



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 umfasst das Schweißen von Bitumenbahnen, z.B. auf Dächern, Balkonen, Brücken oder Parkdecks. Arbeiten ohne ausreichende Lüftung in geschlossenen kleinen Räumen, in Behältern oder in Schächten sind ausgenommen. Das Kaltselfklebverfahren sowie mechanische Befestigungsformen sind nicht Bestandteil dieser Expositionsbeschreibung. Für das Heißverarbeiten von Bitumen im Gießverfahren zum Verkleben von Dämmstoffen und Bitumenbahnen gibt es eine gesonderte Expositionsbeschreibung [4].

3 Arbeitsverfahren

Beim Schweißverfahren werden die Bitumenbahnen in der Regel mit einem Propangasbrenner (Handbrenner oder auch maschineller Schweißautomat, Verarbeitungstemperatur ca. 200°C) angeschmolzen und auf diese Weise mit dem Untergrund verklebt. Im europäischen Ausland werden hierzu auch Heißluftföns verwendet.

4 Gefahrstoffe

Bitumenbahnen enthalten in den Deckschichten 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) ([5]; 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 [6].

Diese Expositionsbeschreibung beruht auf Auswertungen von Arbeitsplatzmessungen beim Verlegen von Bitumenbahnen im Schweißverfahren im Freien und in großen / nicht geschlossenen Räumen. Dabei wurden die bei der Verarbeitung freiwerdenden Dämpfe und Aerosole aus Bitumen gemessen. Das Messverfahren erfasst alle organischen Stoffe mit aliphatischen C—H-Bindungen [7].

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/m³. Für Benzo[a]pyren (in bestimmten PAK-Gemischen) gibt es, gemessen in der einatembaren Fraktion, eine Akzeptanzkonzentration in Höhe von 70 ng/m³ und eine Toleranzkonzentration in Höhe von 700 ng/m³.

5 Gefahrstoffexposition

Seit 1994 werden in Deutschland Messungen der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim Schweißen von Bitumenbahnen durchgeführt, mit Schwerpunkten 1995 und 1998/99. Im Laufe der Jahre haben sich die Expositionen bei diesen Arbeiten stetig verringert (s. Anlage). Die Ursachen hierfür sind vielfältig, vor allem

- es erfolgt immer weniger ein „massiver“ Brenneinsatz,
- die unterste Lage wird heute sehr oft mit dünneren kaltselbstklebenden Polymerbitumenbahnen (KSP) hergestellt,
- es wurden „weichere“ Bitumenbahnen entwickelt, die mit einer geringeren Wärme- einwirkung verklebt werden können,
- es wird grundsätzlich sauberer gearbeitet.

Seit 2005 sind wieder verstärkt Messungen in Deutschland sowie in mehreren weiteren europäischen Ländern durchgeführt worden (s. Anlage). Mit diesen Messungen werden die Expositionen beim aktuellen Stand der Technik des Schweißens von Bitumenbahnen beschrieben. Die Expositionen bei diesen Arbeiten liegen nicht selten (in 60 % der Fälle) unter der Nachweisgrenze. Zur Ermittlung der statistischen Parameter wird in solchen Fällen die halbe Nachweisgrenze verwendet.

Tabelle 1 stellt die Ergebnisse aller Messungen beim Schweißen von Bitumenbahnen in Europa seit 2005 dar. Diese Messungen wurden beim heute üblichen Verschweißen von Bitumenbahnen durchgeführt und geben somit die aktuelle Exposition bei diesen Arbeiten wieder.

Tabelle 1: In Europa 2005 - 2015 ermittelte Expositionen für die Summe der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim Schweißen von Bitumenbahnen [mg/m³]

Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
87	0,1	0,2	2,7	6,4

Die unterschiedlichen Expositionen beim Arbeiten im Freien bzw. in Räumen sowie bei Detail- bzw. Flächenarbeit sind in der Anlage beschrieben. Korrelationen zwischen der Expositionshöhe und Jahreszeit, bearbeiteter Fläche pro Zeit (Durchsatz) oder Art der Bitumenbahn (Bitumen- oder Polymerbitumenbahn) konnten nicht festgestellt werden. Ein Einfluss der Außentemperatur ist ebenfalls - erwartungsgemäß beim Einsatz von Gasbrennern - nicht zu erkennen. Eine generelle Abhängigkeit der Expositionshöhe von der Windstärke ist nicht festzustellen; grundsätzlich hat die Windrichtung relativ zum Verarbeiter einen größeren Einfluss als die Windstärke.

Die Gefahrstoffbelastung bei diesen Arbeiten wird von den Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen bestimmt. Für das Schweißen von Bitumenbahnen liegen 3 Messwerte für BaP in Höhe von 4,4 ng/m³, 140 ng/m³ und 170 ng/m³ vor, die beiden letzteren stammen vom maschinellen Verschweißen von Bitumenbahnen in einem Tunnel. In 11 Fällen liegen die Messwerte für BaP unterhalb der Bestimmungsgrenzen (140 ng/m³ bis 1503 ng/m³). Für Naphthalin gibt es einen Messwert von 391 ng/m³, 4 liegen unterhalb der Bestimmungsgrenzen (970 ng/m³ bis 3510 ng/m³).

6 Befund

Der 95-Perzentil-Wert des Datenkollektives für das Schweißen von Bitumenbahnen (Tabelle 1) liegt bei 2,7 mg/m³ Dämpfe und Aerosole aus Bitumen. Dies sind tätigkeitsbezogene Expositionen ohne Berücksichtigung der Expositionsdauer.

Hautkontakt mit Bitumen findet beim Schweißen von Bitumenbahnen in der Regel nicht statt, da die Bitumenbahnen beidseitig beschichtet sind, z.B. besandet, beschiefert oder foliert.

7 Empfehlungen

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse sind keine weiteren Expositionsmessungen und keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen beim Schweißen von Bitumenbahnen erforderlich. Grundsätzlich ist bei Arbeiten in Räumen für eine gute Arbeitsplatzbelüftung zu sorgen (Fenster, Türen usw. öffnen). Die Arbeit sollte immer so organisiert werden, dass die freiwerdenden Dämpfe und Aerosole durch den Wind vom Verarbeiter weg geweht 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 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 1999 verabschiedet, im März 2005 hinsichtlich der Inkraftsetzung der neuen Gefahrstoffverordnung überarbeitet und im Oktober 2011 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 ‚Heißverarbeiten von Bitumen zum Verkleben von Dämmstoffen und Bitumenbahnen‘;
<http://www.bgbau.de/koop/gespraechskreis-bitumen/expositionsbeschreibungen>
5. 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
6. 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>
7. IFA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“ Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) Berlin, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld

Diese Expositionsbeschreibung wurde in Zusammenarbeit

- der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft
- der Industriegewerkschaft Bauen – Agrar – Umwelt
- des Industrieverbandes Bitumen-Dach- und Dichtungsbahnen e.V. vdd und dem europäischen Verband der Bitumenbahnenhersteller BWA
- des Dezernats Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik Bad Hersfeld des Regierungspräsidiums Kassel
- dem Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks
- des europäischen Verbands der Bitumenindustrie Eurobitume

erarbeitet.

Anlage zur Expositionsbeschreibung ‚Schweißen von Bitumenbahnen‘

In der Expositionsbeschreibung werden die Ergebnisse der Messungen von 2005 bis 2015 behandelt. In den Jahren vor 1997, der Gründung des Gesprächskreises BITUMEN, wurden 35 Messungen der Dämpfe und Aerosole durchgeführt. Diese Daten sind in Tabelle A1 aufgeführt.

Tabelle A1: In Deutschland ermittelte Expositionen 1994 - 1996 für die Summe der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim Schweißen von Bitumenbahnen [mg/m³]

Anzahl ¹⁾	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
35	0,6	3,1	14,3	18,0

1) Zwei relativ hohe Messwerte wurden im Datenkollektiv belassen, obwohl sie nicht zu erklären sind. In dem einen Fall waren weitere Angaben zur Messung nicht zu erhalten, in dem anderen Fall war das Ergebnis einer Parallelmessung deutlich unter 10 mg/m³.

Messungen in Deutschland zwischen 1997 und 2004 (Tabelle A2) ergaben geringfügig höhere Expositionen als aktuell in Deutschland ermittelt wurden (Tabelle A3), sie sind gegenüber den älteren Daten aber deutlich niedriger. Dies bestätigt die dargestellte Entwicklung hin zu niedrigeren Expositionen (s. a. Abbildung A1).

Tabelle A2: In Deutschland 1997 - 2004 ermittelte Expositionen für die Summe der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim Schweißen von Bitumenbahnen [mg/m³]

Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
48	0,3	1,8	5,8	8,0

Tabelle A3: In Deutschland 2005 - 2015 ermittelte Expositionen für die Summe der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim Schweißen von Bitumenbahnen [mg/m³]

Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
45	0,1	0,3	3,3	6,4

Die in anderen europäischen Ländern durchgeführten Messungen beim Schweißen von Bitumenbahnen sind in Tabelle A4 zusammengefasst.

Tabelle A4: In anderen europäischen Ländern 2006 - 2015 ermittelte Expositionen für die Summe der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim Schweißen von Bitumenbahnen [mg/m³]

Land	Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
Belgien	2	0,2	-	-	0,2
Frankreich	4	0,1	-	-	0,4
Italien	6	0,1	-	-	0,4
Luxemburg	2	0,2	-	-	0,2
Niederlande	17	0,2	0,2	0,9	2,8
Österreich	2	0,2	-	-	0,7
Schweden	7	0,1	-	-	0,2
Spanien	2	0,2	-	-	1,2
Gesamt	42	0,1	0,2	0,7	2,8

Es zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung der Expositionsdaten. Beim Schweißen von Bitumenbahnen liegen in allen Ländern, in denen Arbeitsplatzmessungen durchgeführt wurden, vergleichbare Expositionen vor.

Tabelle A5 zeigt, dass die Expositionen beim Schweißen von Bitumenbahnen im Freien niedriger sind als beim Schweißen in Räumen. Allerdings liegen die 95%-Werte jeweils deutlich unter 10 mg/m³, so dass diese Differenzierung nicht weiter betrachtet wird. (Hier wurden auch die älteren Messungen aus 1997-2004 betrachtet, da ansonsten nur 9 Messungen in Räumen einbezogen wären).

Tabelle A5: In Europa 1997 - 2015 ermittelte Expositionen für die Summe der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim Schweißen von Bitumenbahnen im Freien bzw. in Räumen [mg/m³]

	Anzahl	Minimalwert	50-Perzentil	95-Perzentil	Maximalwert
im Freien	107	0,1	0,3	2,8	6,0
in Räumen	28	0,3	2,6	6,2	8,0

In Abbildung A1 wird anhand der in Deutschland ermittelten Messdatenkollektive 1994 – 1996, 1997 – 2004 und 2005 – 2015 die Entwicklung der Expositionen gegenüber Dämpfen und Aerosolen beim Verschweißen von Bitumenbahnen dargestellt. Es ist deutlich der Trend einer abnehmenden Expositionshöhe im zeitlichen Verlauf zu erkennen.

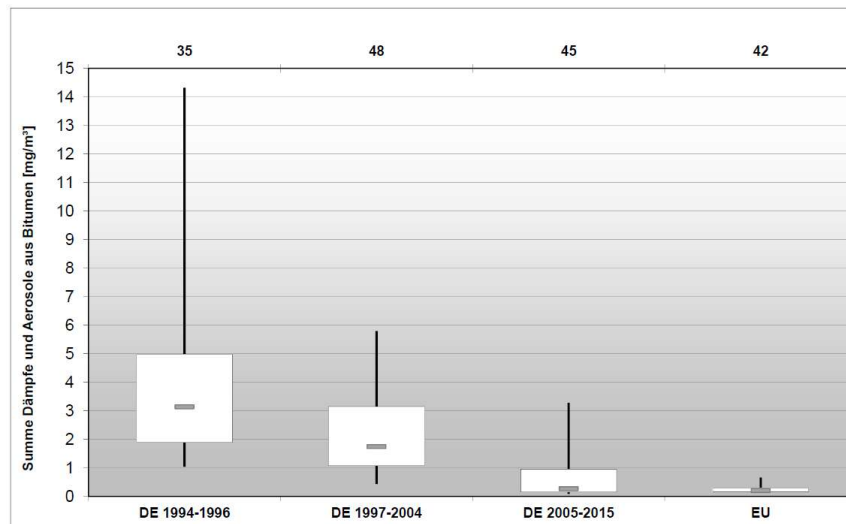


Abbildung A1*: Vergleich der Expositionen gegenüber Dämpfen und Aerosole aus Bitumen beim Verschweißen von Bitumenbahnen in den Zeiträumen 1994 – 1996, 1997 – 2004 und 2005 – 2015 in Deutschland (DE) und 2006 – 2015 im europäischen Ausland (EU).

Die Auswertung des Messdatenkollektives hinsichtlich der Klein- und Detailarbeiten bzw. großflächiger Arbeiten ergab keinen Hinweis auf gravierende Unterschiede (Abbildung A2). Zwar sind bei Detailarbeiten die Beschäftigten oft sehr nahe an der Emissionsquelle, andererseits haben die Beschäftigten beim Vorbereiten, Zuschneiden usw. durchaus auch expositionsfreie Zeiträume. Dies kann die größere Spannweite der Expositionsdaten für die Klein-/Detailarbeiten erklären.

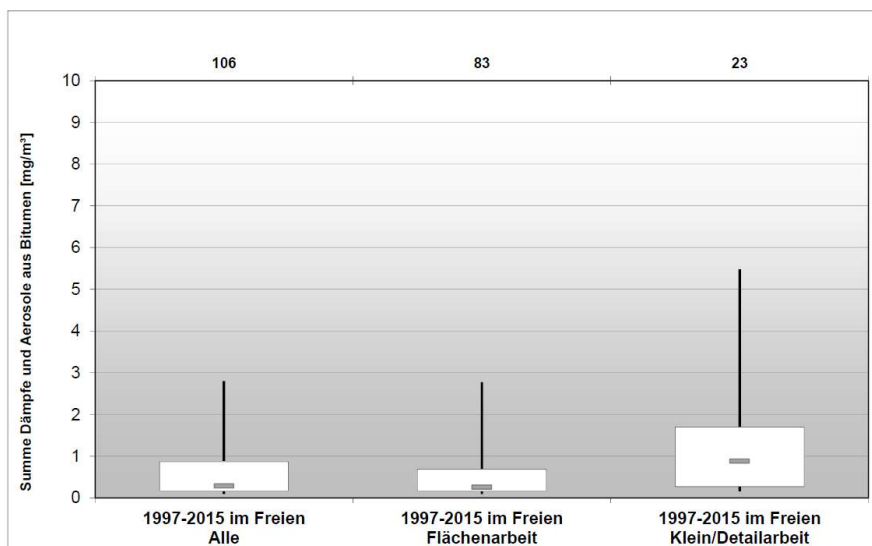


Abbildung A2*: In Europa ermittelte Expositionen für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen beim Schweißen von Bitumenbahnen bei Detail- bzw. großflächigen Arbeiten [mg/m³]

* Die Boxplots repräsentieren die 5-, 25-, 50-, 75- und 95-Perzentilwerte der Messdatenverteilung. Anzahl der Messungen über den Boxplots.