

**213-033**

**DGUV Information 213-033**



# **Gefahrstoffe in Werkstätten**

## 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: November 2022

Satz und Layout: Atelier Hauer + Dörfler, Berlin

Bildnachweis: Abb. 1, 42–44: © BG Bau; Grafiken in Tabelle 4, Abb. 5–9: © R. Woyzella BGHM; Abb. 2: © Kadmy/stock.adobe.com; Abb. 3: © Morath GmbH; Abb. 4: © GESCHA Anlagentechnik GmbH; Abb. 10: © Denios AG; Abb. 11, 13: © Andreas Poecking/photograph-erfurt.de; Abb. 14: © Schuko GmbH; Abb. 15: © Mirka GmbH; Abb. 16–18: © DGUV-Test; Abb. 19: © Nilfisk GmbH; Abb. 20, 30: © DGUV; Abb. 21: © Surasak/stock.adobe.com; Abb. 22: © zilber42/stock.adobe.com; Abb. 23: © Werner/stock.adobe.com; Abb. 24–25: © IFA; Abb. 26: © J.Wagner GmbH; Abb. 27: © Denios AG; Abb. 28–29, 31: © IBS Scherer GmbH; Abb. 32: © BG Bau/Kersting; Abb. 33: © Dr. Nicolai (BFGB); Abb. 34: © vldkont/Shutterstock; Abb. 35–38, 40: © Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)/Renate Beiser; Abb. 39, 41: © Moreno Soppelsa/stock.adobe.com

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: p213033

# Gefahrstoffe in Werkstätten

---

Änderungen zur letzten Ausgabe Februar 2012:

- Vollständige Anpassung der Inhalte an GHS
  - Die Themen Mutterschutz und Jugendschutz werden ausführlicher behandelt
  - Neues Kapitel zum Thema 3D-Druck
  - Inhaltliche Anpassungen aufgrund der Änderungen in relevanten DGUV Regelwerkpublikationen
  - Neue Muster-Betriebsanweisungen
-

# Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>5</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>73</b>
<b>1 Allgemeiner Teil</b> .....	<b>6</b>	Anhang 1: Literatur.....	73
1.1 Was sind Gefahrstoffe?.....	6	Anhang 2: Gegenüberstellung der neuen GHS-Piktogramme und der alten Gefahrstoffsymbole nach RL 67/548 EWG .....	77
1.2 Verantwortung und Pflichten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.....	9	Anhang 3: Aufbau der H- und P-Sätze nach der CLP-Verordnung .....	80
1.3 Allgemeine Anforderungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.....	9	Anhang 4: Liste der Gefahrenhinweise (H-Sätze) und Sicherheitshinweise (P-Sätze).....	81
1.4 Gefährdungsermittlung und Festlegung von Schutzmaßnahmen .....	10	Anhang 5: Gefahrstoffmanagement – Vorgehensweise bei der Gefährdungsbeurteilung nach TRGS 400 .....	90
1.5 Betriebsanweisung und Unterweisung.....	11	Anhang 6: Erfassungsbogen zur Gefahrstoff- und Gefährdungsermittlung.....	91
1.5.1 Betriebsanweisung.....	11	Anhang 7: Muster-Betriebsanweisungen.....	93
1.5.2 Unterweisung.....	12	Anhang 8: Kennzeichnung von Chemikalienschutzhandschuhen .....	101
1.6 Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.....	13		
1.6.1 Ersatzstoffe und Ersatzverfahren (Substitution).....	13		
1.6.2 Technische Schutzmaßnahmen.....	13		
1.6.3 Organisatorische Maßnahmen.....	19		
1.6.4 Aufbewahrung und Lagerung .....	20		
1.6.5 Persönliche Maßnahmen.....	23		
1.7 Arbeitsmedizinische Vorsorge.....	25		
1.8 Verbote und Beschäftigungsbeschränkungen.....	26		
1.8.1 Jugendliche und Gefahrstoffe.....	26		
1.8.2 Mutterschutz und Gefahrstoffe.....	26		
<b>2 Fachspezifischer Teil</b> .....	<b>27</b>		
2.1 Gefahrstoffe in der Holzbearbeitung .....	27		
2.2 Gefahrstoffe bei schweißtechnischen Arbeiten.....	32		
2.3 Gefahrstoffe bei der zerspanenden Metallbearbeitung.....	40		
2.4 Gefahrstoffe bei der Oberflächenbehandlung.....	45		
2.5 Gefahrstoffe bei der Oberflächenreinigung.....	50		
2.6 Gefahrstoffe bei der Kunststoffbe- und -verarbeitung.....	54		
2.6.1 Polyurethan-Kunststoffe.....	54		
2.6.2 Epoxidharze .....	57		
2.6.3 Polyesterharze.....	60		
2.6.4 Quellschweißen (Kleben) von Kunststoffen .....	62		
2.6.5 Thermische Zersetzungsprodukte von Kunststoffen.....	63		
2.7 Gefahrstoffe bei Additiven Verfahren („3-D-Druck“) .....	65		

# Vorbemerkung

In Werkstätten auf Bauhöfen, auf Baustellen, in Hochschulen und in vergleichbaren Werkstätten werden im Bedarfsfall Instandhaltungs- und Produktionsarbeiten verschiedener Gewerke durchgeführt, z. B. Metall-, Kunststoff- oder Holzbearbeitung.

In diesen Werkstätten werden zahlreiche Gefahrstoffe verwendet oder freigesetzt, von denen Gefahren für die Gesundheit der Beschäftigten sowie für die Umwelt ausgehen können. Das Wissen um die möglichen Gefahren ist die wichtigste Voraussetzung für das Ergreifen wirkungsvoller Schutzmaßnahmen. Diese DGUV Information will hierzu einen Beitrag leisten.

Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind in zahlreichen Vorschriften geregelt. Hierzu zählen europäische Verordnungen, wie die Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-Verordnung<sup>1</sup>) bzw. die Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung<sup>2</sup>), die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) sowie die einschlägigen DGUV Vorschriften, DGUV Regeln und DGUV Informationen. Mit dieser DGUV Information sollen für Werkstätten die Regelungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zusammengefasst und verständlich dargestellt werden.

## Diese DGUV Information richtet sich an

- **Führungskräfte**, die für die Umsetzung der gesetzlichen **Anforderungen** bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in Werkstätten verantwortlich sind,
- **Sicherheitsbeauftragte, Personal- und Betriebsräte und Beschäftigte in Werkstätten**, für die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zum Arbeitsalltag gehören, und an
- **Arbeitsschutzexperten und -expertinnen, wie Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Betriebsärzte und Betriebsärztinnen sowie Aufsichtspersonen**, die sich über die Vielzahl der Gefahrstoffe, die in Werkstätten Verwendung finden, informieren wollen.

## Zielsetzung dieser DGUV Information ist,

- über die Gefahrstoffe zu **informieren**, die bei typischen Werkstattarbeiten zum Einsatz kommen oder bei diesen Arbeiten entstehen und über die möglichen Gesundheitsgefahren, die von ihnen ausgehen,
- auf die gesetzlichen Verpflichtungen **hinzuweisen**, die sich aus den Tätigkeiten mit Gefahrstoffen am Arbeitsplatz ergeben,
- durch die Darstellung geeigneter Schutzmaßnahmen, die sich in der Praxis bereits bewährt haben zu **unterstützen**.

Diese DGUV Information ist in einen allgemeinen Teil und einen fachspezifischen Teil gegliedert:

- Die Regelungen, die im allgemeinen Teil dargestellt sind, sind in allen Arbeitsbereichen, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen stattfinden, anzuwenden.
- Die fachspezifischen Themenschwerpunkte beziehen sich auf die Bereiche der Holz-, Kunststoff- und Metallbearbeitung, wie Schreinerei, Lackiererei und Schlosserei. Auch neue Arbeitsverfahren, die in Werkstätten Einzug gehalten haben, wie z. B. additive Verfahren, werden dabei berücksichtigt.

Ein weiterer Bestandteil der DGUV Information ist die im Anhang 1 enthaltene umfangreiche Literaturliste mit weiterführenden Literaturquellen des staatlichen Gefahrstoffregelwerks sowie des Regelwerks und weiterer Publikationen der Unfallversicherungsträger. Die in Anhang 7 enthaltenen Beispiele von Betriebsanweisungsentwürfen, die größtenteils dem Gefahrstoff-Informationssystem WINGISonline der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft entnommen wurden, bilden eine weitere Hilfestellung.

Nicht in dieser Broschüre behandelt werden Gefahrstoffe in auf Gewerke spezialisierte Werkstätten, z. B. Schreinereien oder Kfz-Instandhaltungsbetriebe. Hierfür gelten spezifische Schriften, wie die DGUV Information 209-007 „Fahrzeuginstandhaltung“ oder die DGUV Information 209-044 „Holzstaub“.

<sup>1</sup> REACH = Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien)

<sup>2</sup> CLP = Classification, Labelling, Packaging of Chemicals

# 1 Allgemeiner Teil

## 1.1 Was sind Gefahrstoffe?

Gefahrstoffe können natürlich (z. B. Asbest, Quarz) vorkommen oder künstlich hergestellt sein und als Reinstoffe (z. B. Ethanol, Acetylen), in Gemischen (z. B. Farben, Lacke, Reinigungsmittel) oder in Erzeugnissen (z. B. Spanplatten) vorliegen.

Gefahrstoffe können außerdem bei der Herstellung oder Verwendung von Stoffen, Gemischen oder Erzeugnissen entstehen, zum Beispiel Holzstaub bei der zerspanenden Bearbeitung von Holz, Schweißrauche beim Schweißen, Abgase von Dieselmotoren bei der Verbrennung von Dieselmotoren bei der Verbrennung von Dieselmotoren.

Arbeitsstoffe sind dann Gefahrstoffe, wenn sie bestimmte gefährliche physikalisch-chemische Eigenschaften, für den Menschen gesundheitsschädliche (akut und chronisch toxische) Eigenschaften sowie für die Umwelt schädliche (ökotoxische) Eigenschaften aufweisen.

Aufgrund dieser Eigenschaften werden gefährliche Stoffe und Gemische gemäß den Kriterien nach Anhang I der CLP-Verordnung, in **Gefahrenklassen** und innerhalb jeder Gefahrenklasse je nach Höhe der Gefahr in **Gefahrenkategorien**, eingestuft (s. Tabelle 1).

**Tabelle 1** Gefahrenklassen und ihre Gefahrenkategorien nach CLP-Verordnung

Eigenschaften	Gefahrenklasse	Gefahrenkategorien	
physikalisch-chemische Eigenschaften	explosive Stoffe oder Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoff	instabil, explosiv Unterklasse 1.1-1.6	
	selbstersetzliche Stoffe und Gemische	Typ A bis G	
	organische Peroxide	Typ A bis G	
	entzündbare Gase	Kat. 1A, 1B, 2	
	entzündbare, chemisch instabile Gase	Kat. A – B	
	Aerosole	Kat. 1 – 3	
	entzündbare Flüssigkeiten	Kat. 1 – 3	
	entzündbare Feststoffe	Kat. 1 – 2	
	pyrophore Flüssigkeiten	Kat. 1	
	pyrophore Feststoffe	Kat. 1	
	selbsterhitzungsfähige Stoffe und Gemische	Kat. 1 – 2	
	Stoffe oder Gemische, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln	Kat. 1 – 3	
	oxidierende Gase	Kat. 1	
	oxidierende Flüssigkeiten	Kat. 1 – 3	
	oxidierende Feststoffe	Kat. 1 – 3	
	Gase unter Druck		verdichtetes Gas
			verflüssigtes Gas
			tiefgekühltes verflüssigtes Gas
			gelöstes Gas
	korrosiv gegenüber Metallen	Kat. 1	

Eigenschaften	Gefahrenklasse	Gefahrenkategorien
akut und chronisch toxische Eigenschaften	akute Toxizität (nach Aufnahmeweg oral, dermal, inhalativ)	Kat. 1 – 4
	Ätz- bzw. Reizwirkung auf die Haut	Kat. 1, 1 A bis 1 C, Kat. 2
	schwere Augenschädigung oder -reizung	Kat. 1 – 2
	spezifische Zielorgantoxizität (einmalige Exposition)	Kat. 1 – 2
	spezifische Zielorgantoxizität (einmalige Exposition)	Kat. 3
	• Atemwegsreizung • narkotisierende Wirkungen	
	spezifische Zielorgantoxizität (wiederholte Exposition)	Kat. 1 – 2
	Aspirationsgefahr	Kat. 1
	Sensibilisierung der Haut	Kat. 1, Kat. 1A, Kat.1B
	Sensibilisierung der Atemwege	Kat. 1, Kat. 1A, Kat.1B
	Karzinogenität (Krebserzeugend)	Kat. 1 A, Kat. 1B, Kat. 2
	Reproduktionstoxizität	Kat. 1 A, Kat. 1B. Kat. 2 Zusatzkategorie für Wirkungen auf bzw. über Laktation
Keimzellmutagenität	Kat. 1 A, Kat. 1B, Kat. 2	
ökotoxische Eigenschaften	akut gewässergefährdend	Kat. 1
	langfristig gewässergefährdend	Kat. 1 – 4
	Ozonschichtschädigend	Kat. 1

Auch nicht gekennzeichnete Stoffe, die erst bei der Bearbeitung entstehen, wie z. B. Holzstaub, quarzhaltige Stäube, Kunststoffstäube oder zündfähige Gasgemische, zählen zu den Gefahrstoffen, wenn von ihnen akute oder chronische Gesundheitsgefahren ausgehen oder sie z. B. entzündbar oder gar explosionsfähig sind.

Ebenso können Stoffe, die nicht in die o.g. Gefahrenklassen eingestuft werden, aufgrund anderer gefährlicher Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz verwendet werden oder dort vorhanden sind, ein

Risiko für die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten darstellen.

Somit zählen Stoffe mit nachfolgenden Eigenschaften auch zu Gefahrstoffen:

- erstickend/sauerstoffverdrängend, z. B. Stickstoff, Kohlendioxid
- heiß, z. B. Wasserdampf, Metallschmelzen
- kalt, z. B. Trockeneis, flüssiger Stickstoff
- unter erhöhtem Druck stehend, z. B. gespannter Wasserdampf

Sonstige Stoffe, wie Abfälle und Altöle<sup>3</sup>, können gefährliche Eigenschaften haben.

Tätigkeiten mit wässrigen Arbeitsstoffen (z. B. Reinigungsarbeiten) oder das Tragen von flüssigkeitsdichten Handschuhen bei gleichzeitiger mechanischer und/oder chemischer Beanspruchung stellen als Feuchtarbeit eine Gefährdung der Haut dar, ohne dass diese Tätigkeiten einer Gefahrenklasse zugeordnet werden können. Auch die Handhabung von entfettenden Lösemitteln kann vorschädigend auf die Haut wirken.

### Informationsquellen für Gefahrstoffe

Gefährliche Stoffe und Gemische<sup>4</sup> erkennt man in der Regel an der Kennzeichnung auf den Gebinden. Doch auch Produkte, die nicht gekennzeichnet sind, können Gefahrstoffe enthalten, da unterhalb bestimmter Konzentrationsgrenzen die Kennzeichnungspflicht entfällt. Bei diesen Produkten sind erforderlichenfalls Informationen von den herstellenden bzw. vertreibenden Firmen oder von Fachleuten einzuholen.

Informationen zu Gefahrstoffen enthalten die Sicherheitsdatenblätter, die die herstellenden bzw. vertreibenden Firmen spätestens bei der ersten Lieferung zur Verfügung zu stellen haben. Bei fehlenden Sicherheitsdatenblättern sind diese bei den herstellenden bzw. vertreibenden Firmen anzufordern.

In den Fällen, in denen kein Sicherheitsdatenblatt zur Verfügung gestellt werden muss (z. B. wenn das Produkt selbst kein Gefahrstoff ist oder weil für Erzeugnisse keine Sicherheitsdatenblätter erstellt werden müssen), muss der Lieferant dem anwendenden Betrieb die Informationen zur Verfügung stellen, die für eine Gefährdungsbeurteilung benötigt werden. Ein Beispiel hierfür sind die Schweißelektroden beim Schweißen, die jedoch bei der Verwendung Gefahrstoffe freisetzen, siehe TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“. Hierzu können auch die Schweißrauchdatenblätter nach DIN EN ISO 15011-4:2018-05 Informationen über die Hauptkomponenten und über die Rauchemissionsrate liefern.

Die Sicherheitsdatenblätter müssen 10 Jahre nach der letzten Verwendung der Stoffe oder Gemische (z. B. in digitaler Form) aufbewahrt werden.









Weitere Informationsquellen zu Gefahrstoffen sind im Anhang 1 „Literaturverzeichnis“ aufgeführt.

### Kennzeichnung

Gefahrstoffe erkennt man in der Regel an der Kennzeichnung, die folgende Angaben enthalten muss:

- die chemische Bezeichnung des Stoffes
- bei Gemischen der Handelsname oder die Bezeichnung
- die Gefahrenpiktogramme
- das Signalwort „Gefahr“ oder „Achtung“
- die Gefahrenhinweise (H-Sätze)
- die Sicherheitshinweise (P-Sätze)
- ergänzende Informationen
- Name, Anschrift und Telefonnummer des Lieferanten (herstellende bzw. vertreibende Firma).

**Tabelle 2** Darstellung von Gefahrenpiktogrammen mit Code und Bezeichnung

		
GHS01: Explodierende Bombe	GHS02: Flamme	GHS03: Flamme über einem Kreis
		
GHS04: Gasflasche	GHS05: Ätzwirkung	GHS06: Totenkopf mit gekreuzten Knochen
		
GHS07: Ausrufezeichen	GHS08: Gesundheitsgefahr	GHS09: Umwelt

<sup>3</sup> Gefährliche Abfälle und Altöle sind vom Arbeitgeber einzustufen und zu kennzeichnen, siehe hierzu auch TRGS 201.

<sup>4</sup> Zur Vereinfachung wird im weiteren Text nur noch der Begriff „Stoffe“ verwendet.



Beim Umfüllen in kleinere Behälter, z. B. Verdüner oder Pinselreiniger, muss die Kennzeichnung des Herstellers übernommen werden. Diese Kennzeichnung muss auf dem aktuellen Stand gehalten werden (siehe auch DGUV Information 213-034 „GHS – Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen – Hilfe zur Umsetzung der CLP-Verordnung“ und DGUV Information 213-082 „Gefahrstoffe mit GHS-Kennzeichnung – Was ist zu tun?“ sowie die Information KB006 der BG RCI „Gefahrstoffkennzeichnung nach GHS“ in der Reihe „Kurz und Bündig“).

Beim Umfüllen ist darauf zu achten, dass nicht in Lebensmittel- oder Getränkeflaschen umgefüllt wird.

## 1.2 Verantwortung und Pflichten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

### Verantwortung und Pflichten der Unternehmensleitung

Die Verantwortung für die Umsetzung des Gefahrstoffrechts in einem Betrieb liegt bei der Leitung des Betriebs bzw. der Einrichtung. Die Leitung kann die fachliche Verantwortung des Arbeitsschutzes schriftlich an die Führungskräfte in den einzelnen Arbeitsbereichen übertragen. Die Organisations- und Aufsichtsverantwortung verbleibt aber in jedem Fall bei der Leitung.

### Verantwortung und Pflichten der Beschäftigten

Neben der Leitung und den betrieblichen Führungskräften, sind auch die Beschäftigten gesetzlich verpflichtet, für ihre eigene Sicherheit und Gesundheit sowie die ihrer Kollegen und Kolleginnen durch entsprechendes Verhalten Sorge zu tragen.

Zu den Pflichten von Beschäftigten gehört es,

- die Weisungen der zuständigen Vorgesetzten zum Zwecke der Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz zu befolgen,
- Gefahrstoffe nur bestimmungsgemäß zu verwenden,
- die ihnen zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstungen zu benutzen und
- kritische sicherheitstechnische Mängel unverzüglich zu melden oder ggf. selbst zu beseitigen.

## 1.3 Allgemeine Anforderungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

Die Anforderungen der einschlägigen Vorschriften des Gefahrstoffrechts richten sich an die Personen, die im Betrieb Arbeitgeberverantwortung tragen. Diese sind für die Durchführung der notwendigen Maßnahmen verantwortlich. Im Gefahrstoffmanagement-Ablaufschema in Anhang 5 sind die wesentlichen Schritte der Gefährdungsbeurteilung gemäß der Gefahrstoffverordnung dargestellt.

### Gefährdungsbeurteilung

Tätigkeiten mit Gefahrstoffen dürfen erst nach erfolgter Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden.

Daher müssen vor Beginn der Tätigkeiten mit Gefahrstoffen von der Leitung oder einer von ihr beauftragten Person fachkundig eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Fachkundig können insbesondere die Fachkraft für Arbeitssicherheit und die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt sein. Die Gefährdungsbeurteilung muss dokumentiert und bei maßgeblichen Veränderungen (z. B. bei einer neuen Einstufung der verwendeten oder im Arbeitsprozess entstehenden Gefahrstoffe, bei Änderungen des Arbeitsverfahrens) wiederholt werden.

Die vorliegende DGUV Information soll Sie bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung unterstützen. Hilfestellungen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung liefern die Online-Hilfen der Unfallversicherungsträger, die in Anhang 1 gelistet sind.

### Gefahrstoffermittlung

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung müssen in einem ersten Schritt die im Betrieb verwendeten Arbeitsstoffe erfasst und geprüft werden, ob diese Gefahrstoffe sind oder solche enthalten. Im zweiten Schritt sind die im Arbeitsprozess entstehenden Gefahrstoffe (z. B. Holzstaub oder Schweißrauche) zu ermitteln. Die Erfassung kann arbeitsplatz- oder arbeitsbereichsbezogen erfolgen. Anhang 6 enthält hierzu als Hilfestellung einen Erfassungsbogen. Es ist empfehlenswert, diese Ermittlungen unter Einbeziehung von fachkundigen Personen (z. B. Fachkraft für Arbeitssicherheit) vorzunehmen.

### Gefahrstoffverzeichnis

Das Gefahrstoffverzeichnis der im Betrieb verwendeten Gefahrstoffe ist die Grundlage aller Maßnahmen im Zusammenhang mit der Handhabung, der Lagerung, dem Transport und der Entsorgung von Gefahrstoffen. Auch für eine sinnvolle Lagerverwaltung ist ein Überblick über die vorhandenen Bestände von grundlegender Bedeutung.

Eine Bestandsaufnahme der im Betrieb vorhandenen Gefahrstoffe unter Arbeits- und Umweltschutzgesichtspunkten hat viele Vorteile. Zu große Lagerbestände werden erkannt und können reduziert werden. Nicht mehr benötigte Stoffe können entsorgt werden und belasten das Lager nicht mehr. Werden im Betrieb für den gleichen Zweck Stoffe von verschiedenen herstellenden Firmen verwendet, sollte nur noch ein Stoff beschafft werden. Dies vereinfacht die Führung des Gefahrstoffverzeichnisses (und letztlich auch den Aufwand bei der Gefährdungsbeurteilung). Anhand der Auflistung kann auch geprüft werden, ob ggf. Gefahrstoffe getrennt gelagert werden müssen, da sie beispielsweise bei einem Lagerunfall gefährlich miteinander reagieren können. Ist das der Fall, ist eine getrennte Lagerung notwendig.

Sowohl die DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ mit der dazugehörigen DGUV Regel 100-001 „Grundsätze der Prävention“ als auch die Gefahrstoffverordnung fordern von der Leitung im Betrieb zu ermitteln, ob Gefahrstoffe eingesetzt werden, welche Gefahren von diesen Stoffen ausgehen und welche Schutzmaßnahmen notwendig sind. Auch hierfür wird als Grundlage aller Ermittlungen eine Liste der im Betrieb eingesetzten Gefahrstoffe benötigt. Die Unternehmensleitung ist verpflichtet, ein Verzeichnis aller ermittelten Gefahrstoffe zu führen. Dieses sollte folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Gefahrstoffes
- Verweis auf das jeweilige Sicherheitsdatenblatt
- Gefährliche Eigenschaften (Einstufung nach CLP-Verordnung)
- Arbeitsbereiche
- Mengenbereiche im Betrieb (regelmäßiger Verbrauch)

Die Angaben können schriftlich festgehalten oder auf elektronischen Datenträgern gespeichert werden. Das Verzeichnis ist bei wesentlichen Änderungen fortzuschreiben und mindestens einmal jährlich zu überprüfen. Es ist kurzfristig verfügbar aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

Das Gefahrstoffverzeichnis muss auch diejenigen Gefahrstoffe umfassen, die bei Tätigkeiten entstehen (z. B. Holzstaub, Schweißrauche) oder freigesetzt werden, z. B. bei additiven Verfahren.

Konkrete Hinweise zum Erstellen eines Gefahrstoffverzeichnisses enthält die Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“.

Das Gefahrstoffverzeichnis kann arbeitsbereichs- oder arbeitsplatzbezogen geführt werden. Das Gefahrstoffverzeichnis kann mit EDV-Programmen, z. B. WINGISonline, erstellt werden.

Die Aufnahme eines Gefahrstoffes in das Gefahrstoffverzeichnis ist nicht erforderlich, wenn die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass hinsichtlich der verwendeten Mengen und der Expositionssituation nur eine geringe Gefährdung vorliegt. Dies ist zum Beispiel der Fall bei der Ausbesserung kleiner Lackschäden mit Lackpens oder die Verwendung und Aufbewahrung haushaltsüblicher Mengen an Klebstoffen.

## 1.4 Gefährdungsermittlung und Festlegung von Schutzmaßnahmen

Bevor Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt werden, müssen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung alle Gefährdungen (Gesundheitsgefahren sowie Brand- und Explosionsgefahren) ermittelt und die notwendigen Schutzmaßnahmen festgelegt werden. Lässt sich aus der Gefährdungsermittlung das Auftreten gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher ausschließen, so ist zu ermitteln, ob die Belastungen für die Beschäftigten mit den vorgesehenen Schutzmaßnahmen minimiert werden. Hierbei sind auch diejenigen Stoffe zu erfassen, die bei den eingesetzten Arbeitsverfahren entstehen oder freigesetzt werden, zum Beispiel Schweißrauche, Holzstaub, mineralische Stäube. Im Rahmen der Wirkungs-

Kontrolle der Schutzmaßnahmen können auch Gefahrstoffmessungen zur Ermittlung der Expositionssituation und die Überprüfung anhand von Grenzwerten<sup>5</sup> erforderlich sein.

Ebenso muss ermittelt werden, ob eine Gefährdung durch Hautkontakt vorliegt. Dies ist der Fall, wenn bei Tätigkeiten mit hautgefährdenden, hautresorptiven oder hautsensibilisierenden Gefahrstoffen eine Gefährdung der Gesundheit der Beschäftigten nicht auszuschließen ist oder die Tätigkeit mit Feuchtarbeit verbunden ist. Letzteres kann zutreffen, wenn ein erheblicher Teil der Arbeitszeit im feuchten Milieu erfolgt (mehr als zwei Stunden/Schicht), die Hände häufig bzw. intensiv gereinigt werden müssen oder das Tragen flüssigkeitsdichter Handschuhe über einen längeren Zeitraum erforderlich ist.

Ergibt die Gefährdungsbeurteilung für einen betrachteten Arbeitsplatz, dass die in dieser Information beschriebenen Gefährdungen zutreffen, können die vorgeschlagenen Schutzmaßnahmen eingesetzt werden, um die Gefährdungen zu minimieren oder zu beseitigen.

Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren.

Eine Unterstützung zur Auswahl und Festlegung von Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen liefert die DGUV Information 213-080 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ sowie die Informationen der BG RCI in der Reihe „Kurz und Bündig“ KB023 „Tätigkeiten mit Gefahrstoffen – Einführung, Grundpflichten, Gefährdungsbeurteilung“ und KB028-1 „Brand- und Explosionsgefahren – Schutzmaßnahmen für sichere Tätigkeiten mit brennbaren Stoffen“.

## 1.5 Betriebsanweisung und Unterweisung

### 1.5.1 Betriebsanweisung

Um sichere und sachgerechte Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu gewährleisten, müssen die Beschäftigten umfassend informiert werden. Daher sind für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nach Gefahrstoffverordnung Betriebsanweisungen zu erstellen.

Die Gefahrstoffverordnung führt die Punkte auf, die eine Betriebsanweisung beinhalten muss. Die Unternehmensleitung und die Vorgesetzten haben arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisungen zu erstellen, in denen auf die bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt werden. Auf die sachgerechte Entsorgung entstehender gefährlicher Abfälle ist hinzuweisen. In der Betriebsanweisung sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über die Erste Hilfe zu treffen. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form, in der Sprache der Beschäftigten abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen.

Genauere Hinweise für das Erstellen von Betriebsanweisungen und die Durchführung von Unterweisungen enthält die Technische Regel TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“.

Bei der Erstellung der Betriebsanweisungen können Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsarzt oder Betriebsärztin die Leitung oder die Vorgesetzten fachkundig unterstützen.

#### Erstellung der Betriebsanweisung

Betriebsanweisungen sollen folgende Gliederungspunkte enthalten:

- Gefahren für Mensch und Umwelt
- Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln
- Verhalten im Gefahrfall
- Erste Hilfe und
- sachgerechte Entsorgung

<sup>5</sup> Grenzwerte können Luftgrenzwerte oder Biologische Grenzwerte (BGW) sein. Unter Luftgrenzwerten sind die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW), stoffspezifische Beurteilungswerte sowie Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen zu verstehen. AGW werden in der TRGS 900, BGW in der TRGS 903 und Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen in der TRGS 910 veröffentlicht. Stoffspezifische Beurteilungswerte werden in stoffspezifischen TRGS veröffentlicht. (siehe Anhang I „Literaturverzeichnis“)

Alle notwendigen stoff-, tätigkeits- und arbeitsplatzbezogenen Informationen sind bei den Gliederungspunkten zu ergänzen.

Vorlagen oder Entwürfe von Betriebsanweisungen beispielsweise der Lieferanten oder aus PC-Programmen, Online-Hilfen (z. B. WINGISonline oder GisChem) sowie weitere Hilfestellungen der Unfallversicherungsträger, müssen durch betriebs- oder tätigkeitsbezogene Angaben ergänzt werden (siehe Anhang 1). Dies gilt auch für die im Anhang 7 dieser Information enthaltenen Entwürfe, die mit dem Programm WINGISonline erstellt wurden.

Die notwendigen Ergänzungen erfordern keine besonderen Gefahrstoffkenntnisse, sondern lediglich die Kenntnis des Betriebes und der jeweiligen Tätigkeiten. Aus diesem Grund können folgende Ergänzungen leicht eingearbeitet werden:

- Name des Betriebs
- Betriebsspezifische Erläuterungen zur persönlichen Schutzausrüstung (z. B. genaue Artikelbezeichnung oder konkrete Hinweise auf die Farbe von Handschuhen).
- Sinnvoll ist alles, was den Beschäftigten konkrete Hinweise für die Auswahl gibt!
- Unfalltelefonnummer und Angabe des Arztes/der Ärztin oder der Klinik
- Fluchtweg, falls besondere Bedingungen von den Beschäftigten zu beachten sind
- Name der Ersthelfer/Ersthelferinnen
- Betriebsbezogene Entsorgungshinweise.

Betriebsanweisungen sollen in Form und Sprache für alle Beschäftigten verständlich sein. Betriebsanweisungen, die beispielsweise mit dem Gefahrstoffinformationssystem WINGISonline erstellt werden, können deshalb in 17 Sprachen ausgegeben werden.

Wenn diese Ergänzungen erfolgt sind, muss die Werkstattleitung die Betriebsanweisung für ihren Betrieb in Kraft setzen.

Die Werkstattleitung hat dafür Sorge zu tragen, dass den Beschäftigten die Betriebsanweisungen zur Verfügung stehen.

### 1.5.2 Unterweisung

Die Unterweisungen der Beschäftigten müssen erstmalig vor Beginn der Tätigkeit und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen. Es kann sinnvoll sein, u. a. Berufsanfänger in einem häufigeren Rhythmus zu unterweisen.

Die Betriebsanweisung ist die erforderliche Grundlage für die Unterweisung der Beschäftigten.

Die Beschäftigten, die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausüben, müssen anhand der Betriebsanweisung über die auftretenden Gefahren am Arbeitsplatz sowie über die Schutzmaßnahmen unterwiesen werden.

Darüber hinaus sind die Beschäftigten arbeitsmedizinisch-toxikologisch zu beraten. Es ist sinnvoll, dass die unterweisende Person sich vergewissert, ob die Inhalte der Unterweisung auch verstanden wurden, z. B. durch Verständnisfragen. Es hat sich bewährt, bestimmte Teile der Unterweisung praxisbezogen durchzuführen, z. B. das An- und Ausziehen von Schutzhandschuhen, das Anlegen von Atemschutz usw. Eine wertvolle Unterstützung bei der Unterweisung bilden die Kurzfilme des Sachgebiets "Schutzkleidung" der DGUV bei der Handhabung von Chemikalienschutzhandschuhen ([www.dguv.de](http://www.dguv.de); Webcode: d111060).

Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisungen sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Der Nachweis der Unterweisung ist zwei Jahre aufzubewahren.

Wechseln Arbeitsplatzbedingungen häufig, so ist die Unterweisung von besonderer Bedeutung. Insbesondere bei verändertem Produkteinsatz oder Änderung des Arbeitsverfahrens ist eine Unterweisung erneut durchzuführen. Eine besondere Aufmerksamkeit gilt der Unterweisung von neuen Beschäftigten.

Nicht jede Unterweisung muss folglich sehr ausführlich und zeitraubend sein. Prinzipiell ist es viel wichtiger, konkrete Anweisungen öfter zu wiederholen und schon vermitteltes Wissen aufzufrischen.



Abb. 1 Unterweisung anhand der Betriebsanweisung

Grundlegende Kenntnisse hingegen sollten ohne Zeitdruck in Form eines ausführlichen Gespräches den Beschäftigten nahegebracht und von den Unterwiesenen durch Unterschrift bestätigt werden. Wertvolle Unterstützung zur Unterweisung liefern auch die „Sicherheitskurzgespräche“ (SKG) der BG RCI, siehe Literaturliste in Anhang 1.

## 1.6 Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

### 1.6.1 Ersatzstoffe und Ersatzverfahren (Substitution)

An erster Stelle der Schutzmaßnahmen steht der Einsatz von Ersatzstoffen und Ersatzverfahren, die ein geringeres gesundheitliches Risiko aufweisen.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung müssen die Unternehmensleitung bzw. die Vorgesetzten prüfen, ob nicht ein ungefährlicheres Ersatzprodukt, eine emissionsärmere Verwendungsform oder ein emissionsärmeres Verwendungsverfahren gewählt werden kann. Das Ergebnis der Prüfung ist zu dokumentieren. Die Entscheidung über die Verwendung eines Ersatzstoffes oder eines Ersatzverfahrens hängt von der gesundheitlichen Bewertung, der technischen Eignung und von betrieblichen Faktoren ab. Näheres regeln die TRGS 600 „Substitution“ und weitere

TRGS der 600-Reihe (siehe Anhang 1 Literatur). Die Entscheidung, welches Produkt im Einzelfall einzusetzen ist, bleibt grundsätzlich bei der Leitung, die die Verantwortung für die durchgeführten Tätigkeiten hat.

Für Bauchemikalien wurde vom Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (GIS-BAU) eine Bewertung der Produkte unter dem Gesichtspunkt des gesundheitlichen Risikos vorgenommen. Dem Anwender oder der Anwenderin wurde die Beurteilung jedes Einzelproduktes abgenommen, in dem Produkte mit ähnlicher chemischer Zusammensetzung, ähnlichem Einsatzzweck und vergleichbarer Gefährdung in Produktgruppen zusammengefasst wurden. Diesen wurden GISCODES zugewiesen, die eine Buchstaben-Zahlen-Kombination (Kennziffer) darstellen, die die Herstellerinformationen für den betrieblichen Anwender verständlicher machen und die Ersatzstoffsuche erleichtern sollen. Je höher die Kennziffer eines Codes ist, umso gefährlicher ist das Produkt (siehe GISCODES unter WINGISonline).

### 1.6.2 Technische Schutzmaßnahmen

Technische Maßnahmen sind dann erforderlich, wenn Ersatzstoffe und Ersatzverfahren nicht zur Verfügung stehen oder nach Einführung von Ersatzstoffen und Ersatzverfahren weiterhin eine Gefährdung besteht.



Zu den technischen Maßnahmen zählen (s. Tabelle 3):

- Geschlossene Systeme  
Diese verhindern, dass während des Betriebs der Anlage zwischen dem Gefahrstoff enthaltenden Innenraum und der Umgebung eine betriebsmäßig offene Verbindung besteht und ein Stoffaustritt sicher ausgeschlossen wird.
- Lufttechnische Maßnahmen an der Entstehungsstelle (prozesslufttechnische Maßnahmen)  
Dazu gehört das Erfassen der Emissionen an der Entstehungsstelle, die Abführung und Abscheidung der Stoffe sowie evtl. die Luftrückführung.
- Raumluftechnische Maßnahmen  
Die Raumlüftung dient dem geführten und kontrollierten Luftaustausch im Arbeitsraum und kann entweder über freie Lüftung, über Anlagen zur Raumlüftung oder über eine Kombination beider Lüftungsarten (Hybridlüftung z. B. Abluft über eine technische Anlage und Zuluft über Fenster, Türen etc.) erfolgen.


Geschlossene Systeme sind äußerst wirksam aber nicht immer realisierbar. Um trotzdem die Exposition zu verringern oder sogar zu verhindern sind Maßnahmen zur Direkterfassung an der Entstehungsstelle vor den Maßnahmen zur Raumlüftung vorzuziehen.

Allgemeine Anforderungen für die richtige Auswahl von Erfassungseinrichtungen sind:

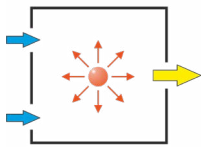
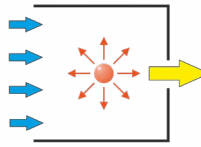
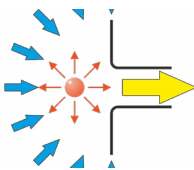
- Die strömungstechnische Gestaltung muss so umgesetzt werden, dass Luftverunreinigungen an der Emissionsstelle möglichst vollständig erfasst werden.
- Die räumliche Anordnung muss so umgesetzt werden, dass Luftverunreinigungen nicht durch den Atembereich der Beschäftigten geführt werden.
- Erfassungseinrichtungen müssen den zu erwartenden Beanspruchungen (z. B. Abrasion, Korrosion) standhalten.
- Erfassungseinrichtungen sollten mit Vorrichtungen (z. B. Gitter, Maschendraht oder Prallblechen) ausgerüstet sein, die das Einsaugen unerwünschter Teile (z. B. Späne, Werkstücke, glühende Partikel) in die Luftleitungen minimieren.
- Erfassungseinrichtungen müssen den brandschutztechnischen Anforderungen genügen. Sie sind so zu gestalten, dass sich brennbare oder ölnebelhaltige Stäube in ihnen nicht ablagern und Glutnester bilden können (z. B. durch einen Vorabscheider) bzw. derartige Ablagerungen leicht entfernt werden können (Revisionsöffnungen o.ä.).

Für die Erfassung der Gefahrstoffe stehen in ihrer Wirksamkeit unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung (siehe Tabelle 4).

**Tabelle 3** Technische Schutzmaßnahmen und ihre Rangfolge

Technische Schutzmaßnahmen	Rangfolge/ Wirksamkeit	Beispiele
Geschlossene Systeme		Rohrleitungssysteme, Silo, Sandstrahlgerät etc.
Erfassung an der Entstehungsstelle		Geschlossene, halboffene oder offene Erfassungssysteme (Werkzeugmaschine, Spritzwand, Absaughaube)
Maßnahmen zur Raumlüftung		Hallenzu- und -abluft über freie oder maschinelle Lüftung

**Tabelle 4** Bauarten der Erfassung und ihre Wirkungsweise\*

Bauart	Schema	Wirkungsweise
geschlossen (z. B. Kapselung, Einhausung)	 <p>Emissionsstelle vollständig eingehaust</p>	Die Erfassungseinrichtung umschließt die Emissionsstelle allseitig vollständig; die belastete Luft wird aus dem umschlossenen Raum abgesaugt; Luft strömt aus der Umgebung gezielt durch Öffnungen nach.
halboffen (z. B. Absaugstand, Abzugschrank, Werkzeugeinkleidung)	 <p>Emissionsstelle innerhalb der Erfassungseinrichtung</p>	Emissionsstelle liegt innerhalb der Erfassungseinrichtung, die abgesaugt wird; die Luft kann nur aus einer Richtung gezielt nachströmen (offene Seite)
offen (z. B. Saugrohr, Saugrohr mit Flansch/Düsenplatte, Absaugtrichter, Absaughaube, Badabsaugung)	 <p>Emissionsstelle außerhalb der Erfassungseinrichtung</p>	Emissionsstelle liegt außerhalb der Erfassungseinrichtung, die nachströmende Luft kommt aus verschiedenen Richtungen (undefinierte Nachströmung)

Wo es möglich ist, sind Erfassungseinrichtungen geschlossener Bauart einzusetzen. Nur sie ermöglichen eine vollständige Erfassung der Gefahrstoffe. Gegenüber halboffenen und vor allem gegenüber offenen Erfassungseinrichtungen erfordern geschlossene Einrichtungen deutlich niedrigere Absaugluftvolumenströme. Außerdem ist die Störbeeinflussung umso niedriger je umschlossener die Emissionsquelle ist.

Bei halboffenen Erfassungseinrichtungen (z. B. Spritzstand) und einer stark gerichteten Emissionsausbreitung (z. B. Spritzen, Schleifen etc.) ist es wichtig, dass die Erfassungseinrichtung ausreichend tief gebaut ist, um die Eigenbewegung der Emissionen zu reduzieren, bevor durch einen Erfassungsluftvolumenstrom eine Ablenkung der Aerosole möglich wird und die Erfassungswirkung der Einrichtung wirken kann.

**Abb. 2** Eingehauste Drehmaschine mit Absaugung

\* Auszug aus der Regel 109-002, Tabelle 4, S. 14

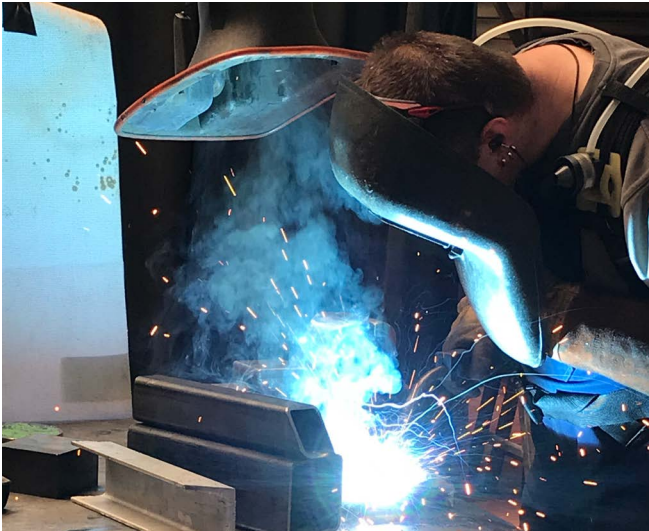


Abb. 3 Saugrohr mit Düsenplatte für Schweißrauch



Abb. 4 halboffene Spritzkabine

Offene Erfassungssysteme haben nur einen begrenzten Erfassungsbereich und müssen, um überhaupt eine ausreichende Erfassung zu gewährleisten, auf den jeweiligen Anwendungsfall ausgerichtet werden.

Der Mindestluftvolumenstrom muss an der Erfassungsöffnung anliegen und darf nicht durch zahlreiche Umlenkungen, die zu einem erhöhten Widerstand führen stark abgeschwächt werden.

Analog zu den halboffenen Erfassungssystemen bestehen bei den offenen Systemen noch größere Probleme bei Tätigkeiten wie Schleifen oder Spritzen, wo Stoffe mit einer hohen Eigengeschwindigkeit freigesetzt werden. Die Erfassungsgeschwindigkeit muss an der Erfassungsstelle mindestens so hoch sein, dass diese Stoffe von der Erfassungsluft vollständig aufgenommen werden können, oder die Eigengeschwindigkeit der Stoffe muss erst durch z. B. eine tiefere Erfassungseinrichtung abgebaut werden, bevor die Gefahrstoffe durch den Erfassungsluftvolumenstrom erfasst werden können.

Weitere Informationen liefern Richtlinien und Normen, z. B. VDI 2262 Bl. 4 „Erfassung luftfremder Stoffe“ sowie die VDI 3802 Bl. 2 „Absaugung luftfremder Stoffe an materialabtragenden Werkzeugmaschinen“, als auch verschiedene Technische Regeln für Gefahrstoffe sowie DGUV Regeln und Informationen (siehe Anhang 1).

### Raumluftechnische Maßnahmen

Die Raumlüftung hat verschiedene Aufgaben zu erfüllen:

- Ausgleich des Luftdefizites, das durch die Absaugung (Erfassung) entstanden ist
- Abführung nicht erfasster Gefahrstoffe
- Schaffung und Aufrechterhaltung eines erträglichen Raumklimas

Folgende Prinzipien müssen bei der Planung von Anlagen zur Raumlüftung beachtet werden:

- Ein Überströmen von Raumlüftung und darin enthaltenen Luftverunreinigungen in benachbarte Räume ist zu vermeiden.
- Die Luftführung ist so zu gestalten, dass die Luft von unbelasteten Arbeitsplätzen zu belasteten Arbeitsplätzen strömt.
- Fortluft- und Außenluftöffnungen müssen so zueinander angeordnet sein, dass die Fortluft oder Teile davon nicht wieder angesaugt und in den Raum zurückgeführt werden (Kurzschlusslüftung). Gleiches gilt auch für Zuluft- und Abluftöffnungen im Raum.
- Die Luftführung soll so gewählt sein, dass die natürliche Bewegungsrichtung (z. B. Thermik) der verunreinigten Luftströme unterstützt wird. Die Luftverunreinigungen dürfen dabei nicht durch den Atembereich der Beschäftigten geführt werden. Die Zuluft muss zur Unterstützung der Luftführung in geeigneter Weise zugeführt sein.



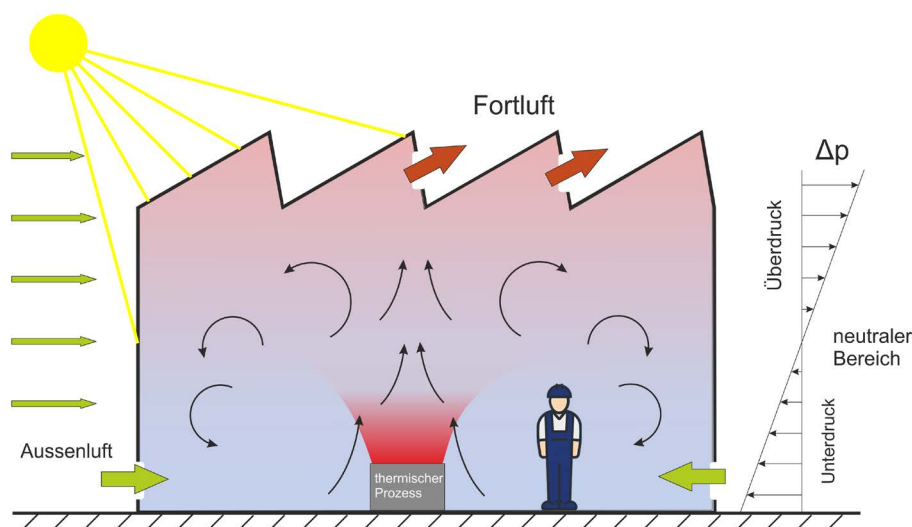


Abb. 5 Druckunterschiede zwischen Innen und Außen, infolge von Temperaturunterschieden und Wind

Man unterscheidet zwei Arten der Raumlüftung:

- die freie Lüftung und
- die maschinelle Lüftung.

#### Freie Lüftung

Die Luftförderung erfolgt durch Druckunterschiede zwischen Innen und Außen, infolge von Temperaturunterschieden und Wind.

Folgende Arten der freien Lüftung werden unterschieden:

- Fugenlüftung; Luftzufuhr durch Undichtigkeiten an Fenstern und Türen
- Fensterlüftung, Türlüftung; Luftzufuhr durch Öffnen der Fenster/Türen oder speziellen Lüftungsschlitzen
- Schachtlüftung; Luftzufuhr durch Schornsteinwirkung
- Dachaufsatzlüftung; Luftzufuhr durch Auftriebswirkung

#### Maschinelle Lüftung

Bei der maschinellen Lüftung lässt sich gegenüber der freien Lüftung nicht nur ein vorgegebener Luftaustausch einstellen, sondern auch eine auf die räumlichen oder produktionstechnischen Belange abgestimmte Luftführung gewährleisten.

Die Art und Weise, wie die Luft den Raum durchströmt und die im Raum vorhandene Luft ersetzt, bestimmt die Wirksamkeit der Lüftung. Im Wesentlichen können folgende Arten der Luftführung unterschieden werden:

- Verdrängungsströmung
- Schichtströmung
- Mischströmung

#### Verdrängungsströmung

Durch die möglichst gleichmäßige Zufuhr der Zuluft über eine große Fläche werden die Emissionen aus dem Raum verdrängt. Verdrängungslüftung ist aufgrund des hohen Luftvolumenstroms nur für sehr hohe Anforderungen an die Luftqualität oder hohe Gefahrstofflasten zweckmäßig (z. B. Lackierkabinen).

Durch eine gezielte Führung der Zu- und Abluft werden Luftverunreinigungen aus dem Atembereich der Beschäftigten verdrängt. Die Luftführung kann sowohl horizontal als auch vertikal erfolgen. Die Eigenbewegung (Thermik, Eigenimpuls) der Stoffe soll dabei genutzt werden.

#### Schichtströmung

Sind in einem Raum Wärmequellen vorhanden (z. B. Öfen, Maschinen, warme Produkte, viele Menschen) werden mit dem dabei entstehenden Thermikstrom Stoff- und Wärmelasten nach oben transportiert, wo sie dann abzuführen sind. Bei der Schichtströmung wird der durch Thermik auf-

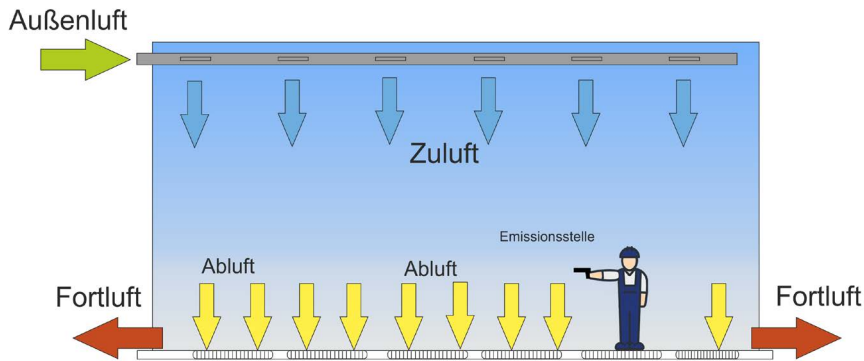


Abb. 6 Lüftung durch Verdrängungsströmung

steigende Luftstrom durch unbelastete Zuluft im Bodenbereich ersetzt. Dadurch wird ein Rückströmen belasteter Luft aus dem Deckenbereich verhindert. So entsteht im Arbeitsbereich eine weitgehend unbelastete Luftschicht.

**Mischströmung**

Zuluft wird mit großem Impuls in den Raum eingebracht, die sich dann mit der belasteten Raumluft vermischt. Auf diese Art wird eine Verdünnung der Konzentration der Luftverunreinigungen in der Raumluft erreicht.

Die Mischströmung ist geeignet für Hallen mit geringer Wärmelast. Sie ist nicht geeignet für Hallen mit hohen Wärmelasten und zur gerichteten Abführung von Stofflasten.

Das Diagramm in Abbildung 9 dient zur Entscheidungsfindung welches lüftungstechnische System zu bevorzugen und welche Konsequenzen sich daraus ergeben.

Zur Ermittlung der notwendigen Erfassungsluftvolumenströme bei der Direkterfassung sowie auch der Zu- und Abluftvolumenströme von Anlagen zur Raumlüftung muss eine genaue Analyse der Lasten (Stoffe, Wärme, Feuchte) erfolgen. Eine Hilfestellung bietet unter anderem die VDI Richtlinienreihe 2262.

Nach Gefahrstoffverordnung ist im Sinne der Rangfolge der lufttechnischen Schutzmaßnahmen die Erfassung an der Entstehungsstelle den raumlufttechnischen Maßnahmen vorzuziehen.

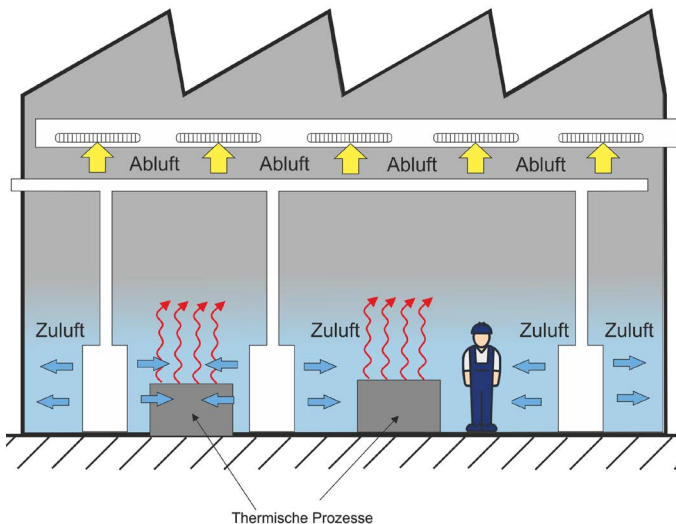


Abb. 7 Lüftung durch Schichtströmung

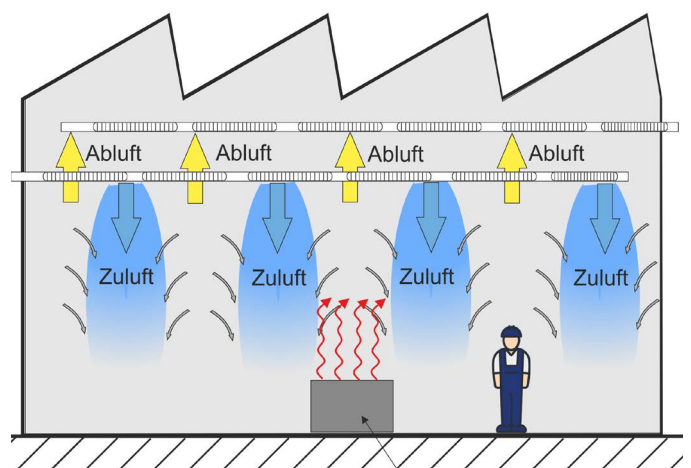


Abb. 8 Lüftung durch Mischströmung

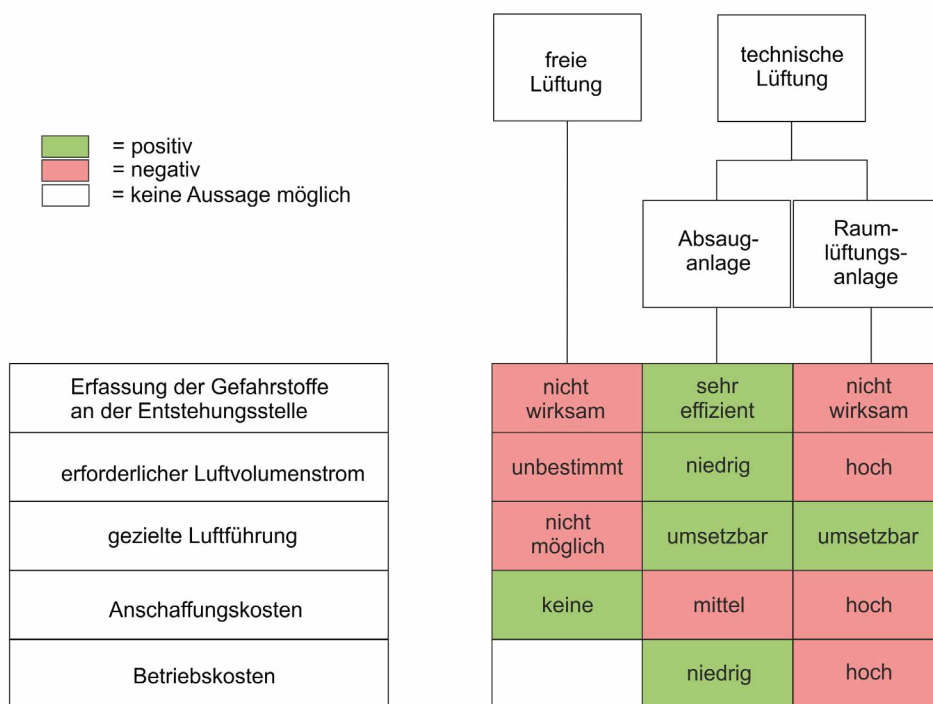


Abb. 9 Entscheidungsfindung lüftungstechnischer Systeme

Die Wirksamkeit der technischen Maßnahmen muss regelmäßig, mindestens jedoch alle 3 Jahre, überprüft werden, die Wirksamkeit der lufttechnischen Maßnahmen mindestens jährlich.

Hinweise auf erforderliche lufttechnische Maßnahmen werden im fachspezifischen Teil gegeben.

### 1.6.3 Organisatorische Maßnahmen

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind folgende organisatorischen Maßnahmen durchzuführen:

- Am Arbeitsplatz ist darauf zu achten, dass nur die für den Fortgang der Arbeiten benötigten Gefahrstoffe bereitgestellt sind.
- Gebinde sind stets verschlossen aufzubewahren.
- Nicht mehr benötigte Gefahrstoffe sind sachgerecht zu entsorgen.
- Verschüttete Gefahrstoffe sind mit geeigneten Absorptionsmitteln zu beseitigen. Hinweise hierzu gibt das Sicherheitsdatenblatt und die Betriebsanweisung.
- Begrenzung der Anzahl der Beschäftigten, die den Gefahrstoffen ausgesetzt sind.
- Vermeidung der Exposition Unbeteiligter, z. B. durch Trennung gefahrstoffbelasteter Bereiche von anderen Bereichen.

- Minimierung der Expositionszeiten, z. B. durch das Verlegen von Arbeiten, die mit einer hohen Gefahrstoffexposition verbunden sind, an das Schichtende.
- Getrennte Aufbewahrung von Straßen- und Schutzkleidung sowie verschmutzter Arbeitskleidung, wenn hieraus eine Gefährdung durch Kontamination der Straßenkleidung entstehen kann.

Finden Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen statt oder entstehen solche und liegt eine Gefährdung der Gesundheit der Beschäftigten vor, z. B. bei

- Eichen- und Buchenholzstaub, wenn der Grenzwert für Holzstaub überschritten wird,
  - quarzhaltigem Staub, wenn der Beurteilungswert für Quarz überschritten wird,
  - Schweißrauchen, wenn der Beurteilungsmaßstab für Chrom(VI)-Verbindungen bzw. die Akzeptanzkonzentration für krebserzeugende Nickel-Verbindungen überschritten wird,
- müssen Beschäftigte in ein Expositionsverzeichnis nach § 14 (3) GefStoffV eingetragen werden.

Wenn bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen die entsprechenden Grenzwerte eingehalten werden und keine Gefährdung durch hautresorptive Gefahrstoffe vorliegt, ist der Eintrag in

das Expositionsverzeichnis empfehlenswert (Nachweis für spätere Berufskrankheitenverfahren). Erläuterungen hierzu sind in der TRGS 410 „Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“ zu entnehmen.

Online steht die „Datenbank zur zentralen Erfassung gegenüber krebserzeugenden Stoffen exponierter Beschäftigter – ZED“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zur Verfügung [zed.dguv.de](https://zed.dguv.de).

Weitere Hinweise auf geeignete organisatorische Maßnahmen werden im fachspezifischen Teil gegeben.

### Hygienische Maßnahmen

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind folgende hygienische Maßnahmen einzuhalten:

- In Arbeitsbereichen, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt werden, darf nicht gegessen, getrunken oder geraucht werden. Über das Rauchen können zusätzliche Gefahrstoffe aus der Umgebung in den Körper aufgenommen werden. In der Glimmzone des Tabaks wandeln sich viele Gefahrstoffe in zum Teil noch gefährlichere Stoffe um, zum Beispiel chlorierte Kohlenwasserstoffe in Salzsäure und Phosgen. Die gesundheitsschädigende Wirkung mancher Gefahrstoffe kann durch das Rauchen verstärkt werden. Außerdem stellen glimmende Tabakprodukte Zündquellen für entzündbare Gefahrstoffe dar.
- In den Räumen, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt werden, oder in zumutbarer Entfernung, muss eine Waschgelegenheit (z. B. Waschbecken, Seifenspender und Papierhandtücher) vorhanden sein. Durch mangelnde Händehygiene können Gefahrstoffe bei der Nahrungsaufnahme oder beim Rauchen auch oral aufgenommen werden.
- Mit Gefahrstoffen verunreinigte Arbeitskleidung ist vor dem Betreten von Sozialräumen abzulegen.
- Mit ätzenden, sensibilisierenden oder hautresorptiven Gefahrstoffen verunreinigte Arbeitskleidung ist sofort zu wechseln, um den Hautkontakt zu unterbinden.

### 1.6.4 Aufbewahrung und Lagerung

Gefahrstoffe sind so aufzubewahren oder zu lagern, dass sie die menschliche Gesundheit und die Umwelt nicht gefährden und ein Missbrauch oder ein Fehlgebrauch nach Möglichkeit verhindert wird. Dabei dürfen Gefahrstoffe durchaus in Werkstätten bereitgestellt werden, wenn sie regelmäßig verwendet werden und die Packungsgröße der kleinstmöglichen Verpackung entspricht. Es sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Gefahrstoffe müssen so gelagert werden, dass sie für Unbefugte nicht zugänglich sind. Diese Forderung ist erfüllt, wenn die Lagerräume oder Schränke verschlossen sind.
- Gefahrstoffe dürfen nur in Behältern aufbewahrt werden, die aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden Beanspruchungen standhalten. Originalgefäße entsprechen in der Regel diesen Anforderungen. Aber auch Originalgefäße unterliegen einem Alterungsprozess und sollten deshalb regelmäßig einer Sichtprüfung unterzogen werden.
- Werden Gefahrstoffe umgefüllt, müssen die Gebinde geeignet sein. Insbesondere bei lösemittelhaltigen Produkten besteht die Gefahr der Versprödung, Verformung oder der Diffusion, wenn in nicht dafür vorgesehenen Kunststoffbehältern umgefüllt wird. Die Gebinde müssen wie die Originalgebinde gekennzeichnet werden.
- Gefahrstoffe dürfen nicht in Lebensmittelbehältern aufbewahrt oder gelagert werden (d. h. keine Gefahrstoffe in Getränkeflaschen!).
- Behälter mit Gefahrstoffen sind stets geschlossen aufzubewahren und zu lagern.
- Gefahrstoffe, die gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Rauche entwickeln, sind in Schränken aufzubewahren, die wirksam entlüftet werden.
- In unmittelbarer Nähe der Lagerbehälter mit entzündbaren Flüssigkeiten dürfen sich keine wirksamen Zündquellen befinden.
- Gefahrstoffe sind so aufzubewahren, dass freiwerdende Stoffe leicht erkannt werden können. Freigesetzte Stoffe müssen umgehend beseitigt werden. Die dafür notwendige Schutzausrüstung muss schnell erreichbar aufbewahrt werden.
- Behälter mit flüssigen Gefahrstoffen müssen in Auffangbehälter/-wannen gestellt werden. Die Auffangwannen müssen 10% des Inhalts der Gefäße, mindestens aber den Inhalt des größten Gefäßes auffangen können. Werden entzündbare Flüssigkeiten






aufbewahrt, sind die Auffangwannen zu erden. Stoffe, die miteinander reagieren können, dürfen nicht zusammen in einen Auffangbehälter gestellt werden.

- Verschiedene Stoffe dürfen miteinander oder mit anderen Materialien nur zusammen gelagert werden, sofern es hierdurch nicht zu einer wesentlichen Gefahren-erhöhung kommt. Das besteht z. B. bei der Zusammenlagerung von Gefahrstoffen mit Druckgasflaschen

(siehe Auszug aus den Zusammenlagerungsverboten in der TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ in nachfolgender Tabelle 6).

Bei der Aufbewahrung von Gefahrstoffen außerhalb von Lagerräumen sind Mengengrenzen zu beachten, siehe Tabelle 5.

**Tabelle 5** Höchstmenge bei Aufbewahrung von Gefahrstoffen außerhalb von Lagerräumen.  
Die genannte Höchstmenge jeder Gruppe muss eingehalten werden.

Gefahrstoff	Beispiele	Piktogramm	Gefahrenhinweise	Höchstmenge
Extrem und leicht entzündbare Flüssigkeiten	Verdünnung		H224, H225	Bis 20 kg, davon bis 10 kg extrem entzündbar; Zerknirschliche Behälter max. 2,5 Liter Fassungsvermögen <sup>6</sup>
Entzündbare Flüssigkeiten	Lösemittelhaltige Farben und Lacke		H226	Bis 100 kg
Gase in Aerosolpackungen/Druckgaskartuschen	Rostlöser		H220, H221	Bis 20 kg oder bis 50 Stück
Gase	Acetylen Sauerstoff			1 Flasche <sup>7</sup>
Ätzende Stoffe	Batterieflüssigkeit, Härter von Epoxidharzen		H314	Bis 1000 kg

<sup>6</sup> Entzündbare Flüssigkeiten dürfen nicht in zerbrechlichen oder nicht leitfähigen Behältern mit einem Fassungsvermögen über 2,5 l gelagert werden. Die Behälter müssen in einer Auffangeinrichtung eingestellt werden, die das gesamte Lagervolumen aufnehmen kann.

<sup>7</sup> siehe Abschnitt 1.9.7, Gase sollten nur in speziellen Lagern im Freien gelagert werden. In Räumen dürfen sie nur gelagert werden, wenn eine Dichtheitsprüfung nach TRGS 745 erfolgt ist. Dies ist in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.




Gefahrstoff	Beispiele	Piktogramm	Gefahrenhinweise	Höchstmenge
Reizende Stoffe	Epoxidharze	 	H315, H318, H319, H335, H317	Bis 1000 kg
Gesundheitsschädliche Stoffe	Lacke, Polyurethane		H302, H312, H332, H334	Bis 1000 kg
Summe aller Gefahrstoffe außerhalb von Lagern				Bis 1500 kg



Abb. 10 Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten in einem Sicherheitsschrank

Werden die in Tabelle 5 genannten Grenzen überschritten, so muss die Lagerung in speziellen Lagerräumen erfolgen. Die Lagerräume müssen den baulichen Anforderungen der TRGS 510 entsprechen. Da Werkstätten als Arbeitsräume gelten, dürfen darin Gefahrstoffe ab den genannten Mengen nur in Sicherheitsschränken gelagert werden, die die Anforderungen aus der TRGS 510, Anlage 1, erfüllen. Bei angebrochenen Behälter ist die Nettomenge zu berücksichtigen. Werden angebrochene Behälter entzündbarer Flüssigkeiten gelagert, so sind die Behälter wie vollständig gefüllte zu betrachten. Die sicherheitstechnischen Anforderungen an Sicherheitsschränke gelten als erfüllt, wenn sie die Anforderungen aus der Norm EN 14470-1 einhalten.

Bei der Lagerung in Lagerräumen sind zudem Zusammenlagerungsverbote zu beachten. Besteht ein Zusammenlagerungsverbot muss die Lagerung in unterschiedlichen Lagerräumen erfolgen (siehe Tabelle 6). So empfiehlt es sich, Gase in einem speziellen Gaslager im Freien zu lagern.

**Tabelle 6** Auszug aus der Zusammenlagerungstabelle der TRGS 510.

		13	12	11	10	8B	8A	4.1B	3	2B	2A
Gase	2A	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aerosole / Spraydosen	2B	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Entzündbare flüssige Stoffe	3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Entzündbare feste Stoffe	4.1B	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Brennbare ätzende Stoffe	8A	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Nichtbrennbare ätzende Stoffe	8B	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Brennbare Flüssigkeiten	10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Brennbare Feststoffe	11	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Nichtbrennbare Flüssigkeiten	12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Nichtbrennbare Feststoffe	13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

■ Zusammenlagerung möglich

■ Zusammenlagerung verboten

■ Zusammenlagerung unter bestimmten Bedingungen möglich s. TRGS 510

### 1.6.5 Persönliche Maßnahmen

#### Persönliche Schutzausrüstungen

Wenn trotz der Umsetzung technischer und organisatorischer Maßnahmen eine Gefährdung der Beschäftigten durch Gefahrstoffe nicht ausgeschlossen werden kann, müssen zusätzlich persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt und getragen werden. Das Tragen von belastender persönlicher Schutzausrüstung darf jedoch keine ständige Maßnahme sein.

Zu den wichtigsten Schutzausrüstungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zählen Chemikalienschutzhandschuhe und -kleidung sowie Atem- und Augenschutz, der auch mit Gesichtsschutz kombiniert sein kann.

#### Handschutz

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, bei denen mit Hautkontakt zu rechnen ist, müssen Chemikalienschutzhandschuhe getragen werden. Die Auswahl des geeigneten Handschuhmaterials ist von den verwendeten Gefahrstoffen abhängig, da die Handschuhmaterialien gegenüber Gefahrstoffen unterschiedliche Barrierewirkungen haben.

Daher müssen sie auf den Einzelfall abgestimmt werden. Hinweise sind im fachspezifischen Teil zu finden.

Chemikalienschutzhandschuhe müssen, bevor sie getragen werden, auf ordnungsgemäßen Zustand überprüft werden (optische Prüfung auf Löcher oder Risse sowie Materialveränderung, wie zum Beispiel Versprödung, Quellung, Verhärtung). Bei solchen Veränderungen dürfen Chemikalienschutzhandschuhe nicht weiterverwendet werden und sind zu ersetzen.

#### Augenschutz

Besteht die Gefahr, dass bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen die Augen z. B. durch Spritzer gefährdet sind, so ist geeigneter Augenschutz zu tragen.

Bewährt haben sich Gestellbrillen mit Seitenschutz oder Korbbrillen. Muss neben dem Augenschutz auch Atemschutz getragen werden, können Gesichtsschutzschirme oder sogar Vollmasken notwendig sein. Die Auswahl ist anhand der Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen.

Im fachspezifischen Teil werden Tätigkeiten aufgeführt, bei denen Augenschutz getragen werden muss.



### Atemschutz

Ergibt die Gefährdungsbeurteilung, dass die entsprechenden Grenzwerte trotz aller ausgeschöpften technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen überschritten werden, ist geeigneter Atemschutz zur Verfügung zu stellen und von den Beschäftigten zu tragen. Die Lager- und Standzeiten von Atemschutzfiltern sind hierbei zu beachten. Außerdem sind Gebrauchsdauern für Atemschutzgeräte unter Berücksichtigung der DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ und des Ergebnisses der Gefährdungsbeurteilung, festzulegen.

Für atemschutzgerätetragende Personen ist unter bestimmten Bedingungen eine arbeitsmedizinische Pflicht- oder Angebotsvorsorge nach der Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) vorgeschrieben. Ob die erforderlichen Voraussetzungen hierfür gegeben sind, ist in Absprache mit dem Betriebsarzt oder der Betriebsärztin zu klären.

Atemschutzgeräte sind in einem hygienisch einwandfreien Zustand zu halten.

Sind neben Atemschutz weitere Persönliche Schutzausrüstungen notwendig, wie zum Beispiel Augenschutz oder Kopfschutz, sind diese aufeinander abzustimmen.

Hinweise zur Auswahl geeigneter Atemschutzgeräte und -filter sind in der DGUV Regel 112-190 enthalten.

Im fachspezifischen Teil werden Tätigkeiten aufgeführt, bei denen Atemschutz getragen werden muss.

### Hautschutz

Bei der Arbeit in den Werkstätten wird die Haut der Hände auf verschiedene Art und Weise belastet, zum Beispiel durch

- Tätigkeiten mit Lösemitteln bzw. lösemittelhaltigen Produkten,
- Arbeiten mit Säuren und Laugen bzw. mit säure- oder laugenhaltigen Produkten,
- Arbeiten mit abrasiv wirkenden Stoffen (zum Beispiel Metallspäne, Spachtelmassen).

Daher ist es wichtig, während der Arbeit geeignete Schutzmaßnahmen anzuwenden.

Hautschutz ist nur dann wirkungsvoll, wenn er regelmäßig angewendet wird. Es ist sinnvoll, für jeden Arbeitsbereich einen Handschuh- und Hautschutzplan unter Mitwirkung des Betriebsarztes oder der Betriebsärztin zu erstellen, der für die verschiedenen Arbeiten die geeigneten Schutzhandschuhe, die Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel enthält. Diese Informationen müssen in der Betriebsanweisung integriert werden und Bestandteil der Unterweisung sein. Weitere Informationen zum Hautschutz enthält die DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln“.

### Hautschutzmittel

Hautschutzmittel sind äußerlich auf die Haut aufzubringende Mittel, die vor einer hautbelastenden Tätigkeit auf die Haut aufgetragen werden.

Hautschutzmittel sind vor jeder hautbelastenden Tätigkeit, z. B. zu Arbeitsbeginn, nach Pausen, nach jeder Hautreinigung während der Tätigkeit oder spätestens nach einem vom Hautschutzmittel-Hersteller vorgegebenen Zeitraum in ausreichender Menge auf die saubere und trockene Haut aufzutragen. Die für einen wirksamen Auftrag der Hautschutzmittel erforderlichen Zeiten sind bei der Arbeitsorganisation zu berücksichtigen.

Hautschutzmittel können bei wiederholtem kurz- oder längerfristigem Kontakt gegenüber milden Irritantien (H312, H315, EUH66) eingesetzt werden, wenn Schutzhandschuhe nicht getragen werden können oder dürfen, z. B. bei Tätigkeiten an Maschinen mit Einzugsgefahr.

Hautschutzmittel schützen nicht vor den Einwirkungen ätzender, akut toxischer, sensibilisierender und hautresorptiver, keimzellmutagener, krebserzeugender oder reproduktionstoxischer Gefahrstoffe, wie z. B. organischer Lösemittel bzw. Gemischen, die organische Lösemittel enthalten.

- Die Anwendung von Hautschutzmitteln ist auf das Arbeitsverfahren und die Kontaktstoffe abzustimmen. Dabei ist zu beachten, dass bestimmte Arbeitsstoffe (z. B. polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Lösemittel) verstärkt über die Haut aufgenommen werden können, wenn Hautschutzmittel benutzt wurden.

Bei der Anwendung von Hautschutzmitteln unter Schutzhandschuhen (z. B. zur Verringerung des Schwitzens unter Handschuhen, Schutz vor Mazeration (Hauterweichung))



sollte der Handschuhhersteller die Wirkung belegen können. Ebenso sollte der Hersteller belegen, dass die Barrierewirkung des jeweils verwendeten Schutzhandschuhs durch das Hautschutzmittel nicht beeinträchtigt wird und Hand- schuhinhaltsstoffe nicht verstärkt herausgelöst werden.

Zu den Hautschutzmitteln mit speziellen Wirkstoffen zählen auch die UV-Schutzmittel. Sie sind mit UV-reflektierenden Pigmenten wie z. B. Titandioxid oder Zinkoxid versetzt und verlängern die natürliche Eigenschutzzeit der Haut gegenüber UV-Strahlen. UV-Schutzmittel werden u. a. bei Aktivitäten im Freien unter Sonnenbestrahlung eingesetzt.

Bei der Auswahl von Hautschutzmitteln sind auch mögliche Gefährdungen, die vom Hautschutzmittel selbst ausgehen können, zu berücksichtigen, z. B. allergische Reaktionen auf deren Inhaltsstoffe. Es sind vorzugsweise duftstoff- und konservierungsstofffreie Hautschutzmittel einzusetzen.

#### **Hautreinigungsmittel**

Die Hautreinigung hat möglichst schonend zu erfolgen. Die Intensität der Reinigung und die Auswahl des Reinigungsmittels sind dem Grad der Verschmutzung anzupassen. Hierbei sind möglichst Hautreinigungsmittel ohne Reibekörper und ohne organische Lösemittel zu verwenden. Der Einsatz reibekörperhaltiger Hautreinigungsmittel sollte auf ein Minimum und nur auf Tätigkeiten beschränkt werden, für die es keine reibekörperfreien Hautreinigungsmittel gibt. Auf den Einsatz von Reinigungsbürsten sollte verzichtet werden.

#### **Hautpflegemittel**

Nach der Arbeit ist ein geeignetes Hautpflegemittel aufzutragen. Die Hautpflege dient der Regeneration der Haut.

Die Auswahl der Hautpflegemittel ist von der beruflichen Belastung abhängig und sollte unter Beteiligung des Betriebsarztes oder der Betriebsärztin erfolgen. Wichtigstes Kriterium ist der Fettanteil des Mittels. Wessen Haut durch die berufliche Tätigkeit stark ausgetrocknet und fettarm ist, benötigt ein Hautpflegemittel mit einem höheren Fettanteil als derjenige, dessen Haut nur gering belastet wird und nicht so stark ausgetrocknet ist.

Bei Unverträglichkeiten gegenüber Bestandteilen des Hand- und Hautschutzes ist unbedingt der Betriebsarzt oder die Betriebsärztin aufzusuchen.

#### **Hygiene**

Hautmittel sollten aus hygienischen Gründen den Beschäftigten in Spendern angeboten werden. Die Verwendung von Dosen, Tiegeln etc. führt allzu leicht dazu, dass der Inhalt verschmutzt und verkeimt, vor allem dann, wenn konservierungsmittelfreie Produkte eingesetzt werden. Aus diesem Grund dürfen auch Seifenstücke nicht von mehreren Personen verwendet werden.

Zum Abtrocknen der Hände müssen Einrichtungen zum hygienischen Händetrocknen zur Verfügung gestellt werden, vorzugsweise Spender für Einmalhandtücher oder Retraktivspender mit automatischem Vorschub des Textilhandtuchs. Normale Stoffhandtücher dürfen aus hygienischen Gründen nur dann benutzt werden, wenn sie eindeutig einer Person zugeordnet werden können.

### **1.7 Arbeitsmedizinische Vorsorge**

Beschäftigten, die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchführen ist eine arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten oder verpflichtend vorzuschreiben. Ob die dafür erforderlichen Bedingungen vorliegen, muss im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung geklärt werden.

Anlässe für eine arbeitsmedizinische Pflicht- oder Angebotsvorsorge können Tätigkeiten sein, bei denen

- der entsprechende Grenzwert überschritten wird (z. B. bei Exposition durch quarzhaltige Stäube oder Schweißrauche),
- bei krebserzeugenden Gefahrstoffen der Kat. 1A und 1B die Akzeptanzkonzentration überschritten wird,
- eine Gefährdung durch Hautkontakt vorliegt (z. B. bei Feuchtarbeit) oder
- Atemschutz getragen werden muss.

Erläuterungen zur arbeitsmedizinischen Vorsorge und zu den Vorsorgeanlässen sind in der Informationsreihe „Kurz und Bündig“ der BG RCI nachzulesen, siehe KB 011-1 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung“ und KB 011-2 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe“.

Die Kosten für die arbeitsmedizinische Vorsorge sind vom Betrieb zu tragen.

## 1.8 Verbote und Beschäftigungsbeschränkungen

Für eine Reihe von Gefahrstoffen (zum Beispiel Kühlschmierstoffe mit nitrosierenden Agenzien, Azofarbstoffe) sind Verwendungsverbote zu beachten. Des Weiteren gelten Beschäftigungsbeschränkungen für Jugendliche sowie für schwangere und stillende Frauen. Ob die Voraussetzungen für Beschäftigungsbeschränkungen im Betrieb gegeben sind, muss im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung geklärt werden.

### 1.8.1 Jugendliche und Gefahrstoffe

Für Personen unter 18 Jahren (Jugendliche) gelten besondere Bestimmungen. Darunter zählen u. a. Tätigkeiten, die mit Unfallgefahren verbunden sind, von denen anzunehmen ist, dass Jugendliche sie wegen mangelnden Sicherheitsbewusstseins oder mangelnder Erfahrung nicht erkennen oder nicht abwenden können. Darüber hinaus dürfen Jugendliche keine Tätigkeiten verrichten, bei denen sie schädlichen Einwirkungen von Gefahrstoffen ausgesetzt sind.

Unter folgenden Voraussetzungen sind jedoch Tätigkeiten mit Gefahrstoffen für Jugendliche zulässig, wenn

- dies zur Erreichung ihres Ausbildungszieles erforderlich ist,
- ihr Schutz durch die Aufsicht eines Fachkundigen gewährleistet ist und
- der Arbeitsplatzgrenzwert bei gefährlichen Stoffen unterschritten wird.

### 1.8.2 Mutterschutz und Gefahrstoffe

Das Mutterschutzgesetz gilt nicht nur für Beschäftigte sondern auch für Schülerinnen und Studentinnen, die z. B. ein Praktikum in einer Werkstatt durchführen. Unter anderem definiert das Mutterschutzgesetz Tätigkeiten, bei denen schwangere und stillende Frauen unverantwortbaren Gefährdungen ausgesetzt sind. Als unverantwortbare Gefährdung gilt eine (mögliche) Exposition gegenüber Stoffen und Gemischen, die wie folgt eingestuft sind:

- reproduktionstoxisch der Kategorie 1A, 1B oder 2 oder nach der Zusatzkategorie für Wirkungen auf oder über die Laktation (H360, H361, H362)

- keimzellmutagen der Kategorie 1A oder 1B (H340)
- krebserzeugend der Kategorie 1A oder 1B (H350, H350i)
- spezifisch zielorgantoxisch einmaliger Exposition nach der Kategorie 1 (H370)
- akut toxisch der Kategorie 1, 2 oder 3 (H300, H301, H310, H311, H330, H331)

Außerdem sind Tätigkeiten mit Blei oder Bleiderivaten, die vom Körper aufgenommen werden können, verboten ebenso wie Tätigkeiten mit Stoffen, die in der TRGS 900 mit der Bemerkung „Z“ (Stoffe, die trotz Einhaltung eines AGW das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen können) versehen sind.

Eine unverantwortbare Gefährdung gegenüber Gefahrstoffen kann ausgeschlossen werden, wenn die arbeitsplatzbezogenen Vorgaben eingehalten werden und es sich um Gefahrstoffe handelt, die als Stoffe ausgewiesen sind, die bei Einhaltung der arbeitsplatzbezogenen Vorgaben hinsichtlich einer Fruchtschädigung als sicher bewertet werden, z. B. bei Gefahrstoffen, die mit der Zusatzbemerkung „Y“ in der TRGS 900 gekennzeichnet sind (Stoffe, bei denen ein Risiko der Fruchtschädigung bei Einhaltung des AGW und des BGW nicht befürchtet zu werden braucht)<sup>8</sup>.

Eine unverantwortbare Gefährdung kann ebenfalls ausgeschlossen werden bei Gefahrstoffen, die nicht in der Lage sind, die Plazentaschranke zu überwinden (z. B. Quarzstaub, Holzstaub) oder aus anderen Gründen ausgeschlossen ist, dass eine Fruchtschädigung eintritt.

Eine weitere Voraussetzung für diese beiden Ausschlussmöglichkeiten ist, dass der jeweilige Gefahrstoff nicht als reproduktionstoxisch nach der Zusatzkategorie für Wirkungen auf oder über die Laktation (H362 „Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen“) zu bewerten ist.

Informationen zu fruchtschädigenden Gefahrstoffen liefert auch das Merkblatt M 039 „Fruchtschädigende Stoffe – Informationen für Mitarbeiterinnen und betriebliche Führungskräfte“, das im Downloadcenter der BG RCI heruntergeladen werden kann (siehe auch „Literurliste“ in Anhang 1).

<sup>8</sup> TRGS 900 Eintrag „Y“: Bei Überschreitung der Grenzwerte kann ein Risiko für die Schwangerschaft nicht ausgeschlossen werden. Zudem dürfen Schwangere keinen belastenden Atemschutz tragen.

## 2 Fachspezifischer Teil

### 2.1 Gefahrstoffe in der Holzbearbeitung

#### Gefährdung durch Holzstaub

Bei Tätigkeiten mit Holzstaub können die folgenden Gefährdungen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen:

Stäube von Harthölzern, die in der TRGS 906 „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV“ aufgeführt werden, sind als krebserzeugend eingestuft.

Zu den krebserzeugenden Hartholzarten zählen zum Beispiel Eiche, Buche, Ahorn, Birke, Esche, Linde, Kastanie und viele weitere bekannte Laubholzarten (eine Liste mit weiteren Beispielen findet sich in der TRGS 906 oder DGUV Information 209-044 „Holzstaub“)<sup>9</sup>.

Bei allen anderen Holzstaubarten besteht gemäß TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe“ der Verdacht einer krebserzeugenden Wirkung.

Holzarten, die in der TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen“ aufgeführt sind, haben eine sensibilisierende (allergisierende) Wirkung. Sensibilisierungen können je nach Holzart über die Haut, über die Atemwege oder über beide Kontaktpfade erfolgen. Hautsensibilisierungen können insbesondere von Stäuben bestimmter Tropenhölzer, wie zum Beispiel Palisander, Mahagoni und Teak hervorgerufen werden. Bei Abachi und Rotzeder kann darüber hinaus auch eine Atemwegsensibilisierung auftreten. Eine Liste mit weiteren Beispielen findet sich in der TRGS 907 oder DGUV Information 209-044<sup>9</sup>.

Holzstäube sind brennbar und können zusammen mit Luft explosionsfähige Gemische bilden. Das Explosionsrisiko innerhalb der Arbeitsbereiche, in denen Holzbe- und -verarbeitungsmaschinen stehen, ist erfahrungsgemäß relativ

gering, kann allerdings nie vollkommen ausgeschlossen werden. Dagegen muss im Bereich der Filter- und Siloanlagen generell mit Bränden und Explosionen gerechnet werden. Weitergehende Informationen zu diesem Thema finden sich in der DGUV Information 209-045 „Absauganlagen und Silos für Holzstaub und -späne“.

#### Schutzmaßnahmen

Die gefahrstoffrechtlichen Grundlagen zum sicheren Arbeiten mit Holzstäuben sind in der Gefahrstoffverordnung enthalten. Die TRGS 553 „Holzstaub“ und die DGUV Information 209-044<sup>9</sup> enthalten ausführliche Angaben über den Stand der Technik und wie die Schutzziele der Gefahrstoffverordnung erreicht werden können. Die Maßnahmen sind so auszulegen, dass der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für Hartholzstaub eingehalten wird.

Der AGW für Hartholzstaub liegt bei 2 mg/m<sup>3</sup> Raumluft<sup>10</sup>. Betrachtet wird hierbei der einatembare Staub (E-Staub) als Mittelwert über eine achtstündige Arbeitsschicht (Schichtmittelwert). Der Kurzzeitwert ergänzt den AGW, indem er die Konzentrationsschwankungen um den Schichtmittelwert nach oben hin sowie die Dauer und Häufigkeit beschränkt. Der Überschreitungsfaktor für Hartholzstaub beträgt 8. Nähere Erläuterungen zum Umgang mit dem Kurzzeitwert sind in der TRGS 900 zu finden.

Grundsätzlich muss geprüft und dokumentiert werden, ob die Verwendung einer weniger gefährlichen Holzart oder eines weniger staubenden Bearbeitungsverfahrens möglich ist.

Holzstaub muss an der Entstehungsstelle möglichst vollständig erfasst, wirksam abgesaugt, ablagerungsfrei gefördert und staubarm entsorgt werden.

Die für Arbeitsbereiche und für stationäre Maschinen einzuhaltenden Bedingungen zur Einhaltung des AGW sind in Anlage 1 und Anlage 2 der TRGS 553 beschrieben. Hierbei ist zu beachten, dass für das Einhalten des AGW in der Regel eine Kombination von technischen wie auch organisatorischen Maßnahmen anzuwenden ist

<sup>9</sup> Zum Zeitpunkt der Drucklegung befindet sich die DGUV Information 209-044 (Holzstaub) auf dem Stand von Februar 2019. Daher enthält sie in einigen Fällen Abweichungen zur "neueren" TRGS 553 (Holzstaub) mit Stand August 2022. Im Zweifelsfall sind daher die Vorgaben der TRGS 553 zu beachten.

<sup>10</sup> Der AGW entspricht der formalen Umsetzung des BOELV (binding occupational exposure limit value) gemäß Richtlinie (EU) 2017/2398 und gilt für Hartholzstäube sowie hartholzhaltige Mischstäube.

## Technische Maßnahmen

### Absaugung

Nach TRGS 553 müssen stationäre Holzbearbeitungsmaschinen, Handmaschinen und Handschleifarbeitsplätze grundsätzlich abgesaugt werden.

Für die wirkungsvolle Absaugung von Holzstaub an Maschinen müssen in erster Linie die Herstellervorgaben beachtet werden. Bei stationären Maschinen oder Arbeitssystemen haben sich in der Regel bei geringer Zerspanungsleistung 20 m/s Luftgeschwindigkeit am Absaugstutzen bewährt, wobei der Absaugstutzen über einen ausreichend großen Querschnitt verfügen muss. Erfahrungsgemäß sind höhere Luftgeschwindigkeiten erforderlich (bis ca. 28 m/s), wenn eine hohe Zerspanungsleistung vorliegt, feuchte Hölzer (Holzfeuchte: > 30 %) bearbeitet werden oder wenn neben dem Holzstaub entstehende gröbere Holzanteile (Späne, Hackschnitzel) erfasst und in den Luftleitungen transportiert werden sollen.

Beispiele für Ausnahmen, in denen auf eine Absaugung verzichtet werden kann, werden in der TRGS 553, Anlage 3, beschrieben. So wird zum Beispiel an folgenden Holzbearbeitungsmaschinen oder unter folgenden Bedingungen der AGW eingehalten:

- Ständerbohrmaschinen unter Verwendung üblicher Spiralbohrer
- Montagearbeiten ohne Zerspanung
- Werkunterricht an allgemeinbildenden Schulen. Diese Regelung gilt demnach nicht für berufsbildende Schulen.
- Im Freien oder auf Montagebaustellen eingesetzte transportable Kreissägemaschinen
- Maschinen mit geringer Zerspanungsleistung, wie Furnierkreissägen oder Langlochbohrmaschinen

Tätigkeiten mit handgeführten Elektrowerkzeugen sind sehr staubintensiv. So müssen nach TRGS 553 zum Beispiel

- Handkreissägen,
- Handhobelmaschinen,
- Handoberfräsmaschinen,
- Handschlitzfräsen und
- Flachdübelfräsmaschinen

immer über einen ortsveränderlichen Entstauber abgesaugt werden.



Abb. 12 Kennzeichnungsetikett eines ortsveränderlichen Entstaubers der Klasse M



Abb. 11 Formatkreissäge mit abgesaugter Schutzhaube und Absaugung unterhalb des Tisches

Weitere Informationen zu ortsveränderlichen Entstaubern finden sich in der DGUV Information 209-084 „Industriestaubsauger und Entstauber“. Für das Absaugen von Holzstäuben muss ein ortsveränderlicher Entstauber für diesen Zweck geeignet sein und mindestens der Staubklasse M entsprechen (siehe Abb. 12). Es wird empfohlen, im Zweifelsfall den Hersteller zu kontaktieren und die Eignung (auch bezüglich innerer Zündquellen) schriftlich bestätigen zu lassen.

Geräte mit integrierter Absaugung und Staubbeutel (Papier) vermindern zwar den Staubaustritt deutlich, sind jedoch bei längerer Betriebsdauer nicht ausreichend effizient um den AGW einzuhalten.



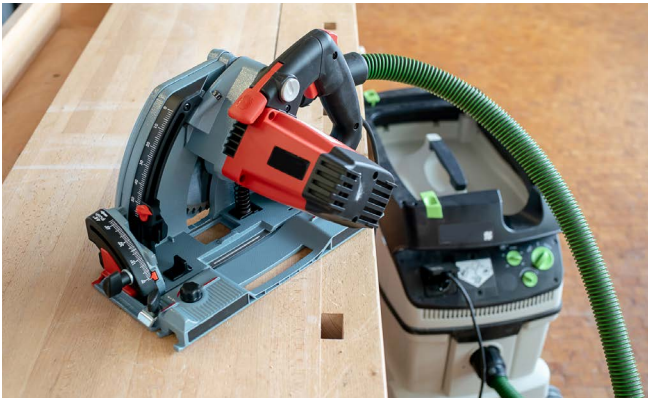


Abb. 13 Handgeführtes Elektrowerkzeug mit Absaugung über ortsveränderlichen Entstauber



Abb. 14 Abgesaugter Arbeitstisch

So dürfen zum Beispiel

- Handbandschleifmaschinen,
- Handscheibenschleifmaschinen (Exzentrerschleifer) und
- Schwingschleifmaschinen (Rutscher)

mit einer integrierten Geräteabsaugung mit Staubsammelbeutel betrieben werden, wenn die Geräte nicht mehr als eine halbe Stunde pro Schicht verwendet werden. Bei längeren Nutzungszeiten müssen auch diese Geräte über einen ortsveränderlichen Entstauber (mindestens der Staubklasse M) abgesaugt werden und es muss zusätzlich auf einem abgesaugten Arbeitstisch gearbeitet werden (siehe Abb. 14).

Handschleifarbeiten müssen entweder auf einem abgesaugten Arbeitstisch oder mit einem abgesaugten Handschleifklotz durchgeführt werden, damit der Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten wird (siehe auch TRGS 553 Anlage 4). Je nach Hersteller ist für den abgesaugten Handschleifklotz spezielles Schleifpapier oder ein Schleifnetz notwendig (siehe Abb. 15).



Abb. 15 Abgesaugter Handschleifklotz

Bei der Beschaffung werden Maschinen, Filteranlagen, Entstauber und Absaugtische empfohlen, die durch die Prüf- und Zertifizierungsstelle Holz (DGUV Test) geprüft sind.

Aktuelle Prüfzeichen für:

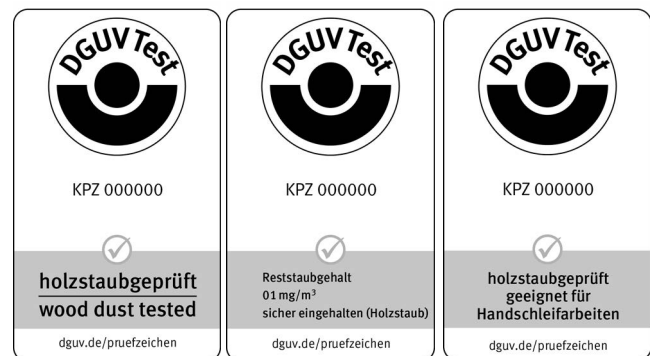


Abb. 16 Geprüfte Maschinen (links),

Abb. 17 Filteranlagen und Entstauber (Mitte)

Abb. 18 Abgesaugte Arbeitstische (rechts)

[KPZ 000000 ist ein Platzhalter für die jeweilige Prüfstellennummer].

### Luftrückführung

Gemäß TRGS 553 ist die Luftrückführung zulässig, wenn der AGW eingehalten wird. Es ist sicherzustellen, dass die Luft ausreichend gereinigt ist. Dies ist der Fall, wenn Filtermaterial mit einem Durchlassgrad  $< 0,5\%$  verwendet wird und die Filterflächenbelastung  $150 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$  nicht überschreitet. Für Filtermaterial der Staubklasse M gilt das für eine Flächenbelastung  $\leq 200 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ .

Bei allen Absaugeinrichtungen muss auf Abluft umgeschaltet werden können (Ausnahme: Industriestaubsauger und Entstauber für den ortsveränderlichen Betrieb).

An Absauganlagen mit Luftrückführung muss sichergestellt werden, dass bei Beschädigung des Filtermaterials (Schlauchbruch) der Eintrag von Staub in die Arbeitsräume so gering wie möglich gehalten wird. Dies kann durch eine Reststaubgehaltsüberwachung oder eine wöchentliche Prüfung der Filterelemente auf Beschädigung erreicht werden.

Eine Filteranlage mit H3-Prüfung (siehe Abb. 17) erfüllt alle Anforderungen an die Luftrückführung.

### Organisatorische Maßnahmen

Technische Maßnahmen haben Vorrang vor organisatorischen Maßnahmen. Damit der AGW sicher eingehalten werden kann, sind neben den technischen Maßnahmen in der Regel auch organisatorische Maßnahmen zu treffen. Über die allgemeinen organisatorischen Maßnahmen hinaus sind dies für die Holzbearbeitung im Besonderen:

- Arbeitsgeräte, Maschinen und Lüftungstechnische Einrichtungen sind vom Arbeitgeber in einem technisch einwandfreien Zustand zu halten und von den Beschäftigten bestimmungsgemäß zu verwenden.
- Abblasen von Holzstaub mit Druckluft oder das trockene Kehren von abgelagertem Holzstaub ist nicht zulässig.
- Regelmäßige Reinigung von Arbeitsbereichen, Maschinen, Werkstücken, Plattenmaterial und Arbeitskleidung durch Absaugen des Holzstaubes mit einem für diesen Zweck geprüften Industriestaubsauger der Staubklasse M. Weitere Informationen zu Industriestaubsaugern finden sich in der DGUV Information 209-084.



Abb. 19 Reinigung des Arbeitsbereichs mit einem Industriestaubsauger der Staubklasse M

- Minimierung von Ablagerungsmöglichkeiten für Holzstaub im Arbeitsbereich, z. B. durch das Entfernen nicht benötigter Geräte oder Materialien. Staubablagerungen von mehr als 1 mm Schichtstärke (z. B. auf Rohrleitungen an der Decke) können bei Aufwirbelung eine Staubexplosionsgefahr hervorrufen und müssen daher regelmäßig durch Absaugen beseitigt werden.
- Arbeitsbereiche mit hoher Holzstaubbelastung sind von denen mit niedriger möglichst zu trennen
- Bei Maschinen, die trotz Ausschöpfung aller möglichen technischen Maßnahmen den AGW von  $2 \text{ mg/m}^3$  als Schichtmittelwert nicht einhalten (z. B. Tischbandsägemaschinen), ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung die Einhaltung des AGW sicherzustellen. Dies kann z. B. durch Laufzeitbegrenzungen erfolgen. Näheres regelt Anhang 6 der TRGS 553.
- Geräte, in die ein Staubsammelbeutel einzulegen ist, sind nur mit Staubsammelbeutel zu betreiben, da sonst der im Gerät abgeschiedene Staub nicht gefahrlos entnommen werden kann.
- Rechtzeitiges Wechseln von Staubsammelsäcken von Filteranlagen, Entstaubern und Industriestaubsaugern. Dabei müssen geeignete Atemschutzgeräte (z. B. partikelfiltrierende Halbmasken der Klasse FFP2) getragen werden. Mit Holzstaub gefüllte Sammelsäcke müssen geschlossen entnommen, transportiert und entsorgt werden.
- Filterbeutel, -säcke oder -behälter dürfen nicht wiederverwendet werden, da bei ihrer Entleerung große Staubmengen freigesetzt werden. Das gilt auch für von der Herstellfirma als wiederverwendbar gekennzeichnete Filterbeutel und -säcke.
- Sachgerechte Lagerung, Transport und Entsorgung von Holzstaub (nur in geschlossenen Behältern oder in fest zugebundenen Sammelsäcken). Es müssen wirksame Vorkehrungen getroffen werden, um Fehlgebrauch oder die Freisetzung von Holzstaub zu verhindern.

### Arbeitsmedizinische Vorsorge

Pflichtvorsorge muss veranlasst werden

- bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Hartholzstaub, wenn der AGW für Hartholzstaub von  $2 \text{ mg/m}^3$  nicht eingehalten wird
- bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Holzstaub ohne Hartholzanteil, wenn der AGW für einatembaren Staub (E-Staub) von  $10 \text{ mg/m}^3$  nicht eingehalten wird

- bei Tätigkeiten, die das Tragen von Atemschutzgeräten der Gruppen 2 und 3 erfordern (zum Beispiel Filtergeräte mit Partikelfilter P3)

#### Angebotsvorsorge muss veranlasst werden

- bei Tätigkeiten mit Hartholzstaub, wenn eine Exposition nicht ausgeschlossen werden kann und der AGW für Hartholzstaub von 2 mg/m<sup>3</sup> eingehalten wird
- bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Holzstaub ohne Hartholzanteil, wenn der AGW für einatembaren Staub (E-Staub) von 10 mg/m<sup>3</sup> eingehalten wird
- bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber atemwegs-sensibilisierend oder hautsensibilisierend eingestuftem Holzstäuben
- bei Tätigkeiten, die das Tragen von Atemschutzgeräten der Gruppe 1 erfordern (zum Beispiel partikelfiltrierende Halbmasken FFP, Filtergeräte mit Partikelfilter P1 und P2)
- nach Beendigung der Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Hartholzstäuben

Über Beschäftigte, die gegenüber Hartholzstaub oder hartholzhaltigem Mischstaub exponiert sind und bei denen eine Gefährdung der Gesundheit oder Sicherheit besteht, hat der Arbeitgeber ein Verzeichnis zu führen und dieses 40 Jahre lang nach Ende der Exposition aufzubewahren. Näheres regelt die TRGS 410.

#### Persönliche Schutzausrüstungen

Kann trotz Ausschöpfung aller technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen der AGW und Kurzzeitwert in bestimmten Bereichen nicht eingehalten werden, so muss persönliche Schutzausrüstung (Atemschutz) getragen werden. Abhängig von der Höhe der Holzstaubexposition in der Luft am Arbeitsplatz (siehe Vielfaches des Grenzwerts (VdGw) gemäß DGUV Regel 112-190) können geeignet sein:

- Filtergeräte mit Gebläse TM1P oder solche mit Gebläse und Helm oder Haube TH2P, wenn diese über eine Warneinrichtung für den Ausfall des Gebläses verfügen.
- Halbmasken mit P2-Filter
- partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 und höhere Klassen (z. B. P3). Gegen krebserzeugende Stäube ist grundsätzlich die höchste Klasse auszuwählen.

Das Tragen von belastendem Atemschutz darf keine Dauermaßnahme sein und ist auf das Mindestmaß zu beschränken. Als belastend gelten zum Beispiel

Halbmasken mit P2-Filter und partikelfiltrierende Halbmasken FFP2. Als nicht belastend gelten Filtergeräte mit Gebläse TM1P oder solche mit Gebläse und Helm oder Haube TH2P.

Auch beim Wechseln von Filterelementen und Sammel-einrichtungen, bei Wartungsarbeiten an der Absauganlage oder am Rohrsystem und beim Einfahren in Silos für Holzstaub und -späne muss immer Atemschutz getragen werden (siehe DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume“).

Holzstaub trocknet die Haut aus. Bei der Holzverarbeitung sind vor allem die Hände betroffen. Die Haut verfügt über eine natürliche Abwehrkraft gegen schädliche Einwirkungen, diese darf allerdings nicht überschätzt und überbeansprucht werden. Es sollte ein Hautschutzplan erstellt werden. Weitere Informationen finden sich in der DGUV Information 209-044<sup>9</sup>. Bei der Verarbeitung von sensibilisierenden Holzarten kann durch Schutzmaßnahmen nach einem Hautschutzplan und nach TRGS 401 die Gefährdung minimiert werden.

#### Wirksamkeitskontrolle und wiederkehrende Prüfungen

Vor der ersten Inbetriebnahme und nach wesentlichen Änderungen muss die Wirksamkeit der Absaugung geprüft werden. Das Ziel ist hierbei, eine ausreichende Absaugwirkung zu sichern. Dazu müssen die pneumatische Leistung des Absauggerätes bzw. der Absauganlage, eine ausreichende Luftgeschwindigkeit in den Rohrleitungen und ein ausreichender Volumenstrom an den Erfassungseinrichtungen der Holzbearbeitungsmaschinen geprüft werden. Die Prüfung ist anschließend zu dokumentieren.

Darüber hinaus ist die Wirksamkeit der Absaugung regelmäßig wiederkehrend zu prüfen und die Prüfungen zu dokumentieren. Weitere Informationen hierzu (zum Beispiel Prüfpunkte und -intervalle) finden sich in der DGUV Information 209-044<sup>9</sup>.

Das Explosionsschutzkonzept ist mindestens alle sechs Jahre durch eine im Explosionsschutz befähigte Person zu überprüfen. Die zugehörigen Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen sind mindestens alle drei Jahre durch eine befähigte Person zu überprüfen. Weitergehende Informationen zu diesem Thema finden sich in der DGUV Information 209-045.

## 2.2 Gefahrstoffe bei schweißtechnischen Arbeiten

### Gefährdung

Unter „schweißtechnische Arbeiten“ sind unter anderem Schweißen, Flammwärmen, Flammrichten, thermisches Schneiden, thermisches Spritzen und Löten zu verstehen. Bei diesen Arbeitsverfahren entstehen Gefahrstoffe, die partikelförmige Stoffe und/oder gasförmige Stoffe enthalten.

Beim Schweißen treten partikelförmige Stoffgemische – Schweißrauche – auf, deren chemische Zusammensetzung und Konzentration stark vom verwendeten Verfahren und den verwendeten Werkstoffen abhängig ist. Die freigesetzten Partikel können sowohl alveolengängig sein (A-Staub) als auch der einatembaren Staubfraktion (E-Staub) angehören, siehe Abb. 20. Des Weiteren können so genannte ultrafeine Partikel entstehen, deren Durchmesser kleiner als  $0,1\ \mu\text{m}$  sind.

Beim Schweißen entstehen in der Regel über 95 % der **partikelförmigen Gefahrstoffe** aus dem Zusatzwerkstoff und nur etwa 5 % aus dem Grundwerkstoff. Dies sind

insbesondere Metalloxide. Während beim Schweißen von Aluminium Aluminiumoxid sowie beim Schweißen von unlegierten Stählen Eisenoxide im Vordergrund stehen, entstehen beim Schweißen von hochlegierten Stählen zusätzlich krebserzeugende Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxide.

Je nach Schweißverfahren treten folgende **gasförmige Gefahrstoffe** auf:

- **Kohlenmonoxid**, das insbesondere beim Schutzgas-schweißen mit Argon/Kohlendioxid-Mischgas (MAGC) durch die thermische Zersetzung des Kohlendioxids entsteht. Kohlenmonoxid ist giftig beim Einatmen und fruchtschädigend. In höheren Konzentrationen wird der Sauerstofftransport durch die hohe Affinität des Kohlenmonoxids zu Hämoglobin im Blut gehemmt. Dieses führt zu mangelnder Sauerstoffversorgung im Körper.
- **Stickstoffoxide** (Nitrose Gase), die sich aus der Oxidation des Luftstickstoffs am Rand der Flamme oder des Lichtbogens bilden, also insbesondere bei autogenen Schweißen, Brennschneiden und Brennfugen, Flamspritzen sowie Plasmaschweißen, Plasmaschneiden, Plasmafugen und Plasmaspritzen.

Einatembare Staubfraktion (E-Staub)					
Alveolengängige Staubfraktion (A-Staub)					
Schweißrauche					
Lötrauche					
Thermisches Schneiden und Ausfugen					
Thermisches Spritzen					
0	0,01 $\mu\text{m}$	0,1 $\mu\text{m}$	1 $\mu\text{m}$	10 $\mu\text{m}$	100 $\mu\text{m}$ (0,1 mm)

Abb. 20 Einteilung partikelförmiger Gefahrstoffe nach Partikelgröße gemäß TRGS 528



Beim Einatmen können nitrose Gase zu Lungenschädigungen führen. Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid sind beim Einatmen akut toxisch und wirken ätzend.

- **Ozon**, das aus dem Sauerstoff der Luft durch UV-Strahlung<sup>11</sup> bei reflektierenden Oberflächen entsteht, insbesondere beim MIG-Schweißen von Aluminiumwerkstoffen, beim WIG-Schweißen von Aluminiumwerkstoffen und hochlegierten Stählen, beim Plasmaschneiden, Plasmafugen und Laserstrahlschneiden von Aluminiumwerkstoffen. Ozon ist beim Einatmen sehr giftig und wirkt reizend für die Schleimhäute. Darüber hinaus steht Ozon im Verdacht, krebserzeugend zu sein.
- **Gasförmige Pyrolyseprodukte**, wie z. B. Formaldehyd, Blausäure, Chlorwasserstoff, beim Überschweißen, Brennschneiden und Brennfugen von Werkstücken mit organischen Beschichtungen.

Beim Löten ist die Zusammensetzung der auftretenden Rauche und Gase von den eingesetzten Flussmitteln und Loten abhängig. Der Grundwerkstoff wird nicht aufgeschmolzen und trägt nicht zur Rauchbelastung bei.

Beim Weichlöten treten entsprechend als Rauchkomponenten bei Verwendung von bleifreien Loten im Wesentlichen Zinn und Zinnoxid, bei Verwendung von bleihaltigen Loten entsprechend Zinn, Blei und deren Oxide auf. Als Flussmittel kommen im Wesentlichen natürliche Harze z. B. Kolophonium, organische Säuren z. B. Adipinsäure sowie Chloride wie z. B. Zinkchlorid oder Ammoniumchlorid zum Einsatz. Als gasförmige Gefahrstoffe sind hier in Abhängigkeit vom eingesetzten Flussmittel insbesondere Aldehyde (aus Kolophonium) oder Chlorwasserstoff z. B. aus Ammoniumchlorid zu berücksichtigen. Des Weiteren können aus Flussmitteln in geringen Mengen Lösemittel, z. B. Isopropanol, freigesetzt werden.

Entsprechend der eingesetzten Lote und Flussmittel können beim Hartlöten Rauche und Gase, bestehend aus Kupferoxid, Zinkoxid, Silberoxid, Chloride oder Fluoride sowie geringe Mengen Chlorwasserstoff oder Fluorwasserstoff freigesetzt werden.

Die bei schweißtechnischen Arbeiten entstehenden Rauche und Gase bestehen aus Gefahrstoffen mit sehr unterschiedlichen gesundheitsgefährdenden Wirkungen (siehe Tabelle 7).

**Tabelle 7** Beispiele für gesundheitsgefährdende Wirkungen

Gesundheitsgefährdende Wirkungen	Beispiele
1. Atemweg- und lungenbelastende Stoffe	Eisenoxide, Aluminiumoxid
2. Toxische oder toxisch-irritative Stoffe	Fluoride, Manganoxide, Kupferoxid, nitrose Gase, Kohlenmonoxid
3. Krebserzeugende Stoffe	Chrom(VI)-Verbindungen, Nickeloxide

Nach der TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ werden die verschiedenen schweißtechnischen Verfahren in Emissionsgruppen eingeteilt (siehe Tabelle 8). Je höher die Emissionsgruppe, desto höher sind die Anforderungen an die Maßnahmen zur Expositionsminde rung am Arbeitsplatz.

<sup>11</sup> Auf die Schädigung der Haut durch UV-Strahlung (Schweißerhautbrand) wird hingewiesen; sie kann durch das Tragen geeigneter Schweißerschutzkleidung vermieden werden.

**Tabelle 8** Beispiele für die Einteilung der verschiedenen schweißtechnischen Verfahren anhand der Partikelemission (Emissionsraten) in Emissionsgruppen.

Verfahren (beispielhafte Aufzählung)	Emissionsrate <sup>12</sup> (mg/s)	Emissionsgruppe
UP-Schweißen	< 1	niedrig
Gasschweißen (Autogenverfahren)	< 1	niedrig
WIG	< 1	niedrig
Laserstrahlschweißen ohne Zusatzwerkstoff	1 bis 2	mittel
MIG/MAG (energiearmes Schutzgasschweißen)	1 bis 4	mittel bis hoch
Laserstrahlschweißen mit Zusatzwerkstoff	2 bis 5	hoch
MIG (Massivdraht, Nickel, Nickelbasislegierungen)	2 bis 6	hoch
MIG (Aluminiumwerkstoffe)	0,8 bis 29	niedrig bis sehr hoch
MAG (Massivdraht)	2 bis 12	hoch
LBH (Lichtbogenhandschweißen)	2 bis 22	hoch
MAG (Fülldraht-Schweißen mit Schutzgas)	6 bis > 25	hoch bis sehr hoch
MAG (Fülldraht-Schweißen ohne Schutzgas)	> 25	sehr hoch
Weichlöten	< 1	niedrig
Hartlöten	1 bis 4	mittel bis hoch
MIG-Löten	1 bis 9	mittel bis hoch
Autogenes Brennschneiden	> 25	sehr hoch
Plasmaschneiden	> 25	sehr hoch
Laserstrahlschneiden	9 bis 25	hoch bis sehr hoch
Lichtbogenspritzen	> 25	sehr hoch
Flammspritzen	> 25	sehr hoch

Im Sinne des Arbeitsschutzes sollte ein Schweißverfahren mit möglichst geringen Emissionsraten/niedrigen Emissionsgruppen ausgewählt werden, sofern dies verfahrenstechnisch möglich ist. Die jeweiligen Emissionsraten sind auch in den Schweißrauchdatenblättern nach DIN EN ISO 15011-4:2018-05 enthalten. Manche Hersteller von Schweißelektroden stellen Sicherheitsdatenblätter zur Verfügung, in denen ebenfalls Emissionsraten ausgewiesen sind.

In der Tabelle ist ersichtlich, dass bei den Schweißverfahren das Lichtbogenhandschweißen und insbesondere das MAG-Fülldrahtschweißen sehr hohe Emissionsraten aufweisen, ebenso generell das Schneiden und Spritzen.

<sup>12</sup> Erfahrungswerte, die im Einzelfall durch Optimierung der Prozessparameter noch reduziert werden können.

Beim Schweißen von hochlegierten Werkstoffen mit entsprechenden hochlegierten Elektroden entstehen krebserzeugende Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxide, insbesondere bei Verwendung von hochlegierten Stabelektroden beim Lichtbogenhandschweißen (LBH) und bei Verwendung von hochlegierten Fülldrähten beim Lichtbogenschweißen (MAG).

Beim Lichtbogenhandschweißen mit basisch umhüllten Stabelektroden entstehen giftige Fluoride. Beim Schweißen von verzinkten Materialien ist mit der Freisetzung von atemwegbelastendem Zinkoxidrauch zu rechnen.

Bei schweißtechnischen Arbeiten in engen Räumen oder in Bereichen mit geringem Luftaustausch ist mit einer hohen Exposition zu rechnen. Auch bei Schweißarbeiten, die in einer Zwangshaltung ausgeführt werden müssen, ist von einer hohen Exposition auszugehen, da die Schweißrauche dabei unmittelbar in den Atembereich des Schweißers gelangen können.

Die Emissionsraten sind im Einzelfall von folgenden weiteren Faktoren abhängig (Bandbreite innerhalb eines Verfahrens):

- Höhere Werte für Schweißstrom und Schweißspannung führen bei gleichen Schweißverfahren und Werkstoffen zu höheren Schweißrauchemissionen.
- Bei der Verwendung von Wechselstrom sind in der Regel ebenfalls höhere Emissionsraten feststellbar als beim Verwenden von Gleichstrom.
- Mit steigendem Elektrodendurchmesser nehmen die Emissionsraten zu, ebenso bei steilerem Elektrodenanstellwinkel.

Werden an Schweißarbeitsplätzen auch mechanische Bearbeitungsvorgänge an stationären Anlagen oder mit handgeführten Geräten durchgeführt (Schleifen, Trennen, Putzen, Polieren etc.), entstehen aus den zu bearbeitenden Werkstücken sowie den eingesetzten Schleifmitteln durch mechanischen Abtrag zusätzliche Partikelemissionen.

Beim Anschleifen von Elektroden ist mit der Freisetzung von gesundheitsgefährlichen Stäuben zu rechnen, so dass eine geeignete Absaugung erforderlich ist.

Ausführliche Informationen über die beim Schweißen auftretenden Gefahrstoffe enthalten die DGUV Informationen 209-011 „Gasschweißen“, 209-047 „Nitrose Gase beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“, 209-049 „Umgang mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden beim Wolfram-Inertgasschweißen [WIG]“ und 209-058 „Schweißtechnische Arbeiten mit chrom- und nickellegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen“.

### Schutzmaßnahmen

Die Schweißrauchexpositionen sind so gering wie möglich zu halten. Dabei ist folgende Rangfolge an Schutzmaßnahmen zu beachten:

1. Substitution – Auswahl von emissionsarmen Verfahren und Zusatzwerkstoffen
2. Technische Maßnahmen
3. Organisatorische Maßnahmen
4. Persönliche Schutzausrüstung

### Substitution – Auswahl von emissionsarmen Verfahren und Zusatzwerkstoffen

Zunächst ist zu prüfen, ob mechanische Fügeverfahren eingesetzt werden können, z. B. Durchsetzfügen, Nieten, Schrauben oder Kleben.

Wenn diese Verfahren nicht eingesetzt werden können, sind soweit technisch möglich und für die Aufgabenstellung geeignet, schweißtechnische Verfahren anzuwenden und Werkstoffe/Zusatzwerkstoffe einzusetzen, bei denen die Emissionsgruppe möglichst gering ist (siehe Tabelle 8).

Bei folgenden Verfahren ist mit einer geringen Gefahrstoff-freisetzung zu rechnen und wenn verfahrenstechnisch möglich in Werkstätten einzusetzen:

- Wolfram-Inertgasschweißen (WIG-Schweißen) mit thoriumdioxidfreien Wolframelektroden
- Energiearme Schweißverfahren beim Schutzgas-schweißen durch Wellenformsteuerung des Schweißstroms, z. B. Impuls-Lichtbogentechnik oder geregelte Kurzlichtbogentechnik.

Die Anwendung energiearmer Schweißverfahren beim MIG/MAG-Schweißen ist – soweit technisch mög-lich – vorrangig einzusetzen. Durch die Anwendung dieser Technik sind die Schweißrauchemissionsraten erheblich geringer als beim konventionellen MIG/MAG-Schweißen.

Müssen hochlegierte Stähle geschweißt werden, sollte möglichst das WIG-Schweißverfahren eingesetzt werden, da dieses Verfahren üblicherweise in den Werkstätten das Schweißverfahren mit den geringsten Emissionen ist.

### Technische Maßnahmen (Absaugung)

Bei schweißtechnischen Arbeiten sind die Schweißrau- che vorrangig durch Absaugung im Entstehungsbereich zu erfassen. Hierzu eignen sich insbesondere brennerin- tegrierte Absaugungen, Absauganlagen mit nachführba- ren Punktabsaugungen oder abgesaugte Schweißtische. In Hinblick auf die im Einzelfall geeignete Erfassungsart gibt Anlage 2 der TRGS 528 folgende Empfehlungen (in der Tabelle 9 ist der oberste Eintrag die jeweilige 1. Option):

### Auswahl der Erfassungsart

Kriterien für die Auswahl von Erfassungsarten sind:

1. Schweißverfahren
2. Art des Prozesses
3. Lage der Schweißnähte
4. Stückzahl
5. Größe der Bauteile
6. Länge der Schweißnähte

**Tabelle 9** Auswahl der Erfassungsart

1. Schweißtechnische Verfahren	
MIG/MAG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brennerintegrierte Erfassung</li> <li>• HV<sup>13</sup>-/NV<sup>14</sup>- Punktförmige Erfassung</li> </ul>
WIG, LBH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HV-/NV- Punktförmige Erfassung</li> </ul>
Autogenverfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HV-/NV- Punktförmige Erfassung</li> </ul>
Thermisches Schneiden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tischabsaugung</li> </ul>
2. Art des Prozesses	
Automatisierte Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• möglichst mit geschlossener Er- fassung durchführen (Unterdruck- haltung, definierte Durchspülung der Anlage)</li> <li>• Bearbeitung in Vorrichtungen mit festinstallierten, angepassten Erfassungselementen</li> </ul>
Manuell ausgeführte Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung der nachfolgen- den Kriterien</li> </ul>
3. Lage der Schweißnähte	
vorwiegend Wannen- lage Bauteile können z. B. gedreht werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brennerintegrierte Erfassung</li> <li>• HV-/NV-Punktabsaugung</li> </ul>
häufig wechselnde Schweißpositionen (siehe auch Größe der Bauteile)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HV-/NV-Punktabsaugung</li> <li>• brennerintegrierte Erfassung</li> </ul>

<sup>13</sup> HV = Hochvakuumabsaugung, arbeitet mit Unterdrücken von mindestens 8000 Pa, typische Durchmesser der Absaugschläuche/-rohre 60-80 mm.

<sup>14</sup> NV = Niedrigvakuumabsaugung, arbeitet mit Unterdrücken bis zu 3000 Pa, typische Durchmesser der Absaugschläuche/-rohre 150–160 mm.

**4. Stückzahl**

groß Bearbeitung in Vorrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bearbeitung in Vorrichtungen mit festinstallierten, angepassten Erfassungselementen</li> </ul>
mittel Bearbeitung an festen Arbeitsplätzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HV-/NV-Punktförmige Erfassung</li> <li>• Brennerintegrierte Erfassung</li> </ul>
klein Bearbeitung an wech- selnden Arbeitsplätzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HV-Punktförmige Erfassung</li> <li>• Brennerintegrierte Erfassung</li> </ul>

**5. Größe der Bauteile**

klein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tischabsaugung</li> <li>• NV-Punktförmige Erfassung</li> <li>• brennerintegrierte Erfassung</li> </ul>
mittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HV-/NV-Punktabsaugung</li> <li>• brennerintegrierte Erfassung</li> </ul>
groß	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brennerintegrierte Erfassung</li> </ul>

**6. Länge der Schweißnähte**

≤ ca. 300 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NV-Punktabsaugung</li> <li>• brennerintegrierte Erfassung</li> </ul>
> ca. 300 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HV-Punktabsaugung mit angepassten Erfassungselementen</li> <li>• brennerintegrierte Erfassung</li> </ul>

**Auswahl der Schweißrauchabscheider**

Kriterien für die Auswahl der Schweißrauchabscheider sind (siehe Tabelle 10):

1. Anzahl der Arbeitsplätze
2. Lage der Arbeitsplätze
3. Größe der Halle/Arbeitsstätte

**Tabelle 10** Auswahl der Schweißrauchabscheider

**1. Anzahl der Arbeitsplätze**

≤3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mobile Einzelplatz-Abscheider</li> </ul>
>3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stationäre Mehrplatz-Abscheider</li> </ul>

**2. Lage der Arbeitsplätze**

viele gleichartige Arbeitsplätze, nebeneinander angeordnet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stationäre Mehrplatz-Abscheider</li> </ul>
verteilte unterschiedliche Arbeitsplätze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mobile Einzelplatz-Abscheider</li> <li>• Zentrale HV-Abscheider mit ver- teilten Anschlussstellen für Punkterfassung und Absaug- brenner</li> </ul>

**3. Größe der Halle/ Arbeitsstätte**

Mit zunehmender Hallengröße steigt der Aufwand für zentrale Absauganlagen. Besonders bei HV-Systemen spielen Leckagen eine zunehmende Rolle.  
Lösungsansatz: kleinere Systeme, Inseln bilden.

Bei Verwendung von Absaugungen mit nachführbaren Erfassungselementen hängt die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme entscheidend davon ab, dass der Schweißer oder die Schweißerin das Erfassungselement (zum Beispiel Absaugelement mit Düsenplatte) möglichst nahe an die Entstehungsstelle heran- und erforderlichenfalls nachführt.

Wenn Schweißrauchabsauggeräte verwendet werden, ist darauf zu achten, dass sie nach DIN EN ISO 21904-1: 2020-06 geprüft und mit W3 gekennzeichnet sind (siehe Abb. 21). Die nach der bis Mai 2020 gültigen Norm DIN EN ISO 15012-1: 2013-08 geprüften Schweißrauchabsauggeräte können weiterverwendet werden.

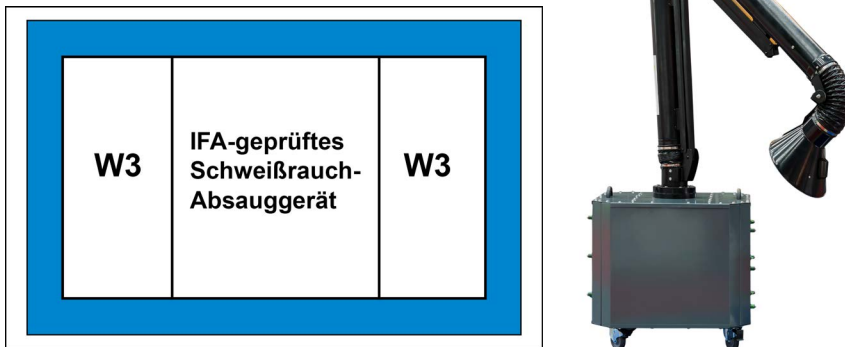


Abb. 21 W3-gekennzeichnete Schweißrauchabsauggeräte

Insgesamt ist bei allen Absaugungen wichtig, dass die Wirksamkeit regelmäßig überprüft wird (Überprüfung des Luftvolumenstroms).

#### **Organisatorische Maßnahmen (Optimierung der Arbeitsbedingungen)**

Durch die Wahl günstiger Schweißparameter kann die Entstehung von Schweißrauchen stark verringert werden. So sind unter Berücksichtigung der Herstellerangaben sowohl beim Lichtbogenhandschweißen als auch beim MAG/MIG-Schweißen möglichst niedrige Werte für Schweißspannung und Schweißstromstärke zu wählen. Auch die Menge des Schutzgases ist unter Berücksichtigung der Herstellerangaben niedrig zu halten.

Bei der Schutzgaszusammensetzung sind höhere Anteile von Edelgasen (zum Beispiel Argon) empfehlenswert. Der Kohlendioxidanteil beim MAGC-Schweißen sollte wegen der Bildung von Kohlenmonoxid möglichst gering sein.

In der Autogentechnik sollte möglichst eine kleine Brennergröße und eine kleine Flamme gewählt werden.

Müssen oberflächenbeschichtete Werkstücke geschweißt werden, sind die Beschichtungen im Schweißbereich vorher zu entfernen (mechanisch oder mit entsprechenden Reinigungsmitteln).

Die Position des Schweißers hat einen großen Einfluss auf die Exposition wegen der durch die Thermik aufsteigenden Schweißrauche. Das Werkstück sollte deshalb möglichst so positioniert werden, dass sich der Schweißer oder die Schweißerin nicht über die Schweißstelle beugen muss.

#### **Betriebsanweisung und Unterweisung**

Für die Beschäftigten sind bei schweißtechnischen Arbeiten geeignete Betriebsanweisungen zu erstellen, in denen u.a. auf die Gefahren für Gesundheit und Umwelt sowie auf die erforderlichen Schutzmaßnahmen hingewiesen wird (siehe Anhang 5 Betriebsanweisungsentwürfe, Beispiel Schweißen mit nickelhaltigen Elektroden).

Die Beschäftigten sind über eine sichere Arbeitsweise zu unterweisen, wobei folgende Aspekte in der Unterweisung zu beachten sind:

1. die bei dem verwendeten Schweißverfahren freigesetzten Gefahrstoffe und die dabei auftretenden Gefährdungen, bei krebserzeugenden Bestandteilen im Schweißrauch auch Expositionshöhe und zugeordneter Risikobereich
2. die Auswirkungen von schweißtechnischen Parametern
3. die Schweißposition
4. die Arbeitsposition (Körperhaltung)
5. die richtige Anwendung der lüftungstechnischen Einrichtungen, (u.a. Nachführung der Erfassungselemente)
6. die einzusetzende Persönliche Schutzausrüstung
7. die allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung einschließlich der Erläuterung der arbeitsmedizinischen Vorsorge
8. Hygienemaßnahmen
9. Verhalten bei Betriebsstörungen
10. Erste Hilfe

Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Schweißer oder die Schweißerin in der Regel seinen Arbeitsplatz und die auftretenden Belastungen auf Grund der Blendwirkung nicht sehen kann.

Die arbeitsmedizinische toxikologische Beratung soll die Beschäftigten über die möglichen gesundheitlichen Folgen der Gefährdung und deren Vermeidung, einschließlich Sofortmaßnahmen und besondere Maßnahmen der Ersten Hilfe und über ihre Ansprüche auf arbeitsmedizinische Vorsorge informieren.

### **Persönliche Schutzausrüstung**

Beim Schweißen ist persönliche Schutzausrüstung wichtig, um den Schweißer gegen Schweißrauche, UV-Strahlung, Hitze und Funken zu schützen.

Der Einsatz von Atemschutz ist immer dann erforderlich, wenn die technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen nicht ausreichend sind, um die relevanten Grenzwerte einzuhalten. Dies wird in der Regel beim Schweißen hochlegierter oder stark manganhaltiger Stähle, beim Schweißen in Zwangslagen oder Schweißen in engen Räumen und Behältern der Fall sein. In diesen Fällen wird der Einsatz einer gebläseunterstützten Schweißerschutzhaube als besonders geeignet empfohlen. Beim Einsatz dieser Atemschutzgeräte ist in der Regel keine Tragezeitbegrenzung zu beachten und auch keine spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge erforderlich.

### **Wirksamkeitsüberprüfung**

Die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen ist regelmäßig zu überprüfen. So sind Lüftungs- und Absaugeinrichtungen mindestens einmal jährlich auf ihre ausreichende Funktion und Wirksamkeit zu überprüfen. Konkrete Hinweise zur Wirksamkeitsüberprüfung sind in der Nummer 5 TRGS 528 enthalten.

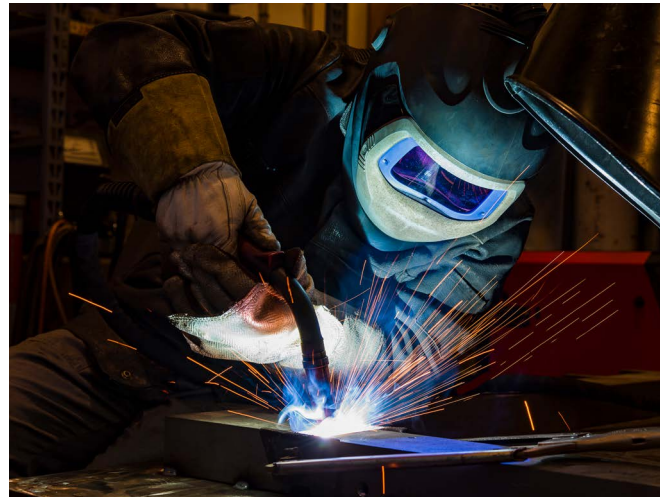


Abb. 22 Schweißarbeitsplatz mit Absaugung

### **Arbeitsmedizinische Vorsorge**

Die für Schweißer und Schweißerinnen erforderliche Vorsorge (Pflichtvorsorge, Angebotsvorsorge) hat der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin in Absprache mit dem zuständigen Betriebsarzt oder der zuständigen Betriebsärztin festzulegen. Welche Art der Vorsorge durchzuführen ist, muss im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden. Bei Schweißern und Schweißerinnen ist zumindest eine Angebotsvorsorge immer erforderlich (s.u.). Nach Beendigung der Exposition kann bei krebserzeugenden Gefahrstoffen eine nachgehende Vorsorge erforderlich sein.

Eine Pflichtvorsorge ist bei Überschreitung von relevanten Grenzwerten des Anhang Teil 1 Abs. 1 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (z. B. Schweißrauche, Fluorid oder Kohlenmonoxid) oder wenn eine wiederholte Exposition gegen krebserzeugenden Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickeloxid (d.h. bei Edelstahlschweißern) nicht ausgeschlossen werden kann, erforderlich.

Eine Angebotsvorsorge ist bei Einhaltung der in der Pflichtvorsorge genannten Grenzwerte oder wenn eine wiederholte Exposition gegenüber sonstigen krebserzeugenden Gefahrstoffen, wie Cobalt, nicht ausgeschlossen werden kann, erforderlich.



### 2.3 Gefahrstoffe bei der zerspanenden Metallbearbeitung



Abb. 23 Kühlschmierstoffanwendung an einer Drehbank

#### Gefährdung

Bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen können Hauterkrankungen auftreten. Die häufigste Erkrankung durch Kühlschmierstoffe ist die Abnutzungsdermatose an den Händen, die auf die entfettende Wirkung der Kühlschmierstoffe in Verbindung mit hautschädigenden Inhaltsstoffen zurückzuführen ist. Bestimmte Inhaltsstoffe der Kühlschmierstoffe können allergische Hauterkrankungen hervorrufen. Voraussetzung ist meist eine Vorschädigung der Haut. Der ungeschützte Hautkontakt mit Kühlschmierstoff-Konzentraten kann zu akuten Hautreizungen führen.

Durch Einatmen der Kühlschmierstoffdämpfe und -aerosole sind Atemwegserkrankungen möglich.

#### Zusammensetzung und Definition

Kühlschmierstoffe (KSS) werden bei der spanenden Bearbeitung von zumeist metallischen Werkstücken verwendet und bestehen zumeist aus einer Vielzahl von Komponenten, deren wesentlichste Aufgabe das Kühlen und Schmieren der Bearbeitungsstelle ist.

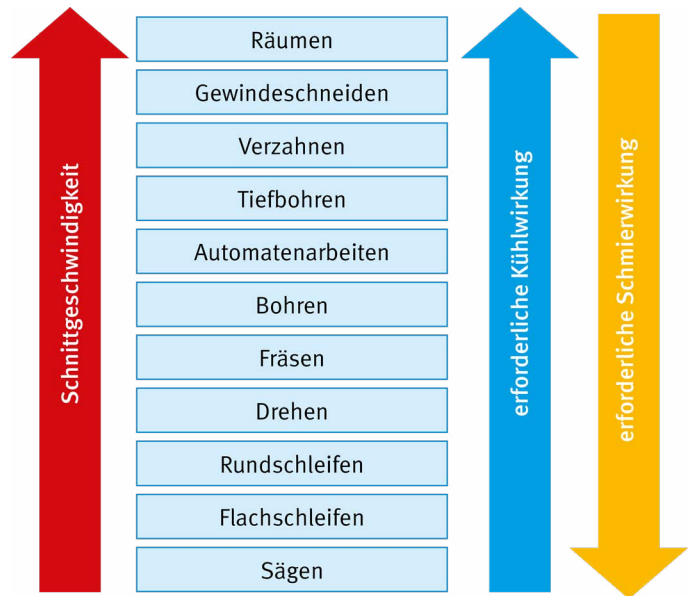


Abb. 24 Anforderungen an einen Kühlschmierstoff in Abhängigkeit vom Bearbeitungsverfahren (IFA – Kühlschmierstoff-Portal)

Um diese unterschiedlichen Aufgaben zu erfüllen besteht der Kühlschmierstoff aus verschiedenen Basisflüssigkeiten und enthält zusätzlich noch eine Vielzahl von Additiven. Während des Gebrauches verändert sich der Kühlschmierstoff durch Reaktionsprodukte und eingeschleppte Fremdstoffe und bei wassergemischtem Kühlschmierstoffen ist auch noch die mikrobiologische Besiedelung sowie deren Reaktionsprodukte zu beachten.

Informationen zur Zusammensetzung von Kühlschmierstoffen sind nur schwer zu erhalten und zumeist auf die Primärstoffe beschränkt. Eine Kennzeichnungspflicht besteht in der Regel nicht, sodass eine Offenlegung der Rezepturen nicht erwartet werden kann. Die wichtigste Informationsquelle ist im Einzelfall die liefernde bzw. herstellende Firma.

In einem Sicherheitsdatenblatt müssen entsprechend § 5 GefStoffV über die Kennzeichnungs- und Verpackungspflicht nach § 4 GefStoffV und deren Anhang II hinaus die erforderlichen Angaben zum Kühlschmierstoff im Anlieferungszustand vorhanden sein.



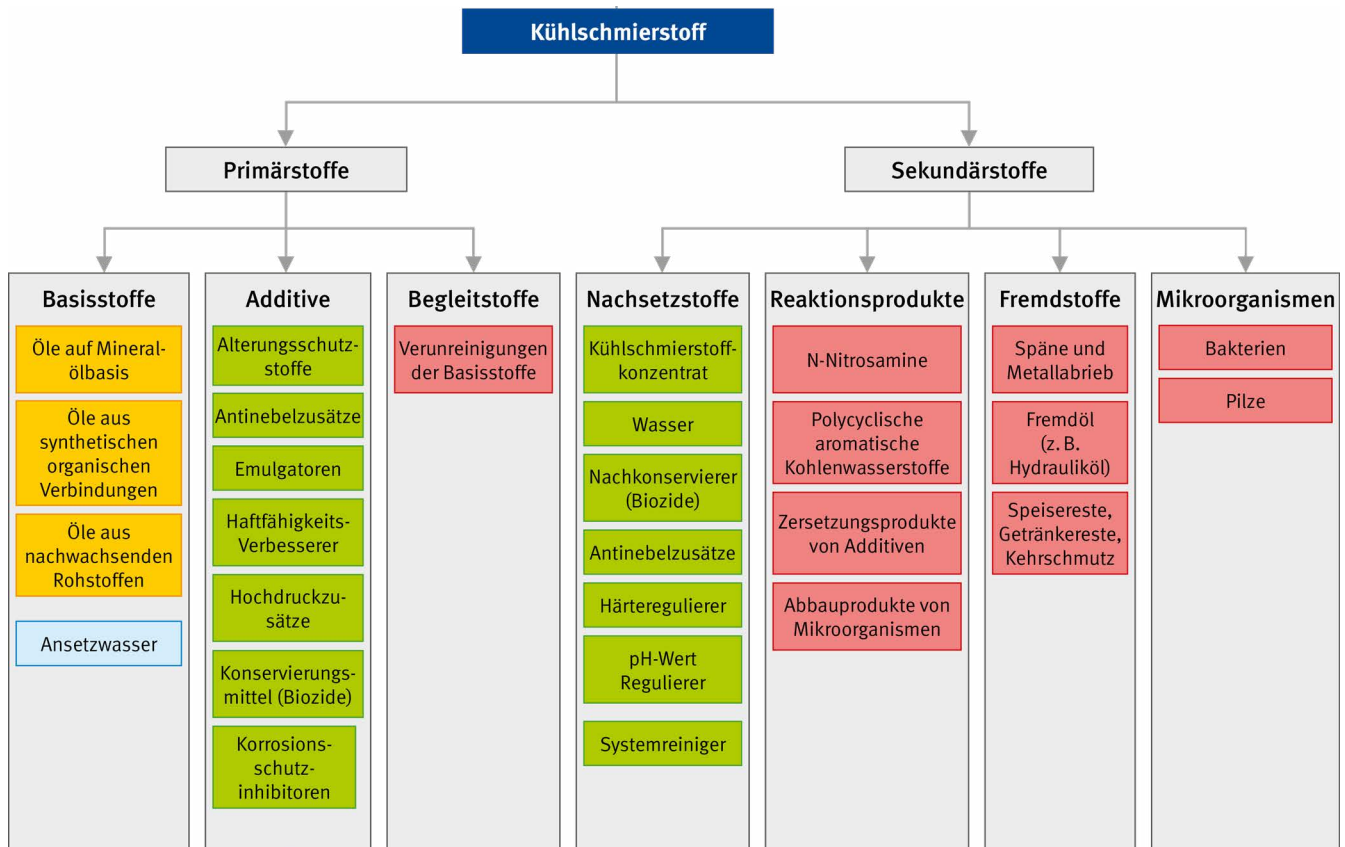


Abb. 25 Zusammensetzung von Kühlschmierstoffen (IFA – Kühlschmierstoff-Portal)

## Schutzmaßnahmen

### 1. Auswahl des Kühlschmierstoffes

Es sollten möglichst nur Kühlschmierstoffe verwendet werden, die keine gesundheitsgefährlichen Komponenten enthalten. Hilfestellung bietet hierzu das „Kühlschmierstoffportal“ des IFA.

Es ist empfehlenswert, sich vom herstellenden Betrieb bestätigen zu lassen, dass der Kühlschmierstoff dem aktuellen Stand der Technik entspricht.

### 2. Prüfung und Pflege des Kühlschmierstoffes

Speziell bei wassergemischten Kühlschmierstoffen ist von besonderer Bedeutung, dass eine Prüfung des Kühlschmierstoffes bei Neuansatz und auch eine Prüfung und Pflege des Kühlschmierstoffes während des Gebrauchs erfolgt. Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat dafür zu sorgen, dass ein Prüfplan für einen Soll-Ist-Vergleich erstellt wird, der mindestens folgende Angaben enthält:

1. wahrnehmbare Veränderungen des Kühlschmierstoffes
2. pH-Wert
3. Gebrauchskonzentration
4. Nitritgehalt des wassergemischten Kühlschmierstoffes
5. Nitratgehalt/Nitritgehalt des Ansetzwassers

Wenn vermutet wird, dass ein mikrobiologisches Problem besteht (Geruch, wahrnehmbare Veränderung des KSS) kann die DGUV Information 209-051 „Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“ herangezogen werden.

Prüfumfang und Ergebnisse der Prüfungen sind nachprüfbar in einem Wartungsbuch zu dokumentieren. Zweckmäßig ist es, einen Wartungsplan über die durchzuführenden Prüfungs-, Pflege- und Reinigungsmaßnahmen zu erstellen. Ein Beispiel für einen Reinigungsplan enthält Tabelle Nr. 11.

**Tabelle 11** Reinigungsplan bei Tätigkeiten mit KSS

Betrieb:		Prüfplan für wassergemischte KSS		Nr.:	
		Datum:			
Zu prüfende Größe		Prüfmethoden		Prüfintervalle	Maßnahmen, Erläuterungen
1	Wahrnehmbare Veränderungen	Aussehen, Geruch		täglich	Ursachen suchen und beseitigen, z. B. Öl abskimmen, Filter überprüfen, KSS belüften
2	pH-Wert	Labormethode: elektro-metrisch mit pH-Meter (DIN 51369)	Vor-Ort-Mess-Methode: mit pH-Papier (Spezialindikatoren mit geeignetem Messbereich)	wöchentlich <sup>15)</sup>	bei pH-Wert-Abfall: > 0,5 bezüglich Erstbefüllung: Maßnahmen gemäß Herstellerempfehlung > 1,0 bezüglich Erstbefüllung: KSS austauschen, KSS-Kreislauf reinigen
3	Gebrauchskonzentration	Handrefraktometer		wöchentlich <sup>15)</sup>	Methode ergibt bei Fremddölgehalten falsche Werte
4	Basenreserve	Säuretitration gemäß Herstellerempfehlung		bei Bedarf	Methode ist unabhängig von enthaltenem Fremddöl
5	Nitritgehalt	Teststäbchenmethode oder Labormethode		wöchentlich <sup>15)</sup>	> 20 mg/l Nitrit: KSS-Austausch oder Teilaustausch oder inhibierende Zusätze; sonst muss NDELA im KSS und in der Luft bestimmt werden. > 5 mg/l NDELA im KSS: Austausch, KSS-Kreislauf reinigen und desinfizieren, Nitrit-Quelle suchen und falls möglich beseitigen
6	Nitrat-/Nitritgehalt des Ansetzwassers, wenn dieses nicht dem öffentlichen Netz entnommen wird	Teststäbchenmethode oder Labormethode		nach Bedarf	Wasser aus öffentlichem Netz benutzen. Falls Wasser aus öffentlichem Netz > 50 mg/l Nitrat: Wasserwerk verständigen.

<sup>15)</sup> Die angegebenen Prüfintervalle (Häufigkeit) beziehen sich auf den Dauerbetrieb. Andere Betriebsverhältnisse können zu anderen Prüfintervallen führen

Bearbeiter:	Unterschrift:
-------------	---------------

<sup>15)</sup> Die angegebenen Prüfintervalle (Häufigkeit) beziehen sich auf den Dauerbetrieb. Andere Betriebsverhältnisse können zu anderen Prüfintervallen führen

**Schutzmaßnahmen bei dermalen Gefährdung**

Um Hauterkrankungen entgegenzuwirken hat der Unternehmer einen Hautschutzplan zu erstellen, in dem die Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel unter Berücksichtigung der verwendeten Kühlschmierstoffe und des Fertigungsablaufes festgelegt sind (siehe DGUV Information 209-022 „Hautschutz an Holz- und Metallbearbeitung“ und DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln“.

**Schutzmaßnahmen bei inhalativer Gefährdung**

**1. Vermeidung von Emissionen**

Um Atemwegserkrankungen möglichst zu vermeiden, müssen KSS-Emissionen minimiert werden. Zur Minimierung von KSS-Emissionen sind die in nachfolgender Tabelle Nr. 12 aufgelisteten Basismaßnahmen durchzuführen.

**Tabelle 12** Basismaßnahmen bei Tätigkeiten mit KSS

Ursachen für KSS-Emissionen	Basismaßnahmen
Ungünstig ausgelegte oder positionierte KSS-Zufuhr	Der KSS soll unmittelbar und ununterbrochen (gleichmäßiger Strahl) an die Wirkstelle des Werkzeugs gebracht werden. Dadurch werden die Reibung gemindert, der Späneabtransport gesichert und eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet.
Unzureichender KSS-Volumenstrom oder zu hoher KSS-Druck	Der KSS-Volumenstrom soll gemäß VDI 3035:2008-05 bestimmt und optimiert werden (z. B. Mindestwerte einhalten, Druck minimieren). Hier kann ggf. auch eine Anfrage bei der liefernden Firma helfen.
Einschleppen von Fremdölen (Hydrauliköle, offene Schmier Systeme etc.)	In nichtwassermischbare KSS eingeschleppte Fremdöle werden irreversibel vermischt. Eine Trennung mit mechanischen Verfahren ist in diesen Fällen nicht möglich. Aus diesen Gründen sollen KSS und Schmieröle aufeinander abgestimmt werden. In wassergemischten KSS werden Fremdöle mehr oder weniger einemulgiert. Die sich an der Oberfläche absetzende ölige Schicht soll mithilfe von Skimmern und Separatoren abgetrennt werden (VDI 3397 Blatt 2 [14]). Bei Neuanlagen soll eine konstruktive Trennung von Hydraulik-, Schmier- und KSS-Kreisläufen vorgesehen werden. Bei einer Verbrauchsölschmierung ist eine Trennung der Kreisläufe nicht möglich. In diesem Fall sollen Schmierölableitungen installiert werden, die ein Vermischen minimieren können.
Zu hohe Temperatur des umlaufenden KSS	Gemäß VDI 3035:2008-05 sollen <ul style="list-style-type: none"> <li>• KSS-Behälter ausreichend groß ausgelegt sein,</li> <li>• die Wärmeabfuhr über den KSS-Sammelbehälter gewährleistet sein.</li> <li>• KSS-Rücklauf, -Zufuhr und Wärmefluss aufeinander abgestimmt sein.</li> </ul> Für wassergemischte KSS sind gemäß TRGS 611 [15] regelmäßige Temperaturkontrollen erforderlich. Verfahrensbedingt sind in einigen Fällen Grenztemperaturen einzuhalten (z. B. 40 °C bei vielen Zerspanungsverfahren). Hier kann ggf. auch eine Anfrage bei der liefernden Firma weiterhelfen. Teilweise ist eine Temperierung des KSS im Umlaufsystem anzuraten.
Verfahrenstechnisch bedingte hohe KSS-Drücke, große KSS-Fördermengen, schnell rotierende Werkzeuge und Werkstücke	In diesen Fällen sollen eingehauste Bearbeitungsmaschinen eingesetzt werden. Spritzabdeckungen genügen meist nicht den Anforderungen, können aber als ergänzende Maßnahme sinnvoll sein.
Undichte Gehäuse und Leitungssysteme	Lecks müssen umgehend abgedichtet werden.

Ursachen für KSS-Emissionen	Basismaßnahmen
Verdampfen von KSS an warmen Werkstücken oder Spänen	Späne und Werkstücke sollen möglichst rasch aus dem Arbeitsraum entfernt oder abgedeckt und abgesaugt werden (nicht lagern!).
Verschüttete, verspritzte oder verschleppte KSS im Arbeitsbereich (KSS-Pfützen)	Verunreinigungen sollen unter Einsatz von Bindemitteln sofort beseitigt werden.
Offene KSS-Sammel- und -Ablaufstellen insbesondere mit großen Oberflächen	KSS-Sammel- und -Ablaufstellen sollen soweit wie möglich geschlossen und abgedeckt werden.
Ablagerung von KSS in Bodenwannen, Auffangwannen etc.	Boden- und Auffangwannen sollen regelmäßig gereinigt werden.
Ablegen verunreinigter Reinigungstücher	Reinigungstücher sollen in geeigneten (verschließbaren) und beschrifteten Behältern gesammelt werden.
Abblasen von Werkstücken, Werkzeugen und Maschinen mit Druckluft	Die Notwendigkeit dieser Maßnahme sollte überprüft werden. Wenn möglich sollen andere Maßnahmen (z. B. Gummiwischer bei Flachsleifmaschinen) genutzt werden. Das Abblasen kann ggf. in der abgesaugten Maschinenkapselung oder in einer abgesaugten Kabine (Box o. Ä.) durchgeführt werden.

## 2. Lufttechnische Maßnahmen

Kühlschmierstoff-Dämpfe und -Aerosole müssen erfasst und abgeführt werden. Den besten Schutz bieten gekapselte Maschinen mit Absaugung. Eine weitere Möglichkeit ist eine Absaugung der Nebel und Dämpfe an der Entstehungsstelle. Die Abluft sollte am besten nach außen geführt werden, da eine Abscheidung von Kühlschmierstoffdämpfen nur mit hohen Kosten (Aktivkohle-Filter, etc.) möglich ist.

Die Auslegung lüftungstechnischer Anlagen für Werkzeugmaschinen sowie Hallen in denen Werkzeugmaschinen stehen sollte entsprechend der VDI 3802 Bl. 2:2012-03 erfolgen.

### Persönliche Schutzausrüstungen

Bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffkonzentrat, Bioziden und Systemreinigern sind Augenschutz und Schutzhandschuhe erforderlich. Für das Verdünnen und Abfüllen sollte eine Kunststoffschürze zur Verfügung gestellt werden.

Schutzhandschuhe (z. B. nitrilgetränkte Baumwollhandschuhe) sind zu tragen, wenn an stillgesetzten gekapselten Maschinen gearbeitet wird oder größere Werkstücke ein- und ausgebaut werden, sofern kein Kontakt zu Kühlschmierstoffen besteht.

Wenn der Kontakt zu Kühlschmierstoffen nicht ausgeschlossen werden kann, z. B. bei Reinigungsarbeiten am Kühlschmierstoff-System, sind geeignete Chemikalienschutzhandschuhe einzusetzen.

**Achtung: An rotierenden Teilen dürfen keine Handschuhe getragen werden!**

### Arbeitsmedizinische Vorsorge

Wenn ein regelmäßiger Hautkontakt mit Kühlschmierstoffen nicht vermieden werden kann und vor dem Hintergrund auch des möglichen Hautkontakts mit anderen hautbelastenden Gefahrstoffen in der Werkstatt wird eine arbeitsmedizinische Angebotsvorsorge empfohlen.

Treten bei Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen außergewöhnliche Hauterscheinungen, wie Juckreiz, Brennen, Rötung, Bläschen oder Schuppung auf, können die Arbeiten mit Kühlschmierstoff-Kontakt weitergeführt werden, wenn mindestens eine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung und ggf. eine arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge durchgeführt wurde.

## 2.4 Gefahrstoffe bei der Oberflächenbehandlung

**Gefährdung durch Farben, Lacke, Verdüner und Kleber**  
Im Werkstattbereich werden vielfältige Reparaturarbeiten durchgeführt, bei denen Farben, Lacke, Verdüner und Kleber eingesetzt werden, siehe Abb. 26. Die Hauptgefährdung bei Tätigkeiten mit diesen Produkten geht von den Lösemittelanteilen aus.



Abb. 26 Lackierarbeiten an einem Spritzstand

Auskunft über die gefährlichen Eigenschaften der Produkte geben die Kennzeichnung der Gebinde, die Sicherheitsdatenblätter sowie die GISCODEs.

Der GISCODE ist eine Buchstaben-Zahlenkombination (Kennziffer), die von Fachverbänden der Bauwirtschaft und dem Gefahrstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (GISBAU) entwickelt wurde, um die Herstellerinformationen für den betrieblichen Anwender verständlicher zu machen und die Ersatzstoffsuche zu erleichtern. So verschlüsselt der Code zum Beispiel die Bezeichnungen „lösemittelfrei, lösemittelarm, lösemittelhaltig und stark lösemittelhaltig“ – je höher die Kennziffer des Codes ist, umso lösemittelhaltiger bzw. gefährlicher ist das Produkt. Das Gefahrstoffinformations-

system WINGIS enthält eine Liste der GISCODEs der vom System erfassten Produkte.

Häufig werden im Werkstattbereich folgende lösemittelhaltige Produkte verwendet:

### Farben und Lacke

#### Lacke enthalten

- organische Bindemittel (Kunstharze wie zum Beispiel Alkydharz, Acrylharz, Epoxidharz),
- organische Lösemittel (Etheralkohole, aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, Ester, Ketone, Alkohole) und/oder Wasser,
- organische und anorganische Pigmente,
- Füllstoffe (z. B. Kieselgel, Kieselgur) und
- Lackhilfsmittel (z. B. Emulgatoren, Biozide, Antihautmittel, Antioxidantien).

#### Dispersionsfarben enthalten

- Kunststoffdispersionen, in der Regel auf wässriger Basis,
- anorganische und organische Pigmente und
- in geringen Mengen (bis zu 10%) Additive (zum Beispiel Glykole, Glykolether und Konservierungsstoffe, wie Isothiazolinone).

Als gefährliche Bestandteile in den Dispersionsfarben sind die Additive anzusehen, die beim Druckluftspritzen oder beim direkten Hautkontakt ihre sensibilisierende und reizende Wirkung entfalten können. Bei einer bestehenden Konservierungsmittel-Allergie können dabei allergische Reaktionen ausgelöst werden.

Auch in wasserverdünnbaren Farben und Lacken sind geringe Anteile an meist schwerflüchtigen Lösemitteln enthalten. Je höher die Flüchtigkeit der enthaltenen Lösemittel ist, umso schneller trocknet eine Farbe oder ein Lack – umso höher ist aber auch die kurzzeitig auftretende Konzentration an Lösemitteldämpfen in der Atemluft.

Die Lösemittel der lösemittelbasierten Farben und Lacke sind leichtflüchtig. Da ihre Dämpfe schwerer als Luft sind, reichern sie sich in Bodennähe und Vertiefungen aller Art, wie zum Beispiel Arbeitsgruben, an und können dort zündfähige Gemische bilden. Dies sowie weitere im Arbeitsbereich auftretende Luftströmungen sind bei der Installation von Absaugeinrichtungen zu berücksichtigen.

Hilfestellung geben die DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – lufttechnische Maßnahmen“ und die DGUV Information 209-200 „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“.

Viele lösemittelhaltige Produkte sind entzündbar oder sogar leicht entzündbar. Bei der Verdampfung von 1 ml brennbare Flüssigkeit kann sich bis zu 10 000 ml (10 Liter) explosionsfähige Atmosphäre in der Umgebungsluft bilden. Dies ist zum Beispiel bei Arbeiten mit entzündbaren Lösemitteln in kleinen Räumen mit schlechter Lüftung oder bei der Lagerung von Leergebinden zu bedenken.

Weitere Informationen zum Explosionsschutz enthält die DGUV Information 209-046 „Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe – Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb“.

Lösemittel können über die Atemwege und durch unmittelbaren Hautkontakt in den Körper gelangen. Die schädigende Wirkung auf die Atemwege und das zentrale Nervensystem hängt von der Konzentration in der Atemluft, der Dauer und der Häufigkeit der Stoffeinwirkung ab. In hohen Konzentrationen können auch Leber, Nieren und Knochenmark geschädigt werden. Symptome einer Lösemittelinwirkung können Augenreizungen, Kopfschmerzen, Müdigkeit und in hohen Dosen narkotische Wirkungen sein.

Lösemittel wirken auf die Haut entfettend. Sie können die schützende Fettschicht der Haut angreifen und damit die Entstehung von Hautkrankheiten begünstigen.

Beim Streichen und Rollen ist als Hauptgefährdung das Verdampfen der enthaltenen organischen Lösemittel anzusehen.

Beim Druckluftspritzen kommt es zur Bildung feiner Lacktröpfchen in der Luft (Aerosol). Damit können beim ungeschützten Arbeiten neben den Lösemitteln auch die übrigen Lackbestandteile in die Atemwege und Augen gelangen. Sie wirken reizend und können Allergien hervorrufen.

Beim Abschleifen alter Beschichtungen treten einatembare Stäube auf, die gesundheitsschädliche Stoffe wie zum Beispiel Cadmium- und Bleipigmente enthalten können.

Stäube treten auch bei der Eigenherstellung von Farben aus Pulvern auf.

Einatembare Stäube können die Funktion der Atemwege beeinträchtigen. Cadmiumverbindungen haben krebs-erzeugende, Bleiverbindungen fortpflanzungsgefährdende Eigenschaften. Zusätzlich muss beachtet werden, dass auch Partikel aus dem Untergrund freigesetzt werden. Dabei handelt es sich häufig um krebs-erzeugendes Material. Daher müssen Schleifarbeiten immer mit abgesaugten Maschinen durchgeführt werden.

#### **Verdünner und Pinselreiniger**

In Verdünnern und Pinselreinigern sind in der Regel Lösemittel enthalten.

- Nitroverdünnung ist ein leichtflüchtiges, entzündbares Lösemittelgemisch. Wesentliche Bestandteile sind Methanol, Ester, Ketone und aromatische Kohlenwasserstoffe wie zum Beispiel Xylol und Ethylbenzol.
- Terpentin(öl)ersatz findet ebenfalls als Verdünnungsmittel Verwendung. Es ist eine hochsiedende Benzinfraktion und enthält als wesentliche Bestandteile aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe.
- Pinselreiniger bestehen entweder aus einer wässrigen Tensidlösung mit einem mehr oder weniger hohen Anteil an organischen Lösemitteln oder einem Gemisch aus organischen Lösemitteln.

#### **Kleber**

Kleber bestehen aus Klebrohstoffen, wie Harzen oder natürlichen bzw. synthetischen Polymeren, aus Weichmachern und Additiven. Diese werden entweder mit Wasser dispergiert oder in Lösemitteln gelöst. Zudem finden auch reaktive Klebstoffe Verwendung.

- Wässrige Produkte werden meist aufgrund der enthaltenen Konservierungsmittel gekennzeichnet.
- Wesentliche Lösemittelbestandteile lösemittelhaltiger Produkte sind Ethylacetat, Ethanol, n-Propanol, iso-Propanol, Aceton, iso-Hexan und gelegentlich auch Tetrahydrofuran.
- Lösemittelfreie, reaktive Klebstoffe enthalten meist Isocyanate (MDI, Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat). Diese Klebstoffe werden mit Druckgaspackungen oder Kartuschen appliziert und härten durch die Reaktion mit Feuchtigkeit aus.



## Schutzmaßnahmen

### Ersatzstoffe

Produkte mit organischen Lösemitteln sind nach Möglichkeit durch Gemische auf wässriger Basis zu ersetzen, auch wenn lösemittelfreie oder lösemittelärmere Gemische beim Verwenden längere Trocknungszeiten benötigen. Alternativ können reaktive Klebstoffe verwendet werden, bei deren Anwendung es in der Regel nicht zu Bildung von Aerosolen und Hautkontakt kommt.

Sind Ersatzprodukte auf wässriger Basis oder in Form von reaktiven Klebstoffen auf Basis von MDI nicht erhältlich oder ist deren Anwendung nicht zumutbar, sind Gemische mit organischen Lösemitteln einzusetzen, die ein möglichst geringes Gefährdungspotential beinhalten. So sollten anstelle von aromatenreichen Lacken besser aromatenarme oder aromatenfreie Lacke verwendet werden. Handelsübliche Malerlacke sind im Gegensatz zu Sprühlacken aus dem Kfz-Bereich in der Regel aromatenarm.

### Ersatzverfahren

Wegen der Gefährdung durch auftretende Aerosole sollte die Farbe durch Streichen oder Rollen und nicht durch Spritzen aufgetragen werden.

Falls man auf Spritzverfahren nicht verzichten kann, ist das Airless-Spritzverfahren wegen der damit verbundenen geringeren Exposition gegenüber dem Druckluftspritzverfahren vorzuziehen.

Elektrisch angetriebene und elektrostatische Spritzeinrichtungen müssen so beschaffen sein und betrieben werden können, dass durch sie explosionsfähige Atmosphäre nicht gezündet werden kann.

## Technische Schutzmaßnahmen

### Absaugung und Lüftung

Die wirksamste Maßnahme ist das Erfassen der Gefahrstoffe an der Entstehungsstelle, zum Beispiel durch einen Abzug, Spritzstand, Absaugwand oder Punktabsaugung (siehe auch Nummer 1.6.2).

Andere Möglichkeiten sind eine raumlufttechnische Anlage mit Zu- und Abluft oder eine gleichwertige natürliche Lüftung. Die Luftführung der raumlufttechnischen Anlage sollte dabei möglichst durch eine Querlüftung erfolgen.

Solche Maßnahmen sind insbesondere erforderlich, wenn der Rauminhalt des Arbeitsraumes nicht mehr als 30 m<sup>3</sup> und die Grundfläche weniger als 10 m<sup>2</sup> sowie mehr als 20 ml Beschichtungsstoff je m<sup>3</sup> Rauminhalt in der Stunde und mehr als 5 Liter je Arbeitsschicht und Raum verarbeitet werden.

Die Reinigung von Arbeitsmitteln (zum Beispiel Pinsel) mit lösemittelhaltigen Reinigungsmitteln sollte an abgesaugten Reinigungstischen erfolgen.

Reinigungsarbeiten und andere kleinere Arbeiten, bei denen mit einem Freiwerden von Gefahrstoffen zu rechnen ist, können auch unter einer Absaugeinrichtung mit nachführbarem Absaugarm („Rüsselabsaugung“) durchgeführt werden.

### Aufbewahrung

Lösemittel sollten nur in Originalverpackungen aufbewahrt werden. Das Aufbewahren von Lösemitteln in Getränkeflaschen ist unzulässig.

Gebinde für Lösemittel müssen vorschriftsmäßig nach Gefahrstoffverordnung gekennzeichnet werden.

Entzündbare Flüssigkeiten dürfen am Arbeitsplatz nur in den für den Fortgang der Arbeit erforderlichen Mengen bereitgehalten werden.

Das Lagern in Arbeitsräumen ist nur gestattet, wenn die Lagerung in besonderen Einrichtungen zum Beispiel in Sicherheitsschränken erfolgt. Der Rauminhalt pro Sicherheitsschrank darf höchstens 1.000 Liter betragen und muss eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten besitzen. Diese Anforderungen gelten als erfüllt, wenn sie



Abb. 27 Metallbehälter zur Sammlung für lösemittelgetränkte Putzlappen

der DIN EN 14470 Teil 1 „Feuerwiderstandsfähige Lager-schränke – Sicherheitsschränke für brennbare Flüssigkeiten“ entsprechen. Im Übrigen sind für die Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten die besonderen Anforderungen an ein Lager (siehe TRGS 510) zu beachten.

Lösemittelgetränkte Lappen und vergleichbare Arbeitsmittel müssen in feuerfesten Metallbehältern mit selbstschließendem Deckel gesammelt und aufbewahrt werden, siehe Abb. 27.

### Organisatorische Schutzmaßnahmen

Arbeiten, die mit einer erheblichen Gefahrstoffemission verbunden sind, zum Beispiel das großflächige Auftragen von lösemittelhaltigen Anstrichstoffen, sollten an das Schichtende gelegt werden.

Behältnisse mit Gefahrstoffen dürfen nicht offen stehen bleiben.

Abfälle und Rückstände sind regelmäßig und gefahrlos zu entfernen. Verschüttete Lacke, Lösemittel und Reiniger müssen baldmöglichst gefahrlos, zum Beispiel mit Ölbinder, aufgenommen und entsorgt werden.

Bei Tätigkeiten mit entzündbaren Lösemitteln sind Zündquellen unbedingt zu vermeiden (Rauchverbot!). Es müssen Einrichtungen zur Brandbekämpfung vorhanden sein (Feuerlöscher, Feuerlöschdecke).

Beim Ab- und Umfüllen größerer Mengen (mehr als 2 Liter) entzündbarer Flüssigkeiten, die mit dem Gefahrenhinweis H224 oder H225 „Flüssigkeit und Dampf extrem bzw. leicht entzündbar“ gekennzeichnet sind, müssen Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung getroffen werden. Eine geeignete Maßnahme gegen elektrostatische Aufladung beim Ab- und Umfüllen ist das Erden der Metallbinde und des Metalltrichters. Gebinde aus nicht leitfähigem Kunststoff dürfen nur bis zu einer Größe von 5 Liter ab- und umgefüllt werden. Hierbei ist ein Trichter zu verwenden (Metalltrichter erden).

## Persönliche Schutzmaßnahmen

### Handschutz

Wenn bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen mit Hautkontakt zu rechnen ist, insbesondere bei Reinigungs- und Verdünnungsmitteln, sind geeignete Schutzhandschuhe zu tragen. Für viele der in der Werkstatt verwendeten Gefahrstoffe sind Schutzhandschuhe aus Nitril- oder Butylkautschuk geeignet.

### Hautschutz

Hände niemals mit Waschbenzin oder Nitroverdünnung wegen der damit verbundenen Gesundheitsgefahren reinigen.

Zur Vermeidung von Hauterkrankungen sind geeignete Hautreinigungs- und Hautpflegemittel auszuwählen, zur Verfügung zu stellen und anzuwenden.

### Atemschutz

Ergibt die Gefährdungsbeurteilung, dass auf Grund der Arbeitsbedingungen trotz Ausschöpfung aller technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen Grenzwerte überschritten werden, ist Atemschutz zur Verfügung zu stellen und zu tragen. Je nach Stoffart können unterschiedliche Atemschutzfilter erforderlich sein. Für die meisten Fälle im Umgang mit Farbe, Lack, Verdüner oder Kleber sind Kombinationsfilter der Filterklasse A2P2 geeignet.

Zur Vermeidung eines erhöhten Atemwiderstandes können gebläseunterstützte Atemschutzgeräte mit einer Haube oder einem Helm eingesetzt werden. Das Tragen von Atemschutzgeräten darf nur eine vorübergehende Maßnahme sein.

### Augenschutz

Beim Verspritzen von Beschichtungsstoffen sind Schutzbrillen zu tragen, ebenso beim Umfüllen und Ansetzen. Atemschutzhauben oder Vollmasken bieten in der Regel ebenfalls einen geeigneten Augenschutz.

## Gefahrstoffe beim Entfernen alter Anstriche

Im Zuge von Instandhaltungs- und Reparaturmaßnahmen muss häufig der alte Farbanstrich oder die alte Beschichtung abgetragen werden. Grundsätzlich kann zwischen drei verschiedenen Methoden unterschieden werden:

- Abschleifen
- Ablaugen (Abbeizen)
- Abbrennen

Beim **Abschleifen** ist der Schleifvorgang so zu gestalten, dass eine Staubexposition möglichst vermieden wird. Daher sind abgesaugte Schleifgeräte (zum Beispiel Schwing schleifer) zu verwenden. Manuelle Handschleifarbeiten sollten, da der Staub normalerweise nicht erfasst werden kann, vermieden werden. Sollten sie dennoch erforderlich werden, muss Atemschutz, z. B. eine Staubmaske mindestens FFP2, getragen werden.

Spezielle Schleifarbeiten, wie das Entfernen von dünnen Lackschichten, können auch nass erfolgen, was ebenfalls die Staubexposition verringert.

Beim **Ablaugen** (Abbeizen) von Beschichtungen sind Gefährdungen in erster Linie durch das Abbeizmittel möglich. Hier ist insbesondere auf die Informationen aus dem Sicherheitsdatenblatt zu achten. Beim Einsatz von Abbeizern sind die Wartezeiten zu beachten.

Der Einsatz dichlormethanhaltiger Abbeizer ist verboten, Altbestände sind fachgerecht zu entsorgen. Im Handel sind Abbeizmittel auf der Basis von Ersatzstoffen erhältlich, bei deren Anwendung keine inhalative Belastung gegeben ist. Die Anwendungsweise ist den Herstellerangaben entsprechend anzupassen.

Beim **Abbrennen**, zum Beispiel mit einem Flüssiggasbrenner oder Heißluftfön, besteht eine Gefährdung durch heiße Oberflächen und durch Pyrolyseprodukte der alten Beschichtung oder des alten Anstrichs. Bei manuellem Einsatz des Brenners sind große Temperaturunterschiede an der Anstrichoberfläche nicht zu vermeiden. Dadurch kann es unter Umständen zu einem Brand der alten Beschichtung oder des alten Anstrichs kommen. Solche Tätigkeiten sollten daher möglichst vermieden werden.

## 2.5 Gefahrstoffe bei der Oberflächenreinigung

### Gefährdung durch Kaltreiniger und Lösemittel

Zum Entfernen von Bohr-, Schmier-, Schneid- und Härteölen sowie von Kühlschmierstoffemulsionen werden Kaltreiniger oder verschiedene Lösemittel verwendet. Auch zur Vorbereitung für die Oberflächenbeschichtung von Werkstücken im Werkstattbereich werden häufig Kaltreiniger oder Lösemittel eingesetzt, siehe Abb. 28 und 29.

Hat die Substitutionsprüfung ergeben, dass man weder auf Reinigungsschritte verzichten, noch auf chemikalienfreie mechanische oder thermische Verfahren ausweichen kann, stehen als Kaltreiniger oder Lösemittel folgende Produktgruppen zur Verfügung:

- Halogenfreie organische Lösemittel
- Wässrige Lösungen (Tenside)
- Pflanzenöleste

Die genannten Produkte sind nach GefStoffV/CLP zu kennzeichnen. Alle Produktgruppen müssen entsprechend ihrem Gehalt an gesundheitsschädlichen und/oder entzündbaren Bestandteilen nach GefStoff gekennzeichnet sein. Viele derzeit auf dem Markt befindliche Kaltreiniger sind nach GefStoffV nicht kennzeichnungspflichtig.

Auf der Basis von Chlorkohlenwasserstoffen (CKW) dürfen Kaltreiniger mit den Inhaltsstoffen Dichlormethan, Trichlorethen (Tri) und Tetrachlorethen (Per) nur noch in geschlossenen Anlagen verwendet werden. Nach Möglichkeit ist auf den Einsatz von Kaltreinigern auf der Basis von Chlorkohlenwasserstoffen zu verzichten.

**Reiniger auf Basis halogenfreier organischer Lösemittel**  
Viele Kaltreiniger basieren auf Gemischen von Kohlenwasserstoffen, Alkoholen, Ketonen, Estern und Lactamen (siehe Anhang 1).

Hinsichtlich der Gesundheits-, Brand- und Explosionsgefahren siehe die Ausführungen im Kapitel 2.4 „Gefahrstoffe in der Oberflächenbehandlung“.

### Reiniger auf Pflanzenölbasis

Anstelle von Reinigungsmittel auf der Basis organischer Lösemittel haben sich in der Praxis Reinigungsmittel auf der Basis von Pflanzenölestern für viele Reinigungsvorgänge in Werkstätten als geeignet erwiesen.

Die Pflanzenölester sind nicht als Gefahrstoffe eingestuft und somit nicht gekennzeichnet. Diese Pflanzenölester verdampfen nahezu nicht und die Geruchsbelästigung am Arbeitsplatz ist gering. Das hat zur Folge, dass aufwändige Schutzmaßnahmen, wie z. B. Absaugung und Explosionsschutz, entfallen können. Bei Hautkontakt sollten Handschuhe getragen werden.



Abb. 28 Kaltreinigerstation in einer Werkstatt



Abb. 29 Gebindegrößen von Kaltreinigern



Gegenüber herkömmlichen Reinigungsmitteln haben die Pflanzenölester einen geringeren Verbrauch (keine Verdunstung!), eine höhere Fettaufnahmekapazität und höhere Standzeiten.

### **Reiniger auf wässriger Basis**

Reiniger auf wässriger Basis sind schwerflüchtige Vielkomponentengemische, die Tenside, Laugen (wie zum Beispiel Natriumhydroxid), Amine, Komplexbildner, Korrosionsinhibitoren, Silikate, Phosphate und Konservierungsmittel enthalten können.

Im Fachhandel ist eine Vielzahl von neutralen, aber auch alkalischen und sauren Reinigern auf wässriger Basis erhältlich. Die alkalischen und sauren Reiniger haben jedoch ätzende oder reizende Eigenschaften. Die ätzende Wirkung dieser Reiniger nimmt mit steigender Konzentration, steigender Temperatur und der Länge der Kontaktzeit zu. Bei Tätigkeiten mit diesen Reinigern sind insbesondere die Augen, die Haut sowie die Schleimhäute gefährdet.

### **Schutzmaßnahmen**

Im Wesentlichen sind die Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit lösemittelhaltigen Reinigern identisch mit denen im Kapitel 2.4 „Gefahrstoffe bei der Oberflächenbehandlung“ beschriebenen Schutzmaßnahmen zu Tätigkeiten mit lösemittelhaltigen Farben, Lacken und Verdünnern.

### **Ersatzstoffe, Substitution**

Wo es das Arbeitsverfahren erlaubt, sollten Reiniger auf der Basis organischer Lösemittel durch Reiniger auf Pflanzenölbasis oder durch wässrige Reiniger ersetzt werden. Bei der Auswahl von Reinigersystemen auf der Basis organischer Lösemittel sind aromatenfreie oder aromatenarme Produkte und solche mit einem möglichst hohen Flammpunkt zu bevorzugen. Hinweise liefert die Gefahrstoff-Datenbank der BG BAU „WINGISonline“.

Beim Einsatz von Reinigern auf der Basis organischer Lösemittel sollte man bei der Auswahl darauf achten, dass der Flammpunkt möglichst hoch (über 60 °C, keine Kennzeichnung als entzündbar) liegt, um das Verdampfen der Lösemittel möglichst gering zu halten. Der Flammpunkt ist im Sicherheitsdatenblatt in Abschnitt 9 „Physikalische und chemische Eigenschaften“ zu finden.

Der Einsatz von Ottokraftstoffen zur Oberflächenreinigung ist verboten.

### **Technische Schutzmaßnahmen**

Bei Tätigkeiten mit entzündbaren organischen Lösemitteln ist darauf zu achten, dass Zündquellen (Rauchen, offene Flammen, Schweißperlen, Schleiffunken, Schlagfunken, heiße Oberflächen) und elektrostatische Aufladungen vermieden werden. Die Verwendung entzündbarer Lösemittelgemische in Reinigungsanlagen erfordert die Einhaltung von weitergehenden Explosionsschutzmaßnahmen. (z. B. Konzentrationsüberwachung, etc.).

Ausgehend von einer maximalen Raum- und Verarbeitungstemperatur von 30 °C ergeben sich die nachfolgenden Anforderungen an den Ex-Schutz. Liegt der Flammpunkt bei Gemischen 15 °C oder bei Reinstoffen um 5 °C über der Verarbeitungstemperatur sind keine besonderen Maßnahmen an den Ex-Schutz zu stellen. In der Tabelle 13 sind exemplarisch typische Inhaltsstoffe von Kaltreinigern aufgeführt.

**Tabelle 13** Kaltreiniger – Stoffe und Gemische, Flammpunkt-Kriterium

Verbindungsklassen	Allgemein einsetzbar*: Flammpunkt ≥ 35 °C für Reinstoffe ≥ 45 °C für Gemische	Nur mit besonderen Ex-Schutz- Maßnahmen einsetzbar*: Flammpunkt < 35 °C für Reinstoffe < 45 °C für Gemische
Kohlenwasserstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aliphatisch, (aromatenarm oder aromatenfrei), typischer Siedebereich &gt; 155 °C</li> <li>• Testbenzine (aromatenarm oder aromatenfrei), typischer Siedebereich &gt; 155 °C</li> <li>• Testbenzine (aromatenhaltig)</li> <li>• Terpene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aliphatisch, (aromatenarm oder aromatenfrei), typischer Siedebereich ca. 40– 140 °C</li> <li>• Testbenzine (aromatenhaltig)</li> </ul>
Kohlenwasserstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aromatisch Solventnaphtha (SN)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aromatisch (Xylol, Ethylbenzol)</li> </ul>
Alkohole		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ethanol</li> <li>• 1-Propanol</li> <li>• 2-Propanol</li> <li>• 1-Butanol</li> <li>• 2-Methyl-1-propanol</li> </ul>
Ketone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyclohexanon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceton</li> <li>• Methylethylketon</li> <li>• 4-Methyl-2-pentanon</li> </ul>
Ester	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflanzenölester</li> <li>• Dibasische Ester (DBE)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Essigsäureethylester</li> <li>• Essigsäurebutylester</li> </ul>

\* Nicht allgemein einsetzbar bedeutet in diesem Fall, dass der Flammpunkt

- bei Gemischen weniger als 15 °C
- bei Reinstoffen weniger als 5 °C

über der Verarbeitungs- oder Umgebungstemperatur liegt (siehe TRGS 721).

Dies ist insbesondere bei der Anwendung von Ultraschall zu beachten, da das Reinigungsmedium dadurch erwärmt wird. Ausreichende Sicherheit kann geräteseitig durch Temperaturbegrenzung (Abschaltung, Kühlung) gewährleistet werden. Die Gefahr elektrostatischer Aufladung ist zu berücksichtigen (Maßnahmen siehe TRGS 727).

Reinigungstätigkeiten mit organischen Lösemitteln sind möglichst in geschlossenen Anlagen oder unter Absaugung an der Entstehungsstelle durchzuführen. Bei Reinigungstätigkeiten ist darauf zu achten, die Menge an organischen Lösungsmitteln zu minimieren.

Kleinmengen an Kaltreinigern und Lösemitteln, die unterhalb der Mengen, die in Tabelle 5 (siehe Nummer 1.6.4) genannt sind, sind in Arbeitsräumen idealweise in Sicherheitsschränken aufzubewahren.

**Persönliche Schutzausrüstungen**

Bei Reinigungsarbeiten ist Handschutz und Augenschutz zu verwenden.



Abb. 30 Kennzeichnung des Arbeitsbereichs, -platzes mit Piktogrammen nach ASR A1.3 (M009 „Handschutz benutzen“ und M004 „Augenschutz benutzen“)



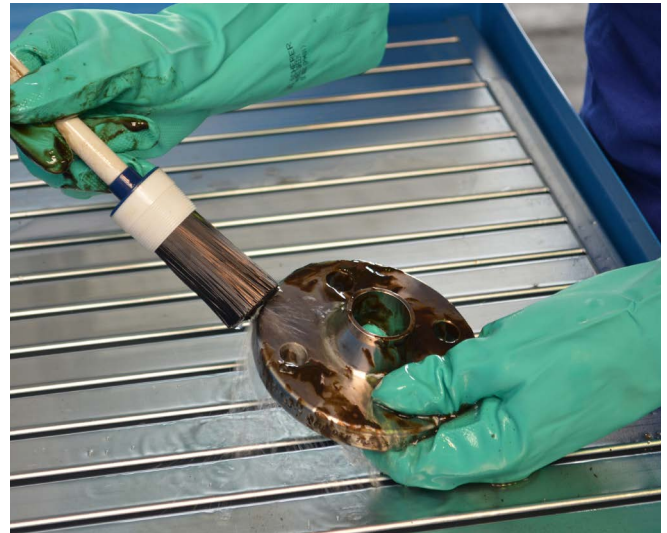


Abb. 31a und 31b Verwendung von Handschuhen bei der Teilereinigung

### Augenschutz

Bei Spritzgefahr ist geeigneter Augenschutz (Gestellbrille, Korbbrille) zu tragen.

### Handschutz

Für viele Lösemittel eignen sich Handschuhe aus Nitrilkautschuk.

### Hautschutz

Der Hautkontakt ist sowohl mit lösemittelhaltigen Reinigern als auch mit Kaltreinigern auf wässriger Basis wegen möglicher Hautschäden unbedingt zu vermeiden.

Geeignete Hautreinigungs- und Hautpflegemittel müssen ausgewählt, zur Verfügung gestellt und benutzt werden.

### Arbeitsmedizinische Vorsorge

Bei Tätigkeiten mit Kaltreinigern ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzustellen, ob eine dermale Belastung, beispielsweise Feuchtarbeit, vorliegt. Eine arbeitsmedizinische Vorsorge ist in diesem Fall anzubieten. Gegebenenfalls kann auch eine Pflichtvorsorge erforderlich werden.

### Notfallmaßnahmen

Bei Tätigkeiten mit Kaltreinigern oder Lösemitteln ist es besonders wichtig, auf einen unbeabsichtigten Austritt vorbereitet zu sein. Die Einführung eines Notfallmanagements gewährleistet ein zielgerichtetes und planvolles Vorgehen bei der Schadensbegrenzung und Beseitigung der ausgetretenen Stoffe. Sicherheitsübungen sind in regelmäßigen Abständen durchzuführen; sinnvoll ist mindestens eine Übung pro Jahr. Dabei wird geübt, wie sich die Beschäftigten im Notfall in Sicherheit bringen oder gerettet werden können. Schadensfälle und das Vorgehen sind in regelmäßigen Abständen zu üben.

Bei Tätigkeiten mit Kaltreinigern oder Lösemitteln ist es angezeigt ein Bindemittel (z. B. Blähglimmer, Kieselgur) und ein Sammelgefäß vorzuhalten.

## 2.6 Gefahrstoffe bei der Kunststoffbe- und -verarbeitung



Abb. 32 Kunststoffverarbeitung in einer Werkstatt

In allen Werkstattbereichen nimmt die Kunststoffbe- und -verarbeitung einen breiten Raum ein.

Kunststoffe haben einige vorteilhafte Eigenschaften:

- Geringe Massendichte, deutlich leichter als Metalle
- Hohe Korrosionsbeständigkeit gegenüber aggressiven Chemikalien wie z. B. Salzsäure.
- Niedrige Verarbeitungstemperatur, in der Regel bei Raumtemperatur.
- Gute Verformbarkeit bei Thermoplasten.
- Geringe thermische und elektrische Leitfähigkeit.
- Durch geeignete Zuschlagsstoffe können auch leitfähige Kunststoffe hergestellt werden, z. B. leitfähige Fußböden

Sie werden unter anderem verwendet

- für Isolier- und Wärmedämmzwecke im Baubereich, zum Beispiel Schaumstoffe,
- zur Reparatur im Holz- und Metallbereich, zum Beispiel Reparatur- und Füllspachtel,
- als Klebstoffe,
- in Baumaterialien als Fugen-, Verguss- und Spachtelmassen sowie Beschichtungsstoffe, zum Beispiel Lacke.

Allerdings sind viele Kunststoffe brennbar, wenig wärmebeständig und altern schnell. Deshalb werden Kunststoffen eine Reihe von Zusätzen, wie zum Beispiel Flammschutzmittel, Färbemittel, UV-Stabilisatoren und Weichmacher zugegeben.

Kunststoffe sind in der Regel im ausgehärteten (polymerisierten) Zustand keine Gefahrstoffe. Sie emittieren bei der kalten mechanischen Bearbeitung keine gesundheitsgefährlichen Gase und Dämpfe. Eine Gesundheitsgefährdung kann jedoch bei der mechanischen Bearbeitung in Form von Stäuben und Zersetzungsprodukten auftreten. Insbesondere bei der heißen Bearbeitung ist mit der Freisetzung von Zersetzungsprodukten in Form von Gasen und Dämpfen zu rechnen.

Kunststoffe werden einkomponentig in Form von Lösungen oder zweikomponentig als Reaktionsharze verwendet. Bei den Lösungen muss das Lösemittel (Wasser oder organische Lösemittel) verdampfen damit der Kunststoff aushärten kann. Bei den zweikomponentigen Produkten erfolgt die Aushärtung durch die Reaktion der Komponenten.

Aus der Vielzahl von Kunststoffen werden in dieser DGUV Information Polyurethane, Polyesterharze und Epoxidharze beschrieben, da bei ihrer Verwendung in Werkstätten die größten Gesundheitsgefahren auftreten können. In einem weiteren Abschnitt wird aus dem gleichen Grund auf das Quellschweißen von Kunststoffen mit Lösemitteln eingegangen. Abschließend wird in diesem Kapitel auf die Gefahren durch thermische Zersetzungsprodukte von Kunststoffen hingewiesen.

### 2.6.1 Polyurethan-Kunststoffe

#### Eigenschaften und Gefährdungen

Polyurethan-Kunststoffe (PU- oder PUR-Kunststoffe) sind hochmolekulare Stoffe, die aus Isocyanaten und Polyalkoholen (Polyolen) in einer chemischen Reaktion entstehen. Seltener werden statt der Polyalkohole Polyamine eingesetzt. Polyurethane finden Verwendung als Schaum-, Beschichtungs- und Klebstoffe sowie als Elastomere für hochbeanspruchte Formteile. In Werkstätten werden PU-Kunststoffe vor allem als Montageschäume und als Beschichtungsstoffe (zum Beispiel „PUR-Lacke“) eingesetzt, von denen es Ein- und Mehrkomponentensysteme gibt. Bei Zweikomponentensystemen wird die Isocyanat-Komponente als „Härter“, die Polyol-Komponente als „Harzkomponente“ bezeichnet. Gefahren gehen dabei insbesondere von den im „Härter“ enthaltenen Isocyanaten aus, daneben von Katalysatoren, Löse- und Treibmitteln sowie anderen Hilfsstoffen.

Die ausgehärteten Kunststoffe sind weitgehend ungefährlich. Nur beim Erhitzen (zum Beispiel Abflammen alter PU-Anstriche, Schweißen in der Nähe von PU-Schaumteilen) oder im Brandfall kann es zur Freisetzung von gefährlichen Zersetzungsprodukten, wie Blausäure, kommen.

Folgende Isocyanate (Monomere) werden in den Produkten eingesetzt:

- MDI (Diphenylmethandiisocyanate)
- TDI (Toluylendiisocyanate)
- HDI (Hexamethylendiisocyanat)
- IPDI (Isophorondiisocyanat)
- NDI (Naphtylendiisocyanat)

Im Vordergrund steht die sensibilisierende (allergisierende) Wirkung der Ausgangsstoffe aller Produkte mit freiem Isocyanat auf die Atemwege („Isocyanatasthma“) und auf die Haut. Ein Isocyanat-Asthma kann durch hohe Expositionen beim Einatmen aber auch durch massiven Hautkontakt entstehen. Der Hautkontakt kann zu einem allergischen Hautekzem führen<sup>16</sup>. Die allergisierende Wirkung kann bei Konzentrationen weit unter den Grenzwerten eintreten. Das Isocyanatasthma und eine isocyanatbedingte Kontaktallergie können eine Berufskrankheit (BK 1315 oder BK 5101) begründen.

Alle Isocyanate wirken zusätzlich stark reizend auf Augen, Haut und Schleimhäute.

MDI und TDI stehen im Verdacht, krebserzeugend zu wirken.

PU-Lacke enthalten häufig große Mengen Lösemittel wie Glykolether und aromatische Kohlenwasserstoffe. Zu den Gefahren, die von diesen Stoffen ausgehen (siehe Kapitel 2.4 „Gefahrstoffe zur Oberflächenbehandlung“).

Druckgaspackungen, zum Beispiel Montageschaumdosen, können beim Erhitzen oder bei mechanischer Beschädigung auf Grund des enthaltenen Treibgases gefährlich werden. Bei brennbaren Treibgasen ist in engen, schlecht gelüfteten Räumen beim Vorhandensein von Zündquellen die Gefahr von Verpuffungen gegeben.

Wegen der großen Produktvielfalt auf diesem Gebiet muss im Einzelfall immer das Sicherheitsdatenblatt des jeweiligen Produkts zu Rate gezogen werden.

**Schutzmaßnahmen**

Nach der REACH-Verordnung (Anhang XIV) unterliegen Tätigkeiten mit Isocyanaten einer Beschränkung. Danach sind Anwenderinnen und Anwender solcher Produkte, mit mehr als 0,1 Gew.% Monomergehalt (z. B. MDI oder HDI), in der sicheren Anwendung zu schulen. Die Schulungsmaterialien müssen von den herstellenden Firmen zur Verfügung gestellt werden. Diese Anforderung gilt ab August 2023. Die erfolgreiche Teilnahme an der Schulung wird durch ein Zertifikat dokumentiert.

**Ersatzstoffe**

Müssen aus anwendungstechnischen Gründen Polyurethansysteme eingesetzt werden, sollte der Gehalt an freiem Isocyanat möglichst gering sein. Hilfreich ist dabei der GISCODE für PU-Systeme, siehe Tabelle 14. Hierbei sollten Produkte mit möglichst niedrigem GISCODE verwendet werden. Bei Montageschäumen, zum Beispiel anstatt PU 80 besser PU 70 einsetzen.

**Tabelle 14** GISCODE für PU-Systeme

GISCODE	Produktgruppe
PU10	PU-Systeme, total solid
PU20	PU-Systeme, total solid , Gruppe 2
PU30	PU-Systeme, lösemittelarm
PU35	PU-Systeme, lösemittelhaltig
PU40	PU-Systeme, total solid, CMR
PU45	PU-Systeme, lösemittelarm, CMR
PU50	PU-Systeme, lösemittelhaltig, CMR
PU55	PU-Systeme, lösemittelhaltig, giftig, CMR
PU70	PU-Montageschäume
PU80	PU-Montageschäume, hochentzündlich

<sup>16</sup> GISCODE, GISBAU-Information Informationen der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

### **Ersatzverfahren**

Die Vermeidung der Aerosolbildung ist beim Umgang mit isocyanathaltigen Produkten besonders wichtig, da dabei eine hohe Gefahr einer Atemwegssensibilisierung besteht. Streichen oder Rollen sollte Spritzen oder Sprühen ersetzen, wo immer dies möglich ist.

### **Technische Schutzmaßnahmen**

Da hauptsächlich die nicht abreagierten Isocyanate gefährliche Eigenschaften aufweisen, ist beim Ansetzen von Mehrkomponentensystemen besonders darauf zu achten, dass das vom Hersteller vorgeschriebene Mischungsverhältnis genau eingehalten wird. Die genaue Dosierung erfolgt zum Beispiel mit Messbechern oder Waagen. Zur vollständigen Durchmischung sind gegebenenfalls mechanische Rührer einzusetzen, wobei das Verspritzen von Material beim Durchmischen zu vermeiden ist.

### **Absaugung und Lüftung**

PU-Lacke sollten nur in speziellen Lackierräumen oder Spritzständen mit erhöhtem Luftwechsel verarbeitet werden, auch wenn nur gestrichen oder gerollt wird (siehe auch DGUV Informationen 209-046 und 209-087).

### **Organisatorische Schutzmaßnahmen**

Auf der Grundlage der Sicherheitsdatenblätter ist eine arbeitsplatzspezifische Betriebsanweisung zu erstellen. Sind die Produkte einem GISCODE zugeordnet, stehen Entwürfe für Betriebsanweisungen in WINGISonline zur Verfügung.

Die Unterweisung der Beschäftigten muss zeitnah vor Aufnahme der Tätigkeiten und in regelmäßigen Abständen erfolgen.

### **Persönliche Schutzmaßnahmen**

#### **Hygiene**

Wegen der Gefahr der Sensibilisierung ist ein besonderes Augenmerk auf die persönliche Hygiene zu legen. Bei Tätigkeiten mit isocyanathaltigen Gefahrstoffen darf auf keinen Fall gegessen, getrunken, geraucht oder geschnupft werden. Hautkontakt ist unbedingt zu vermeiden.

#### **Augenschutz**

Beim Verarbeiten von Mehrkomponentensystemen – insbesondere beim Anmischen – ist eine Schutzbrille zu tragen, beim Spritzen besser eine Korbbrille. Ist Atemschutz erforderlich, schützt eine Vollmaske gleichzeitig die Augen.

### **Handschutz**

Isocyanate reagieren bei Hautkontakt mit Bestandteilen der Haut und führen so zu schlecht entfernbaren Verschmutzungen. Bei Tätigkeiten mit isocyanathaltigen Produkten sind immer Schutzhandschuhe aus beständigem Material (zum Beispiel Butylkautschuk oder Nitrilkautschuk bei der Verarbeitung von Schäumen) zu tragen, wenn Hautkontakt nicht ausgeschlossen ist. Dabei sind Baumwollunterziehhandschuhe zu empfehlen, um Schweißbildung und damit verbundene Hautprobleme zu vermindern. Kontaminierte Handschuhe sind zu entsorgen. Bei der Verwendung von lösemittelhaltigen PU-Systemen (zum Beispiel PU-Lacke) muss die Auswahl des Schutzhandschuhes zusätzlich auf das Lösemittel abgestimmt sein. Konkrete Hinweise findet man im Sicherheitsdatenblatt.

### **Hautschutz**

Es ist Arbeitskleidung mit langen Ärmeln und langen Hosenbeinen zu tragen.

Vor jeder Pause und nach Arbeitsende sind die Hände und andere kontaminierte Hautpartien mit einem Hautreinigungsmittel und Wasser zu reinigen. Keinesfalls dürfen Lösemittel oder lösemittelhaltige Reiniger dafür verwendet werden.

Nach der Arbeit sind für die beanspruchten Hautpartien Hautpflegemittel zur Rückfettung und Regenerierung der Haut zu verwenden.

### **Atemschutz**

Werden beim Verarbeiten von isocyanathaltigen Gemischen nach Ausschöpfung der technischen und organisatorischen Maßnahmen Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) oder Biologische Grenzwerte (BGW) nicht unterschritten, sind geeignete Atemschutzgeräte bereitzustellen und zu benutzen. Die Gefahr des Einatmens dieser Stoffe in gefährlichen Konzentrationen besteht zum Beispiel bei der Beschichtung größerer Flächen, auch im Freien.

Für die in Werkstätten üblichen Anwendungsfälle sind Filtergeräte ausreichend. Ist das Auftreten von Lösemitteldämpfen möglich, ist ein Kombinationsfilter entsprechend der Lösemittelkonzentration A\_P2 (Kennfarbe braun/weiß) oder BP2 (Kennfarbe grau/weiß) erforderlich. Es ist zu beachten, dass Filter durch Aerosole schnell verstopfen können. Für umfangreichere Arbeiten empfehlen sich druckluftversorgte Atemschutzhauben.

**Arbeitsmedizinische Vorsorge**

Tätigkeiten mit Belastungen durch Isocyanate, bei denen ein regelmäßiger Hautkontakt nicht vermieden werden kann oder eine Luftkonzentration von 0,05 mg/m<sup>3</sup> überschritten wird, erfordern eine arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge.

Beim ersten Auftreten von Hautveränderungen sollten Beschäftigte den Betriebsarzt bzw. die Betriebsärztin oder einen Hautarzt bzw. eine Hautärztin aufsuchen.

**2.6.2 Epoxidharze**

**Eigenschaften und Gefährdungen**

Epoxidharze sind im ausgehärteten Zustand als Kunststoff von ca. -40°C bis ca. 250 °C thermostabil, das heißt, sie verformen sich nicht und erweichen auch nicht. Sie zeichnen sich durch eine hohe Formstabilität aus, sind einfärbbar, mischbar mit anderen Materialien, zum Beispiel Metalle oder Holzfasern und sind wenig elektrisch leitend.

Die Epoxidharze werden wegen ihrer hohen chemischen Beständigkeit und mechanischen Belastbarkeit beispielsweise als Kleber im Metallbereich, als Verguss- und Ausgleichmassen für Böden, zum Formenbau oder in Form von Knetmassen für Kleinstreparaturarbeiten eingesetzt. Epoxid-Kunststoffe sind hochmolekulare Stoffe, die aus einem reaktiven Epoxidharz durch Umsetzung mit einem Härter entstehen. Das Reaktivharz wird üblicherweise durch Umsetzung von Bisphenolen mit Epichlorhydrin hergestellt.

Die Harzkomponente kann mit Reaktivverdünnern (zum Beispiel Glycidylether) oder Lösemitteln, Füllstoffen, Pigmenten und sonstigen Zuschlägen modifiziert sein. Die Härterkomponente besteht im Wesentlichen aus Aminen (zum Beispiel die Isophorondiamin), Polyaminen, sowie gegebenenfalls aus Anteilen an Benzylalkohol und Lösemitteln. Die Aushärtezeit variiert je nach verwendetem Epoxidharz-System von wenigen Minuten bis zu mehreren Stunden. Die Reaktion führt zu einer großen Wärmeentwicklung. Daher dürfen keine beliebig großen Mengen von Harz- und Härter gemischt werden und die Produkte müssen direkt nach dem Anmischen verarbeitet werden. Die Hitzeentwicklung kann so stark werden, dass es zum Verspritzen kommen kann.

Die Gesundheitsgefährdung wird vorrangig durch die sensibilisierende Wirkung des Harzes und der Härterkomponente bestimmt.

Die Gefährdung hängt stark von der individuellen Zusammensetzung des Produkts ab, so dass auch hier die Informationen aus dem jeweiligen Sicherheitsdatenblatt besonders zu beachten sind. Hilfreich ist auch bei Epoxidharzen der GISCODE (s. Tabelle 15). Hierbei sollten Produkte mit möglichst niedrigem GISCODE verwendet werden.

**Tabelle 15** GISCODEs für Epoxidharze

GISCODE	Produktgruppen
RE10	Epoxidharzdispersionen (beide Komponenten ohne H317)
RE 15	Epoxidharzdispersion (nicht sensibilisierend) mit sensibilisierenden Härter
RE 20	Epoxidharz-Produkte, sensibilisierend, lösemittelfrei, nicht sensibilisierender wässriger Härter
RE 25	Epoxidharz-Produkte, sensibilisierend, total solid, nicht sensibilisierender wässriger Härter
RE 30	Epoxidharz-Produkte, sensibilisierend, lösemittelfrei
RE 35	Epoxidharz-Produkte, sensibilisierend, total solid,
RE 40	Epoxidharz-Produkte, sensibilisierend, lösemittelarm, nicht sensibilisierender Härter
RE 45	Epoxidharz-Produkte, sensibilisierend, lösemittelarm
RE 50	Epoxidharz-Produkte, lösemittelhaltig (ohne H317)
RE 60	Epoxidharz-Produkte, sensibilisierend, lösemittelhaltig
RE 70	Epoxidharz-Produkte, giftige Einzelkomponente, sensibilisierend, lösemittelfrei, lösemittelarm bzw. total solid



Bei der Verarbeitung von Knetmassen, bei deren Einsatz ein intensiver Hautkontakt bestehen kann, ist – sofern technisch möglich – auf andere, weniger hautgefährdende Stoffgruppen auszuweichen. Ansonsten sind geeignete Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk oder anderen im Sicherheitsdatenblatt empfohlenen Materialien zu tragen und nach jeder Anwendung zu wechseln, damit die Gefährdung einer Kontaktallergie zumindest minimiert werden kann.



Abb. 33 Knetmasse auf Epoxidharzbasis

Die Informationen für die toxische Wirkung der Epoxidharz-Systeme sind dem jeweiligen Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen und in die Gefährdungsbeurteilung für die jeweiligen Tätigkeiten einzubeziehen<sup>17</sup>. Hilfen für die Auswahl der seitens des Herstellers gut beschriebenen Epoxid-Systeme sind im Internetauftritt des Arbeitskreises Epoxidharze auf den Seiten des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV zu finden ([www.dguv.de/epoxidharze](http://www.dguv.de/epoxidharze)).

## Schutzmaßnahmen

### Ersatzstoffe und Ersatzverfahren

Für die Auswahl von Epoxidharzsystemen ist der entsprechende GISCODE zu berücksichtigen.

Epoxidharzsysteme sollten in einer möglichst emissionsarmen Form verwendet werden. So sollten z. B. anstelle manuell anzusetzender Mischungen Kartuschensysteme, vorgefertigte Arbeitspackungen, vorkonfektionierte Gebinde oder Mehrkammerbeutel verwendet werden.

Zum Verarbeiten sollten geringe Ausgießhöhen zum Beispiel durch Verwendung von entsprechenden Ausgießhilfen erreicht werden. Streichen und Rollen des Reaktionsgemisches ist dem Spritzen und Versprühen falls möglich vorzuziehen.

### Technische Schutzmaßnahmen

Ausreagierte, durchgehärtete Epoxidharze sind gesundheitlich unbedenklich, wenn keine Komponente im Überschuss vorliegt. Das vom herstellenden Betrieb vorgegebene Mischungsverhältnis der Komponenten ist deshalb exakt einzuhalten. Die genaue Dosierung erfolgt zum Beispiel mit Messbechern oder Waagen. Die Durchmischung ist intensiv – gegebenenfalls mit mechanischen Rührern – durchzuführen, damit keine „Nester“ einer Komponente nach der Reaktion übrigbleiben.

Werden Epoxidharze durch Spritzen aufgetragen oder werden lösemittelhaltige Produkte eingesetzt, ist auf gute, erforderlichenfalls technische Lüftung zu achten.

### Organisatorische Schutzmaßnahmen

Vor der Verarbeitung von Epoxidharzsystemen sind die Beschäftigten anhand einer schriftlichen Betriebsanweisung zu unterweisen. Wegen der großen Gefahr der Sensibilisierung sollte dabei besonderes Gewicht auf persönliche Hygiene und das Vermeiden von jeglichem Hautkontakt gelegt werden. Sind die Produkte einem GISCODE zugeordnet, stehen Entwürfe für Betriebsanweisungen in WINGISonline zur Verfügung.

<sup>17</sup> TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“



## Persönliche Schutzmaßnahmen

### Hygiene

Wegen der großen Gefahr der Sensibilisierung ist besonderes Augenmerk auf die persönliche Hygiene zu legen. Bei Tätigkeiten mit Epoxidharzen darf auf keinen Fall gegessen, getrunken, geraucht oder geschnupft werden. Hautkontakt ist unbedingt zu vermeiden.

Von besonderer Bedeutung ist auch die Vermeidung des Hautkontaktes mit verschmutzten oder kontaminierten Oberflächen und Werkzeuggriffen. Keinesfalls dürfen mit kontaminierten Händen oder Schutzhandschuhen Türklinken, Telefonhörer etc. angefasst werden. Auch Schleifstäube können zu allergischen Reaktionen führen, sofern diese noch Restmonomere enthalten. Bei dennoch erfolgter Kontamination ist die Haut umgehend mit reichlich Wasser und einem hautverträglichen Reinigungsmittel zu reinigen. Epoxidharze und Härter dürfen nicht auf der Haut eintrocknen

### Augenschutz

Beim Verarbeiten von Epoxidharzen – insbesondere beim Anmischen – ist eine Schutzbrille zu tragen, beim Spritzen besser eine Korbbrille. Ist Atemschutz erforderlich, schützt eine Vollmaske gleichzeitig die Augen.

### Handschutz

Bei der Verwendung lösemittelfreier Epoxidharze weisen Schutzhandschuhe aus Butylkautschuk (Schichtdicke mind. 0,5 mm) eine gute Beständigkeit aus. Ebenso sind einige Nitrilkautschuk-Handschuhe geeignet. Da die Barrierewirkung von Nitrilkautschukhandschuhen stark von der Qualität des verwendeten Nitrilkautschuks und dem Fertigungsverfahren der Handschuhe abhängt, sind nicht alle Nitrilkautschukhandschuhe zum Schutz vor Epoxidharzen geeignet. Schutzhandschuhe, die bei einer Prüfung eine ausreichende Schutzwirkung gegenüber lösemittelfreien Epoxidharzprodukten aufgewiesen haben, können als aktuelle Übersicht unter [www.gisbau.de](http://www.gisbau.de) sowie [www.dguv.de/epoxidharze](http://www.dguv.de/epoxidharze) abgerufen werden.

Beide Handschuhmaterialien sind auch als Spritzschutz bei der Verarbeitung lösemittelhaltiger Produkte geeignet. Bei intensiverem Kontakt mit diesen Produkten ist zusätzlich auf die Lösemittelbeständigkeit des Handschuhmaterials zu achten. Auskunft über geeignete Schutzhandschuhe zu diesen Anwendungsfällen liefern die

Sicherheitsdatenblätter der Produkte oder können bei den Herstellern der Schutzhandschuhe erfragt werden.

Der richtigen Verwendung von Schutzhandschuhen kommt große Bedeutung zu. So kommen erfahrungsgemäß beim Ausziehen der Handschuhe die Hände oft mit Epoxidharzen in Kontakt. Daher ist das kontaktfreie Ausziehen zu trainieren. Verunreinigte Handschuhe sollten vor dem Ausziehen ggf. vorgereinigt und danach entsorgt werden. Beschädigte Handschuhe sind umgehend auszutauschen. ([www.dguv.de](http://www.dguv.de), webcode: d111060)

### Hautschutz

Es ist Arbeitskleidung mit langen Ärmeln und langen Hosenbeinen zu tragen.

Vor jeder Pause und nach Arbeitsende sind die Hände und andere kontaminierte Hautpartien mit einem Hautreinigungsmittel und Wasser zu reinigen. Keinesfalls dürfen Lösemittel oder lösemittelhaltige Reiniger dafür verwendet werden.

Nach der Arbeit sind für die beanspruchten Hautpartien Hautpflegemittel zur Rückfettung und Regenerierung der Haut zu verwenden. Die Angaben im Hautschutzplan sind zu beachten.

### Atemschutz

Der zu verwendende Atemschutz richtet sich nach dem Lösemittelgehalt und dem Anwendungsverfahren (zum Beispiel Spritzen). Beim Streichen im Außenbereich ist kein Atemschutz erforderlich. Im Innenbereich muss bei umfangreicheren Arbeiten mit lösemittelhaltigen Produkten Atemschutz entsprechend der Lösemittelkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz z. B. eine Halbmaske mit einem Gasfilter Typ A getragen werden. Wird gespritzt, ist mindestens ein Kombinationsfilter A1P2 erforderlich, der zusätzlich Partikel zurückhält.

Je nach Aushärtungsgrad der Werkstücke können die bei der Bearbeitung freigesetzten Stäube noch mehr oder weniger hohe Anteile an nicht vollständig abreagierten, sensibilisierenden Rezepturbestandteilen des Epoxidharzes enthalten. Daher wird die Verwendung von partikelfiltrierenden Atemschutz Filterklasse P2 bei Staub freisetzenden Nachbearbeitungsschritten auch dann empfohlen, wenn die Arbeitsplatzgrenzwerte für Stäube eingehalten sind.

### Arbeitsmedizinische Vorsorge

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen sind verpflichtend bei belastenden Tätigkeiten mit unausgehärteten Epoxidharzen, bei denen Kontakt über die Haut oder die Atemwege besteht.

Beim ersten Auftreten von Hautveränderungen sollten Beschäftigte den Betriebsarzt bzw. die Betriebsärztin oder einen Hautarzt bzw. eine Hautärztin aufsuchen.

### 2.6.3 Polyesterharze

#### Eigenschaften und Gefahren

Bei den Polyesterharzen wird zwischen gesättigten und ungesättigten Harzen (UP-Harzen) unterschieden. Sie finden Verwendung für Spachtelmassen, Steinkitte. Für die Herstellung von Teilen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK-Teilen) werden in der Regel UP-Harze verwendet.

UP-Harze bestehen aus polymerisationsfähigen Oligomeren, zum Beispiel aus Maleinsäure, Phthalsäure und Ethylenglykol und einem vinylicischen Monomer, zum Beispiel Styrol. Als Härter werden üblicherweise Dibenzoylperoxid in Verbindung mit einem tertiären Amin oder Kobaltoctoat in Verbindung mit einem Ketonperoxid verwendet.

Während ausgehärtete Polyesterharze als gesundheitlich unbedenklich gelten, weisen die einzelnen Ausgangskomponenten erhebliche Gefahren auf:

- Die Harzkomponente ist entzündbar und entwickelt Dämpfe, die im Gemisch mit Luft explosionsfähig sind. Sie reizt die Augen und die Haut.
- Styrol ist eine intensiv riechende entzündbare Flüssigkeit, deren Dämpfe mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden. Styrol ist gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken. Es reizt die Haut und die Schleimhäute, die Atemwege und die Augen. Es kann Schwindel, Kopfschmerzen und Übelkeit erzeugen und steht im Verdacht, das Kind im Mutterleib schädigen zu können. Konzentrationen über dem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) können bei langzeitiger Einwirkung zu bleibenden Nervenschädigungen wie verlängerten Reaktionszeiten und reduzierter Gedächtnisleistung führen.
- Von Polyestersystemen mit Kobaltoctoat in Verbindung mit Ketonperoxid geht wegen des Kobalts eine schwerwiegende gesundheitsschädigende Wirkung aus. Aus diesem Grund sollten nach Möglichkeit Beschleuniger ohne Kobaltanteil verwendet werden.

- Die gefährlichste Komponente ist der Härter. Die darin enthaltenen organischen Peroxide sind in Reinform brandfördernd und können durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen zur Explosion gebracht werden. Meist sind sie deshalb phlegmatisiert, das heißt mit einem Stoff versetzt, der die Explosionsgefahr herabsetzt. Sie wirken reizend oder ätzend auf Haut und Schleimhäute und sind gesundheitsschädlich beim Verschlucken und bei Hautkontakt. Manche Peroxide wirken sensibilisierend.

Zur Reinigung von Werkzeugen und Werkstücken wird überwiegend Aceton eingesetzt. Aceton ist leichtentzündbar. Chlorkohlenwasserstoffe dürfen für Reinigungsarbeiten nicht verwendet werden.

#### Schutzmaßnahmen

Wegen der großen Produktvielfalt können an das jeweilige Gefahrenpotential angepasste Schutzmaßnahmen nur unter Beachtung des jeweiligen Sicherheitsdatenblattes und sonstiger Herstellerhinweise getroffen werden.

#### Ersatzstoffe, Ersatzverfahren

Polyesterharze weisen teilweise sehr spezifische Anwendungseigenschaften auf, sodass es nicht einfach ist, auf weniger gefährlichere Ersatzstoffe auszuweichen. Kommen aber verschiedene Produkte in Frage, ist anhand der jeweiligen Einstufung das weniger gefährliche Produkt auszuwählen. Auch sollte geprüft werden, ob das gewünschte Ergebnis nicht mit weniger gefährlichen oder ungefährlichen Werkstoffen (z. B. mineralischen Füllstoffen) erreicht werden kann.

Polyesterharze mit schwermetallhaltigen Pigmenten dürfen nicht verwendet werden.

#### Technische Schutzmaßnahmen

##### Absaugung und Lüftung

Der hohe Anteil an Styrol, dessen Dämpfe schwerer als Luft und leichtentzündlich sind, macht sowohl beim Mischen als auch bei und nach der Verarbeitung (bis das Harz ausgehärtet ist) intensive technische Lüftung notwendig. Bei begrenzten Arbeiten (z. B. Mischen) ist eine lokale Punktabsaugung ausreichend. Bei großflächiger Anwendung ist eine vor allem im Atembereich der Beschäftigten eine wirksame Raumlüftung erforderlich. Auf gute Durchlüftung von Senken, Kanälen und ähnlichen Vertiefungen ist besonders zu achten. Wird der AGW für Styrol eingehalten, besteht auch keine Explosionsgefahr.

## Organisatorische Schutzmaßnahmen

### Arbeitsräume, Aufbewahrung

Der Arbeitsbereich sollte mit schwerentflammbarem Papier ausgelegt werden, das anschließend entsorgt wird und so aufwändige Reinigungsarbeiten mit Lösemitteln erspart.

Für umfangreichere Arbeiten mit Polyesterharzen (zum Beispiel Laminieren) sind eigene Räume mit erhöhtem Luftwechsel einzurichten, siehe dazu DGUV Information 209-033 „Faserverstärkte Polyesterharze – Handhabung und sicheres Arbeiten“.

Härter und Beschleuniger müssen getrennt von den anderen Komponenten aufbewahrt werden. Bei größeren Mengen ist sogar eine Lagerung in getrennten Räumen oder in einem Sicherheitsschrank vorgeschrieben. Lagerschränke oder -räume sind wirksam zu entlüften.

### Anmischen des UP-Harzes

Peroxide neigen zur spontanen Zersetzung bei Kontakt, zum Beispiel mit Beschleunigern. Härter und Beschleuniger dürfen deshalb nicht in direkten Kontakt kommen!

Erst nach guter Durchmischung eines der beiden Zusatzstoffe mit dem flüssigen Harz darf der andere Zusatzstoff zugegeben werden. In jedem Fall sind die Herstelleranweisungen genau zu befolgen.

### Betriebsanweisung, Unterweisung

Auf der Grundlage der Sicherheitsdatenblätter ist eine arbeitsplatzspezifische Betriebsanweisung zu erstellen. Die Unterweisung der Beschäftigten muss vor Aufnahme der Tätigkeit und in regelmäßigen Abständen erfolgen.

## Persönliche Schutzmaßnahmen

### Augenschutz

Beim Verarbeiten von Polyesterharzen – insbesondere beim Anmischen – ist eine Schutzbrille zu tragen, beim Spritzen eine Korbbrille. Ist Atemschutz erforderlich, schützt eine Vollmaske gleichzeitig die Augen.

Spritzer von organischen Peroxiden (Härter) können zur schnellen Erblindung führen!

### Handschutz

Bei der Verwendung von Polyesterharzen müssen Schutzhandschuhe getragen werden. Das Handschuhmaterial ist dann entsprechend den Herstellerempfehlungen auszuwählen. In vielen Fällen kommen Handschuhe aus Nitril- oder Butylkautschuk in Frage.

### Hautschutz

Es ist Arbeitskleidung mit langen Ärmeln und langen Hosenbeinen zu tragen.

Vor jeder Pause und nach Arbeitsende sind die Hände mit einem Hautreinigungsmittel und Wasser zu reinigen. Keinesfalls dürfen Lösemittel oder lösemittelhaltige Reiniger dafür verwendet werden.

Nach der Arbeit sind für die beanspruchten Hautpartien Hautpflegemittel zur Rückfettung und Regenerierung zu verwenden.

### Atemschutz

Sind Lüftungsmaßnahmen nicht ausreichend, um die Einhaltung von Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW) zu gewährleisten, muss Atemschutz getragen werden. In Innenräumen muss bei Überschreitung des AGW Atemschutz mit einem Gasfilter Typ A getragen werden. Wird gespritzt, ist ein Kombinationsfilter mindestens A1P2 erforderlich, der zusätzlich Partikel zurückhält. Alternativ können fremdbelüftete Atemschutzhauben eingesetzt werden. Beim Gebrauch von gebläseunterstützten Geräten mit einer Haube oder fremdbelüfteten Hauben bestehen keine Tragezeitbegrenzungen. Zudem ist keine Arbeitsmedizinische Vorsorge erforderlich.

### Arbeitsmedizinische Vorsorge

Arbeitsmedizinische Vorsorge ist bei Einhaltung des AGW für Styrol nicht verpflichtend. Sie ist jedoch den Beschäftigten anzubieten. Beim ersten Auftreten von Hautveränderungen sollten Beschäftigte den Betriebsarzt oder die Betriebsärztin oder eine Hautärztin oder einen Hautarzt aufsuchen.

### 2.6.4 Quellschweißen (Kleben) von Kunststoffen

Eine Reihe von Kunststoffen ist leicht in Lösemitteln löslich oder quellbar. Diese Eigenschaft wird auch zum Kleben dieser Kunststoffe benutzt. Kunststoffklebstoffe bestehen aus – in der Regel eingedickten – Lösemitteln, die auf die Klebeflächen gleichmäßig aufgetragen werden. Die zu verklebenden Teile werden dann in lösemittelfeuchtem Zustand für kurze Zeit aufeinandergepresst. Nach dem Verdunsten des Lösemittels ist die Festigkeit der Verbindung mit der des Ausgangsstoffes vergleichbar. Diese Fügetechnik wird in der Praxis als „Lösungsmittelschweißen“, „Quellschweißen“ oder „Kaltschweißen“ bezeichnet.

Nach dem Quellschweißverfahren können folgende Kunststoffe mit den jeweils angegebenen Lösemitteln verbunden werden:

**Tabelle Nr. 16** Kunststoffe – Quellschweißen

Kunststoff	Kurzzeichen	Lösemittel
Celluloseester	zum Beispiel CA, CAB, CP	Aceton
Polystyrol	PS	Dichlormethan (Methylenchlorid)
Polyvinylchlorid	PVC	Tetrahydrofuran (THF), Cyclohexanon, Butanon
Polymethylmethacrylat (zum Beispiel Plexiglas®)	PMMA	Dichlormethan (Methylenchlorid)
Polyisobutylen (zum Beispiel Oppanol®)	PIB	Testbenzin
Polycarbonat (zum Beispiel Makrolon®)	PC	Dichlormethan (Methylenchlorid)
Polyamid	PA	Wasserfreie Ameisensäure

### Gefährdung

Die Gefahren beim Quellschweißen gehen insbesondere von den verwendeten Lösemitteln aus. Das wohl am häufigsten in größerem Umfang angewandte Verfahren in Werkstätten ist das Quellschweißen von PVC-Teilen. An dieser Stelle soll deshalb nur darauf eingegangen werden.

Kleber für PVC enthalten als Lösemittel Tetrahydrofuran (THF), Cyclohexanon und Butanon. Diese geruchsintensiven Lösemittel sind leicht entzündbar und gesundheitsschädlich, wenn sie eingeatmet oder durch die Haut aufgenommen werden. Sie reizen die Atemwege und die Augen und erzeugen Kopfschmerzen und Schwindel. Sie können die Haut entfetten und bei häufigem Kontakt zu Entzündungen der Haut führen. Teilweise können sie zu chronischen Erkrankungen führen.

PVC-Kleber sind leichtentzündbar. In der näheren Umgebung der Klebestelle besteht erhöhte Brandgefahr, bei umfangreicheren Klebearbeiten und ungenügender Lüftung sogar Explosionsgefahr. Die Lösemitteldämpfe sind erheblich schwerer als Luft und können am Boden über größere Entfernungen kriechen, sodass im ganzen Raum Brandgefahr besteht.

### Schutzmaßnahmen

#### Ersatzverfahren

Als Alternative für das PVC-Quellschweißen bietet sich das Heißschweißen an, das ohne Lösemittel auskommt, siehe Abb. 34.



Abb. 34 Heißschweißen von PVC-Rohren

Werden die Klebeflächen mit einem Heißluftgebläse oder heißen Gegenständen erhitzt, hält sich die thermische Zersetzung des PVC in Grenzen. Offene Flammen wie zum Beispiel Lötlampen dürfen dafür nicht eingesetzt werden, da dann die Chlorwasserstoffentwicklung durch die PVC-Zersetzung (Pyrolyse) erheblich wird. Auch die Entstehung anderer gefährlicher Zersetzungsprodukte ist dabei nicht auszuschließen.

### Technische Schutzmaßnahmen

#### Absaugung und Lüftung

Klebearbeiten sollen nur in gut gelüfteten Räumen oder im Freien durchgeführt werden. Die Lüftung muss auch in Bodennähe wirksam sein. Bei umfangreicheren Klebearbeiten in Räumen oder Bereichen mit ungenügender Lüftung ist unbedingt eine lokale Absaugung notwendig. Be- und Entlüftungsgeräte müssen explosionsgeschützt ausgeführt sein.

#### Organisatorische Schutzmaßnahmen

Während der Klebearbeiten dürfen keine Zündquellen vorhanden sein. Es besteht absolutes Rauchverbot. Gefährdete Bereiche sind mit Schildern zu versehen, die auf das Verbot offener Flammen und die Explosionsgefahr hinweisen.

Bei Arbeiten in engen oder tiefliegenden Räumen, zum Beispiel in Schächten oder Kellern, ist eine schriftliche Erlaubnis des Vorgesetzten einzuholen, welche die notwendigen Schutzmaßnahmen festlegt, siehe hierzu auch die DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume, Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“.

### Persönliche Schutzmaßnahmen

#### Körperschutz

Hautkontakt mit PVC-Klebern ist durch das Tragen von Schutzkleidung oder bei kleineren Arbeiten von körperbedeckender Arbeitskleidung konsequent zu vermeiden. Reste des Verdickungsmittels haften hartnäckig und können nur schwer entfernt werden. Die Kleidung muss schwer entflammbar und antistatisch, zum Beispiel aus imprägnierter Baumwolle, sein. Stark benetzte Kleidung muss gewechselt werden.

#### Handschutz

Der direkte Hautkontakt mit Quellschweißmitteln ist zu vermeiden. Schutzhandschuhe bieten nur begrenzt Schutz. Es gibt kein Handschuhmaterial, das gegen die eingesetzten Lösemittelgemische beständig wäre. Als Spritzschutz und als Schutz vor kurzzeitiger Kontamination eignen sich Handschuhe aus Butylkautschuk. Baumwollunterziehhandschuhe sind zu empfehlen.

#### Hautschutz

Auf keinen Fall dürfen Lösemittel zur Hautreinigung verwendet werden. Nach Arbeitsende sind die Hände gründlich zu reinigen und mit einem Hautpflegemittel einzureiben.

#### Atemschutz

Bei ungünstigen Lüftungsverhältnissen, zum Beispiel bei Arbeiten in kleinen, schlecht gelüfteten Räumen oder in Schächten ist umluftunabhängiger Atemschutz einzusetzen, zum Beispiel Schlauchgeräte. Nur bei geringfügigen Arbeiten kommen Filtergeräte mit Gasfilter A, Kennfarbe braun, in Frage.

### 2.6.5 Thermische Zersetzungsprodukte von Kunststoffen

Bei erhöhten Temperaturen, wie sie bei Bearbeitung mit schnell laufenden Maschinen (z. B. beim Schleifen) sowie in der Nähe von Löt- und Schweißarbeiten auftreten, können manche Kunststoffe geringe Konzentrationen gesundheitsgefährlicher Inhaltsstoffe, zum Beispiel Weichmacher oder Flammschutzmittel, an die Umgebung abgeben. Werden Kunststoffe stärker erhitzt, zum Beispiel durch Flammeneinwirkung beim Schweißen, beim Hitzdrahtschneiden oder bei Bränden, zersetzen sie sich unter Bildung teilweise hochtoxischer Produkte. Abhängig von der Art und Zusammensetzung des Kunststoffes kann die Entwicklung von geruchsintensiven Emissionen schon bei Temperaturen von etwa 60 bis 80 °C beginnen. Zersetzung in größerem Umfang setzt bei vielen Kunststoffen bei etwa 200 bis 300 °C ein.

#### Beispiele:

Polystyrol wird beim Hitzdrahtschneiden umso stärker depolymerisiert (Bildung von Styrolämpfen), je heißer der Draht eingestellt wird. Polyvinylchlorid entwickelt bei der Zersetzung ab 200 °C Chlorwasserstoffgas. In der Flamme entstehen neben dem Hauptprodukt Chlorwasserstoff (Salzsäure) Dioxine und Furane. Aus dem besonders hitzestabilen Polytetrafluorethen (zum Beispiel Teflon) entstehen ab etwa 400 °C hochgiftige flüchtige Fluorverbindungen.

Es ist also generell darauf zu achten, dass die vom Hersteller oder Lieferanten angegebenen Verarbeitungstemperaturen nicht überschritten werden. Eine Aufstellung bekannter Zersetzungsprodukte von thermisch belasteten Kunststoffen enthält Tabelle 17.

**Tabelle 17** Thermische Zersetzungsprodukte von Kunststoffen (Quelle: Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA))

Kunststoff	Kurzform	Flüchtige Pyrolyseprodukte (Auswahl)
Polyoxymethylen	POM	Formaldehyd
Epoxidharze auf Basis Bisphenol A		Phenol
Chloropren-Kautschuk	CR	Chloropren (2-Chlor-1,3-Butadien) Chlorwasserstoff
Polystyrol	PS	Styrol
Acrylnitril-Butadien- Styrol-Copolymer	ABS	Styrol, 1,3-Butadien Acrylnitril
Polycarbonate	PC	Phenol
Polyvinylchlorid	PVC	Chlorwasserstoff, Weichmacher (häufig Phthalsäureester)
Polyamid 6	PA 6	e-Caprolactam
Polyamid 66	PA 66	Cyclopentanon Hexamethyldiamin
Polyethylen	HDPE LDPE	Ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe, aliphatische Aldehyde
Polytetrafluorethylen	PTFE	Perfluorierte ungesättigte Kohlenwasserstoffe (zum Beispiel Tetrafluorethen, Hexafluorpropen, Octafluorbuten)
Polymethylmethacrylat	PMMA	Methylmethacrylat
Polyurethan	PUR	Je nach Typ sehr unterschiedlich, zum Beispiel FCKWs als Treibmittel, Ether, Glycoether, Diisocyanate, Cyanwasserstoff, aromatische Amine, chlorierte Phosphorsäureester als Flammschutzmittel
Polypropylen	PP	Ungesättigte und gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe
Polybutylenterephthalat (Polyester)	PBTB	1,3-Butadien Benzol
Polyacrylnitril	PAN	Acrylnitril, Cyanwasserstoff
Celluloseacetat	CA	Essigsäure



## 2.7 Gefahrstoffe bei Additiven Verfahren („3-D-Druck“)

Additive Fertigungsverfahren werden in verschiedene Verfahren differenziert, die beispielsweise in der Norm DIN EN ISO 52900 (siehe Abbildung 35 und Literaturliste in Anhang 1) beschrieben werden.

Aus Sicht des Arbeitsschutzes ist es sinnvoll die additiven Verfahren nach der Werkstoffform, die verarbeitet wird, d.h. Pulver, Harz oder Draht, zu unterscheiden. Aufgrund der Verbreitung der verschiedenen Verfahren wird hier insbesondere auf die Pulverbasierten Verfahren (Materialauftrag mit gerichteter Energieeinbringung (DED), Freistrahlmaterialeauftrag (MJT) und Pulverbettbasiertes Schmelzen (PBF)) und auf das MEX (Materialextrusion)-Verfahren eingegangen, bei dem beispielsweise ein Kunststoffdraht verarbeitet wird.

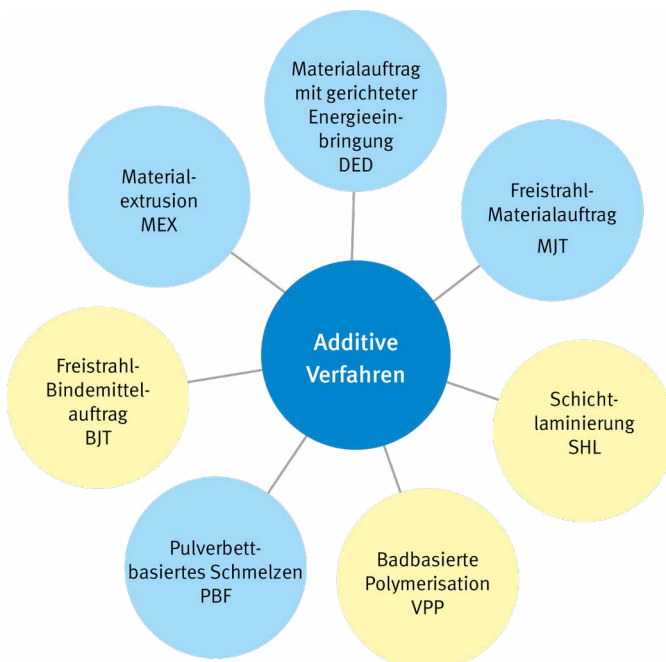


Abb. 35 Übersicht der in der DIN EN ISO 52900:2018-11 erwähnten additiven Verfahren. Die Verfahren, auf die hier im Besonderen eingegangen wird sind hellblau hervorgehoben.

### Gefährdung bei Pulverbasierten Verfahren

Bei den meisten pulver(bett)basierten Verfahren unterteilt sich der Herstellungsprozess in ähnliche Schritte (Abbildung 36) mit entsprechend vergleichbaren Expositionsszenarien. Für viele Schritte der Prozesskette gibt es bereits automatisierte Lösungen. Dazu gehört beispielsweise die Befüllung der Anlage mit dem Pulver, natürlich der Bauprozess selbst, eine grobe Entpulverung der Werkstücke nach der Bauphase und die Aufbereitung des Restpulvers für den nächsten Bauprozess. Allerdings gibt es ebenso oft manuelle Lösungen der eben genannten Arbeitsschritte. Arbeitsschritte wie das vollständige Entpulvern des Werkstücks oder die Entfernung der Stützstrukturen findet zurzeit noch manuell statt.

Die Gefährdung durch den pulverförmigen Werkstoff ist abhängig von dessen Zusammensetzung. Eine Auswahl eingesetzter metallischer Werkstoffe und deren Zusammensetzung finden sich in Tabelle 18. Obwohl die Legierungen als eigene Stoffe eingestuft sind, soll im Rahmen

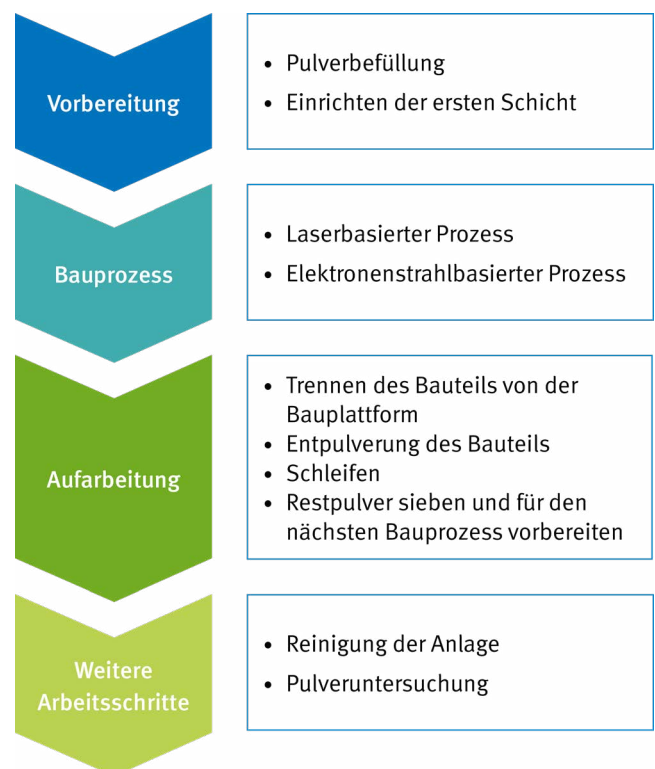


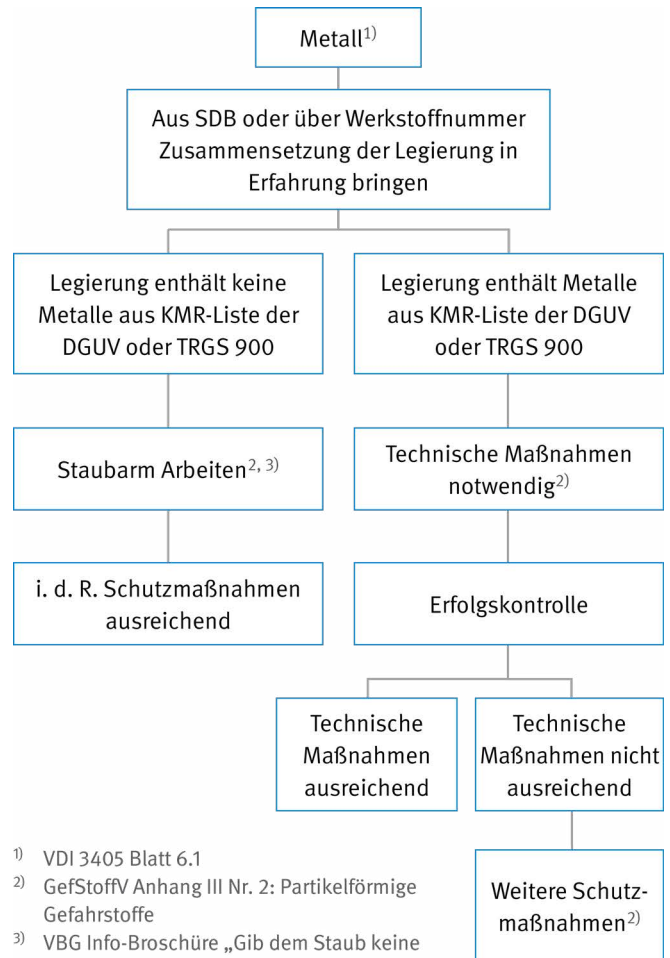
Abb. 36 Typische Arbeitsschritte bei Pulverbettbasierten additiven Fertigungsverfahren.

der Gefährdungsbeurteilung die Legierung wie ein Gemisch behandelt werden und die Gefährdungsbeurteilung nach den Bestandteilen der Legierung durchgeführt werden.

**Tabelle 18** Liste ausgewählter Legierungen, die beim Laserauftragschweißen, Laserstrahlschmelzen und Elektronenstrahlschmelzen verwendet werden.

Werkstoffnummer	Legierung Hauptbestandteil	Bestandteile >10 Gew.%
3.2383	Al-Basis	Al ca. 90 Gew.% Si 9-11 Gew.%
3.7164	Ti-Basis	Ti ca 90 Gew.%
1.4404	Fe-Basis	Fe ca 72 Gew.% Cr 16,7 Gew.% Ni 10,7 Gew.%
1.4548		Fe ca. 80 Gew.% Cr 15-17,5 Gew.%
1.2709		Fe ca. 70 Gew.% Ni 17-19 Gew.% Co 8-10 Gew.%
2.4668		Ni-Basis
2.4856	Ni ≥58 Gew.% Cr 20-23 Gew.% Mo 8-10 Gew.%	

Wenn die Anlage bautechnisch nicht verändert ist, ist sie in der Regel so dicht, dass keine Exposition gegenüber Gefahrstoffen zu erwarten ist. Die Anlage wird auch für die metallverarbeitenden Verfahren meistens unter Schutzgasatmosphäre und in Umluft betrieben. Eine Ausnahme bei den Materialien stellen Nickelbasis-Legierungen dar. Für Nickel-Metall existiert ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW), der sich auf die E-Staubfraktion bezieht und 0,3 mg/m<sup>3</sup> beträgt. Dieser Wert wird bei allen Prozessschritten überschritten, auch beim sonst üblicherweise unbedenklichen Bauprozess. Hier müssen bei allen Tätigkeiten mit der Anlage und besonders bei Kontaktmöglichkeiten mit dem Werkstoff Schutzmaßnahmen getroffen werden.



<sup>1)</sup> VDI 3405 Blatt 6.1

<sup>2)</sup> GefStoffV Anhang III Nr. 2: Partikelförmige Gefahrstoffe

<sup>3)</sup> VBG Info-Broschüre „Gib dem Staub keine Chance“

**Abb. 37** Fließschema für metallische Werkstoffe

Zum derzeitigen Stand der bereits durchgeführten betrieblichen Messungen [2] kann festgehalten werden, dass bei den bisher untersuchten Anlagen, an denen chromhaltige Metallpulver zum Einsatz kamen, keine Chrom(VI)-Verbindungen in der Luft am Arbeitsplatz nachgewiesen werden konnten. In Anlagen, in denen Metallpulver auf Basis legierter Stähle, Aluminium-, und Titan-Legierungen verarbeitet werden, werden die Beurteilungsmaßstäbe eingehalten. Ein Grund dafür ist, dass hier in der Regel gekapselt oder abgesaugt gearbeitet wurde, um die erforderliche Produktqualität mit der entsprechenden Materialreinheit zu erreichen.

Für metallische Werkstoffe muss mit Hilfe des Sicherheitsdatenblattes oder über die Werkstoffnummer die Zusammensetzung der Legierung ermittelt werden. Die ermittelten Metalle müssen dann mit der TRGS 900, der TRGS 910 und der Liste der krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktionstoxischen Stoffe (KMR-Liste) der DGUV [3] abgeglichen werden. Auch wenn die Legierungen keinen spezifischen Beurteilungsmaßstab haben, muss nach der Informationsbroschüre der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) „Gib dem Staub keine Chance“ staubarm gearbeitet werden. Diese Maßnahmen sind in der Regel ausreichend. Beinhaltet die Legierung jedoch Metalle, die einen spezifischen Beurteilungsmaßstab haben, sind in der Regel technische Maßnahmen notwendig, die auch auf Wirksamkeit überprüft werden müssen.

Bei den kunststoffbasierten Werkstoffen (z. B. beim pulverbettbasierten Schmelzen, früher Laser-Sintern) muss zunächst zwischen reinen und gefüllten Pulvern unterschieden werden. Neben den Inhaltstoffen muss sowohl für die reinen als auch für die gefüllten geprüft werden, welche Stoffe beim Erhitzen freigesetzt werden. Das Sicherheitsdatenblatt liefert die notwendigen Informationen. Zu Zersetzungsprodukten siehe Abschnitt 2.6.5.

Für den Fall, dass KMR-Stoffe oder Fasern freigesetzt werden, sind technische Maßnahmen notwendig. Entstehen beim Erhitzen KMR-Stoffe sollten zusätzlich die Abkühlzeiten eingehalten werden. Werden keine KMR-Stoffe oder Fasern freigesetzt, ist es in der Regel ausreichend nach der Informationsbroschüre der VBG „Gib dem Staub keine Chance“ staubarm zu arbeiten.

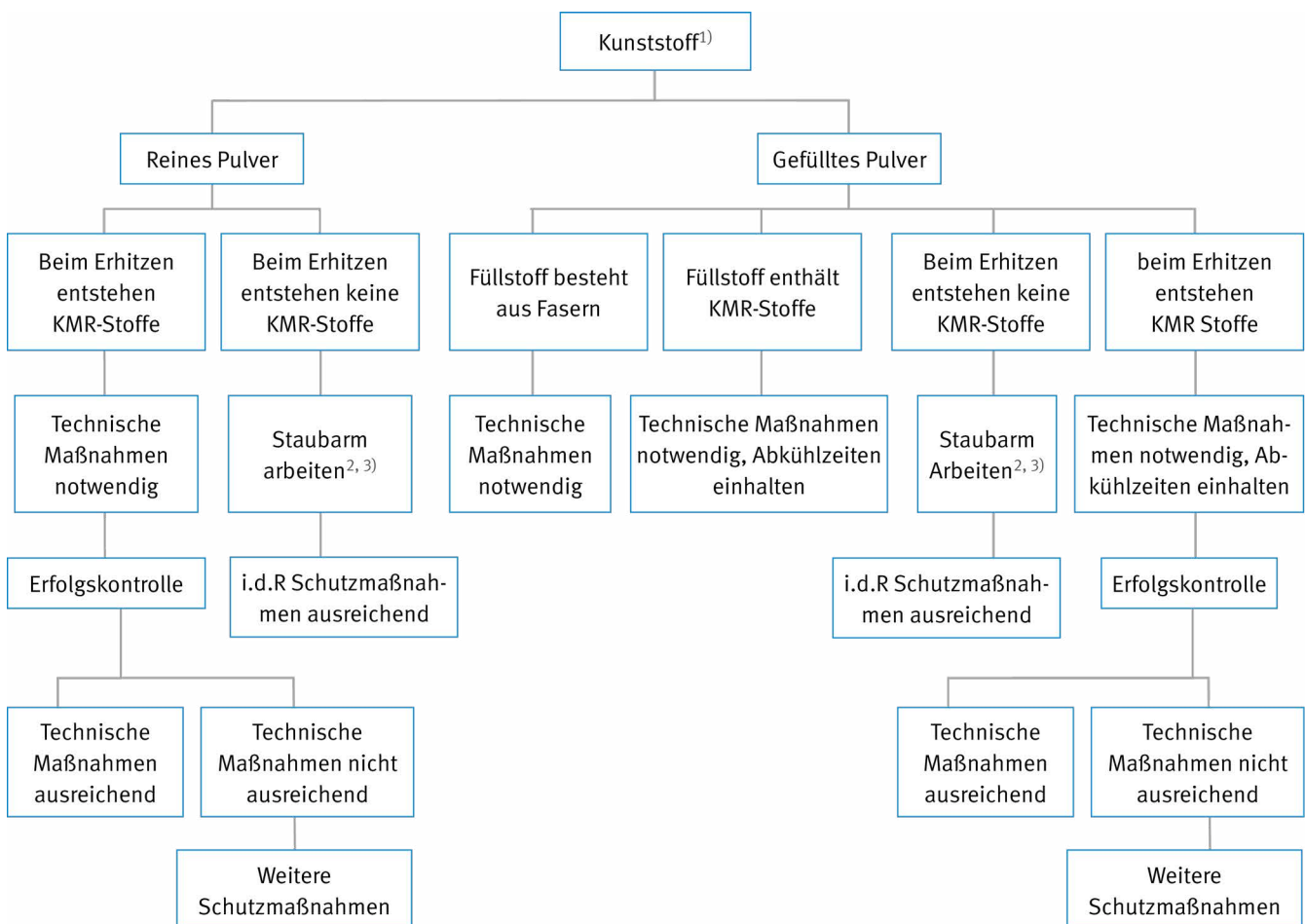


Abb. 38 Fließschema für kunststoffbasierte Werkstoffe

<sup>1)</sup> VDI 3405 Blatt 6.2  
<sup>2)</sup> GefStoffV Anhang III Nr. 2: Partikelförmige Gefahrstoffe  
<sup>3)</sup> VBG Info-Broschüre „Gib dem Staub keine Chance“

**Gefährdungen durch Brand- und Explosionsschutz**

Bei Tätigkeiten mit Pulvern und Schmauchresten in Filtern und in der Anlage, wie beispielsweise

- Befüllen der Anlage,
- Pulverwechsel,
- Reinigungsarbeiten,
- Filterwechsel,
- Bauraum öffnen,
- Bauplattform ausbauen,
- Pulveraufbereitung (Sieben),

muss ein besonderes Augenmerk auf den Brand- und Explosionsschutz geworfen werden. Bei Pulverwechsel sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass die eingesetzten Legierungen und/oder Metalle nicht miteinander reagieren können.

**Gefährdungen bei MEX-Verfahren („3-D-Druck“)**

Bei MEX-Verfahren kann man zwischen den professionellen Anlagen, die hochwertige Teile herstellen und den kleinen Tischgeräten, die auch oft im Privatsektor verwendet werden, unterscheiden. Bei den professionellen Anlagen ist der Bauraum beheizbar, ähnlich einem Backofen und ist daher während des Prozesses geschlossen, so dass man davon ausgehen kann, dass lediglich beim Öffnen der Anlage kurzzeitig Dämpfe in den Arbeitsbereich gelangen können.

Anders sieht es bei den Tischgeräten aus, die auch oft im Privatsektor verwendet werden. Hier können während der Bauphase Dämpfe entweichen (siehe Tabelle 19). Betriebliche Messungen sowie nachstellende Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass die Ergebnisse der Messungen nicht über die in Innenräumen üblichen Schadstoffkonzentrationen hinausgehen.

**Tabelle 19** Hauptbestandteile möglicher Pyrolyseprodukte nach verwendetem Kunststoff

Kunststoff		Mögliche Pyrolyseprodukte (Hauptbestandteile)
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Styrol</li> <li>• 1-Butanol</li> <li>• 4-Vinylcyclohexen</li> <li>• Xylol-Isomere</li> <li>• Acetophenon</li> <li>• Dimer-Styrol-Isomere</li> <li>• Ethylbenzol</li> </ul>
PLA	Polylactide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3,6-Dimethyl-1,4-Dioxan-2,5-dion</li> <li>• 2,3-Pentadion</li> <li>• Styrol</li> <li>• Ethylbenzol</li> <li>• Dimer-Styrol-Isomere</li> <li>• Diisobutylphthalat</li> </ul>
PE	Polyethylen	
PET	Polyethylen-terephthalat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-Methyldioxalan</li> <li>• Acetaldehyd</li> <li>• 1,2-Ethandiol</li> </ul>
Nylon		ε-Caprolactam

**Technische Maßnahmen**

Die technischen Maßnahmen sind stark abhängig von dem Verfahren das angewendet wird, dem Werkstoff der eingesetzt wird und dem Prozessschritt.

### Schutzmaßnahmen bei Pulverbasierten Verfahren



Abb. 39 Anlage für ein pulverbettbasiertes Schmelzverfahren

Prozesstechnisch sind die Anlagen zu solchen Verfahren geschlossen und stehen zum Teil unter Inertgas (Stickstoff oder Argon).

Die technischen Maßnahmen für Laser-Sinter-Fertigungsanlagen von Kunststoffen und Laser-Strahlschmelz-Fertigungsanlagen von Metallpulvern sind in der VDI-Richtlinie 3405, Blatt 6.1 und Blatt 6.2, zusammengefasst.

Wenn mit metallischen Werkstoffen, die KMR-Stoffe enthalten gearbeitet wird, gelten die Maßnahmen entsprechend der TRGS 561 „Krebserzeugende Metalle“. Sobald Arbeiten mit offenen Pulvern durchgeführt werden, sollten diese Arbeiten in einer abgesaugten Glovebox erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass eine Luftrückführung nach §10 GefStoffV nicht erlaubt ist. Nur wenn die Luft unter Anwendung von behördlich oder von den Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung anerkannten Verfahren oder Geräten ausreichend von solchen Stoffen gereinigt ist, darf die Luft in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden. Näheres zu den lufttechnischen Anforderungen findet sich in der DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“[3].

Für Arbeiten mit pulverförmigen Werkstoffen ohne KMR-Bestandteil ist in der Regel ein abgesaugter Tisch ausreichend und Stand der Technik.



Abb. 40 „Auspacken“ der generierten Bauteile beim pulverbettbasierten Schmelzen

### Schutzmaßnahmen bei MEX-Verfahren

Sofern 3-D-Tischdrucker bestimmungsgemäß verwendet werden und die Filamente bei der empfohlenen Temperatur und somit unter der Zersetzungstemperatur verarbeitet werden, können grundsätzlich die gleichen Empfehlungen ausgesprochen werden wie für herkömmliche Drucker und Innenraumarbeitsplätze. Für Schulen gibt es in der DGUV Information 202-103 „3D-Tischdrucker in Schulen“ genauer zusammengefasste Empfehlungen. Dazu gehört die schon oben erwähnte bestimmungsgemäße Verwendung und die Beachtung der maximalen Verarbeitungstemperatur.

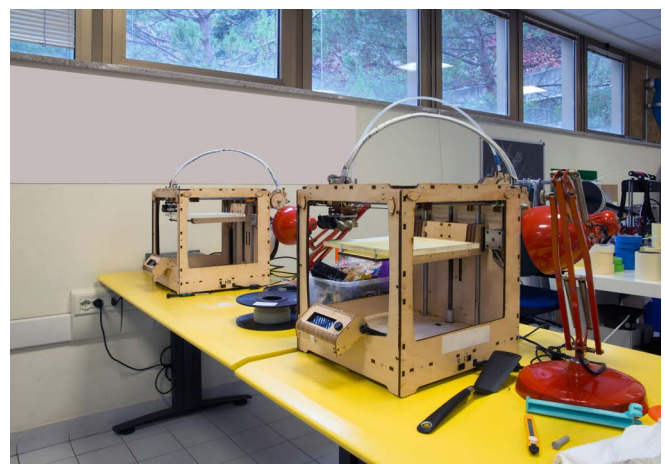


Abb. 41 Typisches „FAB-Lab“, in dem beispielsweise Studierende Einzelstücke oder Prototypen herstellen können



Der 3D-Tischdrucker sollte in einem separaten Raum betrieben werden. Dies ist weniger störend. Falls dies aus organisatorischen Gründen nicht möglich sein sollte, wird empfohlen, den Drucker mindestens so aufzustellen, dass der Abluftstrom nicht direkt auf den Arbeitsplatz weist. Des Weiteren soll, wie an jedem anderen Innenraumarbeitsplatz auch, auf eine regelmäßige Lüftung geachtet werden, beispielsweise vor und nach jedem Druck.

Für das Betreiben von MEX-Tischdruckern reicht eine allgemeine Raumlüftung entsprechend ASR A3.6 „Lüftung“ aus.

## 2.8 Lithium-Ionen-Akkus

Lithium-Ionen-Akkus werden vielfältig eingesetzt und verstärkt auch in Elektrowerkzeugen und -maschinen genutzt.

Eine Brandgefahr kann aufgrund technischer Defekte oder durch unsachgemäße Handhabung entstehen. In den Lithium-Ionen-Akkus können hohe Temperaturen auftreten, wenn sie einer starken äußeren Erwärmung, äußeren und inneren Kurzschlüssen, einer Überladung oder Tiefentladung ausgesetzt sind. Dies kann zu Akkuschäden und zum Brand führen.

So dürfen Lithium-Ionen-Akkus im Sommer nicht in einem Fahrzeug, das direkter Sonnenstrahlung ausgesetzt ist, gelagert werden.

Beim äußeren Kurzschluss werden die Batteriepole durch leitfähiges Material, z. B. durch Fingerringe, kleine Metallgegenstände oder Ablegen auf metallische Untergründe, verbunden. Akkus müssen gegen diesen äußeren Kurzschluss gesichert werden, indem entweder die Batteriepole durch Polkappen geschützt oder die Akkus in die Geräte eingebaut werden.

Ein innerer Kurzschluss entsteht durch Verbindung der einzelnen Zellen. Er kann durch Fehler beim Herstellungsprozess oder durch mechanische Einwirkung, z. B. durch Herunterfallen, starke Erschütterung oder Vibrationen, ausgelöst werden.

Die Akkus enthalten eine ätzende Elektrolytflüssigkeit (Inhaltsstoff u.a. Lithiumhexafluorid), die freigesetzt wird, wenn die Akkus mechanisch beschädigt werden. Bei Kontakt führt die Elektrolytflüssigkeit zu Schädigungen der Haut und der Augen. Die Flüssigkeit ist mit säurebeständigen Schutzhandschuhen aufzunehmen und entsprechend den Anleitungen der Hersteller zu entsorgen. Beschädigte oder ausgelaufene Lithium-Ionen-Akkus dürfen nicht mehr verwendet werden. Diese müssen als kritisch defekte Batterien unter geeigneten Brandschutzvorkehrungen aufbewahrt werden.

Geräte und Maschinen dürfen nur mit einem dafür vorgesehenen Lithium-Ionen-Akku betrieben werden. Die Akkus dürfen nur mit dem vorgesehenen Ladegerät geladen werden, da die Ladekennlinie auf den Akku abgestimmt sein muss. Schon eine geringfügig zu hohe Ladespannung führt aufgrund zu großer Ladeströme zu einer Erhitzung des Akkus und kann somit einen Brand auslösen. Beim Erreichen der Vollladung muss der Ladungsprozess automatisch durch das Ladegerät sofort beendet werden. Lithium-Ionen-Akkus dürfen nur unter Aufsicht geladen werden (nicht über Nacht laden!).

Lithium-Ionen-Akkus dürfen nur bis zu einer gewissen Kapazität entladen werden. Wird diese Mindestkapazität unterschritten, spricht man von Tiefentladung. Diese Tiefentladung kann z. B. durch Kurzschlüsse oder unsachgemäße Verwendung des Akkus erfolgen. Es kommt zum Aufblähen des Akkus und es besteht akute Brandgefahr. Die Geräte und Maschinen, die mit Lithium-Ionen-Akkus betrieben werden, sollten eine Einrichtung zur Akku-Überwachung haben, z. B. in Form von Kontrolllampen, so dass eine Tiefentladung vermieden wird.

Die Ladegeräte sind von Nässe und Staub fernzuhalten. Werden die Ladegeräte im Außenbereich verwendet, dann müssen die Kabel für den Einsatz im Freien geeignet sein (H07RN-F oder als maximal vier Meter lange Anschlussleitung H05RN-F). Zusatzschutzeinrichtungen (RCD-Fehlerstromschutzeinrichtung) sind zu verwenden.



Besondere Vorsicht ist geboten, wenn sich erste Anzeichen eines Versagens wie starke Erwärmung oder Aufblähen zeigen. Brände mit oder durch Lithium-Ionen-Akkus sind schwer zu löschen. Daher ist die Feuerwehr zu alarmieren. Der Brand muss mit viel Wasser bekämpft werden, um den Brandherd abzukühlen! Da bei den Bränden giftige Gase und Dämpfe entstehen, muss beim Löschen persönliche Schutzausrüstung wie Schutzanzug, Schutzhandschuhe, Schutzbrille und umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät getragen werden.

### Lagerung

Die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Akkus ist begrenzt. Sie altern am wenigsten, wenn der Ladestand im Bereich von 40-60% liegt, sie kühl (0 – 45°C), aber frostfrei, und unbedingt trocken gelagert werden. Bei längerer Lagerung von Zeit zu Zeit den Aufladezustand kontrollieren und ggf. wiederaufladen! Vorsicht bei Lagerung von entladenen Akkus, es kann zur Tiefentladung kommen und in der Folge zu einem Brand, insbesondere wenn ein tiefenentladener Akku erneut geladen wird.

In sicherem Abstand zu brennbaren Materialien lagern. Bei der Lagerung innerhalb von Gebäuden sollte ein Freistreifen von 2,5 m zu anderen Gütern eingehalten werden oder die Lithium-Ionen-Akkus in einem brandschutztechnisch abgetrennten Bereich (z. B. im Sicherheitsschrank, Container) gelagert werden. Eventuell zusätzlich eine Brandmeldeanlage installieren.

Beschädigte Lithium-Ionen-Akkus müssen in brand- und säurefesten Auffangeinrichtungen getrennt von anderen brennbaren Materialien gelagert werden. Sie sind umgehend fachgerecht entsprechend den Herstelleranweisungen zu entsorgen.

### Transport

Lithium-Ionen-Akkus sind Gefahrgut der Klasse 9 (Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände). Somit unterliegen die Transporte von Lithium-Ionen-Akkus und von Geräten, die Lithium-Ionen-Akkus enthalten, den Gefahrgutvorschriften. Es dürfen nur Batterien transportiert werden, deren Baumuster die sogenannten „UN 38.3 Tests“ bestanden haben. Seit dem 01. Januar 2020 müssen Hersteller und Vertreiber hierzu auch eine standardisierte Prüfumfassung zur Verfügung stellen. Welche Vorschriften anzuwenden sind, hängt auch von dem Energieinhalt des Akkus in Wattstunden (Wh) ab. Lithium-Ionen-Akkus, die eine Nennenergie von höchstens 100 Wh besitzen, sind von den meisten Gefahrgutvorschriften befreit, wenn sie gemäß den Bedingungen der Sondervorschrift 188 des ADR (Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße) befördert werden.

Darüber hinaus gelten Vorschriften abhängig von der Transportweise (im Gerät oder als Ersatzakku) und abhängig von der Art des Transportes (Handwerkerregelung, Versorgungstransporte). Folgende UN-Nummern kommen in Betracht:

- **UN-Nummer: 3480** (Lithium-Ionen-Batterien)
- **UN-Nummer: 3481** (Lithium-Ionen-Batterien in Ausrüstungen oder mit Ausrüstungen verpackt)

Der Faktor zur Berechnung der Kleinmengenregelung beträgt 3, mit dem das Bruttogewicht des Akkus multipliziert werden muss.

Lithium-Ionen-Akkus können als Kleinmenge von Betrieben (Bauunternehmen, Bauhöfen) im Rahmen der Haupttätigkeit (1.1.3.1 c ADR „Handwerkerregelung“) oder als Versorgungstransport (1.1.3.6 ADR „1000-Punkte Regelung“) transportiert werden.

Sind maximal zwei Akkus mit jeweils weniger als 100 Wh in Geräten eingebaut und sind diese durch die Geräte vor Beschädigungen, Kurzschlüssen und unbeabsichtigte Auslösung geschützt, so sind keine weiteren Maßnahmen des ADR erforderlich (Sondervorschrift 188).



Abb. 42 Mit Lithium-Ionen-Akkus betriebene Trennschleifmaschine



Abb. 43 Mit Lithium-Ionen-Akkus betriebene Akkuhandkreissäge

Beschädigte Akkus müssen zunächst hinsichtlich ihrer Transportfähigkeit mit Hilfe des Herstellers oder eines Sachverständigen beurteilt werden. Der Transport muss anschließend gemäß den jeweils zutreffenden Vorschriften des ADR (z. B. Sondervorschrift 376) oder den, durch die zuständige Behörde zugelassenen, Bedingungen durchgeführt werden.



Abb. 44 Bauartzugelassene Gefahrgutverpackung für Versandstücke mit Lithiumbatterien mit Gefahrzettel 9A und UN-Nummer 3480

# Anhang

## Anhang 1: Literatur

### Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln

#### Bezugsquelle

im Internet: z. B. [www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de) oder [www.baua.de](http://www.baua.de)

- Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-Verordnung)
- Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)
- Richtlinie (EU) 2017/2398 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2017 zur Änderung der Richtlinie 2004/37/EG über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit
- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV)
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmittel und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
- Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)
- ASR A3.5 Raumtemperatur
- ASR A3.6 Lüftung
- TRGS 400 Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- TRGS 401 Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
- TRGS 402 Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
- TRGS 406/TRBA 406 Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege
- TRGS 407 Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung
- TRGS 430 Isocyanate– Exposition und Überwachung
- TRGS 500 Schutzmaßnahmen
- TRGS 507 Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern
- TRGS 510 Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behälter
- TRGS 528 Schweißtechnische Arbeiten
- TRGS 551 Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material
- TRGS 552 Krebserzeugende N-Nitrosamine der Kat. 1A und 1B
- TRGS 553 Holzstaub
- TRGS 555 Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten
- TRGS 559 Mineralischer Staub
- TRGS 561 Krebserzeugende Metalle
- TRGS 600 Substitutio
- TRGS 610 Ersatzstoffe, Ersatzverfahren für stark lösemittelhaltige Vorstriche und Klebstoffe für den Bodenbereich
- TRGS 611 Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare/ wassergemischte Kühlschmierstoffe bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können
- TRGS 615 Verwendungsbeschränkungen für Korrosionsschutzmittel, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können
- TRGS 617 Ersatzstoffe, Ersatzverfahren für stark lösemittelhaltige Oberflächenbehandlungsmittel für Parkett und andere Holzfußböden
- TRGS 619 Ersatzstoffe für Keramikfasern
- TRGS 720 Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines
- TRGS 721 Gefährliche explosionsfähige Gemische – Beurteilung der Explosionsgefährdung
- TRGS 727 Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
- TRGS 745/TRBS 3145 Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren
- TRGS 800 Brandschutzmaßnahmen
- TRGS 900 Arbeitsplatzgrenzwerte
- TRGS 905 Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe
- TRGS 906 Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV
- TRGS 907 Verzeichnis sensibilisierender Stoffe
- TRGS 910 Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen

## DGUV Vorschriften, DGUV Regeln und DGUV Informationen

### Bezugsquelle

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

### DGUV Vorschriften

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Regeln
- DGUV Regel 100-001 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Regel 100-500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“, Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Arbeitsverfahren; Kapitel 2.33 „Betreiben von Anlagen für den Umgang mit Gasen“ sowie Kapitel 2.32 „Betreiben von Sauerstoffanlagen“ (nur online)
- DGUV Regel 101-019 „Umgang mit Reinigungs- und Pflegemitteln“
- DGUV Regel 101-605 „Branche Gebäudereinigung“
- DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“
- DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“
- DGUV Regel 109-009 „Fahrzeug-Instandhaltung“
- DGUV Regel 109-010 „Richtlinien für Einrichtungen zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln“
- DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“
- DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“
- DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“
- DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutzregeln“
- DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“

### DGUV Informationen

- DGUV Information 202-103 „3D-Tischdrucker in Schulen“
- DGUV Information 209-010 „Lichtbogenhand-schweißen“
- DGUV Information 209-011 „Gasschweißen“,
- DGUV Information 209-014 „Lackieren und Beschichten“
- DGUV Information 209-022 „Hautschutz an Holz- und Metallarbeitsplätzen“ (nur online)
- DGUV Information 209-033 „Faserverstärkte Polyesterharze (nur online)

- DGUV Information 209-042 „Gefahrstoffe im Schreiner-/Tischlerhandwerk und in der Möbelfertigung“
- DGUV Information 209-043 „Holzschutzmittel -Handhabung und sicheres Arbeiten“
- DGUV Information 209-044 „Holzstaub“
- DGUV Information 209-045 „Absauganlagen und Silos für Holzstaub und –späne“
- DGUV Information 209-046 „Lackierräume und –einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe“
- DGUV Information 209-047 „Nitrose Gase beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“,
- DGUV Information 209-049 „Umgang mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden beim Wolfram-Inertgas-schweißen [WIG]“
- DGUV Information 209-051 „Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“
- DGUV Information 209-058 „Schweißtechnische Arbeiten mit chrom- und nickellegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen“
- DGUV Information 209-077 „Schweißbrauche – geeignete Lüftungsmaßnahmen“
- DGUV Information 209-084 „Industriestaubsauger und Entstauber“
- DGUV Information 209-088 „Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten“
- DGUV Information 212-007 „Chemikalienschutzhand-schuhe“
- DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln
- DGUV Information 213-034 – 213-037 „GHS – Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen“ (inkl. Plakate)
- DGUV Information 213-073 „Sauerstoff“
- DGUV Information 213-078 „Polyurethane Isocyanate“
- DGUV Information 213-079 „Tätigkeiten mit Gefahrstoffen – Informationen für Beschäftigte“
- DGUV Information 213-080 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- DGUV Information 213-081 „Styrol – Polyesterharze und andere styrolhaltige Gemische“
- DGUV Information 213-082 „Gefahrstoffe mit GHS-Kennzeichnung – Was ist zu tun“
- DGUV Information 213-085 „Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (Merkblatt M 063)



### Sonstige Informationen und Portale der Unfallversicherungsträger

- BG BAU-Broschüre „Transport von Gefahrgütern – Die Kleinmengenregelung in der Bauwirtschaft“
- BG BAU-Broschüre „Praxisleitfaden für den Umgang mit Epoxidharzen“; künftig DGUV Information „Epoxidharze in der Bauwirtschaft“, derzeit in Vorbereitung
- BG ETEM-Broschüre MB027 „Sicher arbeiten mit Kühlschmierstoffen“
- BG ETEM-Broschüre S017 „Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung Gefahrstoffe“ mit BG ETEM S017-nn „Musterdokumentationen“
- BG ETEM-Broschüre BZ0-nn „Musterbetriebsanweisungen“
- BG ETEM-Broschüre S032 „Branchenlösung Staub bei Elektroinstallationsarbeiten“
- BG RCI-Merkblatt M 039 „Fruchtschädigende Stoffe – Informationen für Mitarbeiterinnen und betriebliche Führungskräfte“
- Download-Center der BG RCI
  - BG RCI-Merkblatt M 040 „Chlorkohlenwasserstoffe“
  - BG RCI-Merkblatt M 043 „Kaltreiniger“
  - BG RCI-Merkblatt M 063-1 „Zusammenlagerung von Gefahrstoffen“
  - BG RCI-Reihe „Kurz und bündig“ (KB)
  - BG RCI-Reihe „Sicherheitskurzgespräche“ (SKG)
- VBG-Info-Broschüre „Gib dem Staub keine Chance“
- BG BAU-Branchenlösung Asbest beim Bauen im Bestand
- IFA: „Liste der krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktionstoxischen Stoffe (KMR-Liste), [publikationen.dguv.de/forschung/ifa/allgemeineinformationen/3517/liste-der-krebserzeugenden-keimzellmutagenen-und-reproduktionstoxischen-stoffe-kmr-stoffe](https://publikationen.dguv.de/forschung/ifa/allgemeineinformationen/3517/liste-der-krebserzeugenden-keimzellmutagenen-und-reproduktionstoxischen-stoffe-kmr-stoffe)
- Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft WINGISonline, [www.wingis-online.de](http://www.wingis-online.de)
- Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien der BG RCI und der BGHM GisChem, [www.gischem.de](http://www.gischem.de)
- IFA-Praxishilfen: Kühlschmierstoff-Portal [www.dguv.de/ifa/praxishilfen/kuehlschmierstoffe/regelwerk-fuer-taetigkeiten-mit-kuehlschmierstoffen-\(kss\)/vdi-richtlinien/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/kuehlschmierstoffe/regelwerk-fuer-taetigkeiten-mit-kuehlschmierstoffen-(kss)/vdi-richtlinien/index.jsp)
- BG ETEM-Online-Hilfe „Praxisgerechte Lösungen – Software für die betriebliche Gefährdungsbeurteilung, [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: 15614844

- BG ETEM-e-Learning-Module: [www.bgetem.de/medien-service/interaktiv-lernmodule-sicherheit-und-gesundheit-am-arbeitsplatz](http://www.bgetem.de/medien-service/interaktiv-lernmodule-sicherheit-und-gesundheit-am-arbeitsplatz)

### Normen

- DIN 51385:2013-12 „Schmierstoffe – Bearbeitungsmedien für die Umformung und Zerspanung von Werkstoffen – Begriffe
- DIN 51485:2017-04 „Schmierstoffe – Bearbeitungsmedien für die Umformung und Zerspanung von Werkstoffen – Kühl- und Umformschmierstoffe: Anforderungen und Prüfverfahren“
- DIN EN 14470-1:2004-07 „Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke – Teil 1: Sicherheitsschränke für brennbare Flüssigkeiten“
- DIN EN ISO 374-1:2018-10 „Schutzhandschuhe gegen gefährliche Chemikalien und Mikroorganismen – Teil1: Terminologie und Leistungsanforderungen für chemische Risiken“
- Kurzfilme des Sachgebiets "Schutzkleidung" der DGUV zur Handhabung von Chemikalienschutzhandschuhen: <https://www.dguv.de/fb-psa/sachgebiete/sachgebiet-schutzkleidung/kurzfilme/index.jsp>
- DIN EN ISO 15011-4:2018-05 „Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren – Laborverfahren zum Sammeln von Rauch und Gasen – Teil 4: Rauchdatenblätter“
- DIN EN ISO 15012-1:2013-08 (zurückgezogen) „Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Prozessen – Einrichtungen zum Erfassen und Abscheiden von Schweißrauch – Teil 1: Anforderungen an den Abscheidegrad sowie Prüfung und Kennzeichnung des Abscheidegrades“
- DIN EN ISO 21904-1:2020-06 „Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren – Einrichtungen zum Erfassen und Abscheiden von Schweißrauch – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“
- DIN EN ISO 52900:2018-06 „Additive Fertigung – Grundlagen – Terminologie“ (Entwurf)

## VDI-Richtlinien

- VDI 2262 Bl. 1: 2013-06 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Rechtliche Grundlagen, Begriffe, grundlegende organisatorische Maßnahmen für den Arbeitsschutz und Umweltschutz“
- VDI 2262 Bl. 2: 2012-11 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Verfahrenstechnische und organisatorische Maßnahmen“
- VDI 2262 Bl. 3: 2011-06 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Lufttechnische Maßnahmen“
- VDI 2262 Bl. 4: 2004-03 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Erfassung luftfremder Stoffe“
- VDI 3035 2008-08: „Gestaltung von Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und peripheren Einrichtungen für den Einsatz von Kühlschmierstoffen“
- VDI 3405 Bl. 1: 2019-11 „Additive Fertigungsverfahren – Laser-Sintern von Kunststoffbauteilen – Güteüberwachung“
- VDI 3405 Bl. 3: 2015-12 „Additive Fertigungsverfahren – Konstruktionsempfehlungen für die Bauteilfertigung mit Laser-Sintern und Laser-Strahlschmelzen“
- VDI 3405 Bl. 6.1: 2019-11 „Additive Fertigungsverfahren – Anwendersicherheit beim Betrieb der Fertigungsanlagen – Laser-Strahlschmelzen von Metallpulvern“
- VDI 3405 Bl. 6.2: 2019-11 „Additive Fertigungsverfahren – Anwendersicherheit beim Betrieb der Fertigungsanlagen – Laser-Sintern von Kunststoffen“ (Entwurf)
- VDI 3802 Bl. 2: 2012-03 „Absaugung luftfremder Stoffe an materialabtragenden Werkzeugmaschinen“

## Sonstige Informationsquellen






- Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH, hier: Kühlschmierstoff-Komponenten Online-Informationssystem, [www.fobig.de/arbeitsfelder/KSS.html](http://www.fobig.de/arbeitsfelder/KSS.html)
- Hinweise, Einsatz und Anwendung der Biozide in KSS findet man im Anhang IIb der VKIS-VSI-IGM-Stoffliste für Kühlschmierstoffe nach DIN 51385 für die Metallbearbeitung [www.fobig.de/KSS/PDF/VKIS-VSI-IGM-Stoffliste.pdf](http://www.fobig.de/KSS/PDF/VKIS-VSI-IGM-Stoffliste.pdf)
- [www.bgetem.de/redaktion/arbeitsicherheit-gesundheitsschutz/dokumente-und-dateien/fb-gefahrstoffe/emissionen\\_von\\_laserdruckern\\_und\\_kopiergeraeten\\_a03-2010.pdf](http://www.bgetem.de/redaktion/arbeitsicherheit-gesundheitsschutz/dokumente-und-dateien/fb-gefahrstoffe/emissionen_von_laserdruckern_und_kopiergeraeten_a03-2010.pdf)
- [www.dguv.de/ifa;/praxishilfen/praxishilfen-gefahrstoffe/epoxidharze/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa;/praxishilfen/praxishilfen-gefahrstoffe/epoxidharze/index.jsp)  
Beisser, R.; Werner, S.; Heinrich, B.; Pelzer, J, Emissionen aus 3D-Tischdruckern – Nachstellende Untersuchungen – Teil 1; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 80 (2020) Nr. 1/2



# Anhang 2: Gegenüberstellung der neuen GHS-Piktogramme und der alten Gefahrstoffsymbole nach RL 67/548 EWG

## Gegenüberstellung der GHS-Piktogramme und der alten Gefahrensymbole nach RL 67/548/EWG

### Physikalisch-chemische Gefahren und Umweltgefahren

GHS-Piktogramm	Gefahrenklasse und Gefahrenkategorie	H-Sätze	R-Sätze <sup>1</sup>	EU-Gefahrensymbol
 <b>Achtung</b>	verdichtete Gase	H280	bisher nicht gekennzeichnet	
	verflüssigte Gase	H280		
	tiefgekühlt verflüssigte Gase	H281		
	gelöste Gase	H280		
 <b>Achtung</b>	Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1	H290	bisher nicht gekennzeichnet	
	Kurzfristig (akut) gewässergefährdend, Kategorie 1	H400	R50 R50/53	 umwelt-gefährlich
Langfristig (chronisch) gewässergefährdend, Kategorien	1	H410	R50/53	
	2	H411 <sup>2</sup>	R51/53	
	3	H412 <sup>3</sup>	R52/53 (ohne Symbol)	
 <b>Achtung</b>	4	H413 <sup>3</sup>	R53 (ohne Symbol)	
	Die Ozonschicht schädigend, Kategorie 1	H420	R59	 umwelt-gefährlich

1 R-Sätze geben eine Orientierung an. Sie lassen sich häufig nicht 1:1 in Gefahrenkategorien bzw. H-Sätze umwandeln.  
 2 Stoffe oder Gemische, die mit diesem H-Satz bezeichnet sind, werden mit Piktogramm, aber ohne Signalwort gekennzeichnet.  
 3 Stoffe oder Gemische, die mit diesem H-Satz bezeichnet sind, werden ohne Piktogramm und ohne Signalwort gekennzeichnet.

Das jeweils zum Piktogramm gehörende Signalwort „Gefahr“ oder „Achtung“ ergibt sich aus dem Grad der Gefährdung, d.h. der Kategorie und dem H-Satz. In der Tabelle wird dies hervorgehoben durch die farbliche Zuordnung: **rot = Gefahr**, **blau = Achtung**, **schwarz = kein Signalwort**. Beispiel: Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1 – H-Satz 290 erhält das Signalwort „Achtung“.

## Gegenüberstellung der GHS-Piktogramme und der alten Gefahrensymbole nach RL 67/548/EWG



### Brand- und Explosionsgefahren













GHS-Piktogramm	Gefahrenklasse und Gefahrenkategorie	H-Sätze	R-Sätze <sup>1</sup>	EU-Gefahrensymbol	
<p><b>Gefahr</b> <b>Achtung</b></p>	Instabil, explosiv	<b>H200</b>	<b>(R2,R3)</b>	<p>explosions-gefährlich</p>	
	Explosive Stoffe/Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoff	Unterklassen			<b>1.1 H201</b>
		<b>1.2 H202</b>			
		<b>1.3 H203</b>			
		<b>1.4 H204</b>			
		<b>1.5 H205<sup>2</sup></b>			
		<b>1.6 —<sup>3</sup></b>			
Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische, Typen	<b>A H240</b> <b>B H241<sup>4</sup></b>	<b>(R2,R3)</b>			
Organische Peroxide, Typen	<b>A H240</b> <b>B H241<sup>4</sup></b>	<b>(R2,R3)</b>			
<p><b>Gefahr</b> <b>Achtung</b></p>	Entzündbare Gase, Kategorien	<b>1 H220</b> <b>2 H221<sup>1</sup></b> <b>A H230<sup>5</sup></b> <b>B H231<sup>5</sup></b>	<b>(R12)</b>	<p>hochentzündlich</p> <p>leichtentzündlich</p> <p>bisher ohne Symbol: R10 – Entzündlich</p> <p>bisher ohne Kennzeichnung: Flüssigkeiten mit Flammpunkt 55-60° C</p>	
	Chemisch instabile Gase, Kategorien	<b>1 H222+H229</b> <b>2 H223+H229</b> <b>3 H229<sup>2</sup></b>	–		
	Aerosole, Kategorien	<b>1 H224</b> <b>2 H225</b> <b>3 H226</b>	<b>(R12)</b> <b>(R11)</b> <b>(R10)</b>		
	Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorien	<b>1 H228</b> <b>2 H228</b> <b>B H241<sup>4</sup></b>	<b>(R11)</b> <b>(R11)</b> <b>(R2/R3/R12)</b>		
	Entzündbare Feststoffe, Kategorien	<b>C,D H242</b> <b>E,F H242</b> <b>G —<sup>3</sup></b>	<b>R12</b>		
	Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische, Typen	<b>1 H250</b> <b>1 H250</b>	<b>R17</b> <b>R17</b>		
	Pyrophore Flüssigkeiten, Kategorie	<b>1 H251</b> <b>2 H252</b>	–		
	Pyrophore Feststoffe, Kategorie	<b>1 H260</b> <b>2 H261</b> <b>3 H261</b>	<b>(R15)</b>		
	Selbsterhitzungsfähige Stoffe und Gemische, Kategorien	<b>B H241<sup>4</sup></b> <b>C,D H242</b> <b>E,F H242</b> <b>G —<sup>3</sup></b>	<b>(R2/R3/R7)</b> <b>R7</b> <b>–</b>		
	Stoffe und Gemische, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase abgeben, Kategorien	<b>1 H270</b> <b>1 H271</b> <b>2 H272</b> <b>3 H272</b>	<b>R8</b> <b>R9</b> <b>R8</b> <b>R8</b>		
	Organische Peroxide, Typen	<b>1 H271</b> <b>2 H272</b> <b>3 H272</b>	<b>R9</b> <b>R9</b> <b>(R8)</b>		
	Oxidierende Gase, Kategorie	<b>1 H271</b> <b>2 H272</b>	<b>R9</b> <b>(R8)</b>		
	Oxidierende Flüssigkeiten, Kategorien	<b>1 H271</b> <b>2 H272</b> <b>3 H272</b>	<b>R9</b> <b>(R8)</b> <b>(R8)</b>		
	Oxidierende Feststoffe, Kategorien				

1 R-Sätze geben eine Orientierung an. Sie lassen sich häufig nicht 1:1 in Gefahrenkategorien bzw. H-Sätze umwandeln.  
 „—“ bedeutet, dass kein R-Satz zugeordnet werden konnte bzw. nach GefStoffV keine Einstufung vorliegt.  
 2 Stoffe oder Gemische, die mit diesem H-Satz bezeichnet sind, werden mit einem Signalwort entsprechend der farblichen Zuordnung, aber ohne Piktogramm gekennzeichnet.  
 3 Stoffe oder Gemische, nach GHS nicht kennzeichnungspflichtig.  
 4 Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische sowie organische Peroxide, Typ B sind sowohl mit dem Piktogramm „Explodierende Bombe“ als auch mit dem Piktogramm „Flamme“ zu kennzeichnen.  
 5 Stoffe oder Gemische, die mit diesem H-Satz gekennzeichnet sind, werden ohne zusätzliches Piktogramm oder Signalwort gekennzeichnet.

Das jeweils zum Piktogramm gehörende Signalwort „Gefahr“ oder „Achtung“ ergibt sich aus dem Grad der Gefährdung, d.h. der Kategorie und dem H-Satz. In der Tabelle wird dies hervorgehoben durch die farbliche Zuordnung: **rot = Gefahr**, **blau = Achtung**, **schwarz = kein Signalwort**. Beispiel: Oxidierende Feststoffe, Kategorie 3 – H-Satz 272 erhält das Signalwort „Achtung“.

## Gegenüberstellung der GHS-Piktogramme und der alten Gefahrensymbole nach RL 67/548/EWG

### Gesundheitsgefahren

GHS-Piktogramm	Gefahrenklasse und Gefahrenkategorie	H-Sätze	R-Sätze <sup>1</sup>	EU-Gefahrensymbol		
 Gefahr	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorien	1	H314	R35	 ätzend	
		1A				R34
1B		R41		 reizend		
1C					Schwere Augenschädigung, Kategorie	1
 Gefahr	Akute Toxizität, Kategorien	oral	H300	R28		 sehr giftig
		dermal	1,2	H310	R27	
		inhalativ	H330	R26		
	Akute Toxizität, Kategorien	oral	3	H301	R25	 giftig
		dermal	H311	R24		
		inhalativ	H331	R23		
 Achtung	Akute Toxizität, Kategorien	oral	4	H302	R22	 gesundheitsschädlich
		dermal	H312	R21		
		inhalativ	H332	R20		
	Hautreizend, Kategorie	2	H315	R38	 reizend	
	Augenreizung, Kategorie	2	H319	R36		
	Sensibilisierung der Haut, Kategorie	1, 1A, 1B	H317	R43		
	Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie	Atemwegsreizung	3	H335		R37
narkotisierende Wirkungen		H336		R67 (ohne Symbol)		
 Gefahr Achtung	Sensibilisierung der Atemwege, Kategorie	1, 1A, 1B	H334	R42	 giftig	
	Keimzellmutagenität, Kategorien	1A, 1B	H340	R46		
		2	H341	R68		
	Karzinogenität, Kategorien	1A, 1B	H350 <sup>2</sup>	R45, R49		
		2	H351	R40		
	Reproduktionstoxizität, Kategorien	1A, 1B	H360 <sup>3</sup>	R60, R61		
		2	H361 <sup>3</sup>	R62, R63		
	Zusatzkategorie für Wirkungen auf/über Laktation			H362 <sup>4</sup>	R64	 gesundheitsschädlich
	Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorien	1	H370	R39 <sup>5</sup>		
		2	H371	R68 <sup>6</sup>		
Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorien	1	H372	R48 <sup>7</sup>			
Aspirationsgefahr, Kategorie	1	H373	R33, R48 <sup>8</sup>			
		1	H304	R65		

<sup>1</sup> R-Sätze geben eine Orientierung an. Sie lassen sich häufig nicht 1:1 in Gefahrenkategorien bzw. H-Sätze umwandeln.

<sup>2</sup> Der Gefahrenhinweis kann durch einen Buchstaben für den Expositionsweg ergänzt werden.

<sup>3</sup> Der Gefahrenhinweis kann durch weitere Buchstaben für Wirkungsweisen ergänzt werden.

<sup>4</sup> Stoffe oder Gemische, die mit diesem H-Satz bezeichnet sind, werden ohne zusätzliches Signalwort oder Piktogramm gekennzeichnet.

<sup>5</sup> In den Kombinationen R39/23, R39/24, R39/25, R39/26, R39/27, R39/28

<sup>6</sup> In den Kombinationen R68/20, R68/21, R68/22

<sup>7</sup> In den Kombinationen R48/23, R48/24, R48/25

<sup>8</sup> In den Kombinationen R48/20, R48/21, R48/22

} sowie weitere Kombinationen hieraus

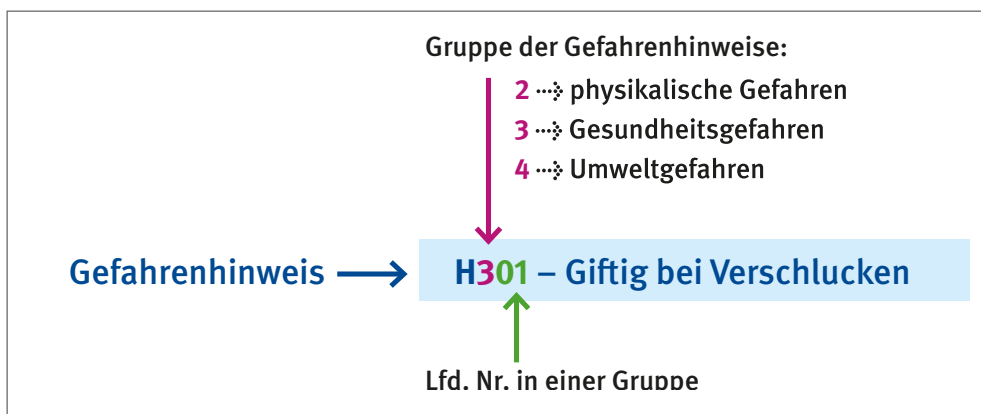
Das jeweils zum Piktogramm gehörende Signalwort „Gefahr“ oder „Achtung“ ergibt sich aus dem Grad der Gefährdung, d. h. der Kategorie und dem H-Satz. In der Tabelle wird dies hervorgehoben durch die farbliche Zuordnung: rot = Gefahr, blau = Achtung, schwarz = kein Signalwort. Beispiel: Aspirationsgefahr, Kategorie 1 – H-Satz 304 erhält das Signalwort „Gefahr“.

## Anhang 3: Aufbau der H- und P-Sätze nach der CLP-Verordnung

Die H- und P-Sätze („Gefahren- und Sicherheitshinweise“, englisch hazard and precautionary statements) und die ergänzenden EUH-Sätze sind knappe Gefahren- und Sicherheitshinweise für Gefahrstoffe, die im Rahmen des global harmonisierten Systems zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (GHS) verwendet werden.

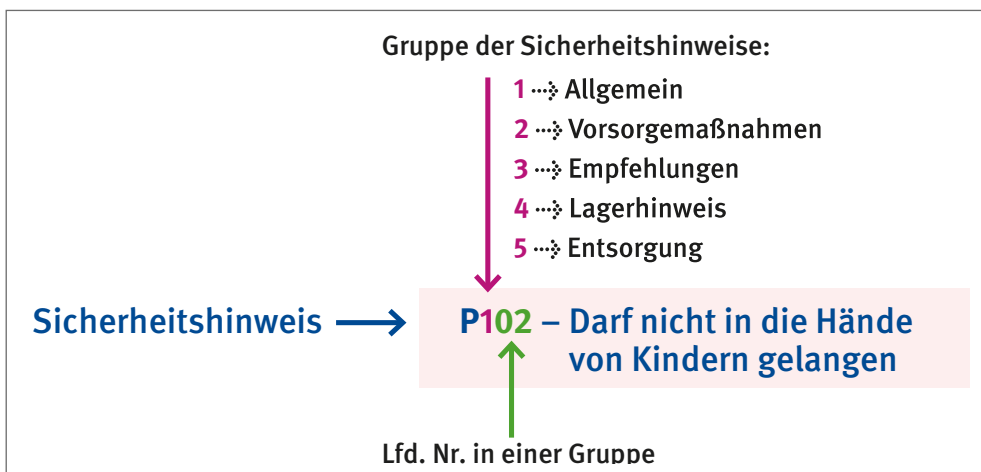
### 3.1 Gefahrenhinweise – Hazard Statements (H-Sätze)

Codierung mit standardisiertem Textbaustein, der die Art und ggf. den Schweregrad der Gefährdung beschreibt.



### 3.2 Sicherheitshinweise – Precautionary Statements (P-Sätze)

Codierung mit standardisiertem Textbaustein, der die empfohlenen Maßnahmen zur Begrenzung oder Vermeidung schädlicher Wirkungen beschreibt.



## Anhang 4: Liste der Gefahrenhinweise (H-Sätze) und Sicherheitshinweise (P-Sätze)

### 4.1 Liste der Gefahrenhinweise (H-Sätze)

Kodierung	Gefahrenhinweise
<b>H200-Reihe:</b>	<b>Physikalische Gefahren</b>
H200	Instabil, explosiv.
H201	Explosiv; Gefahr der Massenexplosion.
H202	Explosiv; große Gefahr durch Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H203	Explosiv; Gefahr durch Feuer, Luftdruck oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H204	Gefahr durch Feuer oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H205	Gefahr der Massenexplosion bei Feuer.
H206	Gefahr durch Feuer, Druckstoß oder Sprengstücke; erhöhte Explosionsgefahr.
H207	Gefahr durch Feuer oder Sprengstücke; erhöhte Explosionsgefahr, wenn das Desensibilisierungsmittel reduziert wird.
H208	Gefahr durch Feuer; erhöhte Explosionsgefahr, wenn das Desensibilisierungsmittel reduziert wird.
H220	Extrem entzündbares Gas.
H221	Entzündbares Gas.
H222	Extrem entzündbares Aerosol.
H223	Entzündbares Aerosol.
H224	Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar.
H225	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.
H226	Flüssigkeit und Dampf entzündbar.
H228	Entzündbarer Feststoff.
H229	Behälter steht unter Druck: kann bei Erwärmung bersten.
H230	Kann auch in Abwesenheit von Luft explosionsartig reagieren.
H231	Kann auch in Abwesenheit von Luft bei erhöhtem Druck und/oder erhöhter Temperatur explosionsartig reagieren.
H232	Kann sich bei Kontakt mit Luft spontan entzünden
H240	Erwärmung kann Explosion verursachen.
H241	Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen.
H242	Erwärmung kann Brand verursachen.
H250	Entzündet sich in Berührung mit Luft von selbst.
H251	Selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten.
H252	In großen Mengen selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten.

Kodierung	Gefahrenhinweise
H260	In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können.
H261	In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase.
H270	Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel.
H271	Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel.
H272	Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel.
H280	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.
H281	Enthält tiefgekühltes Gas; kann Kälteverbrennungen oder -verletzungen verursachen.
H290	Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.
<b>H300-Reihe:</b>	<b>Gesundheitsgefahren</b>
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.
H312	Gesundheitsschädlich 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.
H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
H335	Kann die Atemwege reizen.
H336	Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
H340	Kann genetische Defekte verursachen <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.



Kodierung	Gefahrenhinweise
H350	Kann Krebs erzeugen <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H350i*	Kann bei Einatmen Krebs erzeugen.
H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H360	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen <konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H360F	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H360D	Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
H360FD	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
H360Fd	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H360Df	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H361	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen <konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H361f	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H361d	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H361fd	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H362	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.
H370	Schädigt die Organe <oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H371	Kann die Organe schädigen <oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H372	Schädigt die Organe <alle betroffenen Organe nennen> bei längerer oder wiederholter Exposition <Expositionsweg angeben, wenn schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H373	Kann die Organe schädigen <alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt> bei längerer oder wiederholter Exposition <Expositionsweg angeben, wenn schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H300+H310	Lebensgefahr bei Verschlucken oder Hautkontakt.
H300+H330	Lebensgefahr bei Verschlucken oder Einatmen.
H310+H330	Lebensgefahr bei Hautkontakt oder Einatmen.
H300+H310+H330	Lebensgefahr bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.
H301+H311	Giftig bei Verschlucken oder Hautkontakt.
H301+H331	Giftig bei Verschlucken oder Einatmen.

Kodierung	Gefahrenhinweise
H311+H331	Giftig bei Hautkontakt oder Einatmen.
H301+H311+H331	Giftig bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.
H302+H312	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken oder Hautkontakt.
H302+H332	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken oder Einatmen.
H312+H332	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt oder Einatmen.
H302+H312+H332	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.
<b>H400-Reihe:</b>	<b>Gefahrenhinweise für Umweltgefahren</b>
H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.
H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H413	Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung.
H420	Schädigt die öffentliche Gesundheit und die Umwelt durch Ozonabbau in der äußeren Atmosphäre.

### Ergänzende Gefahrenmerkmale

	Physikalische Eigenschaften
EUH014	Reagiert heftig mit Wasser.
EUH018	Kann bei Verwendung explosionsfähige/entzündbare Dampf/Luft-Gemische bilden.
EUH019	Kann explosionsfähige Peroxide bilden.
EUH044	Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss.
	Gesundheitsgefährliche Eigenschaften
EUH029	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase.
EUH031	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.
EUH032	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.
EUH066	Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.
EUH070	Giftig bei Berührung mit den Augen.
EUH071	Wirkt ätzend auf die Atemwege.

### Ergänzende Kennzeichnungselemente/Informationen über bestimmte Gemische

EUH201	Enthält Blei. Nicht für den Anstrich von Gegenständen verwenden, die von Kindern gekaut oder gelutscht werden könnten.
EUH201A*	Achtung! Enthält Blei.
EUH202	Cyanacrylat. Gefahr. Klebt innerhalb von Sekunden Haut und Augenlider zusammen. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
EUH203	Enthält Chrom (VI). Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH204	Enthält Isocyanate. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH205	Enthält epoxidhaltige Verbindungen. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH206	Achtung! Nicht zusammen mit anderen Produkten verwenden, da gefährliche Gase (Chlor) freigesetzt werden können.
EUH207	Achtung! Enthält Cadmium. Bei der Verwendung entstehen gefährliche Dämpfe. Hinweise des Herstellers beachten. Sicherheitsanweisungen einhalten.
EUH208	Enthält <Name des sensibilisierenden Stoffes>. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH209	Kann bei Verwendung leicht entzündbar werden.
EUH209A	Kann bei Verwendung entzündbar werden.
EUH210	Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.
EUH401	Zur Vermeidung von Risiken für Mensch und Umwelt die Gebrauchsanleitung einhalten.

## 5.2 Liste der Sicherheitshinweise (P-Sätze)

Kodierung	Sicherheitshinweise – Allgemeines
P101	Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnungsetikett bereithalten.
P102	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
P103	Vor Gebrauch Kennzeichnungsetikett lesen.
Sicherheitshinweise – Prävention	
P201	Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen
P202	Vor Gebrauch alle Sicherheitshinweise lesen und verstehen.
P210	Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen.
P211	Nicht gegen offene Flamme oder andere Zündquelle sprühen.
P212	Erhitzen unter Einschluss und Reduzierung des Desensibilisierungsmittels vermeiden
P220	Von Kleidung und anderen brennbaren Materialien fernhalten.
P222	Keinen Kontakt mit Luft zulassen.

P223	Keinen Kontakt mit Wasser zulassen.
P230	Feucht halten mit ...
P231	Inhalt unter inertem Gas/... handhaben und aufbewahren.
P232	Vor Feuchtigkeit schützen.
P233	Behälter dicht verschlossen halten.
P234	Nur in Originalverpackung aufbewahren.
P235	Kühl halten.
P240	Behälter und zu befüllende Anlage erden.
P241	Explosionsgeschützte [elektrische/Lüftungs-/Beleuchtungs-/...] Geräte verwenden.
P242	Funkenarmes Werkzeug verwenden.
P243	Maßnahmen gegen elektrostatische Entladungen treffen.
P244	Ventile und Ausrüstungsteile öl- und fettfrei halten.
P250	Nicht schleifen/stoßen/reiben/...
P251	Nicht durchstechen oder verbrennen, auch nicht nach Gebrauch.
P260	Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen.
P261	Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden.
P262	Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen.
P263	Berührung während Schwangerschaft und Stillzeit vermeiden.
P264	Nach Gebrauch ... gründlich waschen.
P270	Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen.
P271	Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.
P272	Kontaminierte Arbeitskleidung nicht außerhalb des Arbeitsplatzes tragen.
P273	Freisetzung in die Umwelt vermeiden.
P280	Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.
P282	Schutzhandschuhe mit Kälteisolierung und zusätzlich Gesichtsschild oder Augenschutz tragen.
P283	Schwer entflammbare oder flammhemmende Kleidung tragen.
P284	[Bei unzureichender Belüftung] Atemschutz tragen
P231 + P232	Inhalt unter inertem Gas/... handhaben und aufbewahren. Vor Feuchtigkeit schützen.
<b>Sicherheitshinweise – Reaktion</b>	
P301	BEI VERSCHLUCKEN:
P302	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT:
P303	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar):

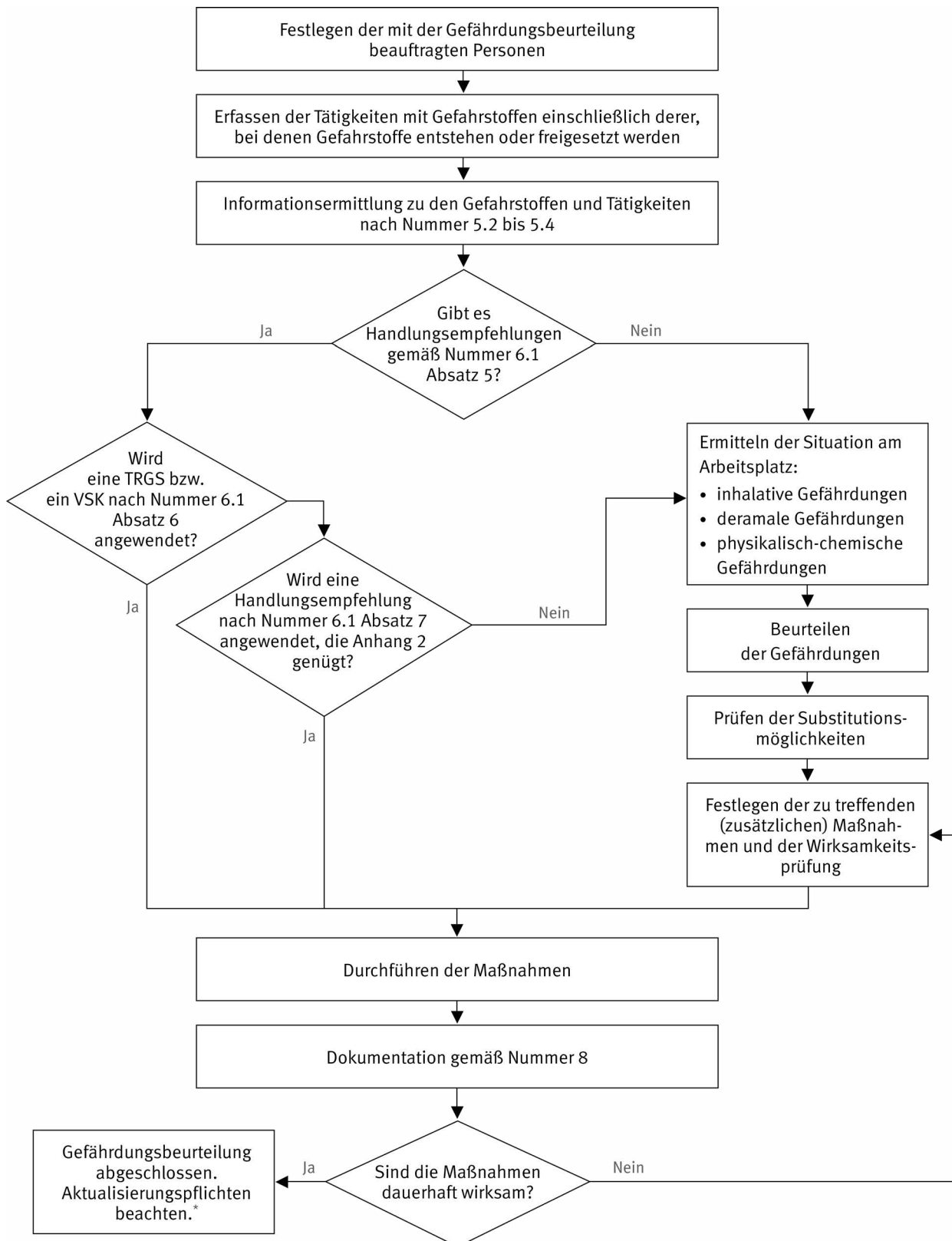
P304	BEI EINATMEN:
P305	BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN:
P306	BEI KONTAKT MIT DER KLEIDUNG:
P308	BEI Exposition oder falls betroffen:
P310	Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P311	GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P312	Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P313	Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P314	Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P315	Sofort ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P320	Besondere Behandlung dringend erforderlich (siehe ... auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P321	Besondere Behandlung (siehe ... auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P330	Mund ausspülen.
P331	KEIN Erbrechen herbeiführen.
P332	Bei Hautreizung:
P333	Bei Hautreizung od-r -ausschlag:
P334	In kaltes Wasser tauchen [oder nassen Verband anlegen].
P335	Lose Partikel von der Haut abbürsten.
P336	Vereiste Bereiche mit lauwarmem Wasser auftauen. Betroffenen Bereich nicht reiben.
P337	Bei anhaltender Augenreizung:
P338	Eventuell Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.
P340	Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.
P342	Bei Symptomen der Atemwege:
P351	Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen.
P352	Mit viel Wasser/...waschen
P353	Haut mit Wasser abwaschen [oder duschen].
P360	Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P361	Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen.
P362	Kontaminierte Kleidung ausziehen.
P363	Kontaminierte Kleidung vor erneutem Tragen waschen.
P364	Und vor erneutem Tragen waschen
P370	Bei Brand:

P371	Bei Großbrand und großen Mengen:
P372	Explosionsgefahr.
P373	KEINE Brandbekämpfung, wenn das Feuer explosive Stoffe/Gemische/Erzeugnisse erreicht.
P375	Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P376	Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P377	Brand von ausströmendem Gas: Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlos beseitigt werden kann.
P378	... zum Löschen verwenden.
P380	Umgebung räumen.
P381	Bei Undichtigkeit alle Zündquellen entfernen.
P390	Verschüttete Mengen aufnehmen, um Materialschäden zu vermeiden.
P391	Verschüttete Mengen aufnehmen.
P301 + P310	BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/.../ anrufen.
P301 + P312	BEI VERSCHLUCKEN: Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P302 + P334	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: In kaltes Wasser tauchen [oder nassen Verband anlegen].
P302 + P352	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Mit viel Wasser/...waschen.
P304 + P340	BEI EINATMEN: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.
P306 + P360	BEI KONTAKT MIT DER KLEIDUNG: Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P308 + P311	BEI Exposition oder falls betroffen: GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen
P308 + P313	BEI Exposition oder falls betroffen: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P332 + P313	Bei Hautreizung: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P333 + P313	Bei Hautreizung oder-ausschlag: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P336 + P315	Vereiste Bereiche mit lauwarmem Wasser auftauen. Betroffenen Bereich nicht reiben. Sofort ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P337 + P313	Bei anhaltender Augenreizung: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P342 + P311	Bei Symptomen der Atemwege: GIFTINFORMATIONSZENTRUM/ Arzt/... anrufen.
P361 + P364	Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen und vor erneutem Tragen waschen.
P362 + P364	Kontaminierte Kleidung ausziehen und vor erneutem Tragen waschen.
P370 + P376	Bei Brand: Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P370 + P378	Bei Brand: ... zum Löschen verwenden.
P301+P330+P331	BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen.
P302+P335+P334	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Lose Partikel von der Haut abbürsten. In kaltes Wasser tauchen [oder nassen Verband anlegen].



P303+P361+P353	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen [oder duschen]
P305+P351+P338	BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.
P370+P380+P375	Bei Brand: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P371+P380+P375	Bei Großbrand und großen Mengen: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P370+P372+P380+P373	Bei Brand: Explosionsgefahr. Umgebung räumen. KEINE Brandbekämpfung, wenn das Feuer explosive Stoffe/Gemische/ Erzeugnisse erreicht.
P370+P380+P375[+P378]	Bei Brand: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen. [... zum Löschen verwenden.]
<b>Sicherheitshinweise – Aufbewahrung</b>	
P401	Aufbewahren gemäß ...
P402	An einem trockenen Ort aufbewahren.
P403	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P404	In einem geschlossenen Behälter aufbewahren.
P405	Unter Verschluss aufbewahren.
P406	In korrosionsbeständigem/... Behälter mit korrosionsbeständiger Innenauskleidung aufbewahren.
P407	Luftspalt zwischen Stapeln oder Paletten lassen.
P410	Vor Sonnenbestrahlung schützen.
P411	Bei Temperaturen nicht über ... °C/...°F aufbewahren.
P412	Nicht Temperaturen über 50 °C/122 °F aussetzen.
P413	Schüttgut in Mengen von mehr als ... kg/... lbs bei Temperaturen nicht über ... °C/... °F aufbewahren.
P420	Getrennt aufbewahren.
P402 + P404	An einem trockenen Ort aufbewahren. In einem geschlossenen Behälter aufbewahren.
P403 + P233	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Behälter dicht verschlossen halten.
P403 + P235	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Kühl halten
P410 + P403	Vor Sonnenbestrahlung schützen. An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P410 + P412	Vor Sonnenbestrahlung schützen und nicht Temperaturen über 50 °C/122 °F aussetzen.
<b>Sicherheitshinweise – Entsorgung</b>	
P501	Inhalt/Behälter ... zuführen.
P502	Informationen zur Wiederverwendung oder Wiederverwertung beim Hersteller oder Lieferanten erfragen.
P503	Informationen zur Entsorgung/Wiederverwendung/Wiederverwertung beim Hersteller/ Lieferanten/.... erfragen.

# Anhang 5: Gefahrstoffmanagement – Vorgehensweise bei der Gefährdungs- beurteilung nach TRGS 400



\* Gemäß Nummer 4 Absatz 4 der TRGS 400 muss die Gefährdungsbeurteilung in regelmäßigen Abständen und bei gegebenem Anlass überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden; das Überprüfungsintervall ist vom Arbeitgeber festzulegen.

## Anhang 6: Erfassungsbogen zur Gefahrstoff- und Gefährdungsermittlung

<b>Arbeitsplatz/-bereich:</b>	Datum:
Beschäftigte (Berufsgruppe)/Anzahl	Erhebung durch:
<b>Produktname:</b>	
Lieferant bzw. Hersteller:	Arbeitsmittel: z. B. Dosierhilfe, Pinsel ...
Sicherheitsdatenblatt (SDB) vorhanden? Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	<b>Arbeitsverfahren</b>
Erstellungsdatum:	offenes Verfahren <input type="checkbox"/>
Gefahrenbezeichnung (SDB Abschnitt 15):	halbgeschlossenes Verfahren <input type="checkbox"/>
	geschlossenes Verfahren <input type="checkbox"/>
	<b>Lüftung:</b>
H-Sätze (SDB Abschnitt 15):	lokale Absaugung <input type="checkbox"/>
	technische Raumlüftung <input type="checkbox"/>
	freie Lüftung <input type="checkbox"/>
	<b>Ausmaß Hautkontakt</b> (ohne Handschuhe),
	kleinflächig (Spritzer) <input type="checkbox"/> großflächig <input type="checkbox"/>
Lagermenge:	Dauer Hautkontakt / Schicht und Beschäftigte
Gebindegröße	kurz (< 15 Min.) <input type="checkbox"/> lang (> 15 Min.) <input type="checkbox"/>
Verbrauch/Schicht	
<b>Tätigkeit:</b>	<b>Persönliche Schutzmaßnahmen:</b>
	Keine <input type="checkbox"/>
Detaillierte Beschreibung des Arbeitsverfahrens vorhanden <input type="checkbox"/>	Augenschutz <input type="checkbox"/>
Häufigkeit (z. B. täglich, 2x pro Jahr)	Gesichtsschutz <input type="checkbox"/>
	Handschuhe, Artikelbezeichnung <input type="checkbox"/>
Durchschnittliche Dauer der Tätigkeit/Schicht und Beschäftigte	Atemschutz, Artikelbezeichnung <input type="checkbox"/>
	Fußschutz <input type="checkbox"/>
Aggregatzustand:	Schürze <input type="checkbox"/>
fest <input type="checkbox"/> gasförmig <input type="checkbox"/>	Körperschutz <input type="checkbox"/>
ggf. Konzentration der Anwendungslösung:	Hautschutz <input type="checkbox"/>
ggf. Angaben zu Zersetzungsprodukten:	<b>Organisatorische Maßnahmen:</b>
	Erfassung im Gefahrstoffverzeichnis <input type="checkbox"/>
	Gefährdungsbeurteilung mit Dokumentation <input type="checkbox"/>
	Substitutionsmöglichkeiten geprüft? <input type="checkbox"/>

<b>Angaben zum Verfahren</b>	
Im Freien	<input type="checkbox"/>
Im Raum	<input type="checkbox"/>
• Grundfläche (m <sup>2</sup> ):	
• Höhe (m):	
geschlossener Raum	<input type="checkbox"/>
teilweise offener Raum:	<input type="checkbox"/>
<b>Anwendung:</b>	
großflächig <input type="checkbox"/>	kleinflächig <input type="checkbox"/>
Staubentwicklung	<input type="checkbox"/>
Sprühanwendung/Aerosolbildung	<input type="checkbox"/>
Anwendungstemperatur	<input type="checkbox"/>



Wirksamkeitskontrolle mit Dokumentation	<input type="checkbox"/>
Erfassung im Beschäftigtenverzeichnis erforderlich?	<input type="checkbox"/>
Maßnahmenplan erforderlich?	<input type="checkbox"/>
Betriebsanweisung	<input type="checkbox"/>
Unterweisung mit Dokumentation	<input type="checkbox"/>
<b>Beschäftigungsbeschränkungen</b>	
nach MuSchG/ <input type="checkbox"/>	nach JArbSchG <input type="checkbox"/>
<b>Arbeitsmedizinische Vorsorge</b>	
Pflichtvorsorge	<input type="checkbox"/>
Angebotsvorsorge	<input type="checkbox"/>
<b>Bemerkungen</b>	

# Anhang 7: Muster-Betriebsanweisungen

Die Beispiele für die beigelegten Betriebsanweisungsentwürfe wurden mit WINGISonline erstellt.

Betriebsanweisung Nr. Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung	Betrieb:
Arbeitsbereich / Tätigkeit:	Datum: 03.11.2020



  

	<b>Arbeiten mit Hartholzstäuben (z. B. Eichen- und Buchenholzstaub)</b>	
<b>Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen die Beschäftigten Hartholzstäuben ausgesetzt sind, sind krebserzeugend!</b>		
Signalwort: <b>Gefahr</b>		

<b>Gefahren für Mensch und Umwelt</b>
Einatmen von Holzstaub kann zu Gesundheitsschäden führen. Hartholzstaub (z. B. Eichen- und Buchenholzstaub) kann Krebs erzeugen! Kann die Atemwege, Augen, Verdauungsorgane reizen. Holzstaub verschiedener Tropenhölzer kann zu Allergien der Atemwege und der Haut führen. Personen mit Holzstaub-Allergie sollten keinen Kontakt mit diesem Stoff haben. Stäube können zusammen mit einer Zündquelle und Luftsauerstoff Brände und Explosionen auslösen.


  

<b>Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln</b>
Bei Stäuben nur mit Absaugung arbeiten! Handschleifarbeitsplätze müssen ebenfalls abgesaugt werden. Die optimale Einstellung der Stauberfassungselemente an der Staubentstehungsstelle ist vor Aufnahme der Arbeit zu kontrollieren. Zur Verbesserung der Absaugwirkung sind die Schieber an den Anschlußleitungen der nicht benutzten Maschinen zu schließen. Arbeitsplätze und Maschinen müssen regelmäßig von Staubablagerungen und Spänen durch Absaugen gereinigt werden. Abblasen mit Druckluft und Kehren sind nicht zulässig. Atemschutz muss im Betrieb bereitgestellt und bei Staubentstehung benutzt werden. Beschäftigungsbeschränkungen beachten!
<b>Augenschutz:</b> Gestellbrille!
<b>Atemschutz:</b> Partikelfilter P____ (weiß)
 

<b>Verhalten im Gefahrenfall</b>
Im Brandfall sind die Feuerlöscheinrichtungen zu benutzen und die Feuerwehr ist zu verständigen! Glimmbrände in Staubablagerungen nicht mit vollem Wasserstrahl aufwirbeln - Gefahr von Staubexplosionen! Bei Bränden von Silos und Filteranlagen nur mit stationärer Löschanlage löschen.
<b>Zuständiger Arzt/zuständige Ärztin:</b>
<b>Unfalltelefon:</b>

<b>Erste Hilfe</b>
<b>Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt/Ärztin verständigen.</b>
<b>Nach Hautkontakt:</b> Stark verunreinigte Kleidung ausziehen. Mit viel Wasser und Seife reinigen.
<b>Nach Einatmen:</b> Frischluft!
<b>Nach Verschlucken:</b> Mund mit Wasser ausspülen.
<b>Ersthelfer/Ersthelferin:</b>


<b>Sachgerechte Entsorgung</b>
Abfälle nicht vermischen. Mit Holzschutzmitteln (PCP) behandelte Hölzer getrennt entsorgen.
Schleifstäube:
Kontaminierte Hölzer

Betriebsanweisung Nr.  
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung  
Arbeitsplatz / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum: 21.02.2020



## Schweißen mit nickelhaltigen Elektroden

Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen!

Signalwort: **Gefahr**

Diese Information bezieht sich auf die bei der Verwendung von nickelhaltigen Schweißelektroden freiwerdenden Gefahrstoffe in Form von Rauchen, Stäuben, Dämpfen und Gasen beim MIG-Schweißen (Metall-Inertgas-Schweißen).

### Gefahren für Mensch und Umwelt

Einatmen von Schweißrauch kann zu Gesundheitsschäden führen. Nickel-II-oxid kann Krebs erzeugen! Chromat kann Krebs erzeugen! Krebserzeugende Wirkung von Kobalt-II-oxid, Ozon wird vermutet! Nickel-II-oxid, Kobalt-II-oxid kann zu Allergien führen. Schweißen kann Augenschaden ("Sonnenbrand") verursachen. Vorübergehende Beschwerden (Husten, Sehstörung, Kopfschmerzen) möglich. Verbrennungsgefahr durch Funkenflug und Schweißperlen!

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Schweißarbeiten nur mit schriftlicher Erlaubnis. Geeigneten Feuerlöscher (z.B. Pulverlöscher) bereithalten. Vor Beginn der Schweißarbeiten alle brennbaren Stoffe aus dem Gefahrenbereich entfernen; verbleibende brennbare Stoffe mit nichtbrennbaren Abdeckungen versehen. Öffnungen abdichten! Gefahr durch Funkenflug! Brandwache aufstellen! Alte Anstriche, Metallüberzüge, Verunreinigungen etc. entfernen. Beim Schweißen für ausreichende Isolierung (z.B. durch isolierende Unterlagen) sorgen. Schweißposition so wählen, dass die Schweißrauche nicht in den Atembereich gelangen. Nur mit Absaugung arbeiten. Nach beendeten Schweißarbeiten Brandnachkontrolle durchführen! Einwirkung der UV-Strahlung auf Augen und Haut vermeiden! Vorbeugenden Hautschutz verwenden. Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände und Gesicht gründlich reinigen! Nach Arbeitsende Kleidung wechseln! Hautpflegemittel verwenden! Zahl der Personen im Arbeitsbereich so gering wie möglich halten. Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

**Augenschutz:** Schweißerschutzfilter Stufe 10-15 tragen.

**Handschutz:** Schweißerschutzhandschuhe tragen.

**Atemschutz:** Erforderlichenfalls zur Verfügung gestellten Atemschutz (gebläseunterstützter Schweißerschutz mit Filter TH3P) tragen.

**Hautschutz:** Spezielle Hautschutzsalbe mit UV-Schutz verwenden.

**Körperschutz:** Arbeitsanzug und Lederschürze oder schwerentflammbaren Schutzanzug sowie Sicherheitsschuhe tragen. Bei erhöhter Lärmbelastung Gehörschutz verwenden.



### Verhalten im Gefahrenfall

Funktionsfähigkeit von Schweißgerät, Absaugeinrichtung und technischer Lüftung regelmäßig überprüfen. Störungen unverzüglich den Vorgesetzten melden.

**Zuständiger Arzt:**

**Unfalltelefon:**

### Erste Hilfe

**Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt/Ärztin verständigen.**

**Nach Augenkontakt:** 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen oder Augenspüllösung nehmen. Immer Augenarzt/Augenärztin aufsuchen!

**Nach Hautkontakt:** Bei Verbrennungen Wunde steril abdecken und Arzt/Ärztin verständigen.

**Nach Einatmen:** Frischluft! Bei Bewusstlosigkeit Atemwege freihalten (Zahnprothesen, Erbrochenes entfernen, stabile Seitenlagerung), Atmung und Puls überwachen. Bei Atem- oder Herzstillstand: künstliche Beatmung und Herzdruckmassage.

**Ersthelfer:**



### Sachgerechte Entsorgung

Nicht in Mülltonne oder Bauschutt werfen.

Produktreste:



Betriebsanweisung Nr.  
Gemäß §14 GefStoffV und §12 BioStoffV  
Arbeitsplatz / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum: 20.04.2020

## Wassergemischte Kühlschmierstoffe (Handelsname) (Gebrauchsemulsion)

### Gefahren für Mensch und Umwelt

Hautkontakt beeinträchtigt die Schutzfunktion der Haut; Langfristige Einwirkung kann zu Hauterkrankungen führen. Schon geringfügige Hautverletzungen, z. B. durch Späne oder Abrieb, erhöhen das Risiko einer KSS-bedingten Hauterkrankung. Das Abblasen von KSS-benetzter Haut und Kleidung kann Hautschäden verursachen. Das Einatmen von KSS-Dampf und –Aerosolen kann zu Schleimhaut- und/oder Atemwegsreizungen führen. Mikrobiell belastete wassergemischte Kühlschmierstoffe können zu Infektionen, z. B. bei Wunden oder vorgeschädigter Haut, oder zu allergischen Erkrankungen, z. B. beim Einatmen, führen. Verschütteter oder ausgelaufener KSS kann Erdsreich und Gewässer verunreinigen.

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Hautkontakt auf ein Minimum beschränken, dazu gehören: Haut nie mit KSS reinigen, Hände nur mit sauberen Textil- oder Papiertüchern trocknen (keine Putzlappen verwenden). Separate Putzlappen und Reinigungstücher für Haut und Maschinen oder Geräte verwenden. Gebrauchte Textil- oder Papiertücher nicht in die Kleidung stecken. Werkstücke, Maschinen und Haut nicht mit Druckluft abblasen; Spänehaken verwenden. Kühlschmierstoffstrom optimal einstellen. Schutzeinrichtungen (Spritzschutz) und geeignete Hilfswerkzeuge, z. B. Zangen zum Entnehmen von Werkstücken und Reinigungstauchkörbe, verwenden. KSS-durchtränkte Kleidung sofort wechseln. Nach Arbeitsende Kleidung wechseln! Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren! Keine Abfälle, z. B. Zigarettenkippen, Lebensmittel, Taschentücher, in den KSS-Kreislauf gelangen lassen. Zur Vermeidung der Freisetzung von KSS-Dämpfen Spänebehälter abdecken. Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen und Nachlauf vermeiden. Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation verhindern!

Nicht Essen, Trinken, Rauchen oder Schnupfen.

**Vorbeugender Hautschutz erforderlich.** Vorbeugend Hautschutzsalbe auftragen, um die Hautreinigung zu erleichtern. Vor jeder Pause und nach Arbeitsende Hände und andere verschmutzte Körperstellen gründlich reinigen. Nach der Arbeit Hautpflegemittel verwenden!

**Augenschutz:** Gestellbrille mit Seitenschutz!

**Handschutz: Bei Arbeiten an Maschinen mit rotierenden Werkstücken oder Werkzeugen keine Schutzhandschuhe tragen.**

Schutzhandschuhe bei Instandhaltung, Instandsetzung und Montage an Maschinenteilen mit anhaftendem KSS, beim Reinigen und beim Aufnehmen von ausgelaufenem KSS mit Bindemittel. Handschuhe aus: ..... Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert! Tragezeiten von Schutzhandschuhen beachten!



### Verhalten im Gefahrenfall

Bei Störungen, z. B. Ausfall der Absaugung oder auffälligen Veränderungen des KSS (z. B. Aussehen, Geruch, Fremdöl) den Aufsichtsführenden informieren. Bei der Beseitigung von ausgelaufenem/verschüttetem Produkt immer Schutzbrille und Handschuhe tragen. Verschüttete oder ausgelaufene KSS mit Bindemittel Typ ..... aufnehmen.

Bei Brand entstehen gefährliche Dämpfe (z. B. Kohlenmonoxid, Stickoxide und Schwefeldioxid)!

Alarm-, Flucht- und Rettungspläne beachten.

**Zuständiger Arzt/zuständige Ärztin:**

**Unfalltelefon:**

### Erste Hilfe

**Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt/Ärztinverständigen.**

**Nach Augenkontakt:** 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen. Immer Augenarzt/-ärztin aufsuchen!

**Nach Hautkontakt:** Bei Hautveränderungen, z. B. raue Haut, Jucken, Brennen, Bläschen, Schuppen, Schunden Aufsichtsführenden und Betriebsarzt/-ärztin informieren. Hautverletzungen fachgerecht versorgen lassen.

**Nach Verschlucken:** Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes. Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen.

**Ersthelfer/Ersthelferin:**



### Sachgerechte Entsorgung

Zu entsorgende KSS dürfen nur in gekennzeichneten Behältern gesammelt werden. Stoff/Produkt-Abfälle zur Entsorgung sammeln in: ... Verunreinigtes Aufsaugmaterial und Putzlappen sammeln in:

Wiederverwendbare Putztücher getrennt sammeln.

Metallspäne abtropfen lassen, sammeln in:

Betriebsanweisung Nr.  
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung  
Arbeitsbereich / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum: 21.02.2020



## KLEEN PROFI Werkstatt- und Industriereiniger

### Grundreinigung

Diese Betriebsanweisung gilt für Tätigkeiten mit verdünnten Reinigungsflotten im Wischverfahren (sowie das gelegentliche Ansetzen der verdünnten Reinigungsflotten) im Rahmen der Grundreinigung von Fußböden mit alkalischen Reinigungsmitteln. Sie gilt für Produkte der GISCODES GG10 bis GG90 (Anwendungskonzentration <10% bei GG60-90).

#### Gefahren für Mensch und Umwelt

Reizt die Atemwege, Augen, Haut. Bei Arbeiten in feuchtem Milieu bzw. bei längerfristigen Tätigkeiten mit Reinigungs- und Pflegemitteln kann die Haut entfettet werden und einen Teil ihrer Schutzfunktion verlieren. Dadurch können verstärkt Hautekzeme (entzündliche Hautveränderungen und Allergien) entstehen.

#### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Dosierung und Anwendungshinweise sorgfältig beachten. Nicht mit heißem Wasser anwenden! Nicht mit anderen Produkten oder Chemikalien mischen! Verschlüsse vorsichtig öffnen! Vorratsbehälter nicht offen stehen lassen. Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen vermeiden! Arbeiten möglichst bei Frischluftzufuhr (Fenster und Türen öffnen). Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände und Gesicht gründlich reinigen! Nach der Arbeit sollten Hautpflegecremes aufgetragen werden. Verunreinigte Kleidung wechseln! Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

**Augenschutz:** Bei Spritzgefahr: Gestellbrille! Beim Verdünnen von Konzentraten ist mindestens eine Gestellbrille zu tragen.

**Handschutz:** Handschuhe aus Butylkautschuk, Nitrilkautschuk. Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert.

**Körperschutz:** Geschlossene, langärmelige Arbeitskleidung tragen. Gummistiefel oder flüssigkeitsdichte Schuhe tragen!



#### Verhalten im Gefahrenfall

Mit saugfähigem Material (z.B. Wischlappen, Universalbinder ) aufnehmen und entsorgen! Reste mit Wasser wegspülen! Für lösemittelhaltige Grundreiniger-Konzentrate gilt: Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Löschpulver, Wasser im Sprühstrahl! Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen! Berst- und Explosionsgefahr bei Erhitzung!

**Zuständiger Arzt/zuständige Ärztin:**

**Unfalltelefon:**

#### Erste Hilfe

**Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt/Ärztin verständigen.**

**Nach Augenkontakt:** 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen oder Augenspüllösung nehmen. Immer Augenarzt aufsuchen!

**Nach Hautkontakt:** Verunreinigte Kleidung sofort ausziehen. Mit viel Wasser und Seife reinigen.

**Nach Einatmen:** Frischluft! Bei Bewusstlosigkeit Atemwege freihalten (Zahnprothesen, Erbrochenes entfernen, stabile Seitenlagerung), Atmung und Puls überwachen.

**Nach Verschlucken:** Kein Erbrechen herbeiführen. In kleinen Schlucken viel Wasser trinken lassen.

Keine Hausmittel.

**Ersthelfer/Ersthelferin:**



#### Sachgerechte Entsorgung

Die Schmutzflotte kann in den Abguss gegeben werden. Produktreste verschiedener Reinigungsmittel nicht vermischen. Nicht in Regenwasserkanalisation gelangen lassen.

Betriebsanweisung Nr.  
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung  
Arbeitsplatz / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum: 03.11.2017



## Kaltreiniger für Teilereinigung

Signalwort: **Gefahr**



### Gefahren für Mensch und Umwelt

Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut kann zu Gesundheitsschäden führen. Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein (H304). Kann die Atemwege, die Augen, der Magen-Darm-Trakt und die Haut reizen. Vorübergehend Kopfschmerzen, Appetitlosigkeit, Gleichgewichtsstörung, Konzentrationsstörungen, Müdigkeit, Schwindel, Übelkeit möglich. Kann Rausch, Herzrhythmusstörung, Leberschaden, Nierenschaden, Nervenschaden, Blutbildveränderungen, Augenschaden verursachen. Flüssigkeit und Dampf entzündbar (H226). Gefahr durch Ansammlung explosionsfähiger Atmosphäre in Bodennähe! Bildung explosionsfähiger Atmosphäre beim Versprühen. Bei Vorhandensein von Zündquellen erhöhte Explosionsgefahr! Erhöhte Entzündungsgefahr bei durchtränktem Material (z. B. Kleidung, Putzlappen). Reagiert mit starken Oxidationsmitteln unter heftiger Wärmeentwicklung. Reagiert mit starken Säuren und starken Laugen unter heftiger Wärmeentwicklung.

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Abbildungung von Dämpfen und Nebeln vermeiden, sonst Absaugung anschalten und in ihrem Wirkungsbereich arbeiten. Gebinde nicht offen stehen lassen! Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen und Nachlauf vermeiden. Reaktionsfähige Stoffe fern halten. Werkstücke, Werkzeuge, Anlagenteile nach dem Reinigen in Reinigungseinrichtungen möglichst in separatem Trocknungsbereich abdunsten lassen. Vor Verwendung eines neuen Lösemittels Reinigungseinrichtung gründlich reinigen. Den Reiniger nie außerhalb der Reinigungsanlage verwenden. Auf Wirksamkeit der Randabsaugung beim Öffnen der Reinigungsanlage achten. Nie in die Anlage hineinbeugen oder einsteigen. Reinigungsanlage nach Benutzung sofort schließen. Hände nie mit dem Reiniger säubern, Hautpflegecreme nach der Arbeit benutzen. Von Zündquellen fern halten (z. B. nicht Rauchen, keine offenen Flammen, Erden)! Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung sorgfältig einhalten (Erdungskabel anbringen, Schutzschuhe tragen). Nur elektrostatisch ableitfähige Behälter verwenden. Verbindungen zur Erde auch bei Schlauchleitungen und Armaturen nicht unterbrechen. Erdungszangen an Geräten und Hilfsmitteln anbringen. Zur Probenahme Plastikelle mit Holzstab verwenden. Strömungsgeschwindigkeit beim Einfüllen begrenzen. Nur in ableitfähigen Gebinden handhaben. Feuerarbeiten, Heißarbeiten, Schweißen nur mit schriftlicher Erlaubnis.



Nicht Essen, Trinken, Rauchen oder Schnupfen. Einatmen von Dämpfen vermeiden! Berührung mit Augen und Haut vermeiden! Vor jeder Pause und nach Arbeitsende Hände und andere verschmutzte Körperstellen gründlich reinigen. Nach der Arbeit Hautpflegemittel verwenden! Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren!

**Augenschutz:** Gestellbrille mit Seitenschutz!

**Handschutz:** Handschuhe aus Nitrilkautschuk. Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert! Tragezeiten von Schutzhandschuhen beachten!

**Atemschutz:** Gasfilter A<sub>1</sub> (braun).

**Körperschutz:** Antistatische Schutzkleidung, z. B. Kleidung aus Baumwolle und ableitfähige Arbeitsschutzschuhe!

### Verhalten im Gefahrenfall

Gefahrenbereich räumen und absperren, Vorgesetzten informieren. Bei der Beseitigung von ausgelaufenem/verschüttetem Produkt immer Schutzbrille, Handschuhe sowie bei größeren Mengen Atemschutz tragen. Mit saugfähigem, unbrennbarem Material (z. B. Kieselgur, Sand) aufnehmen und entsorgen! Bei Ausfall der Randabsaugung der Anlage: Anlage schließen und Meldung an Aufsichtsführenden. Produkt ist brennbar.

Entstehungsbrand: Tragbaren Feuerlöscher einsetzen. Nicht zu verwenden: Wasser im Vollstrahl! Bei Brand entstehen gefährliche Dämpfe (z. B. Kohlenmonoxid)! Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen! Berst- und Explosionsgefahr bei Erwärmung! Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation verhindern! Alarm-, Flucht- und Rettungspläne beachten.

**Zuständiger Arzt/zuständige Ärztin:**

**Unfalltelefon:**

### Erste Hilfe

**Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt/Ärztin verständigen.**

**Nach Augenkontakt:** 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen oder Augenspüllösung nehmen. Immer Augenarzt/-ärztin aufsuchen!

**Nach Hautkontakt:** Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen. Haut mit viel Wasser, ggf. mit PEG 400 spülen.

**Nach Einatmen:** Verletzten aus dem Gefahrenbereich bringen. Frischluftzufuhr durch Einatmen!

**Nach Verschlucken:** Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes. Verschlucken kann zu Lungenschädigung führen. Krankenhaus!

**Ersthelfer/Ersthelferin:**



### Sachgerechte Entsorgung

Durchtränkte Putztücher nur in speziellen widerstandsfähigen Behältern, die dicht verschlossen sind, sammeln. Nicht in Ausguss oder Mülltonne schütten!

Verunreinigtes Aufsaugmaterial und Putzlappen sammeln in:

Stoff/Produkt-Abfälle zur Entsorgung sammeln in:

Verpackungen mit Restinhalten:

Betriebsanweisung Nr.  
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung  
Arbeitsbereich / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum: 21.02.2020



## Kontaktklebstoffe, lösemittelhaltig



### Gefahren für Mensch und Umwelt

Einatmen kann zu Gesundheitsschäden führen. Kann die Atemwege, Augen, Haut reizen. Vorübergehende Beschwerden (Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Konzentrationsstörungen) möglich. Kann Rausch, Herzrhythmusstörung, Nervenschaden verursachen. Kolophonium kann zu Allergien der Haut führen. Personen mit Kolophonium-Allergie sollten keinen Kontakt mit diesem Stoff haben. Das Produkt ist leicht entzündbar. Erhöhte Entzündungsgefahr bei durchtränktem Material (z.B. Kleidung, Putzlappen). Vorsicht mit leeren Gebinden, bei Entzündung Explosionsgefahr! Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation vermeiden!

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Arbeiten bei Frischluftzufuhr, vor allem im Bodenbereich! Bei Dämpfen mit Absaugung arbeiten! Auf keinen Fall rauchen! Von Zündquellen (auch elektrische Geräte ohne Ex-Schutz) fernhalten, offene Flammen vermeiden, kriechende Dämpfe können auch in größerer Entfernung zur Entzündung führen! Nur ex-geschützte Be-/ Entlüftungsgeräte verwenden! Schlag und Reibung vermeiden! Bei großflächiger Anwendung: Arbeitsbereich abgrenzen. Schilder (Verbot offener Flammen, Ex-Gefahr) aufstellen! Gefäße nicht offen stehen lassen! Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! Produktreste von der Haut entfernen! Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände gründlich reinigen! Hautpflegemittel verwenden! Verunreinigte Kleidung wechseln! Nach Arbeitsende Kleidung wechseln! Kunststoffe und Gummi können angegriffen werden. Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

**Augenschutz:** Bei Spritzgefahr: Gestellbrille!

**Handschutz:** Handschuhe aus Nitrilkautschuk, Butylkautschuk. Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert.

**Atemschutz:** Gasfilter A<sub>1</sub> (braun)

In Gruben, Schächten und Silos nur umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät verwenden!

**Hautschutz:** Für alle unbedeckten Körperteile fettfreie oder fettarme Hautschutzsalbe verwenden



### Verhalten im Gefahrenfall

Mit Spachtel aufnehmen, aushärten lassen und entsorgen! Reste z.B. mit Sand abstreuen und mechanisch entfernen. Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Löschpulver, Schaum oder Wasser im Sprühstrahl (kein Vollstrahl)! Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen!

**Zuständiger Arzt/zuständige Ärztin:**

**Unfalltelefon:**

### Erste Hilfe

**Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt/Ärztin verständigen.**

**Nach Augenkontakt:** 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen oder Augenspüllösung nehmen. Immer Augenarzt aufsuchen!

**Nach Hautkontakt:** Verunreinigte Kleidung sofort ausziehen. Mit viel Wasser und Seife reinigen. Keine Verdüner!

**Nach Einatmen:** Frischluft! Bei Bewusstlosigkeit Atemwege freihalten (Zahnprothesen, Erbrochenes entfernen, stabile Seitenlagerung), Atmung und Puls überwachen. Bei Atem- oder Herzstillstand: künstliche Beatmung und Herzdruckmassage.

**Nach Verschlucken:** Kein Erbrechen auslösen, nichts zu trinken geben.

**Ersthelfer/Ersthelferin:**



### Sachgerechte Entsorgung

Nicht in Abwasser oder Mülltonne schütten! Zur Entsorgung sammeln in:

Nicht ausgehärtete Produktreste:

Ausgehärtete Produktreste:

Restentleerte Gebinde:

Gebinde mit nicht ausgehärteten Produktresten:

Betriebsanweisung Nr.  
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung  
Arbeitsplatz/ Tätigkeit:

Betrieb:

Datum: 03.11.2020



### Klebstoffe für PVC-Rohre, Basis THF

Tätigkeiten mit Stoffen, die im Verdacht stehen, Krebs erzeugen zu können!



Signalwort: **Gefahr**

Die Produkte enthalten PVC, gelöst in Tetrahydrofuran, Butanon und Cyclohexanon.  
Die zur Vorbehandlung verwendeten Reiniger können Aceton oder Butanon enthalten.

#### Gefahren für Mensch und Umwelt

Einatmen oder Aufnahme durch die Haut kann zu Gesundheitsschäden führen. Reizt die Atemwege, Augen. Die enthaltenen Lösemittel können die Haut entfetten und bei häufigem Hautkontakt zu Hautentzündungen führen. Schwindel und Kopfschmerzen möglich. Augenschäden möglich. Das Produkt ist leicht entzündbar. Erhöhte Entzündungsgefahr bei durchtränktem Material (z. B. Kleidung, Putzlappen). Krebs erzeugende Wirkung von Tetrahydrofuran wird vermutet! Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation vermeiden!

#### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

In schlecht gelüfteten Räumen nur mit Absaugung arbeiten. Nur ex-geschützte Be-/ Entlüftungsgeräte verwenden! Schlag und Reibung vermeiden! Nur ex-geschützte und funkenfreie Werkzeuge verwenden! Arbeitsbereich abgrenzen. Schilder (Verbot offener Flammen, Ex-Gefahr) aufstellen! Gefäße nicht offen stehen lassen! Vorratsmenge auf einen Schichtbedarf beschränken! Schriftliche Erlaubnis bei Arbeiten in Behältern und engen Räumen! Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! Vorbeugender Hautschutz erforderlich. Produktreste nur mit geeignetem Reinigungsmittel von der Haut entfernen. Auf keinen Fall Lösemittel verwenden! Arbeiten bei Frischluftzufuhr, vor allem im Bodenbereich! Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände gründlich reinigen! Hautpflegemittel verwenden! Produktgetränkte Putzlappen nicht in die Taschen der Arbeitskleidung stecken! Stark verunreinigte Kleidung wechseln! Nach Arbeitsende Kleidung wechseln! Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren!

**Augenschutz:** Bei Spritzgefahr: Korbbrille!

**Handschutz:** Handschuhe aus Nitril/Polychloropren nur als Spritzschutz verwenden.

**Atemschutz:** Bei Überschreitung des Grenzwertes ist Atemschutz mit Gasfilter A<sub>1</sub> erforderlich. Bei Verwendung von acetonhaltigen Reinigern in engen Räumen und Behältern ohne Absaugung: Ausschließlich umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät verwenden!

**Körperschutz:** Flammhemmende, antistatische Schutzkleidung!



#### Verhalten im Gefahrenfall

Mit saugfähigem unbrennbarem Material (z. B. Kieselgur, Sand) aufnehmen und entsorgen! Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Schaum, Löschpulver oder Wassernebel. Nicht zu verwenden: Wasser im Vollstrahl! Berst- und Explosionsgefahr bei Erhitzung! Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen! Brandbekämpfung größerer Brände nur mit umgebungsluftunabhängigem Atemschutzgerät und geeigneter Schutzausrüstung!

**Zuständiger Arzt/zuständige Ärztin:**

**Unfalltelefon:**

#### Erste Hilfe

**Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt/Ärztin verständigen.**

**Nach Augenkontakt:** 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen oder Augenspülung nehmen. Immer Augenarzt/-ärztin aufsuchen!

**Nach Hautkontakt:** Verunreinigte Kleidung sofort ausziehen. Mit viel Wasser und Seife reinigen. Keine Verdüner!

**Nach Einatmen:** Frischluft! Bei Bewusstlosigkeit Atemwege freihalten (Zahnprothesen, Erbrochenes entfernen, stabile Seitenlagerung), Atmung und Puls überwachen. Bei Atem- oder Herzstillstand: künstliche Beatmung und Herzdruckmassage.

**Nach Verschlucken:** Kein Erbrechen herbeiführen. In kleinen Schlucken viel Wasser trinken lassen. Gabe von medizinischem Kohlepulver.

**Ersthelfer/Ersthelferin:**



#### Sachgerechte Entsorgung

Anbruch- und Restmengen können weiter verwendet werden. Nicht in Ausguss oder Mülltonne schütten!

Zur Entsorgung sammeln in:

Produktreste:

Restentleerte Gebinde:

Aufsaugmaterialien / Wischtücher:

Betriebsanweisung Nr.  
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung  
Arbeitsbereich / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum:21.02.2020



## Epoxidharz-Knetmassen

Signalwort: **Achtung**



### Gefahren für Mensch und Umwelt

Hautkontakt kann zu Gesundheitsschäden führen. Reizt die Haut. Kann zu Allergien führen. Personen mit Epoxidharzen-Allergie sollten keinen Kontakt mit diesem Stoff haben. Produkt ist brennbar.

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Arbeiten bei Frischluftzufuhr! Nach Härterzugabe zügig verarbeiten (Erhitzung möglich). Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände gründlich reinigen! Epoxidharze nur mit geeignetem Reinigungsmittel von der Haut entfernen. Auf keinen Fall Lösemittel verwenden! Hautpflegemittel verwenden! Verunreinigte Kleidung wechseln! Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

**Augenschutz:** Gestellbrille!

**Handschutz:** Handschuhe aus Nitrilkautschuk.



### Verhalten im Gefahrenfall

Ausgelaufenes/verschüttetes Produkt mit einem Spachtel aufnehmen, ausreagieren lassen und danach wie unter Entsorgung beschrieben behandeln. Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Löschpulver, Wasser im Sprühstrahl! Bei Brand entstehen gefährliche Dämpfe !

**Zuständiger Arzt/zuständige Ärztin:**

**Unfalltelefon:**

### Erste Hilfe

**Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt/Ärztin verständigen.**

**Nach Augenkontakt:** 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen oder Augenspüllösung nehmen. Immer Augenarzt/-ärztin aufsuchen!

**Nach Hautkontakt:** Mit viel Wasser und Seife reinigen. Keine Verdünnungs-/Lösemittel! Mund mit Wasser ausspülen.

**Ersthelfer/Ersthelferin:**



### Sachgerechte Entsorgung

Nicht in Ausguss oder Mülltonne schütten! Nicht mehr verwendbare Einzelkomponenten zur Aushärtung vermischen. Ausgetrocknete Produktreste:  
Nicht ausgehärtete Produktreste:



## Anhang 8: Kennzeichnung von Chemikalienschutzhandschuhen

Schutzhandschuhe müssen das CE-Kennzeichen tragen und der PSA-Verordnung (EU) Nr. 2016/425 entsprechen. Die Kennzeichnung von Chemikalienschutzhandschuhen enthält weitere Angaben:

- das „Erlenmeyerkolben“-Piktogramm mit zugehörigen Kennbuchstaben für die verwendeten Prüfchemikalien sowie die Prüfnorm

- die Handschuhbezeichnung
- die Handschuhgröße
- der Handschuhhersteller
- ggf. weitere Piktogramme



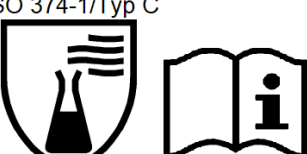
Chemikalienschutzhandschuhe müssen gemäß EN ISO 374-1 gegenüber einer Reihe von Prüfchemikalien geprüft werden, siehe Tabelle 21.

**Tabelle 21** Prüfchemikalien gemäß EN ISO 374-1:2018

Kennbuchstabe	Prüfchemikalie	CAS-Nr.	Klasse
A	Methanol	67-56-1	Primärer Alkohol
B	Aceton	67-64-1	Keton
C	Acetonitril	75-05-8	Nitril
D	Dichlormethan	75-09-2	Chlorierter Kohlenwasserstoff
E	Kohlenstoffdisulfid	75-15-0	Schwefelhaltige organische Verbindung
F	Toluol	108-88-3	Aromatischer Kohlenwasserstoff
G	Diethylamin	109-89-7	Amin
H	Tetrahydrofuran	109-99-9	Heterozyklische und Ätherverbindungen
I	Ethylacetat	141-78-6	Ester
J	n-Heptan	142-82-5	Aliphatischer Kohlenwasserstoff
K	Natriumhydroxid 40%	1310-73-2	Anorganische Base
L	Schwefelsäure 96%	7664-93-9	Anorganische Säure, oxidierend
M	Salpetersäure 65%	7697-37-2	Anorganische Säure, oxidierend
N	Essigsäure 99%	64-19-7	Organische Säure
O	Ammoniakwasser 25%	1336-21-6	Organische Base
P	Wasserstoffperoxid 30%	7722-84-1	Peroxid
S	Flusssäure 40%	7664-39-3	Anorganische Säure
T	Formaldehyd 37%	50-00-0	Aldehyd

In Abhängigkeit von der Anzahl der getesteten Prüfchemikalien und der Dauer der jeweiligen Durchbruchzeit<sup>17</sup> werden drei Typen von Chemikalienschutzhandschuhen unterschieden (siehe Tabelle 22):

**Tabelle 22** Typen von Chemikalienschutzhandschuhen nach DIN EN ISO 374-1

<p>ISO 374-1/Typ A</p>  <p>UVWXYZ</p>	<p><b>Typ A:</b> In der Prüfung muss mit sechs der festgelegten Prüfchemikalien die <b>Leistungsstufe 2</b> erreicht werden (Durchbruchzeit mind. jeweils 30 Minuten).</p>
<p>ISO 374-1/Typ B</p>  <p>XYZ</p>	<p><b>Typ B:</b> In der Prüfung muss mit drei der festgelegten Prüfchemikalien die <b>Leistungsstufe 2</b> erreicht werden (Durchbruchzeit mind. jeweils 30 Minuten). <i>Anmerkung: entspricht der alten Kennzeichnung „Erlenmeyerkolben“</i></p>
<p>ISO 374-1/Typ C</p> 	<p><b>Typ C:</b> In der Prüfung muss mit einer der festgelegten Prüfchemikalien die <b>Leistungsstufe 1</b> erreicht werden (Durchbruchzeit mind. jeweils 10 Minuten). <i>Anmerkung: entspricht der alten Kennzeichnung „Becherglas“</i></p>

<sup>17</sup> Die Durchbruchzeit, die auf der Verpackung, im Sicherheitsdatenblatt und den Herstellerinformationen genannt wird, ist die Zeit, nach der 1 Mikrogramm der Chemikalie pro Quadratzentimeter und Minute an der Innenseite des Handschuhmaterials ankommt. Die Prüfung erfolgt standardmäßig bei 23° C.

## Abkürzungen

VKIS Verbraucherkreis Industrieschmierstoffe

VSI Verband Schmierstoffindustrie

IGM Industriegewerkschaft Metall

Übersicht der Normen aus denen wörtlich zitiert wurde

- Tabelle 21 enthält die Abschrift der Prüfchemikalien für Chemikalienschutzhandschuhe aus der DIN EN ISO 374-1: 2018
- Tabelle 22 enthält die Bildschirmkopien der Bilder 2,3 und 4 aus der DIN EN ISO 374-1:2018, ergänzt mit eigenen Erläuterungen

**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)