


213-728

## DGUV Information 213-728



### Empfehlungen Gefährdungs- ermittlung der Unfallversiche- rungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung

Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe  
in Spritzgießmaschinen

## **Impressum**

Herausgegeben von: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)  
Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
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: Februar 2023

Satz und Layout: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Berlin

Bildnachweis: Abb. 1: © Engel Austria GmbH

Copyright: Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt.  
Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit  
ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bezug: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter  
[www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen) > Webcode: p213728

# **Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung**

Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe in Spritzgießmaschinen

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Vorbemerkungen</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>7</b>
<b>4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten</b> .....	<b>8</b>
<b>5 Gefahrstoffexposition</b> .....	<b>9</b>
5.1 Gefahrstoffe .....	9
5.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition.....	16
<b>6 Schutzmaßnahmen</b> .....	<b>19</b>
<b>Literatur</b> .....	<b>20</b>

# Vorbemerkungen

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

- 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 und in regelmäßigen Abständen überprüft 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 der DGUV Information 213-728 wurden erstmals im Juni 2015 von der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) erstellt. Sie wurden im Februar 2023 überarbeitet und neu veröffentlicht. Sie werden in regelmäßigen Abständen überprüft. Sollten Änderungen notwendig sein, werden diese veröffentlicht.

# 1 Allgemeines

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

Die in den Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) beschriebenen Verfahren, Tätigkeiten und Schutzmaßnahmen sind vorrangig auf die Umsetzung der GefStoffV gerichtet und berücksichtigen ausschließlich die inhalative Gefährdung. Weitere Gefährdungen, (z. B. biologische, physikalische, psychische Belastung) die durch die Tätigkeiten und Arbeitsbedingungen entstehen können, sind bei der Anwendung von EGU in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. Im Rahmen der hier angeführten Empfehlungen ist in Absprache mit dem zuständigen Betriebsarzt oder der zuständigen Betriebsärztin ggf. die arbeitsmedizinische Vorsorge gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) festzulegen [4].

Die GefStoffV fordert die Unternehmen unter anderem auf, Gefahrstoffe durch nicht oder weniger gefährliche Stoffe oder Verfahren zu ersetzen. Ist dies nicht möglich und werden Gefahrstoffe freigesetzt, ist Art und Ausmaß der Exposition der Beschäftigten zu bewerten. Dies kann durch Arbeitsplatzmessungen oder gleichwertige, auch nichtmesstechnische Ermittlungsverfahren erfolgen. EGU nach Gefahrstoffverordnung 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) [5] mit herangezogen werden können.

Darüber hinaus können diese EGU als nichtmesstechnische 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) [6] verwendet werden. Somit können Unternehmen den eigenen Ermittlungsaufwand erheblich reduzieren. Dies ist insbesondere bei messtechnischen Ermittlungen von Bedeutung, die im Einzelfall ganz entfallen können.

Als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind auch Methoden und Fristen zur Überprüfung der Wirksamkeit bestehender und zu treffender Schutzmaßnahmen festzulegen. Grundsätze hierzu sind umfassend in der TRGS 500 – Schutzmaßnahmen [7] dargestellt; gibt es Besonderheiten werden diese in den EGU unter Abschnitt 6 zusätzlich beschrieben.

Bei Anwendung von EGU bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere die Informationsermittlung und Substitutionsprüfung (§ 6), die Verpflichtung zur Beachtung der Rangordnung der Schutzmaßnahmen (§ 7), die Verpflichtung zur Erstellung von Betriebsanweisungen und zur regelmäßigen Unterweisung der Beschäftigten (§ 14) bestehen.

Die Anwenderin oder der Anwender muss bei Änderungen im Arbeitsbereich, der arbeitsmedizinischen Vorsorge oder bei Verfahrensänderungen sofort, und ansonsten mindestens einmal jährlich die Anwendbarkeit dieser EGU überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Eine Dokumentationshilfe ist z. B. in der Anlage 1 der DGUV Information 213-701 zu finden. Die Überprüfung erfolgt im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 der Gefahrstoffverordnung.

## 2 Anwendungsbereich und Hinweise

Diese EGU geben den Unternehmen praxisingerechte Hinweise, wie sichergestellt werden kann, dass der Stand der Technik erreicht wird. Werden die Verfahrensparameter sowie die Schutzmaßnahmen eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass das Minimierungsgebot nach § 7 Abs. 4 der GefStoffV erfüllt wird.

Diese EGU umfassen die Verarbeitung von thermoplastischen Kunststoffen in Spritzgießmaschinen. Sie können für die Beurteilung der inhalativen Exposition gegenüber den in Tabelle 1 aufgeführten Zersetzungsprodukten angewendet werden.

Es werden Kriterien für die unmittelbare Anwendung von Schutzmaßnahmen, bei gleichzeitigem Verzicht auf eine messtechnische Überwachung, für die beschriebenen Tätigkeiten festgelegt.

## 3 Begriffsbestimmungen

Begriffe werden so verwendet, wie sie im Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung, der Biostoffverordnung und der Gefahrstoffverordnung [8] bestimmt sind. Zusätzliche Begriffsdefinitionen sind im Folgenden beschrieben:

### **95%-Wert und 50%-Wert:**

Statistischer Wert, der von einem bestimmten Prozentsatz der Messergebnisse einer Stichprobe unterschritten wird. Der 95 %-Wert gibt den Konzentrationswert an, unterhalb dessen 95 % aller Messwerte eines Kollektivs liegen. Der 50 %-Wert gibt den Konzentrationswert an, unterhalb dessen 50 % aller Messwerte eines Kollektivs liegen.

# 4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten

Der Vorgang beim Spritzgießen von Kunststoff wird in drei Schritte unterteilt:

### Schritt 1: Dosieren und aufschmelzen

Das Kunststoffgranulat wird dem Materialtrichter der Spritzgießmaschine manuell oder automatisch zugeführt, in die Spritzeinheit eingezogen, geschmolzen (Temperaturbereich je nach verarbeitetem Kunststoff: 170 bis 310 °C) und zum Einspritzen in das Werkzeug bereitgehalten.

### Schritt 2: Einspritzen und nachdrücken

Die Kunststoffschmelze wird mit hohem Druck (bis 2000 bar) in das geschlossene Spritzgießwerkzeug gepresst, die auftretende Volumenverringerng wird durch Nachdrücken ausgeglichen.

### Schritt 3: Abkühlen und auswerfen

Ist der Einspritzvorgang abgeschlossen, erfolgt der Abkühlvorgang. Nach ausreichender Abkühlung öffnet sich das Werkzeug und die fertigen Teile werden ausgeworfen, von Hand oder automatisiert durch Förderbänder, Handlunggeräte, Roboter etc. entnommen.

### Tätigkeiten der Beschäftigten sind:

1. Maschinenbedienung (beobachten, kontrollieren, ggf. Produkte entnehmen),
2. Einrichtvorgänge (inklusive Reinigung und Wechsel der Kunststoffart und Profile) und
3. Beheben von Störungen.

In Tabelle 1 sind die eingesetzten Kunststoffe mit den berücksichtigten Zersetzungsprodukten zusammengestellt [9].

**Tabelle 1** Kunststoffe mit den bei den Messungen berücksichtigten, charakteristischen Zersetzungsprodukten

Kunststoff	Kurzform	Charakteristische Zersetzungsprodukte
Polyoxymethylen	POM	Formaldehyd
Polybutylenterephthalat (Polyester)	PBT	1,3-Butadien, Benzol
Polyacrylnitril	PAN	Acrylnitril, Cyanwasserstoff
Polystyrol	PS	Styrol
Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer	ABS	Styrol, 1,3-Butadien, Acrylnitril
Styrol-Acrylnitril Copolymer	SAN	Acrylnitril, Styrol
Polycarbonat	PC	Phenol
Polyamid 66	PA 66	Cyclopentanon
Polyethylen	HDPE, LDPE	Ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe, aliphatische Aldehyde
Polytetrafluorethylen	PTFE	Fluorwasserstoff
Polypropylen	PP	Ungesättigte und gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe





# 5 Gefahrstoffexposition




## 5.1 Gefahrstoffe




In Tabelle 2 werden für die aufgeführten Gefahrstoffe Angaben zu Beurteilungsmaßstäben (z. B. Arbeitsplatzgrenzwerte), zur Einstufung nach der CLP-Verordnung [10]




sowie ergänzende Hinweise aus der TRGS 900 [11] und TRGS 910 [12] aufgeführt.




**Tabelle 2** Gefahrstoffe, CAS-Nummern (CAS-Nr.), Beurteilungsmaßstäbe und Einstufung



Gefahrstoffe	CAS-Nr.	Beurteilungsmaßstäbe, Überschreitungsfaktor (Kurzzeitwert-Kategorie), Bemerkungen [11; 12]	Einstufung nach CLP-Verordnung [10; 13]
Acrylnitril	107-13-1	0,26 mg/m <sup>3</sup> (AK) 2,6 mg/m <sup>3</sup> (TK) 8 H	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2; H225            Karzinogenität, Kategorie 1B; H350            Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331            Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311            Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301            Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335            Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315            Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318            Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317            Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 2; H411            Reproduktionstoxizität, Kategorie 2; H361fd</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
Acetaldehyd	75-07-0	91 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 1;=2=(l) Y, X	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 1; H224            Augenreizung, Kategorie 2; H319            Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335            Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341            Karzinogenität, Kategorie 1B; H350</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>

Gefahrstoffe	CAS-Nr.	Beurteilungsmaßstäbe, Überschreitungsfaktor (Kurzzeitwert-Kategorie), Bemerkungen [11; 12]	Einstufung nach CLP-Verordnung [10; 13]
Acrylaldehyd	107-02-8	0,2 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2(l) H	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2; H225                      Akute Toxizität, Kategorie 1, Einatmen; H330                      Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken; H300                      Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311                      Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314                      Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400                      Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
Butyraldehyd	123-72-8	64 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 1(l)	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2; H225                      Augenreizung, Kategorie 2; H319</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
Formaldehyd	50-00-0	0,37 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2(l) Y, X, Sh	<p>Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331                      Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301                      Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311                      Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314                      Karzinogenität, Kategorie 1B; H350                      Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341                      Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317                      Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335                      Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 1; H370</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>

Gefahrstoffe	CAS-Nr.	Beurteilungsmaßstäbe, Überschreitungsfaktor (Kurzzeitwert-Kategorie), Bemerkungen [11; 12]	Einstufung nach CLP-Verordnung [10; 13]
Glutaral	111-30-8	0,2 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2(l) Y, Sah	<p>Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330  Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301  Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314  Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318  Sensibilisierung der Atemwege, Kategorie 1; H334  Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1 A; H317  Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335  Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400  Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 2; H411</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
Hexanal	66-25-1	40 mg/m <sup>3</sup> (LIG)	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 3; H226  Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315  Augenreizung, Kategorie 2; H319</p>  <p>Signalwort: „Achtung“</p>
Propionaldehyd	123-38-6	48 mg/m <sup>3</sup> (LIG)	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2; H225  Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302  Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332  Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318  Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335  Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>

Gefahrstoffe	CAS-Nr.	Beurteilungsmaßstäbe, Überschreitungsfaktor (Kurzzeitwert-Kategorie), Bemerkungen [11; 12]	Einstufung nach CLP-Verordnung [10; 13]
Valeraldehyd	110-62-3	90 mg/m <sup>3</sup> (LIG)	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2; H225                      Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332                      Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315                      Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317                      Augenreizung, Kategorie 2; H319                      Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
Aliphatische Kohlenwasserstoffe C <sub>9-14</sub>	*	300 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2(II)	<p>Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304</p>
Benzol	71-43-2	0,2 mg/m <sup>3</sup> (AK) 1,9 mg/m <sup>3</sup> (TK) 8 H	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2; H225                      Karzinogenität, Kategorie 1 A; H350                      Keimzellmutagenität, Kategorie 1B; H340                      Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372                      Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304                      Augenreizung, Kategorie 2; H319                      Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315                      Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 3; H412</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
1,3 –Butadien	106-99-0	0,5 mg/m <sup>3</sup> (AK) 5 mg/m <sup>3</sup> (TK) 8	<p>Entzündbare Gase, Kategorie 1; H220                      Gase unter Druck, verflüssigtes Gas; H280                      Keimzellmutagenität, Kategorie 1B; H340                      Karzinogenität, Kategorie 1 A; H350</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>

Gefahrstoffe	CAS-Nr.	Beurteilungsmaßstäbe, Überschreitungsfaktor (Kurzzeitwert-Kategorie), Bemerkungen [11; 12]	Einstufung nach CLP-Verordnung [10; 13]
Cyanwasserstoff	74-90-8	1 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 5(II) H, Y	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 1; H224            Akute Toxizität, Kategorie 1, Einatmen; H330            Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310            Akute Toxizität, Kategorie 1, Verschlucken; H300            Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372            Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400            Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
Cyclopentanon	120-92-3	90 mg/m <sup>3</sup> (LIG)	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 3; H226            Augenreizung, Kategorie 2; H319            Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315</p>  <p>Signalwort: „Achtung“</p>
Fluorwasserstoff	7664-39-3	0,83 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2(I) H, Y	<p>Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken; H300            Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310            Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330            Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1 A; H314</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>

Gefahrstoffe	CAS-Nr.	Beurteilungsmaßstäbe, Überschreitungsfaktor (Kurzzeitwert-Kategorie), Bemerkungen [11; 12]	Einstufung nach CLP-Verordnung [10; 13]
Phenol	108-95-2	8 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2(II) H	<p>Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331                      Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301                      Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311                      Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314                      Schwere Augenschädigung, Kategorie 1, H318                      Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341                      Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373                      Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 2; H411</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
Styrol	100-42-5	86 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2(II) Y	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 3; H226                      Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332                      Augenreizung, Kategorie 2; H319                      Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315                      Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304                      Reproduktionstoxizität, Kategorie 2; H361 d                      Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335                      Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372                      Gewässergefährdend, chronisch, Kategorie 3, H412</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>

\* Für diese Stoffgruppen sind keine CAS-Nummern definiert

## Erläuterungen

<b>AGW</b>	Arbeitsplatzgrenzwert (TRGS 900) [11]	<b>H350</b>	Kann Krebs erzeugen.
<b>CAS-Nr.</b>	Registriernummer des „Chemical Abstract Service“	<b>H351</b>	Kann vermutlich Krebs erzeugen.
<b>CLP-VO</b>	Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen [10]	<b>H361d</b>	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
<b>LIG</b>	Liste Internationaler Grenzwerte (GESTIS) [14]	<b>H361fd</b>	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
<b>H</b>	hautresorptiv (TRGS 900)	<b>H370</b>	Schädigt die Organe.
<b>Sah</b>	Haut und Atemwegssensibilisierende Stoffe (TRGS 900)	<b>H372</b>	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.
<b>Sh</b>	Hautsensibilisierende Stoffe (TRGS 900)	<b>H373</b>	Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.
<b>X</b>	krebserzeugender Stoff der Kat. 1A und 1B oder krebserzeugende Tätigkeit oder Verfahren nach § 2 Absatz 3 Nr. 4 der Gefahrstoffverordnung – es ist zusätzlich § 10 GefStoffV zu beachten	<b>H400</b>	Sehr giftig für Wasserorganismen.
<b>Y</b>	Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes und des biologischen Grenzwertes (BGW) nicht befürchtet zu werden (TRGS 900).	<b>H410</b>	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
<b>H220</b>	Extrem entzündbares Gas.	<b>H411</b>	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
<b>H224</b>	Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar.	<b>H412</b>	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
<b>H225</b>	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.		
<b>H226</b>	Flüssigkeit und Dampf entzündbar.		
<b>H280</b>	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.		
<b>H300</b>	Lebensgefahr bei Verschlucken.		
<b>H301</b>	Giftig bei Verschlucken.		
<b>H304</b>	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.		
<b>H310</b>	Lebensgefahr bei Hautkontakt.		
<b>H311</b>	Giftig bei Hautkontakt.		
<b>H314</b>	Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.		
<b>H315</b>	Verursacht Hautreizungen.		
<b>H317</b>	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.		
<b>H318</b>	Verursacht schwere Augenschäden.		
<b>H319</b>	Verursacht schwere Augenreizung.		
<b>H330</b>	Lebensgefahr bei Einatmen.		
<b>H331</b>	Giftig bei Einatmen.		
<b>H332</b>	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.		
<b>H334</b>	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.		
<b>H335</b>	Kann die Atemwege reizen.		
<b>H340</b>	Kann genetische Defekte verursachen.		
<b>H341</b>	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen.		

## 5.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition

Grundlage der statistischen Auswertungen sind Messwerte von möglichen flüchtigen Zersetzungsprodukten der beim Spritzgießen verwendeten Kunststoffe (berücksichtigte Kunststoffe siehe Tabelle 1). Die untersuchten Anlagen wurden überwiegend ohne Absaugung betrieben. Die Arbeitsräume waren in der Regel nicht mit einer raumlufttechnischen Anlage (RLT-Anlage) ausgestattet. Es wurden Messungen berücksichtigt, die direkt stationär über eine Dauer von mindestens zwei Stunden an der jeweiligen Plastifiziereinheit (Abbildung 1) erfolgten. Dadurch stellen die berücksichtigten Messwerte ungünstige Fälle dar, da sich die Beschäftigten in der Regel nur kurzzeitig, z. B. zur Sichtkontrolle, zum Materialwechsel oder bei Reinigungsarbeiten (Freispritzvorgängen) an der Anlage aufhalten. Einbezogen wurden Messdaten aus dem Zeitraum von 2005 bis 2021. Die Messungen erfolgten in Anlehnung an die TRGS 402 nach den in der IFA-Arbeitsmappe aufgeführten Methoden [15] und beziehen sich auf eine Arbeitsschicht.

In Tabelle 3 sind Messergebnisse für die Zersetzungsprodukte beim Kunststoffspritzgießen aller berücksichtigten Kunststoffe dargestellt. Für Formaldehyd wurden in dieser Tabelle nur Messungen einbezogen, bei denen kein POM verarbeitet wurde, da die Formaldehyd-Exposition bei der Verarbeitung von POM in Tabelle 4 beschrieben wird. Ausgewiesen werden neben den berücksichtigten Gefahrstoffen, die Anzahl der Messwerte und der Betriebe, die Anzahl der Messwerte kleiner Bestimmungsgrenze, die höchste Bestimmungsgrenze sowie der Beurteilungsmaßstab und der maximale Messwert.



Abb. 1 Ansicht einer Kunststoffspritzanlage mit Plastifiziereinheit.



**Tabelle 3** Ergebnisse für die Zersetzungsprodukte beim Kunststoffspritzgießen aller Kunststoffe für den Zeitraum 2005 bis 2021

Gefahrstoff	Anzahl Messwerte	Anzahl Betriebe	Anzahl Messwerte < BG	Höchste BG (mg/m <sup>3</sup> )	Beurteilungsmaßstab (mg/m <sup>3</sup> )	Maximaler Messwert (mg/m <sup>3</sup> )
Acetaldehyd	77	36	67	0,02	91	0,09
Acrylaldehyd	73	32	73	0,01	0,2	< 0,01
Acrylnitril	24	14	24	0,1	0,26	< 0,10
Aliphatische Kohlenwasserstoffe C <sub>9-15</sub>	59	34	55	14	300	128
Benzol	56	15	46	0,1	0,2	0,015
1,3-Butadien	39	26	39	1	0,5	< 1,00
Butyraldehyd	73	32	73	0,02	64	< 0,02
Cyanwasserstoff	19	13	19	0,3	2,1	< 0,30
Cyclopentanon	62	39	62	2,2	90	< 2,20
Fluorwasserstoff	10	6	10	0,17	0,83	< 0,17
Formaldehyd ohne POM	79	35	36	0,03	0,37	0,21
Glutaral	73	32	73	0,02	0,20	< 0,02
Hexanal	13	8	13	0,04	40	< 0,04
Phenol	36	24	36	0,50	8	< 0,5
Propionaldehyd	74	33	73	0,02	48	0,14
Styrol	52	32	42	3	86	34
Valeraldehyd	70	31	70	0,02	90	< 0,02

BG: Bestimmungsgrenze

Bei der Verarbeitung (Spritzgießen) thermoplastischer Kunststoffe, lagen die Gefahrstoffkonzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenze der angewandten Probenahme- und Analyseverfahren. Die Messwerte zeigen, dass die Beurteilungsmaßstäbe nach TRGS 900 und TRGS 910 für die berücksichtigten Gefahrstoffe eingehalten werden (siehe Tabelle 3).

Die Bestimmungsgrenze für das krebserzeugende 1,3-Butadien liegt mit 1 mg/m<sup>3</sup> über der Akzeptanzkonzentration von 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Aus diesem Grund kann eine Einhaltung der Akzeptanzkonzentration bei der Verarbeitung von Polybutylenterephthalat (PBT) und von ABS-Kunststoffen mit den Untersuchungsergebnissen nicht sichergestellt werden. Alle ermittelten Messwerte lagen jedoch unterhalb der Bestimmungsgrenze und damit unterhalb der für 1,3-Butadien festgelegten Toleranzkonzentration von 5 mg/m<sup>3</sup> (siehe Tabelle 3).

In Tabelle 4 sind die Messergebnisse für Formaldehyd beim Kunststoffspritzgießen von POM dargestellt. Ein Großteil der Messwerte lag oberhalb der Bestimmungsgrenze und vereinzelt auch oberhalb des Beurteilungs-

maßstabes. Aufgrund dessen werden in Tabelle 4 statt des maximalen Messwertes die 50 %- und 95 %-Werte des statistischen Kollektivs ausgewiesen.

**Tabelle 4** Ergebnisse für Formaldehyd beim Kunststoffspritzgießen von POM für den Zeitraum 2005 bis 2021

Gefahrstoff	Anzahl: Betriebe/ Messwerte	Anzahl Messwerte < BG	Höchste BG (mg/m <sup>3</sup> )	Beurteilungsmaßstab (mg/m <sup>3</sup> )	50 % Wert (mg/m <sup>3</sup> )	95 % Wert (mg/m <sup>3</sup> )
Formaldehyd	41 / 70	7	0,01	0,37	0,05	0,235

BG: Bestimmungsgrenze

Bei der Verarbeitung von Polyoxymethylen (POM) wurde in zwei Fällen der Beurteilungsmaßstab für Formaldehyd von 0,37 mg/m<sup>3</sup> überschritten. Der 95 %-Wert beträgt 0,235 mg/m<sup>3</sup> (siehe Tabelle 4).

Erhöhte Formaldehydkonzentrationen können insbesondere dann auftreten, wenn die Verarbeitungstemperatur im Bereich der Zersetzungstemperatur liegt. Beim Wechsel des Materials oder bei der Beseitigung von Störungen ist ein Freispritzen der Düse erforderlich. Beim Freispritzen wird die Plastifiziereinheit durch das Zurückfahren von dem Werkzeug getrennt und der flüssige Kunststoff ausgespritzt. Dabei bildet sich ein sogenannter „Kuchen“,

der in der Regel mit einem Haken entfernt wird. Da der Kunststoff teilweise längere Zeit in der Heizeinheit verbleibt, kommt es hier häufig zu einer thermischen Zersetzung des Materials. Aus dem anschließend freigespritzten Kunststoff, kann Formaldehyd als Zersetzungsprodukt freigesetzt werden.

Werden die im Abschnitt 6 aufgeführten Schutzmaßnahmen umgesetzt, so sind aufgrund der dargestellten Ergebnisse keine weiteren Expositionsmessungen bei der Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe in Spritzgießmaschinen notwendig.

# 6 Schutzmaßnahmen

Bei der Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe, einschließlich POM, in Spritzgießmaschinen sind folgende Schutzmaßnahmen umzusetzen:

- Kontrolle und Einhaltung der Verfahrensparameter (u. a. Verarbeitungstemperatur, Verweilzeit in der Plastifiziereinheit, Schussgewicht, Verarbeitungsdruck),
- Vortrocknung des Kunststoffgranulates,
- weitgehend störungsfreie Prozessführung.

Bei der Verarbeitung von POM muss darüber hinaus eine wirksamen Absaugeinrichtung im Bereich der Spritzdüse mit Fortluftbetrieb (siehe auch DGUV Regel 109-002 [16]) installiert sein.

Bei der Störungsbeseitigung sowie bei Instandhaltungs- und Umrüstarbeiten an Kunststoffspritzgießmaschinen sind keine weiteren Expositionsmessungen erforderlich, wenn neben den genannten Schutzmaßnahmen zusätzlich eine mobile Absaugeinrichtung mit einem Kombinationsfilter verwendet wird. Dieser muss aus einem Partikelfilter, mindestens der Staubklasse M (mittel) und einem nachgeschalteten Filter aus Aktivkohle bestehen.

Bei Entstehung krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Gefahrstoffe, für die keine AGW bekannt gegeben worden sind, darf die abgesaugte Luft nicht in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden (§ 10 Abs. 5 GefStoffV). Ausnahmen gelten für solche Stoffe mit bekanntem AGW z. B. Formaldehyd und Sicherstellung der Einhaltung des AGW (§ 10 Abs. 2 GefStoffV).

Kann eine vollständige Erfassung der Gefahrstoffe nicht sichergestellt werden, ist eine raumlufttechnische Anlage (RLT-Anlage) erforderlich. Diese sollte bei Luftströmungen (Thermik) in Richtung Hallendecke nach dem Prinzip der Schichtenlüftung arbeiten.

Die Wirksamkeit der lufttechnischen Einrichtungen mit Dokumentation hat regelmäßig jedoch mindestens jedes dritte Jahr (§ 7 Abs. 7 GefStoffV) zu erfolgen.

# Literatur

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften, Regeln und Informationen zusammengestellt. Die zitierten Arbeitsschutzschriften sind in der jeweils aktuellen Fassung anzuwenden.

- [1] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes des Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG) Ausg. vom 7. August 1996; Stand 18.03.2022. Im Internet verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/arbschg>
- [2] Siebtes Buch Sozialgesetzbuch - Gesetzliche Unfallversicherung (SGB VII) Ausg. vom 07. August 1996; Stand 20.07.2022. Im Internet verfügbar unter: [https://www.gesetze-im-internet.de/sgb\\_7](https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_7)
- [3] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) Ausg. vom 26. November 2010; Stand 21.07.2021. Im Internet verfügbar unter: [https://www.gesetze-im-internet.de/gefstoffv\\_2010](https://www.gesetze-im-internet.de/gefstoffv_2010)
- [4] Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) Ausg. 18. Dezember 2008; Stand 12.07.2019. Im Internet verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/arbmedvv/BJNR276810008.html>
- [5] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (TRGS 400). Ausg. Dezember 2010. Ausg. Juli 2017 GMBI 2017 Nr. 36. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-400.html>
- [6] Technische Regel für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402). Ausg. Januar 2010, geändert und ergänzt: 21.10.2016. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-400.html>
- [7] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Schutzmaßnahmen (TRGS 500). Ausg. September 2019, berichtigt 31.01.2020. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-500.html>
- [8] Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), der Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Im Internet verfügbar unter <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Glossar/Glossar.html>
- [9] DGUV Regel 113-011 (vormals BGR 223) „Sicheres Arbeiten in der Kunststoffindustrie“, Ausg. Januar 2007. Im Internet erhältlich unter: [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen) > Webcode: p113011
- [10] CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen. im Internet verfügbar unter: <https://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/DE/CLP/Rechtstexte/Rechtstexte.html#Anker1>
- [11] Technische Regel für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). Ausg. Januar 2006, geändert und ergänzt: 23.06.2022. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-900.html>
- [12] Technische Regel für Gefahrstoffe: Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen (TRGS 910). Ausg. Februar 2014, geändert und ergänzt 01.07.2022. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-910.html>

- [13] GESTIS-Stoffdatenbank:  
[www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank](http://www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank)
- [14] Gestis Internationale Grenzwerte für chemische Substanzen [www.dguv.de](http://www.dguv.de) > Webcode:d6247
- [15] IFA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen – Gefährdungsermittlung bei chemischen und biologischen Einwirkungen“; Herausgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV); Bearbeitung: Institut für Arbeitsschutz (IFA); . Erich Schmidt Verlag, Berlin
- [16] DGUV Regel 109-002 Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen Ausgabedatum 2020.04.  
Im Internet verfügbar unter: [www.dguv.de/publicationen](http://www.dguv.de/publicationen) > Webcode: p109002





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

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