0,12	2,50	13,08	19,90
Walzenfahrer	77	0,17	1,00	3,10	8,80
Beschickerfahrer, Kompaktasphalt	5	0,22	-	-	5,30
Beschickerfahrer, sonstige	7	0.50	-	-	9.60
Windenfahrer	4	0,14 - 0,22 - 0,4 - 0,8			
LKW-Einweiser	2	0,5 - 1,0			

Einige Messungen wurden an Fahrern von Winden (4; zur Sicherung des Fertigerfahrers) und Beschickern (7) sowie an LKW-Einweisern (2) vorgenommen (letzte drei Zeilen der Tabelle 1.4), v.a. bei der Asphaltierung eines Wasserrückhaltebeckens mit konventionellem Walzasphalt (Abb. 1.1). (611 – (4 + 7 + 2) = 598)



Abbildung 1.1: Winde (oben), Beschicker (mitte) sowie Fertiger und Walze (unten) beim Asphaltieren eines Wasserrückhaltebeckens

Auf 11 Tunnelbaustellen wurden insgesamt 124 Messungen beim Einbau von konventionellem Walzasphalt durchgeführt (Tabelle 1.5; $598 - 124 = 474$).

Tabelle 1.5: Zusammenfassung der Messungen beim Einbau von konventionellem Walzasphalt auf Tunnelbaustellen (mg/m^3 Dämpfe und Aerosole aus Bitumen)

	Messwerte	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Kolonnenführer, Bohlenführer	72	0,23	3,20	18,45	28,80
Fertigerfahrer	34	0,80	2,65	18,57	19,90
Walzenfahrer	18	0,70	1,30	7,19	8,80

Auf 5 Baustellen wurden insgesamt 9 Messungen an Fertigerfahrern durchgeführt, deren Fahrerkabinen geschlossen waren (Tabelle 1.6). ($474 - 9 = 465$)

Tabelle 1.6: Messungen an Fertigerfahrern in geschlossenen Fahrerhäusern beim Einbau von konventionellem Walzasphalt (mg/m^3 Dämpfe und Aerosole aus Bitumen)

	Messwerte	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Fertigerfahrer	9	5,6	-	-	19,7

18 Messungen wurden bei Einbautemperaturen über $180 - 200^\circ\text{C}$ beim Einbau von konventionellem Walzasphalt im Straßenbau im Freien vorgenommen, fünf Messungen am Beschieferfahrer beim Einbau von Kompaktasphalt. Somit verbleiben 442 Messungen an Kolonnenführer bzw. Bohlenführer, Fertiger- und Walzenfahrer bei Einbautemperaturen von $160 \pm 20^\circ\text{C}$ (Tabelle 1.7). Auf diese 442 Messungen beziehen sich die Aussagen dieser Expositionsbeschreibung. Tabelle 1.7 ist identisch mit Tabelle 1 (S. 2) dieser Expositionsbeschreibung.

Tabelle 1.7: Übersicht über die ermittelten Konzentrationen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen (mg/m^3 Dämpfe und Aerosole aus Bitumen) beim Einbau von konventionellem Walzasphalt im Straßenbau

	Messwerte	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Kolonnenführer, Bohlenführer	225	0,12	2,70	12,44	20,80
Fertigerfahrer	161	0,12	2,40	8,90	17,60
Walzenfahrer	56	0,17	0,90	2,45	3,10