

**790-025**

**BGI/GUV-I 790-025**

Information

## **Manuelles Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen in der Elektro- und Elektronik- industrie**

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der  
Unfallversicherungsträger (EGU) nach der  
Gefahrstoffverordnung

## **Impressum**

Herausgeber:  
Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Mittelstraße 51  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Arbeitskreis „Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger“ beim IFA

Layout & Gestaltung:  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Medienproduktion

Ausgabe Januar 2012

BGI/GUV-I 790-025 zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger  
oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

Information

# **Manuelles Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen in der Elektro- und Elektronikindustrie**

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der  
Unfallversicherungsträger (EGU) nach der  
Gefahrstoffverordnung

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Begriffsbestimmungen</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Arbeitsverfahren/Tätigkeiten</b> .....	<b>8</b>
<b>4 Gefahrstoffexposition</b> .....	<b>9</b>
4.1 Gefahrstoffe .....	9
4.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition .....	10
<b>5 Schutzmaßnahmen</b> .....	<b>12</b>
<b>6 Anwendungshinweise</b> .....	<b>14</b>
<b>7 Überprüfung</b> .....	<b>15</b>
<b>Anhang 1</b> Gefahrstoffbelastung beim bleifreien Weichlöten (Kolbenlöten) .....	<b>16</b>
<b>Anhang 2</b> Weiterführende Literatur .....	<b>20</b>

# Vorbemerkung

Empfehlungen zur Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung werden von

- den Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung  
und
- dem Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

in Abstimmung mit den Ländern und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) herausgegeben. Sie haben das Ziel, Unternehmen eine Hilfe für den auf Tätigkeiten mit Gefahrstoffen bezogenen Teil der Gefährdungsbeurteilung zu geben und werden in das Sammelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter der Bestellnummer BGI/GUV-I 790-001 ff. aufgenommen.

Diese Empfehlungen wurden erarbeitet von der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), Köln.

# 1 Anwendungsbereich

Diese Empfehlungen finden Anwendung auf die Gefährdungsbeurteilung für bestimmte Weichlötarbeiten mit bleifreien Lotlegierungen und elektrisch beheizten LötKolben an elektrischen und elektronischen Baugruppen oder deren Einzelkomponenten (im Folgenden Kolbenlötten genannt). Es handelt sich dabei um das Fugelöten mit punktförmigen Lötstellen mit bleifreien Lotlegierungen an Arbeitsplätzen, an denen

- elektrische und elektronische Baugruppen oder deren Einzelkomponenten verlötet oder verzinnt werden (z. B. Leiterplatten, elektronische Kleingeräte, Leiterenden),
- elektrische und elektronische Baugruppen oder deren Einzelkomponenten bei Montage-, Prüf- und Kontrollarbeiten verlötet werden,
- überwiegend Reparaturlötungen an elektrischen und elektronischen Baugruppen oder deren Einzelkomponenten durchgeführt werden.

Diese Empfehlungen beschreiben technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen, die den Stand der Technik definieren. Hält der Anwender diese Empfehlungen ein, dann gelten die Anforderungen nach der Gefahrstoffverordnung hinsichtlich der inhalativen Exposition als eingehalten. Damit ist eine sichere Arbeitsweise festgelegt, sodass auf Messungen verzichtet werden kann.

Diese Empfehlungen gelten nicht für

- bleihaltige Lotlegierungen,
- Weichlötarbeiten mit Sonder-Weichloten, die Antimon, Bismut, Indium oder Zink enthalten,
- Lötanlagen,
- Flamm- und Hartlötverfahren,
- Kolbenlötten mit flammenbeheizten LötKolben,
- die Anwendung von Löt Rauchabsorbieren als Tischgeräte.

## 2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Empfehlungen werden folgende Begriffe bestimmt:

- **Kolbenlöten**

Kolbenlöten bezeichnet Weichlötarbeiten mit elektrisch beheizten LötKolben.

- **Weichlötarbeiten**

Bei Weichlötarbeiten handelt es sich um das Fugenlöten mit punktförmigen Lötstellen mit bleifreien Lotlegierungen (Liquidustemperatur des Lotes  $< 450$  °C).

- **Lote und Flussmittel**

Es werden Lote nach DIN EN ISO 9453 „Weichlote – Chemische Zusammensetzung und Lieferformen“ und Flussmittel nach DIN EN ISO 29 454-1 „Flussmittel zum Weichlöten; Einteilung und Anforderungen; Teil 1: Einteilung, Kennzeichnung und Verpackung“ eingesetzt.

# 3 Arbeitsverfahren/Tätigkeiten

Für das manuelle Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen sind neben dem Werkstück (z. B. Leiterplatte, Schaltkreis, Bauteil) ein Lötendraht sowie eine Lötstation mit LötKolben und Halter erforderlich (Abb. 1 und 2).

Beim Kolbenlöten werden zwei Metallteile mithilfe eines Zusatzmetalls verbunden, ohne dass die Metallteile dabei geschmolzen werden. Das Lot wird durch die erwärmte Lötspitze des LötKolbens geschmolzen. Die dabei verwendeten Flussmittel haben die Aufgabe, vorhandene Metalloxide aufzulösen, Oberflächenfilme zu beseitigen und zu verhindern, dass sich während des Lötprozesses erneut eine Oxidschicht bildet.



Abb. 1  
Lötstation, LötKolben mit Halter



Abb. 2  
Bleifreies Kolbenlöten mit Lötspitze,  
Lötendraht und Absaugung

Die Tätigkeiten beim manuellen Kolbenlöten sind weitgehend identisch, allerdings variiert die effektive Löt-dauer. Beim Prüf- und Reparaturlöten ist diese in der Regel kürzer als beim Serienlöten.



# 4 Gefahrstoffexposition

Die Gefahrstoffexposition beim Weichlöten mit dem LötKolben wird im Wesentlichen beeinflusst von den eingesetzten Loten und Flussmitteln sowie den verfahrenstechnischen Kenngrößen, unter anderem der Löttemperatur, Lötzeit und Einwirkzeit.

## 4.1 Gefahrstoffe

Bleifreie Lotlegierungen bestehen hauptsächlich aus Zinn (Sn), Silber (Ag) und Kupfer (Cu). Zur Verbesserung der Lötprozesse sowie für spezielle Anwendungen können den Lotlegierungen zusätzlich weitere Elemente wie z. B. Antimon (Sb), Indium (In), Bismut (Bi) und Zink (Zn) mit Gehalten > 1 % zugegeben werden. Diese Lote werden im Anwendungsbereich dieser Empfehlung ausgeschlossen.

Die verwendeten Flussmittel bestehen aus Harzen (z. B. Kolophonium) und Aktivierungszusätzen auf organischer oder anorganischer Basis (z. B. Carbonsäuren, Aminhydrochloride). Bei einigen Lötverbindungen werden zusätzliche Flussmittel verwendet, die u. a. Propan-2-ol enthalten können.

Beim manuellen Kolbenlöten entstehen durch die thermische Belastung der eingesetzten Lotlegierungen und der Flussmittel Löttrauche, die sich aus unterschiedlichen Stoffen zusammensetzen. Diese Löttrauche bestehen überwiegend aus ultrafeinen Partikeln (UFP).

Tabelle 1 enthält Stoffe mit einem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) aus der TRGS 900 und der MAK- und BAT-Werte-Liste der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), die bei den Messungen berücksichtigt wurden. In Anhang 1 sind die Ergebnisse der Messungen zusammengefasst.

Stoffbezeichnung	Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) in mg/m <sup>3</sup>	Spitzenbegrenzung Überschreitungsfaktor	Bemerkungen
A-Staub	3	2(II)	
E-Staub	10		
Formaldehyd	0,37 (DFG)		(ehemaliger MAK-Wert)
Acetaldehyd	91	1;=2=(I)	
Acrylaldehyd	0,2	2(I)	
Butyraldehyd	64	1(I)	
Glutaral (Glutardialdehyd)	0,2	2(I)	
Silber	0,1	2(I)	
Zinn und seine anorganischen Verbindungen	2 (Sn IV) bzw. 8 (Sn II)		
Propan-2-ol	500	2(II)	

Tabelle 1: Relevante Gefahrstoffe beim manuellen Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen

#### 4.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition

Die Messungen belegen gemäß TRGS 402 Anhang 3, dass beim manuellen Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen in der Elektro- und Elektronikindustrie die AGW für A- und E-Staub sowie für Acetaldehyd und Propan-2-ol eingehalten werden.

Für Formaldehyd (0,03 mg/m<sup>3</sup>) sowie für Kupfer und seine Verbindungen (0,005 mg/m<sup>3</sup>) wird das 95-Perzentil als Beurteilungsmaßstab herangezogen. Dieser Wert beschreibt die Exposition nach dem Stand der Technik.

Zinn, Nickel sowie die sonstigen Aldehyde wurden messtechnisch an den Arbeitsplätzen nicht nachgewiesen.

Für die UFP zeigt sich, dass die mittlere Partikelkonzentration ( $33\,500\text{ P/cm}^3$ ) und die mittlere spezifische Oberfläche ( $182\ \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ ) der UFP beim Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen höher sind als die in der Außenluft und in den Referenzräumen. Diese Werte beschreiben die Exposition nach dem Stand der Technik.

# 5 Schutzmaßnahmen

Zur Minimierung der Exposition ist die Verwendung krebserzeugender Legierungsbestandteile wie z. B. Antimon, Cobalt, Nickel zu vermeiden.

Gemäß TRGS 528, Tabelle 1, besteht beim Löten eine niedrige bis mittlere Gefährdungsklasse. Deshalb sind Lötrauche an der Entstehungsstelle abzusaugen. Dazu dienen spezielle Erfassungseinrichtungen (z. B. Trichter, Hauben) oder über der Lötspitze positionierte Saugröhrchen (Lötspitzenabsaugung). Die Absauganlagen sind als Einzelplatz-, Gruppen- oder Zentralabsaugung ausgeführt. Die abgesaugte Luft ist in Abscheidern zu reinigen und in den Arbeitsraum zurück oder nach außen abzuführen. Abgesaugte Luft darf gemäß TRGS 528 Nr. 4.5 Abs. 1 (Lufrückführung) nur dann in den Arbeitsraum zurückgeführt werden, wenn sie ausreichend gereinigt ist. Das bedeutet, dass wirksame Absauggeräte oder Absauganlagen mit Partikel- und Aktivkohlefilter zu verwenden sind.

Die Absaugung ist auch geeignet, die Exposition gegenüber UFP zu minimieren.

Die Wirksamkeit und die Funktion der technischen Schutzmaßnahmen, insbesondere die Lüftungs- und Absaugeinrichtungen müssen nach Nr. 4.6 Abs. 4 und 5 der TRGS 528 regelmäßig mindestens jährlich durch eine befähigte Person überprüft werden. Die Prüfergebnisse sind zu dokumentieren.

Liegt die Dauer der Löttätigkeiten unter einer halben Stunde je Schicht und unter zwei Stunden pro Woche, besteht gemäß TRGS 528 Nr. 3.2.4 Abs. 4 eine geringe Exposition. Da die Beschäftigten auch bei geringer Exposition sehr nahe an der Emissionsquelle tätig sind, sind diese Tätigkeiten – im Sinne des Minimierungsgebotes – ebenfalls mit einer wirksamen Absaugung durchzuführen.

Zur Verringerung der Exposition ist gemäß TRGS 500 Nr. 4.1 Abs. 4 der Stand der Technik einzuhalten. Das bedeutet, dass auch bei kürzeren Lötzeiten eine Lötstation mit regelbarer Lötspitzentemperatur verwendet, die Lötspitzentemperatur möglichst niedrig eingestellt und die Lötspitze regelmäßig gereinigt wird. Der LötKolben ist nach Benutzung in die Sicherheitsablage (Halter) zu stellen und nicht auf dem Arbeitstisch abzulegen.

Des Weiteren werden Lötrauchabsorber eingesetzt. Hierbei handelt es sich um Tischgeräte, die so nah wie möglich an die Lötstelle bzw. an den Lötprozess herangeführt werden. Die Lötrauche werden durch einen Ventilator angesaugt und in einem Bauteil mit Aktivkohle abgeschieden. Lötrauchabsorber als Tischgeräte scheiden die entstehenden Lötrauche nicht ausreichend wirksam ab, sodass die Vorgaben dieser Empfehlungen nicht erfüllt werden.

Weitere Hinweise zu Schutzmaßnahmen geben die Regel „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (BGR 121), die Richtlinie VDI 2262 Blatt 4 Punkt 6.7 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz, Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Erfassen luftfremder Stoffe“ und der Untersuchungsbericht „Lötrauchemissionen beim Einsatz von Absauggeräten – Weichlöten“.

Die Beschäftigten sind durch regelmäßige Unterweisung zur Einhaltung der Schutzmaßnahmen zu schulen.

# 6 Anwendungshinweise

Der Anwender dieser Empfehlungen muss bei Verfahrensänderungen und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt unter anderem die Prüfung der unveränderten Gültigkeit dieser Empfehlungen. Die Überprüfung erfolgt im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 der Gefahrstoffverordnung.

Diese Empfehlungen geben dem Arbeitgeber praxisgerechte Hinweise darauf, wie er sicherstellen kann, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) eingehalten werden bzw. der Stand der Technik zu erreichen ist. Bei Anwendung dieser Empfehlungen bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere die Informationsermittlung (§ 6) und die Verpflichtung zur Beachtung der Rangordnung der Schutzmaßnahmen (§ 7) bestehen.

# 7 Überprüfung

Diese Empfehlungen wurden im November 2011 erarbeitet. Sie werden mindestens alle drei Jahre auf Aktualität überprüft. Soweit Änderungen notwendig werden, werden diese veröffentlicht.

# Anhang 1

## Gefahrstoffbelastung beim bleifreien Weichlöten (Kolbenlöten)

Die den Auswertungen zugrunde liegenden Messwerte wurden in Mitgliedsbetrieben der BG ETEM im Zeitraum 2006 bis Juli 2009 erhoben. Insgesamt wurden 721 Messwerte in 29 Betrieben beim manuellen Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen ermittelt. Zusätzlich wurden an 34 Lötungsplätzen die Anzahl ultrafeiner Partikel (UFP) und deren spezifische Oberfläche gemessen.

In Tabelle 2 sind die Stoffe, die messtechnisch ermittelt wurden, mit der Anzahl der Messungen und den statistischen Parametern zusammengestellt. Der Fokus wurde darauf gelegt, die Staubfraktionen und die thermischen Zersetzungsprodukte aus den Flussmitteln sowie die Metalle aus den Lotlegierungen zu ermitteln.

Die Beurteilung der ermittelten Messwerte erfolgt als Schichtmittelwert, da diese Tätigkeiten in der Regel über eine Schicht ausgeführt werden. Die Messwerte sind repräsentativ für die Schichtlänge. Zur Bewertung der Stoffe wurden die ermittelten Konzentrationen mit dem jeweiligen AGW in Tabelle 1 bewertet.



Stoffbezeichnung	Anzahl der Messungen	50%-Wert	90%-Wert	95%-Wert	Höchste Bestimmungsgrenze in mg/m <sup>3</sup>
		in mg/m <sup>3</sup>	in mg/m <sup>3</sup>	in mg/m <sup>3</sup>	
A-Fraktion	66	a. B. <sup>1)</sup>	0,54	0,6	0,26
E-Fraktion	54	a. B. <sup>1)</sup>	0,36	0,62	0,71
Formaldehyd	64	a. B. <sup>1)</sup>	0,021	0,03	0,01
Acetaldehyd	57	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	0,03	0,02
Acrylaldehyd	57	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	0,01
Butyraldehyd	57	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	0,02
Glutaral (Glutardialdehyd)	57	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	0,02
Propionaldehyd	57	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	0,02
Propan-2-ol	14	4,4	9,4	22,8	3
Kupfer-Rauch	55	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	0,01
Kupfer und seine Verbindungen	44	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	0,005	0,01
Zinn und seine Verbindungen	73	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	0,024
Nickel und seine Verbindungen	15	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	0,005
Silber und seine Verbindungen	51	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	a. B. <sup>1)</sup>	0,005

Tabelle 2: Stoffe, Anzahl der Messungen, 50-, 90- und 95%-Wert sowie höchste Bestimmungsgrenze

1) Die Anzahl der Messwerte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze (a. B.) ist größer als die Zahl der Messwerte, die durch diesen Summenhäufigkeitswert repräsentiert wird. Daher wird für diesen Summenhäufigkeitswert keine Konzentration angegeben.

Zusätzliche Kurzzeitwert-Messungen wurden nicht durchgeführt, da die Lötprozesse praktisch zwar kurzzeitig, aber kontinuierlich ohne Expositionsspitzen ausgeführt werden. Aufgrund einer rechnerischen Abschätzung ist davon auszugehen, dass die Kurzzeitwerte der berücksichtigten Stoffe zu keiner Zeit überschritten werden.

Die Löttrauche beim bleifreien Weichlöten bestehen überwiegend aus ultrafeinen Partikeln. Zur Beurteilung der Exposition ultrafeiner Partikel wurden die Partikelkonzentrationen ( $P/cm^3$ ) und die spezifische Oberfläche ( $\mu m^2/cm^3$ ) gemessen. Die Probenahme erfolgte stationär und soweit wie möglich im Atembereich der Beschäftigten. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse dieser Messungen mit den statistischen Parametern zusammengestellt.

Die Messwerte zeigen eine minimale Partikelkonzentration von  $7\,800\ P/cm^3$ . Die maximale Partikelkonzentration lag oberhalb des Messbereichs von  $100\,000\ P/cm^3$ . Im Mittel ergibt sich daraus eine Partikelkonzentration von  $33\,500\ P/cm^3$ .

Die spezifische Oberfläche der Partikel lag zwischen  $21$  und  $1\,135\ \mu m^2/cm^3$ . Für die mittlere spezifische Oberfläche ergibt sich ein Wert von  $182\ \mu m^2/cm^3$ .

Um die Exposition beurteilen zu können, erfolgten an 13 Lötarbeitsplätzen Referenzmessungen in der Außenluft oder in einem separaten Raum ohne Lötarbeiten. Dabei ergaben sich Partikelkonzentrationen von  $5\,000$  bis  $14\,700\ P/cm^3$ . Die mittlere Partikelkonzentration liegt bei  $8\,700\ P/cm^3$ .

Die spezifische Oberfläche dieser Partikel lag zwischen  $8$  und  $64\ \mu m^2/cm^3$ . Für die mittlere spezifische Oberfläche ergibt sich ein Messwert von  $25\ \mu m^2/cm^3$ . Die minimalen und maximalen Messwerte, der arithmetische Mittelwert sowie der 90- und der 95%-Wert sind in Tabelle 3 dargestellt.

	Arbeitsplatz (n = 34)		Außenluft/Referenzraum (n = 13)	
	Partikelkonzentration in P/cm <sup>3</sup>	Spezifische Oberfläche in µm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>	Partikelkonzentration in P/cm <sup>3</sup>	Spezifische Oberfläche in µm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>
Minimalwert	7 800	21	5 000	8
Maximalwert	> 100 000	1 135	14 700	64
Mittelwert	33 500	182	8 700	25
90-%-Wert	75 800	419	13 800	50
95-%-Wert	84 000	629	14 400	58

**Tabelle 3:** Partikelkonzentration und spezifische Oberfläche der UFP, Minimal-, Maximal- und Mittelwerte sowie 90- und 95-%-Wert

# Anhang 2

## Weiterführende Literatur

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften, Regeln und Informationen zusammengestellt.

### 1 Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle:

Buchhandel und Internet: z. B. [www.baua.de](http://www.baua.de)

#### **Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS),**

insbesondere

TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“,

TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“,

TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“,

TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“.

### 2 Vorschriften, Regeln und Informationen

Bezugsquelle:

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger  
oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

#### **Regeln**

Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen (BGR 121).

### **3 Normen/VDI-Bestimmungen**

Bezugsquelle:

Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

bzw.

Verein Deutscher Ingenieure e.V., VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf

DIN EN ISO 9453:

„Weichlote – Chemische Zusammensetzung und Lieferformen“,

DIN EN ISO 29454-1:

„Flussmittel zum Weichlöten; Einteilung und Anforderungen.

Teil 1: Einteilung, Kennzeichnung und Verpackung“,

Richtlinie VDI 2262, Blatt 4:

„Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz, Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Erfassen luftfremder Stoffe“.

### **4 Sonstige Informationsquellen**

Mitteilung 47 (MAK- und BAT-Werte Liste 2011) der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).  
Untersuchungsbericht „Lötrauchemissionen beim Einsatz von Absauggeräten – Weichlöten ([www.bgetem.de/arbeitssicherheit-gesundheitsschutz/fachinformationen/gefahrstoffe/luftung-und-klima-1/loetrauch-emissionen-beim-einsatz-von-absauggeraeten-weichloeten-bgia-projekt-3060](http://www.bgetem.de/arbeitssicherheit-gesundheitsschutz/fachinformationen/gefahrstoffe/luftung-und-klima-1/loetrauch-emissionen-beim-einsatz-von-absauggeraeten-weichloeten-bgia-projekt-3060)).





**Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Mittelstraße 51  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)