

**213-731**

## **DGUV Information 213-731**



### **Vergießen elektronischer Bauteile mit Vergussmassen, die Methyldiphenyldiisocyanat (MDI) enthalten**

Empfehlungen Gefährdungsermittlung  
der Unfallversicherungsträger (EGU)  
nach der Gefahrstoffverordnung

**komm mit mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter [www.kommmitmensch.de](http://www.kommmitmensch.de)

---

## Impressum

### Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
Fax: 030 13001-6132  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet Gefahrstoffe des Fachbereichs Rohstoffe  
und chemische Industrie der DGUV

Ausgabe: Dezember 2018

DGUV Information 213-731  
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

# **Vergießen elektronischer Bauteile mit Vergussmassen, die Methylen-diphenyl- diisocyanat (MDI) enthalten**

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger  
(EGU) nach der Gefahrstoffverordnung

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Anwendungsbereich und Hinweise</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Begriffsbestimmungen</b> .....	<b>8</b>
<b>4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten</b> .....	<b>9</b>
<b>5 Gefährdungsermittlung und Beurteilung</b> .....	<b>10</b>
5.1 Gefahrstoffe .....	10
5.2 Gefahrstoffexposition .....	12
<b>6 Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsprüfung</b> .....	<b>14</b>
6.1 Substitution .....	14
6.2 Technische Schutzmaßnahmen .....	14
6.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen .....	14
6.4 Persönliche Schutzmaßnahmen .....	15
6.5 Wirksamkeitsprüfung .....	15
6.6 Arbeitsmedizinische Vorsorge .....	16
<b>Anhang 1</b> .....	<b>17</b>

# Vorbemerkung

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) werden in Zusammenarbeit mit der antragstellenden Organisation erarbeitet von

- den gesetzlichen Unfallversicherungsträgern (UVT) und
- dem Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) gemeinsam mit
- der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und
- gegebenenfalls weiteren Messstellen z. B. der Bundesländer.

Sie werden herausgegeben durch das Sachgebiet „Gefahrstoffe“, Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) und in das Regelwerk unter der Bestellnummer DGUV Information 213 701 ff. aufgenommen. Darüber hinaus erfolgt eine Verbreitung über das Internet sowie branchenbezogen durch die einzelnen Unfallversicherungsträger.

Diese Empfehlungen wurden erstmals 2017 von der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), Köln, erstellt.

# 1 Allgemeines

Maßnahmen aus dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) [1] und dem 7. Sozialgesetzbuch (SGB VII) [2] gegen arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren werden in der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [3] und den zugehörigen Technischen Regeln konkretisiert sowie durch Vorschriften, Regeln und Informationen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) erläutert.

Die in den Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach GefStoffV beschriebenen Verfahren, Tätigkeiten und Schutzmaßnahmen sind vorrangig auf die GefStoffV gerichtet. Die Arbeitsstätte und die Verwendung von Arbeitsmitteln sind in einer Gefährdungsbeurteilung gemäß der Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV) [4] und der Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (BetrSichV) [5] gesondert zu betrachten. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist in Absprache mit dem zuständigen Betriebsarzt oder der Betriebsärztin die arbeitsmedizinische Vorsorge gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) festzulegen [6].

Die GefStoffV fordert Art und Ausmaß der Exposition der Beschäftigten zu ermitteln und zu beurteilen. Dies kann durch Arbeitsplatzmessungen oder gleichwertige, auch nichtmesstechnische Ermittlungsverfahren erfolgen. EGU nach GefStoffV sind eine Hilfe bei der Gefährdungsbeurteilung, da sie für abzuleitende Schutzmaßnahmen und deren Wirksamkeitsüberprüfung entsprechend der Technischen Regel für Gefahrstoffe 400 – Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (TRGS 400) [7] herangezogen werden können.

Darüber hinaus können diese EGU als nichtmesstechnisches Verfahren bei der Informationsermittlung und Durchführung der Expositionsbewertung nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe 402 – Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402) [8] verwendet werden. Somit können Unternehmen den eigenen Ermittlungsaufwand erheblich reduzieren. Dies ist insbesondere bei messtechnischen Ermittlungen von Bedeutung, die im Einzelfall ganz entfallen können.

## 2 Anwendungsbereich und Hinweise

Diese EGU geben dem Betrieb praxisgerechte Hinweise, wie sichergestellt werden kann, dass Arbeitsplatzgrenzwerte und andere Beurteilungsmaßstäbe eingehalten sind oder anderweitig davon ausgegangen werden kann, dass ein Stand der Technik erreicht ist.

Bei Anwendung dieser EGU für das Vergießen elektrotechnischer Bauteile mit Vergussmassen auf Basis von Methylendiphenyldiisocyanat (MDI) müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Verwendung von 2-Komponenten Vergussmassen (Harz und Härter)
- Anwendung eines geschlossenen Mischsystems
- Verwendung eines Gießkopfes
- Verarbeitung bei Raumtemperatur

Sind in den Komponenten der Vergussmasse neben MDI weitere Gefahrstoffe wie z. B. Lösemittel enthalten, müssen diese separat bewertet und die Ergebnisse in der Gefährdungsbeurteilung zusammengeführt werden.

Vom Anwendungsbereich dieser EGU werden folgende Tätigkeiten/Arbeitsbereiche ausgeschlossen für die separat Gefährdungsbeurteilungen durchzuführen sind:

- Umfüllarbeiten von Harz und Härter;
- Reinigungsarbeiten;
- Instandhaltungsarbeiten;
- Aushärten der vergossenen Bauteile in separaten Räumen.

Für die beschriebenen Tätigkeiten werden Kriterien für die unmittelbare Anwendung von Schutzmaßnahmen festgelegt, so dass auf eine messtechnische Überwachung der MDI-Konzentration an den Arbeitsplätzen verzichtet werden kann. Neben der inhalativen Gefährdung werden hierbei auch die dermalen Gefährdungen berücksichtigt. Chemisch-physikalische Gefährdungen treten bei bestimmungsgemäßer Verwendung MDI-haltiger Vergussmassen in der Regel nicht auf. Sind im Ergebnis der individuellen Gefährdungsbeurteilung Brand- und Explosionsgefahren nicht auszuschließen, müssen ergänzende Schutzmaßnahmen nach § 11 der GefStoffV getroffen werden. Dies kann z. B. beim Einsatz leicht entzündbarer Hilfsstoffe (z. B. Lösemittel) der Fall sein.

Die Anwenderin oder der Anwender dieser EGU muss bei Änderungen im Arbeitsbereich oder bei Verfahrensänderungen sofort und ansonsten regelmäßig, aber mindestens einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen dieser EGU überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt unter anderem die Prüfung der Aktualität der Empfehlungen. Die Überprüfung erfolgt im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 der GefStoffV.

Werden die genannten Bedingungen sowie die Schutzmaßnahmen umgesetzt, kann davon ausgegangen werden, dass das Minimierungsgebot nach § 7 der GefStoffV erfüllt wird.

# 3 Begriffsbestimmungen

## **Vergießen elektronischer Bauteile**

Nach der Vormontage der elektronischen Bauteile, in der Regel in einem Gehäuse, werden die Zwischenräume innerhalb des Gehäuses mit einer flüssigen Vergussmasse aufgefüllt. Nach dem Aushärten der Vergussmasse sind die vergossenen elektronischen Bauteile gegeneinander isoliert. Die Bauteile besitzen nach dem Vergießen eine höhere mechanische Beanspruchbarkeit.

## **Inspektion**

Überprüfung einer Anlage zur Feststellung des Ist-Zustandes bzw. der Abweichung vom Soll-Zustand.

## **Wartung**

Durchführung von Arbeiten an einer Anlage zur Aufrechterhaltung eines Soll-Zustandes.

## **Instandsetzung**

Durchführung von Arbeiten an einer Anlage zur Wiederherstellung eines Soll-Zustandes.

## **Instandhaltungsarbeiten**

Durchführung von Wartung (inkl. Reinigung), Inspektion und Instandsetzung.



## 4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten

Das Vergießen der elektronischen Bauteile erfolgt nach Vorgaben der Hersteller über eine automatische Dosierung. Dazu werden die beiden Komponenten (Harz und Härter) der Vergussmasse aus Druckbehältern dem Vergießkopf (Abbildung 1) zugeleitet und dort gemischt. Folgende Prozessvarianten finden in der Praxis Anwendung:

- Teilautomatischer Prozess mit manueller Auslösung des Gießvorgangs (Werkstückzufuhr erfolgt von Hand);
- Automatischer Gießprozess (Werkstückzufuhr erfolgt automatisch).

Das Aushärten der vergossenen Bauteile kann im Arbeitsbereich, im angrenzenden Arbeitsumfeld oder in separaten Räumen stattfinden.

Die Tätigkeiten sind in den Betrieben weitgehend identisch, allerdings variieren die Größe und Form der Bauteile sowie die Anzahl der Vergießvorgänge.

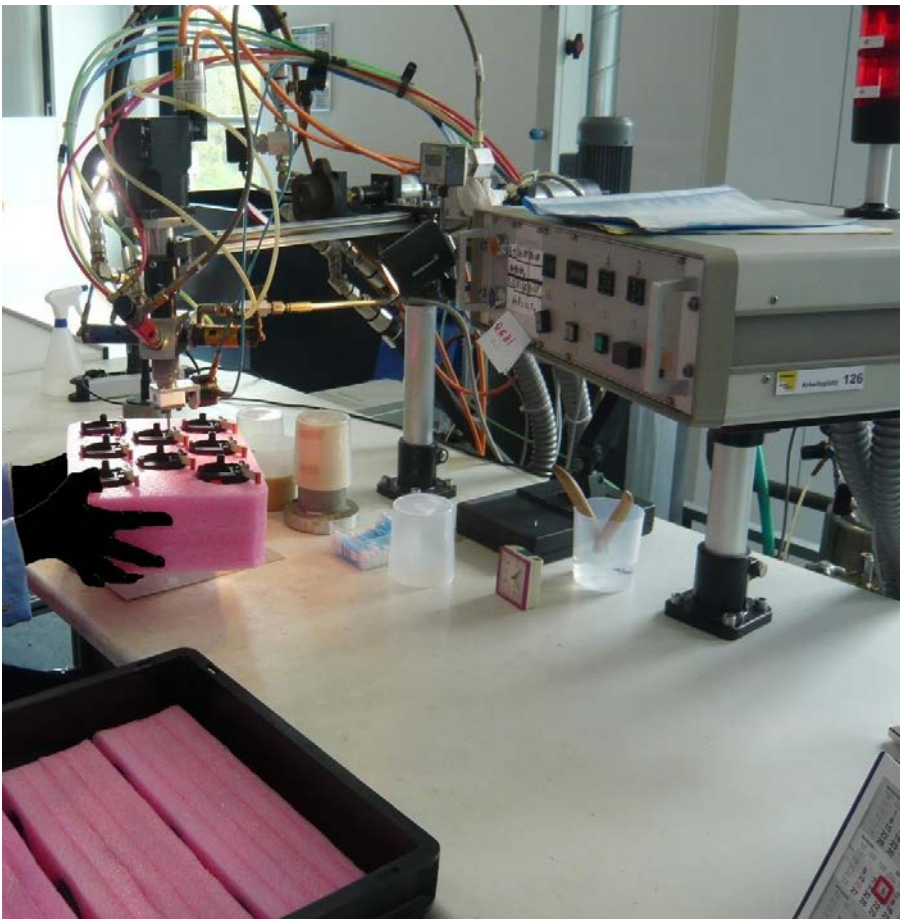


Abbildung 1 Vergießanlage mit Vergießkopf

# 5 Gefährdungsermittlung und Beurteilung

## 5.1. Gefahrstoffe

MDI-haltige Vergussmassen bestehen aus einer Harz- und einer Härterkomponente.


Die Harzkomponente enthält hauptsächlich Polyole. Polyole sind nicht als Gefahrstoffe eingestuft und werden deshalb in dieser EGU nicht weiter betrachtet. Als Härterkomponente kommen in der Regel 4,4'-Methyldiphenyldiisocyanat (4,4'-MDI) oder technisches Methyldiphenyldiisocyanat (p-MDI) zum Einsatz. Bei p-MDI handelt es sich um ein Gemisch bestehend aus:



- 4,4'-Methyldiphenyldiisocyanat (4,4'-MDI),
- 2,4'-Methyldiphenyldiisocyanat (2,4'-MDI),
- 2,2'-Methyldiphenyldiisocyanat (2,2'-MDI),
- Prepolymere (Dimere, Trimere) des MDI.

Gemeinsames Merkmal der Isocyanate ist die hochreaktive funktionelle NCO-Gruppe.

In der Tabelle 1 sind für diese Stoffe Angaben zur Einstufung nach CLP-Verordnung [9] und Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe 900 "Arbeitsplatzgrenzwerte" (TRGS 900) [10] aufgeführt.

**Tabelle 1** Methyldiphenyldiisocyanate, Beurteilungsmaßstäbe und Einstufung nach CLP-Verordnung\*

Gefahrstoff CAS-Nr.	Beurteilungsmaßstab [mg/m <sup>3</sup> ] Spitzenbegrenzung Bemerkung	Einstufung nach CLP – Verordnung
Technisches Methyldiphenyldiisocyanat (p-MDI) 9016-87-9	0,05 E (AGW) Überschreitungsfaktor: 1, =2= (I) 12, H, Sah, Y (Momentanwert + KZW)	Karzinogenität, Kat. 2; H351 Akute Toxizität, Kat. 4, Einatmen; H332 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exp.), Kat. 2; H373 Augenreizung, Kat.2; H319 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exp.), Kat. 3; H335 Reizwirkung auf die Haut, Kat. 2; H315 Sensibilisierung der Atemwege, Kat.1; H334 Sensibilisierung der Haut, Kat. 1; H317   Signalwort: Gefahr
4,4'-Methyldiphenyldiisocyanat (4,4'-MDI) 101-68-8	0,05 E (AGW) Überschreitungsfaktor: 1, =2= (I) 11, 12, H, Sah, Y (Momentanwert + KZW)	Karzinogenität, Kat. 2; H351 Akute Toxizität, Kat. 4, Einatmen; H332 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exp.), Kat. 2; H373 Augenreizung, Kat.2; H319 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exp.), Kat. 3; H335 Reizwirkung auf die Haut, Kat. 2; H315 Sensibilisierung der Atemwege, Kat.1; H334 Sensibilisierung der Haut, Kat. 1; H317   Signalwort: Gefahr

Gefahrstoff CAS-Nr.	Beurteilungsmaßstab [mg/m <sup>3</sup> ] Spitzenbegrenzung Bemerkung	Einstufung nach CLP – Verordnung
2,4'-Methyldiphenyl- diisocyanat (2,4'-MDI) 5873-54-1	0,05 (AGW) Überschreitungsfaktor: 1, =2= (I) AGS, 11, 12 (Momentanwert + KZW)	Karzinogenität, Kat. 2; H351 Akute Toxizität, Kat. 4, Einatmen; H332 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exp.), Kat. 2; H373 Augenreizung, Kat.2; H319 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exp.), Kat. 3; H335 Reizwirkung auf die Haut, Kat. 2; H315 Sensibilisierung der Atemwege, Kat.1; H334 Sensibilisierung der Haut, Kat. 1; H317  Signalwort: Gefahr
2,2'-Methyldiphenyl- diisocyanat (2,2'-MDI) 2536-05-2	0,05 (AGW) Überschreitungsfaktor: 1, =2= (I) AGS, 11, 12 (Momentanwert + KZW)	Karzinogenität, Kat. 2; H351 Akute Toxizität, Kat. 4, Einatmen; H332 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exp.), Kat. 2; H373 Augenreizung, Kat.2; H319 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exp.), Kat. 3; H335 Reizwirkung auf die Haut, Kat. 2; H315 Sensibilisierung der Atemwege, Kat.1; H334 Sensibilisierung der Haut, Kat. 1; H317  Signalwort: Gefahr

\* Mindesteinstufung bzw. Herstellerangaben – Quelle: [www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank](http://www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank)

### Erläuterungen

CLP: Classification, labelling and packaging, Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen

Exp.: Exposition

KZW: Kurzzeitwert

Die Beurteilung von Expositionsspitzen erfolgt entsprechend TRGS 900; ihr Ergebnis wird als Überschreitungsfaktor (ÜF) ausgewiesen.

(I) Kategorie (I) Stoffe bei denen die lokale Wirkung grenzwertbestimmend ist oder atemwegssensibilisierende Stoffe

Momentanwert:

Darf zu keinem Zeitpunkt überschritten werden. Bei einigen Stoffen der Kategorie I wird sowohl ein 15-Minuten- Mittelwert als auch ein Momentanwert festgesetzt. In diesem Fall werden beide Überschreitungsfaktoren in der Spalte aufgeführt. Ein Eintrag von z. B. 1, =2= (I) bedeutet, dass die einfache Arbeitsplatzgrenzwertkonzentration als Mittelwert über 15 Minuten einzuhalten ist und im gleichen

Zeitraum die zweifache Arbeitsplatzgrenzwertkonzentration zu keinem Zeitpunkt überschritten werden darf.

11 Summe aus Dampf und Aerosolen.

12 Der Arbeitsplatzgrenzwert gilt in der Regel nur für die Monomere.

H Stoff mit hautresorptiver Wirkung.

Sah atemwegs- und hautsensibilisierende Stoffe.

Y Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des AGW und des biologischen Grenzwertes (BGW) nicht befürchtet zu werden.

H315: Verursacht Hautreizungen.

H317: Kann allergische Hautreaktionen verursachen.

H319: Verursacht schwere Augenreizung.

H332: Gesundheitsschädlich bei Einatmen.

H334: Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.

H335: Kann die Atemwege reizen.

H351: Kann vermutlich Krebs erzeugen.

H373: Kann die Organe schädigen.

Enthält die Harz- oder Härterkomponente kennzeichnungspflichtige Zusatzstoffe sind diese zusätzlich in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

Die Beurteilung der inhalativen Exposition am Arbeitsplatz durch MDI erfolgt nach den Vorgaben der Technischen Regel für Gefahrstoffe 430 "Isocyanate - Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen" (TRGS 430) [11] sowie der TRGS 402. Danach sind neben den monomeren auch die polymeren Isocyanate bei der Beurteilung der inhalativen Exposition zu berücksichtigen.

Vergussmassen können neben monomerem MDI auch Anteile vorpolymerisierter Prepolymere enthalten. Die toxische Wirkung aller Isocyanate wird weitgehend von den reaktionsfähigen NCO-Gruppen bestimmt. Zur Abschätzung einer potenziellen inhalativen Exposition wird aus diesem Grund die Summe aller reaktiven NCO-Gruppen, der sogenannten TRIG (Totalkonzentration Reaktiver Isocyanat-Gruppen), in der Luft am Arbeitsplatz bestimmt. Als Beurteilungsmaßstab für den TRIG ist ein Expositionsleitwert (ELW) von 0,018 mg/m<sup>3</sup> festgelegt. Mittels TRIG bzw. ELW lassen sich so auch Konzentrationen von monomeren und polymeren Isocyanaten an Arbeitsplätzen beurteilen, für die keine AGW abgeleitet sind. Eine Einhaltung des ELW bedeutet, dass auch die AGWs für die einzelnen Isocyanate eingehalten sind.

Für die Stoffgruppe der Isocyanate muss bei der Gefährdungsbeurteilung die Besonderheit berücksichtigt werden, dass durch wiederholten Hautkontakt, neben lokalen toxischen und allergischen Reaktionen, eine stoffspezifische bronchiale Überempfindlichkeit hervorgerufen werden kann.

## 5.2. Gefahrstoffexposition

Grundlage der statistischen Auswertung sind Messwerte von Vergussarbeitsplätzen der elektrotechnischen Industrie aus dem Zeitraum von 2010 bis 2014.

Die Messungen erfolgten personenbezogen gemäß der TRGS 402 nach den in der IFA-Arbeitsmappe aufgeführten Methoden [12].

In der Tabelle 2 sind für die berücksichtigten Stoffe die Anzahl der Messwerte/Betriebe, der Beurteilungsmaßstab, die Anzahl der Messwerte kleiner Bestimmungsgrenze sowie die höchste Bestimmungsgrenze der jeweils angewandten Verfahren und der maximale Messwert der Messungen dargestellt. Die Messwerte beziehen sich auf eine 8-stündige Arbeitsschicht und können daher als Schichtmittelwerte beurteilt werden. Es wurden nur Messungen mit einer Probenahmedauer von mindestens zwei Stunden berücksichtigt.

**Tabelle 2** Statistische Auswertung der Messwerte für den Zeitraum 2010 bis 2014

Stoff	Anzahl Messwerte/ Anzahl Betriebe	Beurteilungs- maßstab (mg/m <sup>3</sup> )	Anzahl Messwerte < BG <sup>1)</sup>	Höchste BG <sup>1)</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	Maximaler Messwert (mg/m <sup>3</sup> )
Isocyanate als Gesamt-NCO (TRIG)	58/48	0,018	57	0,0003	0,0004
4,4'-MDI	58/48	0,05	57	0,0006	0,0006
2,4'-MDI	58/48	0,05	57	0,0007	0,0007
2,2'-MDI	56/46	0,05	56	0,0008	< 0,0008

1) BG = Bestimmungsgrenze

Hinweis: Aufgrund der Anzahl der Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze werden keine 50 %- und 95 %-Werte angegeben.

Für das Vergießen elektrotechnischer Bauteile liegen eine ausreichende Anzahl von Expositionsermittlungen mit dem eindeutigen Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ vor.

Die Konzentrationen für 4,4'-MDI und 2,4'-MDI in der Luft am Arbeitsplatz lagen mit einer Ausnahme und für 2,2'-MDI in allen Fällen unterhalb der Bestimmungsgrenze des angewandten Analyseverfahrens. Auch die Messergebnisse des Gesamt-NCO (TRIG) lagen bis auf einen Messwert unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Die Messungen belegen gemäß Anlage 3 der TRGS 402, dass in den untersuchten Fällen, bei den unter Abschnitt 4 „Arbeitsverfahren und Tätigkeiten“ beschriebenen Tätigkeiten und den unter Abschnitt 6 „Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsprüfung“ beschriebenen Schutzmaßnahmen, die Beurteilungsmaßstäbe eingehalten werden. Nach TRGS 430 Abschnitt 3.2.1 Nr. 3 handelt es sich somit um Tätigkeiten mit geringer inhalativer Gefährdung.

Es sind verfahrensbedingt, auch in Zukunft bei Verwendung der gleichen Einsatzmaterialien, keine Änderungen hinsichtlich der inhalativen Exposition am Arbeitsplatz zu erwarten. Daher können diese Ergebnisse unmittelbar zur Beurteilung der Konzentrationen von MDI in der Luft am Arbeitsplatz herangezogen werden.

Trotz Einhaltung der AGW können auf Isocyanate sensibilisierte Personen schon bei geringsten Konzentrationen auch unterhalb der Bestimmungsgrenze von erheblichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Isocyanat-Konzentrationen betroffen sein (z. B. asthmatische Beschwerden).

Aufgrund der unter Abschnitt 2 „Anwendungsbereich und Hinweise“ vorliegenden Tätigkeitsmerkmale liegt in der Regel gemäß Technischer Regel für Gefahrstoffe 401 "Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung - Beurteilung - Maßnahmen" (TRGS 401) [13] und TRGS 430 eine mittlere oder hohe dermale Gefährdung gegenüber MDI vor.

Mittlere Gefährdung bei:

- kurzzeitigem Hautkontakt durch Spritzer am Mischkopf
- kurzzeitigem Hautkontakt zu frischen Vergussflächen

Hohe Gefährdung bei:

- wiederholtem oder andauerndem Hautkontakt.

# 6 Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsprüfung

Bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen sind die Anforderungen der TRGS 430 und der Technischen Regel für biologische Arbeitsstoffe und Gefahrstoffe „Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege (TRGS/TRBA 406)“ [14] zu berücksichtigen. Dabei ist die Rangfolge nach § 7 GefStoffV zu beachten.

## 6.1. Substitution

Ein Unternehmen hat auf der Grundlage des Ergebnisses der Substitutionsprüfung nach GefStoffV vorrangig eine Substitution durchzuführen und dadurch die Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auszuschließen. Ist dies nicht möglich, hat es sie auf ein Minimum zu reduzieren. Dies kann durch die Festlegung und Anwendung geeigneter Schutzmaßnahmen erreicht werden.

Zum derzeitigen Zeitpunkt gibt es keine Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren, die ein geringeres gesundheitliches Risiko ausweisen.

## 6.2. Technische Schutzmaßnahmen

Für das Vergießen elektronischer Bauteile dürfen nur dafür geeignete Maschinen und Anlagen verwendet werden.

Arbeitsbereiche zum Aushärten der vergossenen Werkstücke ohne räumliche Trennung zu den übrigen Arbeitsbereichen, sind mit einer wirksamen Lüftungstechnischen Einrichtung zu versehen. Dies kann z. B. durch das Einrichten eines Abdunstplatzes mit Absaugung oder durch abgesaugte Hordenwagen (Abbildung 2) erreicht werden.

Gemäß TRGS 430 sind Absaugungen und ihre Erfassungselemente, bei der Einrichtung der Arbeitsplätze und dann in angemessenen Abständen, in der Regel einmal jährlich auf ihre Funktion zu überprüfen. Das Ergebnis dieser Prüfung ist schriftlich zu dokumentieren.



Abbildung 2 Abgesaugter Hordenwagen

Darüber hinaus sind dermale Expositionen wirksam durch die folgenden Maßnahmen zu reduzieren:

- Einsatz von Hilfsmitteln wie z. B. Baugruppenträgern und Greifhilfen, um den Hautkontakt zur Vergussmasse und zu frisch gefertigten Teilen zu vermeiden.
- Hautkontakt zur Vergussmasse durch Abdeckungen, Spritzschutzeinrichtungen und selbstreinigende Dosierköpfe verhindern.

## 6.3. Organisatorische Schutzmaßnahmen

Bei Tätigkeiten mit Vergussmassen die MDI enthalten steht deren sensibilisierende Wirkung im Vordergrund. Eine besondere Bedeutung kommt den organisatorischen Schutzmaßnahmen zu:

- Erstellung einer Betriebsanweisung und Unterweisung der Beschäftigten.  
Für die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV arbeitsbereichs- und tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen zu erstellen und den betroffenen Beschäftigten bekannt zu machen. Die Unterweisungen sind in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache durchzuführen und zu dokumentieren. Die Dokumentation



muss Datum, Name der unterweisenden Person, Inhalt, Thema, die Teilnehmenden sowie Unterschrift der unterwiesenen Personen enthalten (siehe auch TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“) [15]. Inhalte der Unterweisung sind z. B. bei: Erstunterweisung (vor Arbeitsaufnahme)

- arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung der Beschäftigten anhand der Betriebsanweisung,
- Sinn und Zweck der arbeitsmedizinischen Vorsorge, einschließlich des Biomonitorings,
- Hygieneregeln,
- Sachgerechte Nutzung der persönlichen Schutzausrüstung,
- Allgemeine Grundsätze des Arbeitsschutzes (z. B. Anlagensicherheit, Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung).

Unterweisung in regelmäßigen Abständen

- arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung der Beschäftigten anhand der Betriebsanweisung,
  - Reinigung von Arbeitsplatz und Arbeitsbereich,
  - ggf. Funktionskontrolle von Zu- und Abluftsystemen,
  - Hygieneregeln,
  - ggf. Besprechung der durch Änderungen im Betriebsablauf erforderlichen Maßnahmen,
  - ggf. Hinweis auf verbesserungswürdiges Verhalten.
- Berücksichtigung von Beschäftigungsbeschränkungen für
    - werdende und stillende Mütter, wenn die Gefahr einer Allergieentwicklung nicht ausgeschlossen werden kann,
    - Jugendliche unter 18 Jahren (Tätigkeiten nur zu Ausbildungszwecken gestattet),
    - Personen mit bereits bekannter Sensibilisierung gegenüber Isocyanaten.
  - Durchführung der arbeitsmedizinisch-toxikologischen Beratung unter Berücksichtigung von Maßnahmen zur Allergieprävention mit Beteiligung der Betriebsärztin oder des Betriebsarztes;
  - Einhaltung des Verbots von Essen, Trinken, Rauchen am Arbeitsplatz;

- Einhaltung des Verbots der Aufbewahrung von Lebensmitteln am Arbeitsplatz;
- zeitnahe Wechsel verschmutzter Arbeitskleidung;
- Waschgelegenheit mit Einmalhandtüchern am Arbeitsplatz oder im Arbeitsbereich einrichten;
- Hautschutzplan erarbeiten und aushängen sowie die entsprechenden Hautschutzprodukte zur Verfügung stellen;
- Reinigung des Arbeitsplatzes gemäß den Vorgaben, inklusive dem Auslegen von Arbeitsflächen mit Papier oder Folie sowie deren regelmäßige Erneuerung und sofortige Beseitigung von Verunreinigungen;
- Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung gemäß der Unterweisung.

#### 6.4. Persönliche Schutzmaßnahmen

Arbeits- bzw. Schutzkleidung ist von jedem Beschäftigten zu tragen, der Kontakt zu MDI-haltigen Gießharzen hat. Die Arbeitskleidung ist getrennt von der Straßenkleidung aufzubewahren und durch den Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin zu reinigen, damit Verschleppungen in den Privatbereich vermieden werden.

Immer dann, wenn die Gefahr besteht, dass MDI-haltige Spritzer ins Auge gelangen können, wie z. B. beim Fasswechsel oder Nachfüllen der Vorratsbehälter des Dosiersystems, ist eine geschlossene Chemikalienschutzbrille zu tragen. Beim Vergießen selbst ist dies nicht notwendig.

Bei Hautkontakt sind Schutzhandschuhe aus Nitril, Polyvinylchlorid oder Butylkautschuk zu tragen (Durchbruchzeiten beachten). Auskunft hierzu erteilen die Hersteller von Schutzhandschuhen. Geeignete Handschuhmaterialien sind zudem in den Sicherheitsdatenblättern der MDI-haltigen Härterkomponenten angegeben.

#### 6.5. Wirksamkeitsprüfung

Die Anwenderin oder der Anwender dieser EGU muss bei Änderungen im Arbeitsbereich oder bei Verfahrensänderungen sofort und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen dieser EGU überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt unter anderem die Prüfung der

unveränderten Gültigkeit der Empfehlungen. Die Überprüfung erfolgt im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 der GefStoffV.

Werden die Verfahrensparameter sowie die Schutzmaßnahmen eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass das Minimierungsgebot nach § 7 der GefStoffV erfüllt wird.

## 6.6. Arbeitsmedizinische Vorsorge

Da für die inhalative Exposition der Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ getroffen wurde, richtet sich die Art der zu organisierenden Vorsorge nach dem Grad der dermalen Gefährdung. Bei mittlerer dermalen Gefährdung wird eine Angebotsvorsorge und bei hoher dermalen Gefährdung eine Pflichtvorsorge gemäß der ArbMedVV erforderlich. Diese Vorsorgen können anhand der DGUV Grundsätze G 24 – „Hauterkrankungen“ [16] und G 27 – „Isocyanate“ [17] erfolgen.

Beim Tragen flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe von regelmäßig mehr als 2 Stunden pro Tag (Feuchtarbeit) wird eine Angebotsvorsorge und bei mehr als 4 Stunden pro Tag eine Pflichtvorsorge gemäß der ArbMedVV erforderlich. Diese Vorsorge kann anhand des DGUV Grundsatzes G 24 erfolgen.

Die Handlungsanleitungen für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach den DGUV Grundsätzen (DGUV Information 240-011ff.) enthalten Hinweise zu Arbeitsverfahren, Arbeitsbereichen und Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Gefahrstoffen sowie zu Tätigkeiten mit gefährdenden physikalischen Einwirkungen, die der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin für eine angemessene arbeitsmedizinische Vorsorge auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigen sollte.

Die DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen geben den Betriebsärztinnen und Betriebsärzten Empfehlungen im Sinne der bewährten Praxis mit einem Spielraum zur Gestaltung von Untersuchungen, wie es aufgrund der jeweiligen Gegebenheiten angemessen erscheint.



# Anhang 1

## Literaturverzeichnis

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

Die zitierten Schriften sind in der jeweils aktuellen Fassung anzuwenden.

- [1] 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; Stand August 2015. Im Internet verfügbar unter: <http://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/arbeitsschutzgesetz.html>
- [2] Siebtes Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Unfallversicherung (SGB VII) vom 07. August 1996; Stand Juli 2017. Im Internet verfügbar unter: <http://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/sozialgesetzbuch-7-gesetzliche-unfallversicherung.html>
- [3] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010; Stand März 2017. Im Internet verfügbar unter: <https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/gefahrstoffverordnung.html>
- [4] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 12. August 2004; Stand November 2016. Im Internet verfügbar unter: <http://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/arbeitsstaettenverordnung.html>
- [5] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) vom 03. Februar 2015; Stand März 2017. Im Internet verfügbar unter: <http://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/betriebssicherheitsverordnung.html>
- [6] Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) vom 18.12.2008; Stand November 2016. Im Internet verfügbar unter: <http://www.gesetze-im-internet.de/arbmedvv/BJNR276810008.html>
- [7] Technische Regel für Gefahrstoffe 400 – Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (TRGS 400). Ausgabe Juli 2017; Stand September 2017. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-400.html>
- [8] Technische Regel für Gefahrstoffe 402 – Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402). Ausgabe Februar 2010; Stand Oktober 2016. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-402.html>
- [9] CLP-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. Im Internet verfügbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32008R1272>
- [10] Technische Regel für Gefahrstoffe 900: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). Ausgabe Januar 2006; Stand Juni 2018. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-900.html>
- [11] Technische Regel für Gefahrstoffe 430: Isocyanate – Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen (TRGS 430). Ausgabe März 2009, Stand Mai 2009. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-430.html>
- [12] IFA-Arbeitsmappe: Messung von Gefahrstoffen (Stand 2018).

- [13] Technische Regel für Gefahrstoffe 401: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen (TRGS 401). Ausgabe Juni 2008; Stand März 2011. Im Internet verfügbar unter <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-401.html>
- [14] Technische Regel für biologische Arbeitsstoffe und Gefahrstoffe 406: Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege (TRBA/TRGS 406). Ausgabe Juni 2008; Stand März 2009. Im Internet verfügbar unter <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-TRBA-406.html>
- [15] Technische Regel für Gefahrstoffe 555: „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“ (TRGS 555). Ausgabe Februar 2017; Stand April 2017. Im Internet verfügbar unter <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-555.html>
- [16] DGUV Grundsatz für arbeitsmedizinische Untersuchungen G 24 – „Hauterkrankungen“.
- [17] DGUV Grundsatz für arbeitsmedizinische Untersuchungen G 27 – „Isocyanate“.

**Weitere Informationsquellen**

Gefahrstoffinformationssystem (GESTIS) des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA): GESTIS-Stoffdatenbank abrufbar unter [www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank/index.jsp)



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

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
Fax: 030 13001-6132  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)