


213-729

## DGUV Information 213-729



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

Beschriftung von Kunststoffen mit Lasern

## 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: März 2023

Satz und Layout: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin

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: p213729

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

Beschriftung von Kunststoffen mit Lasern

# 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.....	15
<b>6 Schutzmaßnahmen</b> .....	<b>17</b>
6.1 Lüftungstechnische Maßnahmen .....	17
6.2 Maßnahmen bei Wartungs- und Reinigungsarbeiten.....	17
<b>Literatur</b> .....	<b>18</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 213-729 wurden erstmals im Juni 2015 von der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) erstellt. Sie wurden im März 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 beschriebenen Verfahren, Tätigkeiten und Schutzmaßnahmen sind vorrangig auf die Umsetzung der Gefahrstoffverordnung 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 praxisgerechte 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 Beschriftung von Kunststoffen mit Lasern. Sie können für die Beurteilung der inhalativen Exposition gegenüber den in Tabelle 2 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.

# 4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten

In der Praxis werden Informationen wie Produktcodierungen oder Barcodes auf Werkstückoberflächen aus Kunststoff mittels eines Lasers aufgebracht. Durch die Einwirkung der Laserstrahlung kommt es an der Oberfläche des Materials zu thermischen und photochemischen Reaktionen. Eigenschaften des zu beschriftenden Materials (z. B. Schmelzpunkt und Farbe) sowie Laserstrahlparameter (z. B. Leistung, Wellenlänge und ggf. Impulsverhalten) bestimmen dabei die Qualität der Beschriftung. Für die Beschriftung von Kunststoffen mit Lasern werden am häufigsten die in Tabelle 1 aufgeführten Laser eingesetzt.

**Tätigkeiten der Beschäftigten sind:**

1. Maschinenbedienung (beobachten, kontrollieren, ggf. Teile einlegen und entnehmen),
2. Wartungsarbeiten (inklusive Reinigung und Wechsel der Staubfilter) und
3. Beheben von Störungen.

**Tabelle 1** Eingesetzte Laser mit Angaben zur Wellenlänge und zum Leistungsbereich

Laser	Wellenlänge	Ausgangsleistung
CO <sub>2</sub> -Laser	10600 nm	10 - 50 W
Nd: YAG-Laser	1064 nm	15 - 80 W
Faserlaser	1030 - 1080 nm	10 - 40 W

In Tabelle 2 sind die eingesetzten Kunststoffe mit den berücksichtigten flüchtigen Zersetzungsprodukten zusammengestellt [9].

**Tabelle 2** Kunststoffe mit den, bei den Messungen berücksichtigten, charakteristischen Zersetzungsprodukten

Kunststoff	Kurzform	Charakteristische Zersetzungsprodukte
Polyoxymethylen	POM	Formaldehyd
Epoxidharze auf Basis Bisphenol-A	–	Phenol
Polystyrol	PS	Styrol
Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer	ABS	Styrol, 1,3-Butadien, Acrylnitril
Styrol-Acrylnitril-Copolymer	SAN	Acrylnitril, Styrol
Polycarbonat	PC	Phenol
Polyvinylchlorid	PVC	Chlorwasserstoff
Polyamid 66	PA 66	Cyclopentanon
Polyethylen	HDPE, LDPE	Ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe, aliphatische Aldehyde
Polytetrafluorethylen	PTFE	Fluorwasserstoff
Polybutylenterephthalat (Polyester)	PBT	1,3-Butadien, Benzol
Polyacrylnitril	PAN	Acrylnitril, Cyanwasserstoff
Polyphenylenoxid	PPO	Styrol, Toluol, Ethylbenzol





# 5 Gefahrstoffexposition





## 5.1 Gefahrstoffe





In Tabelle 3 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.





Darüber hinaus können bei der Bearbeitung auch Stäube freigesetzt werden, für die der Allgemeine Staubgrenzwert von 1,25 mg/m<sup>3</sup> für die alveolengängige Fraktion (A-Staub) und von 10 mg/m<sup>3</sup> für die einatembare Fraktion (E-Staub) zu berücksichtigen ist.




**Tabelle 3** 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 2, 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 (I) 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 (I)	<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 (I) 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>
Glutaral	111-30-8	0,2 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2 (I) 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 1A; H317  Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335  Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400  Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 2; H411</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>

Gefahrstoffe	CAS-Nr.	Beurteilungsmaßstäbe, Überschreitungsfaktor (Kurzzeitwert-Kategorie), Bemerkungen [11; 12]	Einstufung nach CLP-Verordnung [10,13]
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 Augenreizung, Kategorie 1; H318  Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335  Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
Aliphatische Kohlenwasserstoffe C9-14	*	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 1A; 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 1A; H350</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
Chlorwasserstoff, wasserfrei	7647-01-0	3 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2(I) Y	<p>Gase unter Druck, verflüssigtes Gas; H280  Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331  Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314  Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318</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	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  Signalwort: „Gefahr“
Cyclopentanon	120-92-3	90 mg/m <sup>3</sup> (LIG)	Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 3; H226 Augenreizung, Kategorie 2; H319 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315  Signalwort: „Achtung“
Ethylbenzol	100-41-4	88 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2(II) H, Y	Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2; H225 Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332 Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373  Signalwort: „Gefahr“
Fluorwasserstoff	7664-39-3	0,83 mg/m <sup>3</sup> 2(I) H, Y	Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken; H300 Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310 Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314  Signalwort: „Gefahr“

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  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; H361d  Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335  Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>
Toluol	108-88-3	190 mg/m <sup>3</sup> (AGW) 2(II) H, Y	<p>Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2; H225  Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304  Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315  Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H336  Reproduktionstoxizität, Kategorie 2; H361d  Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373</p>  <p>Signalwort: „Gefahr“</p>

\* Für diese Stoffgruppen sind keine CAS-Nummern definiert

**Erläuterungen**

AGW	Arbeitsplatzgrenzwert (TRGS 900)	H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome der Atembeschwerden verursachen.
CLP-VO	Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen	H335	Kann die Atemwege reizen.
		H336	Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
CAS-Nr.	Registriernummer des „Chemical Abstract Service“	H340	Kann genetische Defekte verursachen.
ERB	Stoffspezifische Risikowerte aus der TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“	H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen.
		H350	Kann Krebs erzeugen.
LIG	Liste Internationaler Grenzwerte (GESTIS) [14]	H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen.
H	hautresorptiv (TRGS 900)	H361d	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
Sh	Hautsensibilisierende Stoffe (TRGS 900)		
Sah	Haut und Atemwegssensibilisierende Stoffe (TRGS 900)	H361fd	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
X	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 (TRGS 900)	H370	Schädigt die Organe.
		H372	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.
		H373	Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.
Y	Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes und des biologischen Grenzwertes (BGW) nicht befürchtet zu werden (TRGS 900)	H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.
		H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
H220	Extrem entzündbares Gas.	H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H224	Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar.		
H225	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.	H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H226	Flüssigkeit und Dampf entzündbar.		
H280	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.		
H300	Lebensgefahr bei Verschlucken.		
H301	Giftig bei Verschlucken.		
H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.		
H304	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.		
H310	Lebensgefahr bei Hautkontakt.		
H311	Giftig bei Hautkontakt.		
H314	Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.		
H315	Verursacht Hautreizungen.		
H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.		
H318	Verursacht schwere Augenschäden.		
H319	Verursacht schwere Augenreizung.		
H330	Lebensgefahr bei Einatmen.		
H331	Giftig bei Einatmen.		
H332	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.		

## 5.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition

Grundlage der statistischen Auswertungen sind Messwerte von möglichen flüchtigen Zersetzungsprodukten der mit Lasern beschrifteten Kunststoffe (berücksichtigte Kunststoffe siehe Tabelle 2). Die untersuchten Anlagen wurden überwiegend mit Absaugung betrieben. Die Arbeitsräume waren in der Regel mit einer raumlufttechnischen Anlage (RLT-Anlage) ausgestattet. Einbezogen wurden Messdaten aus dem Zeitraum von 2001 bis 2021. Die Messungen erfolgten in Anlehnung an die TRGS 402 nach den in der IFA-Arbeitsmappe [6, 15] aufgeführten Methoden. In Tabelle 4 sind für die berücksichtigten Gefahrstoffe, die Anzahl der Messwerte und der Betriebe, die Anzahl der Messwerte kleiner der Bestimmungsgrenze (BG), die höchste Bestimmungsgrenze, der Wert des Beurteilungsmaßstabes und der Maximalwert ausgewiesen. Die Messwerte sind repräsentativ für eine Arbeitsschicht von 8 Stunden.

Die Beschäftigten halten sich unterschiedlich lange an den Anlagen auf, in vollautomatischen Produktionsprozessen nur kurzzeitig, z. B. zur Sichtkontrolle, zum Materialwechsel oder bei Reinigungsarbeiten. In halbautomatischen Produktionsprozessen werden die Bauteile oft von Beschäftigten manuell eingelegt. Die Messungen erfolgten stationär über eine Dauer von mindestens zwei Stunden unmittelbar an der jeweiligen Anlage zur Beschriftung von Kunststoffen mit einem Laser.

Bei der Beschriftung von Kunststoffen mit Lasern lagen die Gefahrstoffkonzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenze der angewandten Probenahme- und Analyseverfahren. Die Messwerte zeigen, dass die verbindlichen Beurteilungsmaßstäbe nach TRGS 900 und TRGS 910 für die berücksichtigten Gefahrstoffe eingehalten werden (siehe Tabelle 4).

**Tabelle 4** Messergebnisse für die Zersetzungsprodukte bei der Beschriftung von Kunststoffen mit Laser aus dem Zeitraum 2001 – 2021

Gefahrstoff	Anzahl Messwerte	Anzahl Betriebe	Anzahl Messwerte < BG	Höchste BG/ NWG (mg/m <sup>3</sup> )	Beurteilungsmaßstab (mg/m <sup>3</sup> )	Maximaler Messwert (mg/m <sup>3</sup> )
Acetaldehyd	27	18	24	0,04	91	0,07
Acrylaldehyd	27	18	27	0,02	0,2	< 0,02
Acrylnitril	9	8	9	0,1	0,26	< 0,10
Aliphatische Kohlenwasserstoffe C9-14	23	16	22	20	300	11,0
Benzol	47	16	38	0,2	0,2	0,005
1,3-Butadien	18	14	18	1	0,5	< 1,00
Butyraldehyd	27	18	27	0,04	64	< 0,04
Chlorwasserstoff	5	4	5	0,09	3	< 0,09
Cyanwasserstoff	4	3	4	0,1	1	< 0,10
Cyclopentanon	23	11	23	2,9	90	< 2,9
Ethylbenzol	3	2	3	1	88	< 1,00
Fluorwasserstoff	4	3	4	0,17	0,83	< 0,17
Formaldehyd	31	20	20	0,02	0,37	0,081
Glutaral	27	18	27	0,04	0,2	< 0,04
Phenol	17	14	17	0,5	8	< 0,50
Propionaldehyd	27	18	27	0,04	48	< 0,04
A-Staub	58	34	56	0,5	1,25	0,14
E-Staub	58	34	58	1,43	10	< 1,43
Styrol	21	13	21	3	86	< 3,00
Toluol	10	7	9	2	190	1,80

BG: Bestimmungsgrenze; NWG: Nachweisgrenze

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 4).

Werden die im Abschnitt 6 aufgeführten Schutzmaßnahmen umgesetzt, so sind aufgrund der dargestellten Ergebnisse keine weiteren Expositionsmessungen bei der Beschriftung von Kunststoffen mit Lasern notwendig.



# 6 Schutzmaßnahmen

## 6.1 Lüftungstechnische Maßnahmen

Die Laserbeschriftungseinheit kann durch eine geschlossene Bauweise oder Einhausung leicht vom umliegenden Arbeitsbereich abgetrennt werden. Eine Absaugung der Gefahrstoffe in dieser räumlichen Abtrennung stellt die wirksamste Erfassung dar (siehe auch DGUV Regel 109-002) [16].

Bei der Beschriftung von POM (Polyoxymethylen), ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol), SAN (Styrol-Acrylnitril Copolymer), HDPE und LDPE (Polyethylen), PAN (Polyacrylnitril) sowie PBT (Polybutylenterephthalat) kann die Entstehung krebserzeugender Stoffe nicht ausgeschlossen werden. Aufgrund dessen ist eine Luftrückführung nach § 10 Abs. 5 GefStoffV nicht zulässig. Es ist eine Absaugung mit Fortluft (Ableitung nach außen) einzusetzen. Dabei ist zusätzlich, z. B. mit einer raumlufttechnischen Anlage (RLT-Anlage), die Luftbilanz auszugleichen. Ausnahmen gelten für krebserzeugende Stoffe mit bekanntem AGW wie z.B. Formaldehyd und Sicherstellung der Einhaltung des AGW (§ 10 Abs. 2 GefStoffV).

Entsprechend des § 7 Abs. 7 GefStoffV ist eine Wirksamkeitsprüfung der lufttechnischen Einrichtungen mindestens alle drei Jahre durchzuführen und zu dokumentieren. Da sowohl gasförmige als auch partikelförmige Gefahrstoffe entstehen können ist nach § 7 Abs. 7 und § 8 Abs. 8 GefStoffV in Verbindung mit Anhang I Nr. 2.3 (7) eine jährliche Prüfung der lufttechnischen Einrichtungen durchzuführen.

## 6.2 Maßnahmen bei Wartungs- und Reinigungsarbeiten

Die Laserbeschriftungsanlagen sind nach den Vorgaben der Herstellerfirma in regelmäßigen Abständen zu reinigen. Wartungs- und Reinigungsarbeiten sind staubarm unter Verwendung von Absaugeinrichtungen durchzuführen, die mindestens der Staubklasse M entsprechen und einen nachgeschalteten Aktivkohlefilter enthalten. Der Einsatz von Druckluft zu Reinigungszwecken ist verboten.

Bei den Wartungs- und Reinigungsarbeiten an Laserbeschriftungsanlagen, einschließlich Filterwechsel, sind keine weiteren Expositionsmessungen erforderlich, wenn folgende persönliche Schutzausrüstung getragen wird:

- Chemikalienschutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk (NBR) der Klasse 2
- Geschlossene Schutzbrille mit Seitenschutz
- Atemschutzmaske mit Partikelfilter der Klasse FFP2

Es ist eine arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Betriebsanweisung nach § 14 GefStoffV für die Wartungs- und Reinigungsarbeiten zu erstellen.

Folgende Punkte sind dabei zu beachten:

- Sicherheitshinweise der Herstellerfirma der Anlage zur Beschriftung von Kunststoffen mit Lasern
- Sicherheitshinweise der Herstellerfirma der Absauganlage bezüglich des Filterwechsels

# 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 22.12.2020. 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 20.08.2021. 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. vom 18. Dezember 2008; Stand 12. Juli 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. Ausgabe: 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 Regeln für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402). Ausg. Januar 2010. Ausgabe: Februar 2010, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2016 S. 843-846. Im Internet verfügbar unter:  
<https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-402.html>
- [7] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Schutzmaßnahmen (TRGS 500). Ausg. Januar 2008. Ausgabe: September 2019, berichtigt GMBI 2020 S. 88. 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 Betriebs-sicherheitsverordnung (BetrSichV), der Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV); .Im Internet verfügbar unter  
[https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/Glossar/Glossar\\_node.html](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/Glossar/Glossar_node.html)
- [9] DGUV Regel 113-011 (vormals BGR 223): Sicheres Arbeiten in der Kunststoffindustrie. Ausgabedatum: 2007.01. 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>  
Ausg. Stand: 19.05.2021.
- [11] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). Ausg. Januar 2006. Ausgabe: Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt GMBI 2021, S. 893-894. 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). Ausgabe: Februar 2014; zuletzt geändert und ergänzt: GMBL 2021, S. 895. 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:  
<https://limitvalue.ifa.dguv.de/>
- [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/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen) > 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)