

**209-088**

## DGUV Information 209-088



**Reinigen von Werkstücken  
mit Reinigungsflüssigkeiten**

## **Impressum**

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

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet „Oberflächentechnik und Schweißen“ des  
Fachbereichs „Holz und Metall“ der DGUV

Ausgabe: August 2017

DGUV Information 209-088  
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

# **Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten**

# Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
<b>1</b>	<b>Anwendungsbereich</b> .....	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Begriffsbestimmungen</b> .....	<b>6</b>	<b>5. Prüfungen</b> .....
<b>3</b>	<b>Grundsätzliche Präventionsmaßnahmen</b> .....	<b>10</b>	5.1. Allgemein .....
3.1.	Allgemein .....	10	5.2. Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel .....
3.1.1.	Betriebsanweisung .....	10	5.3. Absaugung und technische Lüftung .....
3.1.2.	Unterweisungen .....	11	5.4. Prüfung von Arbeitsmitteln und technischen Maßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen .....
3.1.3.	Persönliche Schutzausrüstung .....	11	
3.1.4.	Prüfungen .....	12	<b>Anhang 1a</b>
3.2.	Anforderungen an Räume und Bereiche .....	12	Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten .....
3.2.1.	Lüftung, Absaugung .....	12	
3.2.2.	Brandgefährdete Bereiche .....	13	<b>Anhang 1b</b>
3.2.3.	Explosionsgefährdete Bereiche .....	13	Auszug aus der TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722 .....
3.3.	Bereitstellung und Beschaffenheit von Arbeitsmitteln .....	14	
3.3.1.	Allgemeine Anforderungen .....	14	<b>Anhang 2</b>
3.3.2.	Besondere Anforderungen an Maschinen und Anlagen, die unter den Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie fallen .....	14	Zündquellenarten und Schutzmaßnahmen .....
3.4.	Gefahrstoffe .....	14	
3.4.1.	Gefährdungen .....	15	<b>Anhang 3</b>
3.4.2.	Substitutionsprüfung .....	16	Gefährdungsmatrix zur Beurteilung der dermalen Gefährdung nach TRGS 401 .....
3.4.3.	Schutzmaßnahmen .....	17	
3.5.	Maßnahmen gegen Brände und Explosionen .....	25	<b>Anhang 4</b>
3.5.1.	Gefährdungen durch Brände .....	25	Muster-Gefährdungsbeurteilung 1, Teilereinigung 1, Reinigen von Metallkleinteilen 1, Reiniger 1 .....
3.5.2.	Gefährdungen durch Explosionen .....	26	
3.6.	Schutzmaßnahmen gegen biologische Gefährdungen .....	28	<b>Anhang 5</b>
<b>4</b>	<b>Besondere Arbeitsplätze und Tätigkeiten</b> .....	<b>29</b>	Muster-Gefährdungsbeurteilung 2, Teilereinigung 2, Reinigen von Metallkleinteilen 2, Reiniger 2 .....
4.1.	Allgemeine Schutzmaßnahmen .....	29	
4.2.	Reinigungsgefäße .....	29	<b>Anhang 6</b>
4.3.	Reinigungstische .....	30	Muster-Betriebsanweisung 1, Handanlage, Hochalkalische Reinigung .....
4.4.	Reinigungsanlagen .....	31	
4.5.	Reinigungseinrichtungen mit Ultraschall oder mit Druckfluten .....	31	<b>Anhang 7</b>
4.6.	Vorübergehende Reinigungsplätze .....	32	Muster-Betriebsanweisung 2, Reinigungsplatz, Reinigen und Entfetten von Metallteilen .....
4.6.1.	Allgemeine Anforderungen .....	32	
4.6.2.	Spezielle Anforderungen bei der Reinigung mit wässrigen Reinigungsflüssigkeiten .....	32	<b>Anhang 8</b>
4.6.3.	Spezielle Anforderungen bei der Reinigung mit nicht-wässrigen Reinigungsflüssigkeiten und bei der Reinigung mit Lösemitteln .....	32	Muster-Explosionsschutzdokument .....
4.7.	Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten .....	33	
4.7.1.	Allgemeines .....	33	<b>Anhang 9</b>
4.7.2.	Arbeiten in Behältern oder engen Räumen .....	34	Vorschriften und Regeln .....
4.7.3.	Störungen .....	35	
4.7.4.	Entsorgung .....	35	<b>Bildnachweis</b> .....
			<b>Notizen</b> .....

# 1 Anwendungsbereich

- 1.1** Diese DGUV Information findet Anwendung auf das Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten unter Verwendung von Reinigungseinrichtungen.

*Das Reinigen umfasst auch das Entfernen von Reinigungsflüssigkeiten von den Werkstücken.*

*Beispiele für das Entfernen von Reinigungsflüssigkeiten sind Spülen, Abdunsten oder Trocknen (z. B. an Abdunstplätzen, Abdunststrecken).*

*Hinsichtlich weiterer Bestimmungen siehe auch*

- Bundes-Immissionsschutzgesetz
- Chemikaliengesetz
- Wasserhaushaltsgesetz
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

*sowie die sie ergänzenden Rechtsvorschriften (siehe Anhang 9).*

*Unter den Begriff Reinigungseinrichtungen fallen z. B. auch Prüf- und Reinigungskabinette.*

*Hinsichtlich der Anforderungen an die Beschaffenheit von Reinigungseinrichtungen (Maschinen zum Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten) gilt DIN EN 12921 Teile 1 bis 4.*

*Diese DGUV Information kann auch auf das Reinigen von Maschinen- und Anlagenteilen, z. B. im Rahmen von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, angewandt werden.*

- 1.2** Diese DGUV Information findet keine Anwendung auf:

- das Behandeln von Textilien, Pelzen und Leder
- das Reinigen, Entschichten und Auswaschen von Siebdruckformen
- das Verspritzen von Reinigungsflüssigkeiten mit Flüssigkeitsstrahlern
- die Gebäudereinigung

*Zum Betreiben von Chemischreinigungsanlagen (z. B. für Textilien und Pelze) siehe 2. BImSchV und DGUV Regel 100-500 und 100-501 Kap. 2.14.*

*Zum Reinigen, Entschichten und Auswaschen von Siebdruckformen siehe DGUV Information 203-022 „Gestaltungsregeln für Anlagen zur Behandlung von Siebdruckformen“. Siehe auch Handlungsanleitung für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung LASI Empfehlung LV24.*

*Zu den Anforderungen beim Verspritzen von Reinigungsflüssigkeiten mit Flüssigkeitsstrahlern siehe DGUV Regel 100-500 und 100-501, Kap. 2.36 und sinngemäß DGUV Regel 100-500 und 100-501, Kap. 2.29.*

*Kap. 2.36 der DGUV Regel 100-500 und 100-501 findet Anwendung auf das Arbeiten mit Flüssigkeitsstrahlern, deren zulässiger Betriebsüberdruck 25 bar (2,5 Megapascal) und mehr beträgt, oder bei denen das Druckförderprodukt die Zahl 10 000 erreicht oder übersteigt.*

*Kap. 2.36 der DGUV Regel 100-500 und 100-501 findet auch Anwendung auf das Arbeiten mit Flüssigkeitsstrahlern mit Betriebsüberdrücken unter 25 bar (2,5 Megapascal) und einem Druckförderprodukt unter 10 000, wenn Gefahrstoffe oder Flüssigkeiten mit einer Betriebstemperatur von mehr als 50°C zur Anwendung gelangen sollen.*

## 2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser DGUV Information werden folgende Begriffe festgelegt:

1. Reinigungseinrichtungen sind alle Einrichtungen, die für das Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten bestimmt sind. Sie werden eingeteilt in:
  - Reinigungsgefäße
  - Reinigungstische
  - Reinigungsanlagen

2. Reinigungsgefäße sind unbeheizte Gefäße ohne kraftbetriebene Einbauten mit einem Fassungsvermögen bis maximal 10 Liter Reinigungsflüssigkeit ohne Absaugung.

*Dazu gehören z. B. Schalen, Schüsseln, Eimer und Tauchbehälter, auch wenn sie mit Sieben oder Ablagen versehen sind.*

*Reinigungsgefäße sind keine Reinigungsmaschinen im Sinne der DIN EN 12921.*

3. Reinigungstische sind offene, unbeheizte Reinigungseinrichtungen ohne Absaugung:
  - in denen Werkstücke von Hand mit Bürsten, Pinseln oder ähnlichen Hilfsmitteln gereinigt werden
  - bei denen Reinigungsflüssigkeit über eine Leitung (Schlauch, Rohr) den Werkstücken drucklos zugeführt werden
  - bei denen die Reinigungsflüssigkeit vom Werkstück über eine Reinigungswanne sofort in den Vorratsbehälter zurückfließt und bei denen der Vorratsbehälter nicht mehr als 0,2 m<sup>3</sup> fasst.

*Reinigungstische gehören zum Typ A nach DIN EN 12921.*

*Drucklos bedeutet hier, dass der Überdruck vor der Auslauföffnung 0,1 bar nicht übersteigt. Das entspricht einer Förderhöhe von ca. 1 m. Dies bewirkt, dass sich Nebel (Aerosole) in gefährlicher Menge nicht bilden können.*

4. Reinigungsanlagen sind alle Reinigungseinrichtungen, die nicht in Nummern 2 oder 3 erfasst sind.

*Reinigungsanlagen arbeiten als unbeheizte oder beheizte Anlagen, wobei auch die zusätzliche Anwendung von Ultraschall möglich ist. Die Behandlung erfolgt in Tauch-, Spritz- oder Dampfentfettungsverfahren oder in deren Kombination. Sie können z. B. als Ein- oder Mehrzonen-, Kammer-, Trommel-, Hubwagen-, Karussell-, Tunnel-(Durchlauf)Anlagen oder als Reinigungskabinette ausgeführt sein.*

*Hierzu gehören alle Reinigungseinrichtungen mit Absaugung.*

*Reinigungsanlagen sind Reinigungsmaschinen im Sinne der DIN EN 12921.*

*Zu Reinigungsanlagen mit halogenierten Lösemitteln siehe auch 2. BImSchV.*

5. Geschlossene Reinigungsanlagen sind Reinigungsanlagen mit Reinigungskammern oder Reinigungsbereichen, aus denen während des Normalbetriebs keine Dämpfe und Nebel (Aerosole) in den Arbeitsraum austreten, also auch Durchlaufanlagen mit entsprechenden Schleusenbereichen.

*Zu Reinigungsanlagen mit halogenierten Lösemitteln siehe auch 2. BImSchV.*

6. Werkstücke sind alle zu reinigenden Gegenstände.
7. Reinigungsmittel sind feste, flüssige oder pastöse Stoffe oder deren Gemische mit einer oberflächenaktiven Wirkung. Diese Konzentrate werden in Reinform oder zum Ansetzen der Reinigungsflüssigkeit verwendet.
8. Reinigungsflüssigkeiten sind alle Flüssigkeiten, die im flüssigen oder dampfförmigen Zustand zur Oberflächenbehandlung (Reinigung und/oder Waschen) von Werkstücken in der Reinigungseinrichtung verwendet werden.

*Reinigungsflüssigkeiten werden auch als Badlösungen oder Waschlösungen bezeichnet.*

*Reinigungsflüssigkeiten können als Lösungen, Emulsionen, Dispersionen oder Suspensionen vorliegen.*

*Es wird unterschieden zwischen wässrigen Reinigungsflüssigkeiten, organischen Lösemitteln und deren Gemischen.*

9. Eine wässrige Reinigungsflüssigkeit ist eine Lösung oder ein Gemisch jeden pH-Werts von festen, flüssigen oder pastösen Stoffen in Wasser oder mit Wasser als Lösemittel.
10. Ein organisches Lösemittel ist ein Lösemittel, dessen Molekül mindestens ein Kohlenstoffatom enthält.

*Auch die organischen Lösemittel enthalten in den meisten Fällen Additive zur Verstärkung der Reinigungswirkung oder Erzielung bestimmter Effekte (z. B. Korrosionsschutz).*

Zubereitungen für die Reinigung und Entfettung bei Raumtemperatur werden auch als Kaltreiniger bezeichnet.

Organische Lösemittel und Zubereitungen wie Kaltreiniger können gesundheitsschädlich und brennbar, ihre Dämpfe im Gemisch mit Luft explosionsfähig sein.

11. Entzündbare Flüssigkeiten sind Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von maximal 60 °C (nach GHS-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-Verordnung), Anhang 1 Abschnitt 2.6).

Zu den entzündbaren Reinigungsflüssigkeiten gehören insbesondere brennbare Lösemittel, z. B. Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ketone, Ester sowie Reinigungsöle und pflanzenölbasierte Ester. Zubereitungen (Gemische) aus oder mit den genannten Stoffen oder Wasser gehören auch dazu, wenn sie einen Flammpunkt besitzen.

12. Halogenierte Reinigungsflüssigkeiten sind alle organischen Lösemittel, die mindestens ein Halogenatom im Molekül haben.

Halogenierte Lösemittel sind z. B. Chlorkohlenwasserstoffe (CKW), Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) sowie Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW).

Von den Chlorkohlenwasserstoffen sind gemäß der 2. BImSchV nur Dichlormethan (Methylenchlorid, MC), Trichlorethen (Trichlorethylen, Tri) sowie Tetrachlorethen (Tetrachlorethylen, Perchlorethylen, Per) zulässig.

Manche Kaltreiniger, die aus Zubereitungen von nicht brennbaren Lösemitteln mit brennbaren Lösemitteln bestehen, haben zunächst keinen oder einen hohen Flammpunkt. Durch fortschreitende Verdampfung der nicht brennbaren Bestandteile können sie jedoch brennbar werden oder explosionsfähige Dampf-Luft-Gemische bilden.

13. Entzündbare halogenierte Lösemittel sind alle halogenierten Lösemittel, die einen Flammpunkt  $\leq 60$  °C besitzen und einen unteren Explosionspunkt haben.
14. Schwerbrennbare halogenierte Lösemittel sind alle halogenierten Lösemittel, die einen unteren Explosionspunkt, aber keinen Flammpunkt haben.
15. Nichtbrennbare halogenierte Lösemittel sind alle halogenierten Lösemittel, die keinen unteren Explosionspunkt haben.

16. Gesundheitsgefährliche Reinigungsmittel und/oder Reinigungsflüssigkeiten sind entweder selbst Gefahrstoffe mit den in § 3 Gefahrstoffverordnung unter den Ziffern Nr. 1 bis 14 genannten Eigenschaften, oder sie sind Reinigungsmittel oder Reinigungsflüssigkeiten, aus denen bei der Tätigkeit Stoffe oder Gemische mit den genannten Eigenschaften in gesundheitsgefährlicher Konzentration am Arbeitsplatz entstehen oder freigesetzt werden.

Die im § 3 (1) und im Anhang 1 der GHS-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-Verordnung) genannten Kennzeichnungscodes sind:

- explosiv
- entzündend (oxidierend) wirkend
- extrem entzündbar
- leicht entzündbar
- entzündbar
- sehr giftig
- giftig
- gesundheitsschädlich
- ätzend
- reizend
- sensibilisierend
- karzinogen
- keimzellmutagen
- reproduktionstoxisch
- umweltgefährlich

Manche organischen Lösemittel müssen für den technischen Einsatz durch Zusätze stabilisiert werden. Stabilisatoren sind Stoffe, die eine Zersetzung des Lösemittels oder Korrosion verhindern sollen; die Stabilisatoren können gesundheitsgefährlich sein.

17. Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der unter festgelegten Versuchsbedingungen eine Flüssigkeit brennbares Gas oder brennbaren Dampf in solcher Menge abgibt, dass bei Kontakt mit einer wirksamen Zündquelle sofort eine Flamme auftritt (TRGS 720 2.3 (1)).

Zu bewerteten sicherheitstechnischen Kenngrößen, z. B. Flammpunkt für brennbare Flüssigkeiten, siehe Datenbank CHEMSAFE (Herausgeber BAM, PTB, DECHEMA);  
 ► [www.dechema.de/chemsafe](http://www.dechema.de/chemsafe).

18. Explosionsbereich ist der Bereich der Konzentration (Stoffmengenanteil) eines brennbaren Stoffs in Luft, in dem eine Explosion auftreten kann (TRGS 720, 2.1 (9)).

19. Explosionsgrenzen sind Grenzen des Explosionsbereichs (TRGS 720, 2.3 (3)).

Untere Explosionsgrenze (UEG) ist der untere Grenzwert der Konzentration (Stoffmengenanteil) eines brennbaren Stoffs in einem Gemisch von Gasen, Dämpfen, Nebeln und/oder Stäuben mit Luft, in dem sich nach dem Zünden eine von der Zündquelle unabhängige Flamme gerade nicht mehr selbstständig fortpflanzen kann (TRGS 720, 2.3 (3)).

Unterer Explosionspunkt (UEP) einer brennbaren Flüssigkeit ist die Temperatur, bei der die Konzentration (Stoffmengenanteil) des gesättigten Dampfes im Gemisch mit Luft die untere Explosionsgrenze erreicht. Bei reinen Stoffen und azeotropen Gemischen lassen sich mit Hilfe der Explosionspunkte und der Dampfdruckkurve die Explosionsgrenzen bestimmen (TRGS 720, 2.3 (2)).

Brennbare Stäube sind nicht Gegenstand dieser Information.

*Sofern der jeweilige UEP nicht bekannt ist, kann ersatzweise gemäß TRGS 721 eine Temperatur von 15 K unter dem Flammpunkt herangezogen werden. Dies gilt nicht für Gemische, die halogenierte Lösemittel enthalten; für diese Gemische muss der UEP bestimmt worden sein. (TRGS 721 3.2 (4)).*

*Im Bedarfsfall ist der UEP nach DIN EN 60079-20-1 bzw. ISO/IEC 80079-20-1 zu bestimmen.*

*Zu bewerteten sicherheitstechnischen Kenngrößen wie z. B. UEG und UEP für brennbare Flüssigkeiten siehe Datenbank CHEMSAFE (Herausgeber BAM, PTB, DECHEMA; ► [www.dechema.de/chemsafe](http://www.dechema.de/chemsafe)).*

20. Ein explosionsfähiges Gemisch ist ein Gemisch aus brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder aufgewirbelten Stäuben und Luft oder einem anderen Oxidationsmittel, das nach Wirksamwerden einer Zündquelle in einer sich selbsttätig fortpflanzenden Flammenausbreitung reagiert, sodass im Allgemeinen ein sprunghafter Temperatur- und Druckanstieg hervorgerufen wird (GefStoffV §2 (10)).
21. Ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch ist ein explosionsfähiges Gemisch, das in solcher Menge auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen erforderlich werden (GefStoffV §2 (12)).

22. Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch mit Luft als Oxidationsmittel unter atmosphärischen Bedingungen (Umgebungstemperatur von -20 °C bis +60 °C und Druck von 0,8 bar bis 1,1 bar) (GefStoffV §2 (13)).

23. Explosionsgefährdeter Bereich ist der Gefahrenbereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann (GefStoffV §2 (14)).

#### 24. Zonen

Mindestvorschriften für den Explosionsschutz bei Tätigkeiten in Bereichen mit gefährlichen explosionsfähigen Gemischen (GefStoffV, Anhang 1 Nr. 1.6 Abs. 1-5).

- (1) Bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen nach §11 Absatz 2 Nummer 1 GefStoffV sind insbesondere Maßnahmen nach folgender Rangfolge zu ergreifen:

- Es sind Stoffe und Zubereitungen einzusetzen, die keine explosionsfähigen Gemische bilden können, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.
- Ist dies nicht möglich, ist die Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen zu verhindern oder einzuschränken, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist; gefährliche explosionsfähige Gemische sind gefahrlos nach dem Stand der Technik zu beseitigen.

Soweit nach der Gefährdungsbeurteilung erforderlich, sind die Maßnahmen zur Vermeidung gefährlicher explosionsfähiger Gemische durch geeignete technische Einrichtungen zu überwachen.

- (2) Kann nach Durchführung der Maßnahmen nach Absatz 1 GefStoffV die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische nicht sicher verhindert werden, hat der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin Folgendes zu beurteilen:
- die Wahrscheinlichkeit und die Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Gemische
  - die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins, der Entstehung und des Wirksamwerdens von Zündquellen einschließlich elektrostatischer Entladungen
  - das Ausmaß der zu erwartenden Auswirkungen von Explosionen.

Treten bei explosionsfähigen Gemischen mehrere Arten von brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben gleichzeitig auf, müssen die Schutzmaßnahmen auf die größte Gefährdung ausgerichtet sein.

(3) Kann das Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Gemische nicht sicher verhindert werden, sind Schutzmaßnahmen zu ergreifen, um eine Zündung zu vermeiden. Für die Festlegung von Maßnahmen und die Auswahl der Arbeitsmittel kann der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin explosionsgefährdete Bereiche nach Nummer 1.7 in Zonen einteilen und entsprechende Zuordnungen nach Nummer 1.8 vornehmen.

(4) Kann eine Explosion nicht sicher verhindert werden, sind Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes zu ergreifen, um die Ausbreitung der Explosion zu begrenzen und die Auswirkungen der Explosion auf die Beschäftigten so gering wie möglich zu halten.

(5) Arbeitsbereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, sind an ihren Zugängen zu kennzeichnen mit dem Warnzeichen nach Anhang III der Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (Fünfzehnte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) (ABl. L 23 vom 28.1.2000, S. 57, L 134 vom 7.6.2000, S. 36), die durch die Richtlinie 2007/30/EG (ABl. L 165 vom 27.6.2007, S. 21) geändert worden ist.

#### **Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche (in Anlehnung an GefStoffV, Anhang 1 Nr.1.7)**

##### **Zone 0**

ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

##### **Zone 1**

ist ein Bereich, in dem sich im Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

##### **Zone 2**

ist ein Bereich, in dem im Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht auftritt, und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit.

Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter verwendet werden. Im Zweifelsfall ist die strengere Zone zu wählen. Die Zoneneinteilung ist in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (Explosionsschutzdokument) zu dokumentieren.

25. Brandgefährdete Bereiche oder Räume sind Bereiche oder Räume, in denen die vorhandenen Materialien zu einer erhöhten Brandlast führen.

*Zur Ermittlung der Brandlast siehe DIN 18230-1.  
Dabei sind insbesondere brennbare Lösemittel zu berücksichtigen.*

26. Verarbeitungstemperatur der Reinigungsflüssigkeit  $T_{OP}$  ist der höchste Wert der Temperatur, resultierend aus Raumtemperatur, Temperatur des Werkstücks und/oder der Anlage und Lösemitteltemperatur.

27. Grenztemperatur  $T_{Grenz}$  ist die Temperatur, die sich aus dem Flammpunkt einer Reinigungsflüssigkeit abzüglich einer Sicherheitstoleranz ergibt.

*Die Einhaltung der Grenztemperatur stellt sicher, dass der untere Explosionspunkt nicht überschritten wird. Sofern der untere Explosionspunkt nicht bekannt ist, kann er in den beiden folgenden Fällen wie dargestellt abgeschätzt werden:*

- *Bei reinen, nicht halogenierten Flüssigkeiten: 5 K unter dem Flammpunkt*
- *Bei Lösemittelgemischen ohne halogenierte Komponente 15 K unter dem Flammpunkt*

28. Der Begriff des Sprühens wird im Rahmen dieser Informationsschrift synonym zum Begriff des Spritzens verwendet; mit beiden Begriffen wird das Versprühen einer Flüssigkeit mit einem Überdruck von mehr als 70 kPa bezeichnet.

*Für die Definition der Begriffe Sprühen und Spülen siehe EN 12921-3 Abschnitt 3 Begriffe.*

# 3 Grundsätzliche Präventionsmaßnahmen

## 3.1. Allgemein

Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber müssen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung bei der Auswahl des Reinigungsverfahrens, der Reinigungsmittel, der Reinigungsflüssigkeiten und der Reinigungseinrichtung darauf achten, dass Gesundheits-, Brand- und Explosionsgefahren vermieden oder zumindest so gering wie möglich gehalten werden. Insbesondere ist die Substitutionsprüfung gemäß der GefStoffV zu berücksichtigen. Dabei sind auch die Angaben der Hersteller in der Betriebsanleitung und in den Sicherheitsdatenblättern zu berücksichtigen.

Die Gefährdungsbeurteilung nach §5 ArbSchG beginnt für Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen bereits mit der Auswahl des Reinigungsverfahrens, der Reinigungseinrichtung und des Reinigungsmittels bzw. der Reinigungsflüssigkeit. Diese Auswahl treffen sie zunächst nach den technischen Erfordernissen (Art der Werkstücke, Menge und Art der Verschmutzung, geforderter Reinigungsgrad), unmittelbar gefolgt von der Beurteilung der mit dem Reinigungsverfahren auftretenden Gefährdungen, insbesondere unter Berücksichtigung der Substitutionsprüfung.

Aus der Gefährdungsbeurteilung für Reinigungsmittel und Reinigungsflüssigkeiten ergibt sich entsprechend der GefStoffV eine der dort genannten Schutzmaßnahmen gegen chemische Gefährdungen.

Diese Schutzmaßnahmen gliedern sich je nach dem Grad der Gefährdung in:

- Grundpflichten (§7 GefStoffV)
- Allgemeine Schutzmaßnahmen (§8 GefStoffV)
- Zusätzliche Schutzmaßnahmen (§9 GefStoffV)
- Besondere Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen, reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A und 1B (§10 GefStoffV)
- Besondere Schutzmaßnahmen gegen physikalisch-chemische Einwirkungen, besonders gegen Brand- und Explosionsgefährdungen (§11 GefStoffV)

Weitere Gefährdungen, die sich aus dem Reinigungsverfahren ergeben, sind thermische Gefährdungen, wie das Verbrennen an heißen Werkstückoberflächen und Einrichtungsteilen und Verbrühungen an Dämpfen oder an Dampfschwaden von Reinigungsflüssigkeiten.

Hinsichtlich der Verwendungsbeschränkungen für Halogenkohlenwasserstoffe siehe Chemikalien-Ozonschicht-Verordnung.

Hat die Gefährdungsbeurteilung ergeben, dass ein relevantes Explosionsrisiko besteht, hat der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin entsprechend §6 (9) Gefahrstoffverordnung ein Explosionsschutzdokument zu erstellen.

Aus diesem soll ersichtlich sein

- auf welche Weise das Explosionsrisiko zustande kommt
- in welchen Bereichen dieses Risiko besteht
- welche Schutzmaßnahmen getroffen sind zur:
  - Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
  - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
  - Beschränkung der Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß

Beispiele für die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung zeigen die Anhänge 4 und 5.

### 3.1.1. Betriebsanweisung

Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen müssen auf der Grundlage der in der Gefährdungsbeurteilung (siehe Abschnitt 3.1) ermittelten Gefährdungen eine Betriebsanweisung erstellen. In dieser Betriebsanweisung sind insbesondere Angaben zum sicheren Betrieb und zum Verhalten im Gefahrfall zu machen. Die Betriebsanweisung ist so zu gestalten, dass sie von den Beschäftigten verstanden wird.

Angaben aus der Betriebsanleitung für die Anlage sowie aus dem Sicherheitsdatenblatt für die Reinigungsflüssigkeit und/oder das Reinigungsmittel sind arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen anzupassen. Die Betriebsanweisung muss der Gefährdungsbeurteilung Rechnung tragen (siehe TRGS 555).

In der Betriebsanweisung ist besonders festzulegen,

1. welche Reinigungsflüssigkeiten und/oder Reinigungsmittel verwendet werden dürfen,
2. welche Verwendungsbeschränkungen bestehen,
3. welche Schutzmaßnahmen für den sicheren Betrieb zu treffen sind, besonders die Verwendung von persönlichen Schutzausrüstungen,
4. welche Maßnahmen bei Betriebsstörungen zu treffen sind.

Siehe:  
DGVU Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“

**Zur Gefährdungsbeurteilung:**

§§ 5 und 6 Arbeitsschutzgesetz sowie § 3 Betriebs-sicherheitsverordnung

TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, TRBS 1111 „Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung“, TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“.

**Zur Betriebsanweisung:**

§ 12 (2) Betriebssicherheitsverordnung, § 14 Gefahrstoff-verordnung und § 12 Biostoffverordnung sowie die je-weils nachgeordneten Technischen Regeln

DGVU Information 211-010 „Sicherheit durch Betriebs-anweisungen“

TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“.

**Zur Betriebsanleitung:**

Anhang I der EU Richtlinie 2006/42/EG. Der Hersteller ist verpflichtet, eine Betriebsanleitung einschließlich einer Benutzerinformation mitzuliefern.

*Falls für die Reinigungsflüssigkeit und/oder das Reini-gungsmittel kein Sicherheitsdatenblatt erforderlich ist, können die entsprechenden Angaben des Herstellers des Reinigungsmittels abgefragt werden (siehe § 6 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung).*

Die Betriebsanweisung ist den Beschäftigten an geeigne-ter Stelle an der Arbeitsstätte möglichst in Arbeitsplatz-nähe zugänglich zu machen und von den Beschäftigten zu befolgen. Beschäftigte sind anhand der Betriebsan-weisung zu unterweisen (siehe Abschnitt 3.1.2).

Beispiele für Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen an zwei verschiedenen Arbeitsplätzen zeigen die Anhänge 6 und 7.

**3.1.2. Unterweisungen**

Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen müssen die Beschäf-tigten vor Aufnahme der Tätigkeit zu den mit dem Reini-gen und insbesondere mit dem Betrieb der Reinigungs-einrichtung verbundenen Gefahren und zu den erforderlichen Maßnahmen unterweisen. Hierzu gehört auch eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologi-sche Beratung.

Die Unterweisung ist mindestens einmal jährlich zu wiederholen.

Unterweisungen und konkrete Inhalte hierzu sind mit Unterschrift der Beschäftigten zu dokumentieren.

Siehe:

§ 12 Arbeitsschutzgesetz

§ 12 (1) Betriebssicherheitsverordnung

§ 4 Gefahrstoffverordnung

§ 4 DGVU Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“

DGVU Information 211-005 „Unterweisung – Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes“

**3.1.3. Persönliche Schutzausrüstung**

Entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurtei-lung müssen Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen den Beschäftigten geeignete persönliche Schutzausrüstun-gen (PSA) bereitstellen (§ 2 der PSA-Benutzungsverord-nung); die Beschäftigten sind bei der Auswahl der PSA zu beteiligen, mindestens jedoch anzuhören.

Die persönlichen Schutzausrüstungen müssen in aus-reichender Anzahl zur persönlichen Verwendung für die Tätigkeit am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt werden.

Bei der Auswahl und Bereitstellung der PSA sind min-destens folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Für die bereitgestellten persönlichen Schutzausrüs-tungen müssen EU-Konformitätserklärungen und Betriebsanleitungen vorliegen (gilt nicht für Hautschutzmittel).
- PSA müssen Schutz vor den am Arbeitsplatz vorlie-genden Gefährdungen bieten, ohne selbst eine weite-re oder größere Gefährdung mit sich zu bringen.
- PSA müssen auf die Tätigkeiten am Arbeitsplatz abge-stimmt und für die gegebenen Bedingungen geeignet sein.
- PSA müssen den ergonomischen Anforderungen und den gesundheitlichen Erfordernissen der Beschäftig-ten entsprechen.
- PSA müssen den Beschäftigten individuell passen; sie sind grundsätzlich für den Gebrauch durch eine Person bestimmt.

Zur Erhaltung der Gebrauchs- und Funktionsfähigkeit der PSA sind Wartungs-, Reparatur- und Ersatzmaßnah-men sowie Maßnahmen zur hygienischen Bereithaltung und Lagerung zu organisieren und im Rahmen der Ge-fährdungsbeurteilung festzulegen.

Für die Benutzung der PSA sind mindestens folgende Grundsätze zu beachten:

- PSA muss entsprechend bestehender Tragezeitbegrenzungen und Gebrauchsdauern bestimmungsgemäß benutzt werden. Für jede PSA müssen Benutzungsinformationen in verständlicher Form und Sprache bereitgehalten werden. Konkrete Hinweise zur richtigen Benutzung von PSA sind in arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen aufzunehmen.
- PSA müssen regelmäßig vor der Benutzung auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft und festgestellte Mängel müssen unverzüglich gemeldet werden.
- PSA ist nach Gebrauch zu reinigen, schadhafte PSA muss vor erneutem Gebrauch fachgerecht ausgetauscht oder ausgetauscht werden.
- Die Beschäftigten sind darin zu unterweisen, wie die PSA sicherheitsgerecht zu benutzen ist.
- Für PSA, die gegen tödliche Gefahren oder bleibende Gesundheitsschäden schützen sollen, sind die bereitzuhaltenden Benutzungsinformationen im Rahmen von Schulungen mit Übungen zu vermitteln.

Beschäftigte müssen bereitgestellte PSA verwenden, solange eine Gefährdung besteht. Die Verwendung belastender PSA (z. B. Atemschutz, Chemikalienschutzanzug) darf keine Dauermaßnahme sein, die Tragezeit ist auf das unbedingt erforderliche Minimum zu beschränken.

Beim Tragen von Atemschutz und/oder Chemikalienschutzhandschuhen sind die Vorgaben zur arbeitsmedizinischen Vorsorge zu beachten, siehe auch Abschnitt 3.4.3.5.

### 3.1.4. Prüfungen

Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen müssen dafür sorgen, dass Reinigungseinrichtungen entsprechend den Angaben des Herstellers durch eine befähigte Person gemäß TRBS 1203 „Befähigte Personen“

- vor der ersten Inbetriebnahme
- danach wiederkehrend mindestens einmal jährlich
- nach Instandhaltungsarbeiten und prüfpflichtigen Änderungen

auf arbeitssicheren Zustand geprüft werden. Anhand der Gefährdungsermittlung ist zu prüfen, ob die vom Hersteller angegebenen Prüfungsintervalle im Einzelfall ausreichend sind. Gegebenenfalls sind sie zu verkürzen.

Zu prüfen sind zum Beispiel Dichtheit, einwandfreies Funktionieren der Pumpen, Schieber, Ventile, Thermostate und Anzeigergeräte (Thermometer, Manometer), freier Durchlauf der Leitungen, Zustand der Schläuche, richtiges Arbeiten der Abscheider, intakte Füllstandsanzeige an Vorratsbehältern, Wirksamkeit der Absaugeinrichtungen, Explosionsschutzmaßnahmen.

Darüber hinaus können noch weitere Prüfungen, zum Beispiel nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz, dem Wasserhaushaltsgesetz sowie den ergänzenden Rechtsvorschriften erforderlich sein.

Abschnitt 5 enthält eine Aufzählung der Prüfungen, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 BetrSichV in Bezug auf Reinigungseinrichtungen zu berücksichtigen sind.

## 3.2. Anforderungen an Räume und Bereiche

### 3.2.1. Lüftung, Absaugung

Räume und Bereiche, die für Reinigungsarbeiten genutzt werden, müssen eine Lüftung aufweisen. Diese muss so ausgeführt sein, dass

- Zugluft nicht auftritt (siehe auch ASR A3.6)
  - Verbrühungen durch heiße Schwaden vermieden sind
  - gefährliche explosionsfähige Atmosphäre verhindert wird
- und
- nach Ausschöpfen der Maßnahmen nach §§ 7, 8 GefStoffV die Arbeitsplatzgrenzwerte der entstehenden Gase und Dämpfe nicht überschritten werden.

*Eine Absaugung an der Entstehungsstelle ist – abgesehen von geschlossenen Anlagen – in vielen Fällen die wirksamste Methode, um gesundheitsgefährliche Konzentrationen am Arbeitsplatz zu vermeiden.*

*Bei der Beurteilung und Bewertung der Gesundheitsgefahren durch gefährliche Gase, Dämpfe und Nebel ist zu beachten, dass es sich bei vielen Reinigungsflüssigkeiten um Stoffgemische handelt.*

*Mit der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre durch brennbare Lösemittel ist dann nicht zu rechnen, wenn durch Lüftung sichergestellt ist, dass die Konzentration des Lösemitteldampf-Luft-Gemisches weit genug unter der unteren Explosionsgrenze liegt. Dies ist im Allgemeinen der Fall, wenn 50 % der Unteren Explosionsgrenze zu keiner Zeit überschritten wird (siehe auch DIN EN 12 921 Teile 1 und 3).*

*Eine Lüftungsanlage als Explosionsschutzmaßnahme muss bestimmte Anforderungen an den Explosionsschutz erfüllen (z. B. Volumenstrom, explosionsgeschützte Geräte) und ist gemäß BetrSichV prüfpflichtig.*

Luftetrtritts- und -austrittsöffnungen sind so zu wählen und anzuordnen, dass eine gleichbleibende Luftführung im Arbeitsbereich erreicht und belastete Luft nicht durch den Atembereich der Beschäftigten geführt wird; folgende Grundregeln sind zu beachten:

- Dämpfe von nicht erwärmten Lösemitteln sind im Allgemeinen schwerer als Luft.
- Dämpfe von erwärmten Lösemitteln können leichter sein als Luft.
- Dämpfe (Schwaden) von wässrigen Reinigungsflüssigkeiten sind im Allgemeinen leichter als Luft.

*Zur Luftführung siehe DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“.*

*Zur zuträglichen Raumtemperatur siehe Arbeitsstättenverordnung, Anhang, Abschnitt 3.5 in Verbindung mit Technischer Regel für Arbeitsstätten ASR A3.5.*

### 3.2.2. Brandgefährdete Bereiche

3.2.2.1 Beim Verwenden von entzündbaren Reinigungsflüssigkeiten (Lösemitteln) gelten Bereiche von 5 m um die Verarbeitungsstelle als brandgefährdete Bereiche.

3.2.2.2 Abweichend von Abschnitt 3.2.2.1 kann der brandgefährdete Bereich auf 2 m um die Verarbeitungsstelle reduziert werden, wenn gleichzeitig folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Die maximale Temperatur der Reinigungsflüssigkeit liegt 15 K unter deren Flammpunkt.
2. Der Flammpunkt des Lösemittels liegt über 60 °C.
3. Die in der Anlage eingesetzte Lösemittelmenge beträgt nicht mehr als 0,2 m<sup>3</sup>.
4. Die Lösemittel werden nicht oder nur innerhalb einer geschlossenen Anlage verspritzt/versprüht.
5. Außerhalb der geschlossenen Anlage ist kein explosionsgefährdeter Bereich aufgrund anderer Quellen vorhanden.

*Reinigungsflüssigkeiten (Lösemittel) werden auch verspritzt/versprüht, wenn lösemittelbenetzte Werkstücke mit Druckluft abgeblasen werden.*

*Schutzmaßnahmen siehe Abschnitt 5.6.*

*Feuerarbeiten oder Tätigkeiten mit Zündquellen dürfen in brandgefährdeten Bereichen durchgeführt werden, wenn durch zusätzliche Maßnahmen ein Entzünden der entzündbaren Reinigungsflüssigkeit beziehungsweise des brennbaren Lösemittels verhindert ist. Dies kann zum Beispiel durch Ablassen der Reinigungsflüssigkeit beziehungsweise des Lösemittels in den Vorratstank und Ausleeren offener Wannen oder durch Schließen des Deckels und Entfernen lösemittelbehafteter Teile geschehen.*

3.2.2.3 Beim Verwenden von entzündbaren Reinigungsflüssigkeiten (Lösemitteln) kann auf die Festlegung eines brandgefährdeten Bereichs verzichtet werden, wenn gleichzeitig folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Der Flammpunkt der Reinigungsflüssigkeit liegt über 60 °C.
2. Die verwendete Menge beträgt weniger als 10 l.
3. Die Reinigungsflüssigkeiten werden nicht über den unteren Explosionspunkt erwärmt.
4. Es wird nicht verspritzt/versprüht.

Die erforderlichen Brandschutzmaßnahmen richten sich in diesem Fall nach den sonstigen betrieblichen Bedingungen in der Nähe der Reinigungseinrichtung.

*Reinigungsflüssigkeiten (Lösemittel) werden auch verspritzt/versprüht, wenn mit Reinigungsflüssigkeiten (Lösemittel) benetzte Werkstücke mit Druckluft abgeblasen werden.*

*Zu den sonstigen betrieblichen Bedingungen gehören z. B. Schweiß- oder Schleifarbeiten.*

*Bei Schweißarbeiten siehe auch DGUV Regel 100-500 und 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“, Kap. 2.26.*

*Beim Schleifen siehe auch DGUV Regel 109-001 „Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium – Vermeiden von Staubbränden und Staubexplosionen“.*

### 3.2.3. Explosionsgefährdete Bereiche

Beim Verwenden von entzündbaren Reinigungsflüssigkeiten (Lösemitteln) sind explosionsgefährdete Bereiche festzulegen, wenn

- die Verarbeitungstemperatur des Lösemittels nicht dauerhaft zuverlässig unter dem unteren Explosionspunkt liegt
- oder
- die Lösemittel verspritzt/versprüht werden.

*Schutzmaßnahmen siehe Abschnitt 3.5.2*

*Feuarbeiten (z. B. Schweiß-, Schneid-, Trennschleifarbeiten) oder Tätigkeiten mit anderen Zündquellen dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen nur durchgeführt werden, wenn durch zusätzliche Maßnahmen des Explosionsschutzes eine Explosion wirksam verhindert ist. Dazu müssen schriftliche Arbeitsfreigaben eingeführt sein (Erlaubnisscheinverfahren).*

### 3.3. Bereitstellung und Beschaffenheit von Arbeitsmitteln

#### 3.3.1. Allgemeine Anforderungen

Nach den Bestimmungen der Betriebssicherheitsverordnung dürfen Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen Arbeitsmittel, von einfachen Werkzeugen bis zu komplexen Anlagen, nur unter folgenden Bedingungen zur Verfügung stellen und verwenden lassen:

- Die Arbeitsmittel müssen sicher verwendet werden können. Dabei müssen die vorgesehenen Einsatzbedingungen berücksichtigt werden.
- Die Arbeitsmittel müssen dem Stand der Technik entsprechen.
- Die Arbeitsmittel müssen den für sie geltenden Rechtsvorschriften über Sicherheit und Gesundheit entsprechen.

Beim Kauf neuer oder gebrauchter Arbeitsmittel müssen die Produkte die allgemeinen Anforderungen des § 3 Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) erfüllen. Danach dürfen Sicherheit und Gesundheit von Personen bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung nicht gefährdet werden.

Soweit ein Arbeitsmittel einer oder mehreren Rechtsverordnungen nach § 8 ProdSG, z. B. der Maschinenverordnung in Verbindung mit der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG unterliegt, muss es zusätzlich die darin vorgesehenen Anforderungen erfüllen.

Für die bereits im Betrieb vorhandenen Arbeitsmittel gelten die für die Arbeitsmittel zum Zeitpunkt des Bereitstellens auf dem Markt geltenden Rechtsvorschriften und die Vorschriften der Betriebssicherheitsverordnung (siehe Satz 1).

#### 3.3.2. Besondere Anforderungen an Maschinen und Anlagen, die unter den Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie fallen

Beim Kauf neuer/gebrauchter Arbeitsmittel, die unter die 9. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) fallen, muss darauf geachtet werden, dass eine CE-Kennzeichnung vorhanden ist, dass in der Konformitätserklärung die 9. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz genannt wird und dass die Betriebsanleitung gemäß Ziffer 1.7.4 der Maschinenrichtlinie einschließlich der EG-Konformitätserklärung mitgeliefert wird.

##### 3.3.2.1 Herstellung für den Eigengebrauch

Arbeitsmittel, die Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen für eigene Zwecke selbst herstellen, müssen den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der unter Ziffer 5.1 der EG-Maschinenrichtlinie genannten Rechtsvorschriften entsprechen.

Bei Arbeitsmitteln, die unter den Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie fallen, müssen bei Eigenherstellung durch Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen auch die formalen Anforderungen (Konformitätsbewertungsverfahren, CE-Kennzeichnung) erfüllt werden.

Gleiches gilt für die wesentliche Änderung eines Arbeitsmittels im Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie (Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen haben bei jeder Änderung die Pflicht, durch eine systematische Gefahren- und Risikobeurteilung zu ermitteln, ob es sich um eine wesentliche Änderung handelt) oder die innerbetriebliche Verknüpfung oder Verkettung einzelner Maschinen bzw. Arbeitsmittel im Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie zu einer Gesamtanlage.

### 3.4. Gefahrstoffe

Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber müssen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen das Ausmaß der Gefährdungen fachkundig ermitteln und beurteilen, um die erforderlichen Schutzmaßnahmen ableiten zu können. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist hierbei nicht nur festzustellen, ob eine Tätigkeit mit einem Gefahrstoff vorliegt, sondern auch, ob bei einer Tätigkeit Gefahrstoffe entstehen oder freigesetzt werden können. Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren.

Basis für die systematische Durchführung der Gefährdungsbeurteilung sind die Kennzeichnung der Gefahrstoffe, das aktuelle Sicherheitsdatenblatt (§5 Gefahrstoffverordnung) und gegebenenfalls mitgelieferte Informationen über standardisierte Arbeitsverfahren.

### 3.4.1. Gefährdungen

Bei der Gefährdungsbeurteilung ist festzustellen, ob Gefährdungen durch Verschlucken, Gefährdungen durch Hautkontakt, Gefährdungen durch Einatmen von Gefahrstoffen in der Luft am Arbeitsplatz oder physikalisch-chemische Gefährdungen bestehen.

#### Orale Gefährdungen

Eine Gefährdung durch Verschlucken (orale Aufnahme) ist dann gegeben, wenn sich z. B. Aerosole (Tröpfchen) in der Luft am Arbeitsplatz befinden und diese nicht nur eingeatmet, sondern auch über den Mund aufgenommen werden können. Dieser Aufnahmeweg ist auch gegeben, wenn erforderliche hygienische Maßnahmen wie Rauch-, Ess-, Trinkverbote nicht eingehalten werden.

#### Dermale Gefährdungen

Gefährdungen der Haut (dermale Gefährdung) können durch Feuchtarbeit sowie Tätigkeiten mit hautgefährdenden oder hautresorptiven Stoffen vorliegen. Sie sind unter anderem abhängig von den gefährlichen Eigenschaften des Stoffs sowie Dauer und Ausmaß des Hautkontakts.

Die Beurteilung der Hautgefährdungen erfolgt anhand der TRGS 401. Darin erfolgt eine Einstufung des Gefährdungsgrads in drei Kategorien: geringe, mittlere oder hohe Hautgefährdung. Den Gefährdungsgraden g, m, und h werden dann die möglichen Schutzmaßnahmen zugeordnet, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen sind (siehe Gefährdungsmatrix der TRGS 401 im Anhang 3).

Eine hohe Hautgefährdung nach TRGS 401 kann bei hautresorptiven Stoffen (Kennzeichnung mit R 21, R 24, R 27 bzw. H 310, H 311, H 312) bereits bei kurzfristigen (weniger als 15 Minuten) und kleinflächigen Hautbenetzungen (Spritzer) gegeben sein. Solche Stoffe werden in der TRGS 900 in der Spalte Bemerkungen mit „H“ gekennzeichnet.

Hautresorptive Stoffe können über die unverletzte Haut in den Körper gelangen und zu gesundheitlichen Schäden führen.

Auch hautätzende Stoffe (Kennzeichnung R 34, R 35 bzw. H 314), Säuren mit pH-Werten < 2 und Laugen mit pH-Werten > 11,5 führen sehr schnell zu einer Beurteilung „hohe Hautgefährdung nach TRGS 401“.

Sensibilisierende Stoffe (R 43 bzw. H 317) sind ebenfalls besonders zu betrachten, da hier auch die individuelle Konstitution des Mitarbeiters oder der Mitarbeiterin ausschlaggebend für eine Hautreaktion sein kann.

Im Rahmen der Substitutionsprüfung (Abschnitt 3.4.2) sollten die genannten Stoffgruppen besondere Beachtung finden; ein Ersatz durch ungefährlichere Stoffe verhindert bereits im Vorfeld aufwändige Schutzmaßnahmen.

#### Inhalative Gefährdungen

Eine Gefährdung durch Einatmen (inhalative Exposition) ist dann möglich, wenn Stoffe in Form von Gasen, Dämpfen oder Aerosolen in die Luft am Arbeitsplatz gelangen. Dies ist bei Reinigungsflüssigkeiten z. B. gegeben, wenn sie ein hohes Freisetzungsverhalten besitzen (Dampfdruck > 50 hPa) oder der Reiniger verfahrensbedingt versprüht oder aufgeheizt wird.

Ist das Auftreten von Dämpfen oder Aerosolen in der Luft am Arbeitsplatz nicht auszuschließen, müssen Höhe und Dauer dieser inhalativen Exposition bewertet werden. Zur Bewertung sind vorrangig die in der TRGS 900 bekannt gemachten Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) anzuwenden.

Die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition muss entsprechend der TRGS 402 erfolgen.

Die physikalisch-chemischen Gefährdungen (Brand- und Explosionsgefahren) werden in Abschnitt 3.5 behandelt.

Die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung muss insbesondere enthalten:

- Zeitpunkt und Personen, die die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt haben
- Arbeitsbereich und Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- Die am Arbeitsplatz auftretenden inhalativen, dermalen und physikalisch-chemischen Gefährdungen
- Häufigkeit der Tätigkeiten und Dauer der Exposition
- Ermittlungsergebnisse, die belegen, dass der Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten wird, beziehungsweise dass die technischen Schutzmaßnahmen wirksam sind
- Ergebnis der Substitutionsprüfung

(siehe auch Abschnitt 8 der TRGS 400)

Die Anhänge 4 und 5 zeigen jeweils ein Muster für eine durchgeführte Gefährdungsbeurteilung.

### 3.4.2. Substitutionsprüfung

Zu den Grundpflichten von Arbeitgeberinnen und Arbeitgebern bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung gehört es, die Möglichkeiten der Substitution zu prüfen. Substitution bedeutet hierbei nicht nur zu prüfen, ob der Einsatz von Gefahrstoffen auszuschließen oder ein ungefährlicherer Ersatzstoff einsetzbar ist, sondern auch, ob ein Verfahren mit keiner oder möglichst geringer Emission in der Arbeitsumgebung einsetzbar ist. Eine systematische Vorgehensweise wird in der TRGS 600 „Substitution“ beschrieben. Die Substitution hat zum Ziel, die Gefährdung bei allen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu beseitigen oder auf ein Minimum zu verringern. Das Ergebnis der Substitution muss dokumentiert werden, eine Ausnahme besteht bei geringer Gefährdung entsprechend § 6 (13) GefStoffV. Es wird empfohlen, die Dokumentation der Substitutionsprüfung an das Gefahrstoffverzeichnis anzuhängen (weitere Spalten vorsehen).

Für bestimmte Anwendungsfälle hat die Gesetzgebung Ersatzstoffe und Ersatzverfahren beschrieben (siehe TRGS 600ff unter ► [www.baua.de](http://www.baua.de)):

- TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wasser-mischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“

Bei Vorhandensein solcher Regelungen müssen Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen in der Dokumentation der Substitutionsprüfung eine Begründung angeben, wenn sie von diesen Regelungen abweichen.

Als Kriterien für eine Vorauswahl von Substitutionsmöglichkeiten sind gemäß der TRGS 600 in erster Linie sowohl die Gefährlichkeitsmerkmale wie auch das Freisetzungspotenzial auf Grundlage der physikalisch-chemischen Eigenschaften und der Verfahrens- und Verwendungsbedingungen zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der gesundheitsgefährdenden Eigenschaften ist eine Reduzierung der Gefährdung (hier von ungünstig bis günstiger) wie folgt gegeben.

Ungünstig		→	Günstiger
Niedriger Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)			Hoher AGW
Sehr giftig		Giftig	Gesundheitsschädlich
Ätzend		Reizend	Kein Merkmal
KMR-Stoff/-Gemisch			Kein KMR-Merkmal
Extrem entzündbar		Leicht entzündbar	Entzündbar
Brandfördernd			Kein Merkmal „brandfördernd“
Oxidierend			Keine Gefahrenklasse „oxidierend“

KMR = krebserzeugend, keimzellmutagen, reproduktionstoxisch

Hinsichtlich des Freisetzungspotenzials ergibt sich analog folgende Abstufung:

Ungünstig		→	Günstiger
Große Menge			Kleine Menge
Großflächige Benetzung			Kleinflächige Benetzung
Gas		Flüssigkeit	Paste/Gel
Staubender Feststoff (Pulver)			Nicht staubender Feststoff (Granulat)
Niedriger Siedepunkt			Hoher Siedepunkt
Hoher Dampfdruck (> 50 hPa)			Niedriger Dampfdruck (< 10 hPa)
Offenes Verfahren		Halboffenes Verfahren	Geschlossenes Verfahren
Verfahren bei hoher Temperatur			Verfahren bei Raumtemperatur
Lösemittelhaltige Systeme			Wässrige Systeme

(siehe auch Beispiel „Bremsenreinigung in Kfz-Werkstätten“ in Anlage 1 der TRGS 600)

### 3.4.3. Schutzmaßnahmen

Die von Arbeitgeberinnen und Arbeitgebern festzulegenden Schutzmaßnahmen sind aus dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung abzuleiten. In der Maßnahmenhierarchie sind nach der vorangegangenen Substitution zunächst technische, organisatorische und persönliche Maßnahmen und schließlich die Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen zu beachten (T-O-P-W, siehe auch TRGS 500).

Die „Allgemeinen Schutzmaßnahmen“ (§ 8 GefStoffV) sind hierbei generell, auch bei Vorliegen einer geringen Gefährdung, zu beachten.

Allgemeine Schutzmaßnahmen sind u. a.:

- Begrenzung der Exposition, z. B. durch Begrenzung der Mengen eingesetzter Reiniger, Einsatz möglichst kleiner Gebinde am Arbeitsplatz
- Einsatz geeigneter Arbeitsmethoden, z. B. Einsatz von Lösemittelspender anstatt Entnahme der Reiniger aus dem Originalgebinde
- Umsetzung der allgemeinen Hygienemaßnahmen, Rauch-, Ess-, Trinkverbot, keine Aufbewahrung von Lebensmitteln am Arbeitsplatz, Nutzung der Pausenräume
- Kennzeichnung von Apparaturen, Rohrleitungen und Gebinden dem Inhaltsstoff gemäß

Liegt keine geringe Gefährdung vor und reichen diese allgemeinen Schutzmaßnahmen nicht aus, müssen die „Zusätzlichen Maßnahmen“ (§ 9 GefStoffV) ergriffen werden. Diese sind u. a. erforderlich, wenn Arbeitsplatzgrenzwerte oder biologische Grenzwerte überschritten werden oder bei hautresorptiven oder haut- oder augenschädigenden Gefahrstoffen eine Gefährdung durch Haut- oder Augenkontakt besteht.

Zusätzliche Schutzmaßnahmen sind u. a.:

- Anwendung von geschlossenen Systemen, z. B. geschlossene Reinigungsanlage mit Unterdruck
- Verringerung der Exposition der Beschäftigten nach dem Stand der Technik (siehe auch Abschnitt 3.4.3.1)
- Absaugung von Emissionen an der Entstehungsstelle (siehe auch DGUV Regel 109-002)
- Installation raumlufttechnischer Anlagen (siehe auch DGUV Regel 109-002)
- Getrennte Aufbewahrung von Arbeits- oder Schutzkleidung und Straßenkleidung

Weitergehende „Besondere Schutzmaßnahmen“ werden erforderlich, wenn Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A und 1B durchgeführt werden.

Dies sind u. a.:

- Abgrenzung von Gefahrenbereichen
- Verkürzung der Exposition
- Verbot einer Reinelufrückführung für abgesaugte Stoffe (siehe auch TRGS 560)
- Verzeichnis der Beschäftigten mit Dauer und Höhe der Exposition (§ 14 Abs. 3 Nr. 3 GefStoffV, TRGS 410)

Schon im Vorfeld sollten daher im Rahmen der Substitutionsprüfung solche Gefahrstoffe (auch die sogenannten Verdachtsstoffe) ausgeschlossen werden.

Folgende Reiniger sind z. B. derzeit entsprechend eingestuft:

- Trichlorethylen, Trichlormethan, Tetrachlorethylen (Perchlorethylen) sind als krebserzeugend eingestuft.
- Dichlormethan steht im Verdacht Krebs zu erzeugen.
- Aceton, 2-Butanon (MEK) und Ethanol (Spiritus) besitzen ein Risiko der Fruchtbeschädigung, wenn der Arbeitsplatzgrenzwert nicht eingehalten wird.

#### 3.4.3.1. Standardisierte Verfahren

Die Gefährdungsbeurteilung vereinfacht sich, wenn Angaben zu standardisierten Arbeitsverfahren vorliegen. Dies können sein:

- stoff- oder tätigkeitsbezogene TRGS (eine Übersicht ist über ► [www.baua.de](http://www.baua.de) gegeben)
- verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK nach TRGS 420)
- Empfehlungen Gefährdungsbeurteilung (EGU) der Unfallversicherungsträger (DGUV Informationen der Reihe 213-701ff - siehe auch ► [www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa))
- Expositionsbeschreibungen einzelner Unfallversicherungsträger
- branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellungen, z. B. der Unfallversicherungsträger (► [www.branchenregelungen.de](http://www.branchenregelungen.de))
- ein Expositionsszenario im erweiterten Sicherheitsdatenblatt (Stoffsicherheitsbericht nach REACH)
- eine mitgelieferte Gefährdungsbeurteilung des Herstellers oder der in Verkehr bringenden Firma

Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) beschreiben für definierte Tätigkeiten mit Gefahrstoffen den Stand der Technik, der Arbeitshygiene und der Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Art, des Ausmaßes und der Dauer der inhalativen und der dermalen Exposition sowie der Brand- und Explosionsgefahren.

Für den Einsatz von Lösemittel für die Metallreinigung liegt die „Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis – Exposition von Beschäftigten gegenüber Lösemitteln bei der Metallreinigung“ vor.

Die „Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU)“ nach der Gefahrstoffverordnung und Expositionsbeschreibungen stellen die Expositionssituation für bestimmte Stoffe, Verfahren und Tätigkeiten auf der Basis vorliegender Arbeitsplatzmessungen der Unfallversicherungsträger dar. Sie erlauben den Betrieben auch ohne eigene Messungen Aussagen über zu erwartende Belastungen sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen zur Einhaltung des Stands der Technik zu treffen.

Für den Einsatz von Reinigern gilt die EGU „Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG)“ (DGUV Information 213-726). Diese EGU-Empfehlung ist eine wertvolle Hilfestellung für die praktische Durchführung der Gefährdungsermittlung sowie die Festlegung der erforderlichen Schutzmaßnahmen.

Kohlenwasserstoffprodukte (KKG) im Sinne der o. g. Regelung sind KKG, die zur Erlangung spezieller Anwendungseigenschaften mehr als 1 Prozent an Additiven enthalten. Diese können sowohl unverdünnt als auch mit Wasser gemischt verwendet werden.

Werden die Kohlenwasserstoffgemische als Lösemittel (additiv-frei) verwendet, gelten Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nach der gleichnamigen TRGS 900, abgestuft nach dem Gehalt an Aromaten oder der Kohlenstoff-Kettenlänge. Für KKG mit mehr als 1 Prozent Additive gibt es keinen derartigen Bewertungsmaßstab.

Für die Bewertung der Gefahrstoffkonzentrationen in der Luft an den Arbeitsplätzen und zur Wirksamkeitskontrolle von Schutzmaßnahmen enthält die EGU daher für die angegebenen Produktgruppen eine Zuordnung der KKG zu Emissionsgruppen und die jeweils nach dem Stand der Technik erreichbaren Luftkonzentrationen. So sind z. B. nichtwassermischbare Reiniger und Kaltreiniger in

die Emissionsgruppe A (erreichbare Luftkonzentration 100 mg/m<sup>3</sup>) und wassergemischte Reiniger in die Emissionsgruppe C (erreichbare Luftkonzentration 10 mg/m<sup>3</sup>) eingestuft.

Die EGU enthält des Weiteren einen Leitfaden zur Messung und messtechnischen Wirksamkeitskontrolle. Aus dem Messsystem der Unfallversicherungsträger sind hierin Messwerte für den Zeitraum 2009 bis 2011 für typische Anwendungen und Produktgruppen veröffentlicht.

Schwierig ist es oft, additiv-freie von additiv-haltigen Kohlenwasserstoffprodukten abzugrenzen, um eine korrekte Bewertung der Exposition vornehmen zu können. Sind im Sicherheitsdatenblatt keine eindeutigen Angaben dazu enthalten, ist eine Anfrage beim Hersteller oder Lieferanten unumgänglich.

#### 3.4.3.2. Schutzmaßnahmen gegen Gesundheitsgefahren

3.4.3.2.1. Reinigungsarbeiten mit gesundheitsgefährlichen Reinigungsflüssigkeiten nach Abschnitt 2 Nr. 16 dürfen nur in geschlossenen Reinigungsanlagen durchgeführt werden.

3.4.3.2.2. Abweichungen von Abschnitt 3.4.3.2.1 sind zulässig,

1. wenn bei Reinigungsarbeiten
  - mit Reinigungsgefäßen die Forderungen nach Abschnitt 4.2 oder
  - mit Reinigungstischen die Forderungen nach Abschnitt 4.3 eingehalten werden.
2. bei Reinigungsarbeiten im Freien oder an Werkstücken, die sich aufgrund ihrer Form, ihrer Abmessungen oder ihres Gewichts nicht in Reinigungsanlagen einbringen lassen. In diesen Fällen müssen Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen im Einzelfall die dem Grad der Gefährdung entsprechenden Gesundheits-, Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen festlegen.

*Für Lüftungsmaßnahmen bei Reinigungsarbeiten in Räumen siehe Abschnitt 3.2.1.*

*Zu Explosionsschutz-Maßnahmen siehe auch Erläuterungen zu Abschnitt 4.2.3 und die Beispiele in Anhang 1a.*

*Siehe auch Arbeitsstättenverordnung, Anhang, Abschnitt 3.6 sowie DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“.*

3.4.3.2.3. Bei Auftreten von Stoffen in gesundheitsschädigender Konzentration muss in Anlehnung an GefStoffV § 9 Abs. 3 eine erneute Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Es sind dann zusätzliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen, um den Arbeitsplatzgrenzwert einzuhalten. Atemschutz ist erst nach Ausschöpfung von technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen das Mittel der Wahl. Ein geeigneter Atemschutz muss vom Betrieb ausgewählt und bereitgestellt werden, die Beschäftigten haben diesen Atemschutz entsprechend der Betriebsanweisung zu benutzen. Dies gilt insbesondere für Neben- und Instandhaltungsarbeiten sowie beim Auftreten von Betriebsstörungen.

*Es ist zu prüfen, ob umgebungsluftunabhängige Atemschutzgeräte erforderlich sind (Sauerstoffmangel) oder ob Atemschutzgeräte mit Gasfilter A1 oder A2 (brauner Ring) (je nach erforderlichem Aufnahmevermögen) ausreichen; siehe DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“.*

*Filtermasken mit Watte-, Schwamm- oder Kolloidfilter sowie Papiermasken sind bei Reinigungsarbeiten mit Lösemitteln ungeeignet, weil sie Lösemitteldämpfe nicht zurückhalten.*

*Siehe auch  
Merkblatt M040 „Chlorkohlenwasserstoffe“ der BG RCI  
Merkblatt M017 „Lösemittel“ der BG RCI (DGUV Information 213-072)  
Merkblatt M043 „Kaltreiniger“ der BG RCI*

3.4.3.2.4. Ist Hautkontakt mit gesundheitsgefährlichen Reinigungsflüssigkeiten trotz technischer Maßnahmen nicht auszuschließen, müssen Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen die erforderlichen persönlichen Schutzausrüstungen zur Verfügung zu stellen. Die Beschäftigten haben diese zu benutzen.

*Welche Materialien (insbesondere bei Schutzhandschuhen und filtrierenden Halbmasken (Filtermasken)) im Einzelfall geeignet sind, ist dem Sicherheitsdatenblatt für das Reinigungsmittel zu entnehmen. Reichen die dortigen Angaben nicht aus, hat der Hersteller oder der Lieferant des Reinigungsmittels die entsprechenden Angaben auf Anfrage zur Verfügung zu stellen (vgl. GefStoffV, § 6 Abs. 3).*

*Siehe auch  
§ 7, Abs. 4, 5 und 6 GefStoffV  
Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“  
DGUV Information 209-022 „Hautschutz in Metallbetrieben“  
DGUV Regel 112-189 und 112-989 „Benutzung von Schutzkleidung“  
DGUV Regel 112-192 und 112-992 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“  
DGUV Regel 112-195 und 112-995 „Benutzung von Schutzhandschuhen“*

3.4.3.2.5. Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen müssen den Beschäftigten Hautschutz, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel zur Verfügung zu stellen, die von den Beschäftigten zu benutzen sind. Art und Anwendung der Hautmittel sind in einem Hautschutzplan darzustellen. Beschäftigte sind entsprechend zu unterweisen. Reinigungsflüssigkeiten nach Abschnitt 2 Nr. 16 dieser DGUV Informationsschrift dürfen zur Hautreinigung nicht verwendet werden.

*Reinigungsflüssigkeiten nach Abschnitt 2 Nr. 9 entfetten die Haut. Dadurch wird die Haut geschädigt und unter anderem für die Aufnahme von Krankheitserregern besonders zugänglich. Hautkrankheiten sind schließlich – oft erst nach Jahren – die Folge.*

*Siehe auch  
DGUV Information 213-079 „Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“  
DGUV Regel 109-009 „Fahrzeug-Instandhaltung“  
DGUV Information 209-022 „Hautschutz in Metallbetrieben“*

3.4.3.2.6. In Arbeitsräumen und Bereichen, in denen Reinigungsflüssigkeiten nach Abschnitt 2. Nr. 16 verwendet werden, ist Essen, Trinken, Rauchen oder Schnupfen sowie die Aufbewahrung von Speisen, Getränken und Tabakerzeugnissen verboten. Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen müssen bei den regelmäßigen Unterweisungen auf dieses Verbot hinweisen und Aufbewahrungsmöglichkeiten außerhalb dieser Räume und Bereiche zur Verfügung stellen (siehe ASR A 4.2).

- 3.4.3.2.7. Alkoholgenuss ist bei Tätigkeiten mit Reinigungsflüssigkeiten auf der Basis von Lösemitteln verboten, da sich die berauschende Wirkung von Alkohol und Lösemittel gegenseitig verstärken. Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber müssen bei den regelmäßigen Unterweisungen auf dieses Verbot hinweisen.

*Auch außerhalb der Arbeitszeit getrunkenen Alkohol kann die von den Lösemitteln ausgehenden Gesundheitsgefahren verstärken.*

*Grundsätzlich sollen Suchtkranke (z. B. Lösemittel-Süchtige, Alkoholranke) nicht mit rauscherzeugenden Lösemitteln umgehen.*

*Alkoholgenuss siehe auch § 7 Abs. 2 DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“.*

### 3.4.3.3 Reinigungsflüssigkeiten

- 3.4.3.3.1. Es dürfen nur Reinigungsflüssigkeiten eingesetzt werden, für die die jeweilige Reinigungseinrichtung entsprechend ausgelegt ist. Dabei sind die Angaben des Herstellers der Reinigungseinrichtung und der Reinigungsflüssigkeit oder des Reinigungsmittels zu beachten (Sicherheitsdatenblatt, Produktinformation). Bei der Verwendung wässriger Reinigungsmittel sind Schutzmaßnahmen aufgrund biologischer Gefährdungen zu prüfen (siehe Abschnitt 3.6).

*Wässrige Systeme, z. B. auch Reinigungsanlagen mit wässrigen Reinigungsflüssigkeiten, unterliegen einer mikrobiellen Besiedlung, da Wasser die allgemeine Lebensgrundlage darstellt. Lediglich extreme Randbedingungen, z. B. stark saure oder stark alkalische Bedingungen, hohe Temperaturen, Biozideinsatz, können das Wachstum von Mikroorganismen einschränken oder völlig verhindern. Bei den Mikroorganismen handelt es sich in aller Regel um eine Mischflora aus den Risikogruppen 1 und 2 nach § 3 Biostoffverordnung. Dies ist bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.*

- 3.4.3.3.2. Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen müssen dafür sorgen, dass an der Reinigungseinrichtung deutlich erkennbar und dauerhaft angegeben ist, welche Reinigungsflüssigkeit sich in der Einrichtung befindet.

*Zur weitergehenden Kennzeichnung siehe § 8 Gefahrstoffverordnung.*

- 3.4.3.3.3. Reinigungseinrichtungen sind bei der Umstellung auf eine andere Reinigungsflüssigkeit den Erfordernissen dieser neuen Reinigungsflüssigkeit anzupassen.

*Bei der Umstellung auf eine andere, ebenfalls geeignete Reinigungsflüssigkeit kann auch eine Neueinstellung der Sicherheits- und Überwachungsgeräte, z. B. Temperaturbegrenzer, sowie der Regelgeräte und der Schaltthermostate erforderlich werden. Sachkundige Angaben hierüber kann in der Regel der Hersteller der Reinigungseinrichtung machen. Meist ist bei einer solchen Umstellung eine Reinigung der Anlage erforderlich. Die Materialbeständigkeit der flüssigkeitsbenetzten Komponenten der Reinigungseinrichtung ist zu prüfen.*

- 3.4.3.3.4. Reinigungsflüssigkeiten müssen entsprechend den Angaben des Herstellers angesetzt, verwendet, überprüft, kontrolliert und gegebenenfalls nachstabilisiert oder nachdosiert werden.

*Insbesondere sonderstabilisierte Chlorkohlenwasserstoffe sowie wässrige Reinigungsflüssigkeiten, die über längere Zeit hinweg benutzt werden, bedürfen einer sorgfältigen Wartung, da sonst*

- *sonderstabilisierte Chlorkohlenwasserstoffe ihre besonderen Eigenschaften verlieren*
- *wässrige Reinigungsflüssigkeiten von Mikroorganismen befallen werden oder unter Umständen gesundheitsgefährliche chemische Stoffe (z. B. Nitrosamine) bilden können*

*Überdosierung der Reinigungsflüssigkeit kann bei wässrigen Reinigungsflüssigkeiten zu erhöhter Wasserstoffbildung führen. Beim Reinigen von Magnesium und Aluminium (sowie deren Legierungen) mit phosphathaltigen Reinigungsflüssigkeiten kann hierbei auch giftiger Phosphorwasserstoff (Phosphin) gebildet werden. Der dabei entstehende charakteristische Geruch ist knoblauchartig und erinnert an Carbid.*

- 3.4.3.3.5. Werden Reinigungsflüssigkeiten bei der Verwendung selbst zusammengemischt (und sind die Eigenschaften dieser Zubereitung vom Hersteller nicht beschrieben), sind bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen die besonderen Bestimmungen für die Einzelkomponenten sinngemäß anzuwenden.

- 3.4.3.3.6. Ist beim Ansetzen oder beim Nachdosieren von wässrigen Lösungen mit Überhitzen der Lösung zu rechnen, sind besondere Maßnahmen erforderlich.

*Ein Überhitzen der Lösung kann z. B. auftreten beim Auflösen von Ätzkali oder Ätznatron in Wasser.*

*Besondere Maßnahmen sind z. B.*

- Verwenden von flüssigen Konzentraten anstatt fester oder pulverförmiger Chemikalien
- Zudosieren in kleinen Mengen oder mit Einsatzkörben

*Zur Gefährdung beim Nachdosieren von organischen Lösemitteln siehe Abschnitte 3.4.3.3.9 und 3.4.3.3.10.*

- 3.4.3.3.7. Werden Werkstücke aus Leichtmetall mit sauren oder alkalischen wässrigen Lösungen gereinigt, muss sichergestellt werden, dass die Ansammlung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in der Anlage verhindert ist.**

*Viele Metalle werden von sauren oder alkalischen wässrigen Lösungen unter Wasserstoffbildung angegriffen, und zwar*

- besonders beim Anlagenstillstand, wenn Werkstücke oder Späne über längere Zeit im Bad verbleiben,
- besonders schnell bei Magnesium, Aluminium und deren Legierungen.

*Dabei ist zu berücksichtigen, dass wasserstoffhaltige Atmosphäre meistens leichter ist als Luft (siehe auch Abschnitt 3.2.2).*

*Eine Ansammlung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in der Anlage wird z. B. verhindert durch:*

- Verwendung von Reinigungsanlagen, die während des Reinigungsvorgangs ausreichend belüftet sind
- verkürzte Reinigungsintervalle der Filtereinheit
- zusätzliche Maßnahmen bei längerem Anlagenstillstand (über Nacht, Wochenende), z. B. Reinigen und Entfernen von Metallrückständen (Spänen) und Belüftung der Anlage durch Öffnen von Deckeln.

- 3.4.3.3.8. Zum Reinigen von Werkstücken mit reaktiven Oberflächen dürfen Dichlormethan und Trichlorethen sowie Gemische, die diese Lösemittel enthalten, nur verwendet werden, wenn sie hierfür besonders stabilisiert (sonderstabilisiert) sind. Dies gilt auch für Reinigungsflüssigkeiten, die andere teilhalogenierte Kohlenwasserstoffe enthalten. Die Eignung einer derartigen Zubereitung für diesen Verwendungszweck ist durch ein Gutachten einer hierfür benannten Prüfstelle nachzuweisen.**

*Reaktive Oberflächen liegen vor bei spanabhebend bearbeiteten Werkstücken aus Aluminium, Magnesium oder deren Legierungen sowie bei Spänen oder Staub, die diese Metalle enthalten.*

*Die Stabilisierung kann im Laufe des Gebrauchs verloren gehen. Entsprechend verarmte Reinigungsflüssigkeiten bzw. Lösemittel reagieren heftig mit den oben genannten Metallen unter Bildung von Salzsäuredämpfen und sind daher für die Reinigung nicht mehr geeignet.*

*Hinweise zur Stabilisierung geben die Hersteller von Reinigungsflüssigkeiten beziehungsweise Lösemitteln.*

*Auskünfte über die Prüfstelle und den aktuellen Stand der geprüften sonderstabilisierten Handelsprodukte erteilt die Geschäftsstelle DGUV Test, Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin.*

- 3.4.3.3.9. Nachstabilisieren halogenierter Reinigungsflüssigkeiten und Lösemittel mit brennbaren Stabilisatoren an nicht explosionsgeschützten Reinigungseinrichtungen ist zulässig, wenn dies bei der Auslegung der Reinigungseinrichtung entsprechend berücksichtigt wurde und entsprechende Brand- und Explosionsschutz-Maßnahmen getroffen wurden. Den Angaben in der Betriebsanleitung für die Reinigungseinrichtung und den Informationen zum Stabilisator ist zu folgen.**

*Geeignete Schutzmaßnahmen siehe z. B. Erläuterungen zu Abschnitt 4.2.3.*

- 3.4.3.3.10. Um ein Überkochen zu vermeiden, dürfen Reinigungsflüssigkeiten auf Basis organischer Lösemittel oder auf Basis azeotroper Gemische nicht in aufgeheizte Anlagenteile eingefüllt werden.**

*Nicht aufgeheizt bedeutet, dass die Temperatur nicht über der Siedetemperatur der Reinigungsflüssigkeiten oder der azeotropen Gemische liegt.*

*Beispiele für Siedetemperaturen solcher azeotroperen Gemische:*

- Trichlorethen/Wasser 73°C
- Tetrachlorethen/Wasser 87°C
- Dichlormethan/Wasser 38°C
- Methanol/Aceton/Hexan 47°C

Azeotrope Gemische aus verschiedenen Lösemitteln untereinander oder aus Lösemitteln mit Wasser können niedrigere Siedetemperaturen haben als die Einzelkomponenten. Dies gilt insbesondere für Gemische aus halogenierten Lösemitteln mit Wasser. Wird durch das Nachfüllen das entsprechende Mischungsverhältnis erreicht und liegt die Temperatur dann über der dazu gehörenden Siedetemperatur, tritt schlagartiges Überkochen der Mischung ein. Mit einem ähnlichen Verhalten ist zu rechnen, wenn am oder nach dem Ende der Destillation neue Reinigungsflüssigkeit in die noch heiße Apparatur eingefüllt wird. Aus diesem Grund dürfen verschiedene vom Hersteller der Reinigungsanlage empfohlene Reinigungsflüssigkeiten grundsätzlich nicht miteinander vermischt werden, wenn der Hersteller dies nicht ausdrücklich für zulässig erklärt.

Zur Gefahr des Überkochens bei wässrigen Reinigungsflüssigkeiten siehe Abschnitt 3.4.3.3.6.

#### 3.4.3.4 Lufttechnische Maßnahmen

Primär sind die bereits genannten allgemeinen Schutzmaßnahmen umzusetzen, um ein Entweichen von Emissionen durch eingesetzte Reiniger zu minimieren.

Reichen diese Maßnahmen nicht aus, um eine ausreichende Luftqualität am Arbeitsplatz zu erreichen, beziehungsweise führen die Maßnahmen nicht zur Einhaltung vorgeschriebener Arbeitsplatzgrenzwerte (siehe auch Abschnitt 5 der TRGS 402), sind zusätzliche lufttechnische Maßnahmen erforderlich.

Grundlagen für die Auslegung lufttechnischer Maßnahmen sind u. a. in den Richtlinien VDI 2262 Blatt 3 und Blatt 4, VDI 3802 Blatt 2 sowie in der DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ beschrieben. Eine Skizze mit idealen lufttechnischen Verhältnissen ist in Abbildung 1 dargestellt.

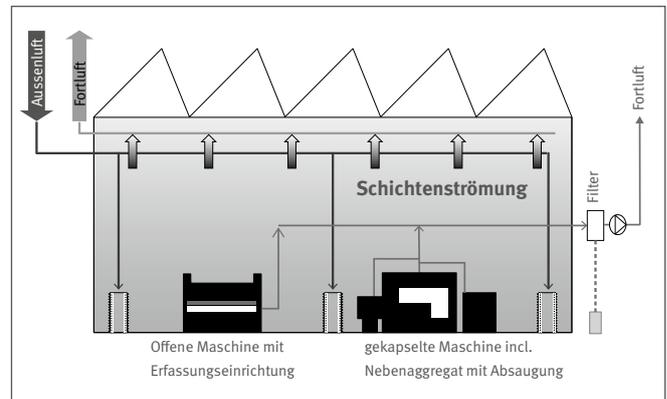


Abb. 1 Beispiel für ideale lufttechnische Maßnahmen bei Tätigkeiten mit KKG  
Quelle: DGUV Information 213-726 „Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG)“

Wenn ein Entweichen von Dämpfen oder Aerosolen des Reinigers in die Luft am Arbeitsplatz in gesundheitsschädigender Konzentration verfahrenstechnisch nicht verhindert werden kann, sind zunächst Absaugungen an der Emissionsquelle vorzusehen. Hierbei ist auf möglichst vollständige Erfassung der entweichenden Gefahrstoffe zu achten. Es müssen möglichst alle Emissionsquellen, z. B. auch mit Reinigern benetzte Teile, Abblasen der Teile mit Druckluft, einbezogen werden.

Reichen zur Reduzierung der Gefahrstoffkonzentrationen am Arbeitsplatz Absauganlagen alleine nicht aus oder muss ein Ausgleich der Luftbilanz, z. B. wegen der aus dem Arbeitsraum ins Freie abgeführten Luftmengen erfolgen, ist in der Regel die Errichtung einer raumlufttechnischen Anlage (RLT-Anlage) erforderlich.

In Werkhallen mit Wärmequellen ist meist mit einem thermisch bedingten Luftstrom, der mit Emissionen vom Reiniger belastet sein kann, in Richtung zur Hallendecke zu rechnen. Eine die Gefahrstofflast mindernde Luftführung vom Boden zur Decke unterstützt diesen Luftstrom. Bei dieser sogenannten Schichtenströmung wird die Zuluft turbulenzarm in Bodennähe zugeführt und die Abluft an der Hallendecke abgeführt (siehe Abb. 1).

Bereits bei der Auftragsvergabe an die Errichtungsfirma lufttechnischer Einrichtungen sollten die oben genannten Kriterien im „Pflichtenheft“ Berücksichtigung finden.

Besonders wichtig ist hierbei auch die Festlegung einer Abnahmeprüfung der lufttechnischen Einrichtungen. Als Grundlage für die Abnahmeprüfung sollte die Norm DIN EN 12599 „Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumluftechnischer Anlagen“ bei der Auftragsvergabe schriftlich vereinbart werden. Die Absauganlagen und möglicherweise eingebaute Abscheideeinrichtungen sollten ebenfalls in Anlehnung an diese Norm einer Abnahmeprüfung unterzogen werden.

Vom Hersteller oder von der Errichtungsfirma der Absauganlagen bzw. RLT-Anlagen ist eine Konformitätserklärung einzufordern. Es muss hierbei bescheinigt werden, dass die Anlagen allen einschlägigen Normen und Richtlinien sowie den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen entsprechen.

#### 3.4.3.5 Organisatorische Maßnahmen

Hierzu zählen in der Hauptsache:

- Organisation der Bereitstellung und Reinigung von Arbeits- und Schutzkleidung
- Regelmäßige Reinigung der Arbeitsbereiche und der Arbeitsumgebung
- Hautschutz- und Hygienemaßnahmen
- Sicherstellung der Ersten Hilfe
- Betriebsanweisungen und Information der Beschäftigten
- Organisation der arbeitsmedizinischen Vorsorge (siehe ArbMedVV) sowie der arbeitsmedizinisch-toxikologischen Beratung

Im Rahmen ihrer organisatorischen Pflichten müssen Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen dafür sorgen, dass außerhalb der Pausenräume keine Nahrungs- und Genussmittel aufgenommen werden.

Um eine orale Aufnahme von Gefahrstoffen zu vermeiden, sind auch Verschleppungen von Verunreinigungen, z. B. an äußerlich mit Reiniger behafteten Schutzhandschuhen oder Arbeitskleidung auszuschließen. Verunreinigte Arbeits- und Schutzkleidung ist daher abzulegen, bevor Arbeitsmittel und andere Gegenstände in nicht verunreinigten Arbeitsbereichen (z. B. Pausenräume) berührt werden.

Diese Hinweise sind erforderlichenfalls in die Betriebsanweisung (§ 14 GefStoffV) mit aufzunehmen.

Ist bei Tätigkeiten eine Gefährdung der Beschäftigten durch eine Verunreinigung der Arbeitskleidung zu erwarten, müssen Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen die getrennte Aufbewahrung von Straßen- und Arbeitskleidung gewährleisten. Dies kann z. B. durch eine einfache räumliche Trennung bewirkt werden. Verunreinigte Arbeitskleidung muss in diesem Fall im Betrieb verbleiben, und darf von den Beschäftigten nicht mit nach Hause genommen werden. Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen müssen die fachgerechte Reinigung der verunreinigten Arbeitskleidung sicherstellen.

Im Arbeitsbereich oder in der Nähe des Arbeitsbereichs sollen Waschgelegenheiten mit fließendem, möglichst warmem Wasser vorhanden sein (siehe auch ASR A 4.1 Technische Regeln für Arbeitsstätten „Sanitärräume“).

An den Waschgelegenheiten müssen geeignete Mittel zum Abtrocknen vorhanden sein, z. B. Rollen mit waschbaren Handtüchern oder Papier-Einwegtücher. Bei wassergemischten Reinigern sind Warmlufttrockner wegen der Gefahr der Aufkonzentrierung von noch anhaftenden Resten weniger geeignet.

Im Betrieb sind leicht erreichbar Notduschen mit fest angeschlossenen Augenduschen zu installieren, wenn die Gefahr eines entsprechenden Haut- bzw. Augenkontakts besteht. Reduziert sich die Gefährdung auf den Augenkontakt, können alternativ Augenspülflaschen bereitgehalten werden. Dies ist zum Beispiel erforderlich beim:

- Anmischen, Nachschärfen von sauren oder alkalischen wässrigen Reinigern mit konzentrierten Flüssigkeiten oder festen Hydroxiden
- offenen Umgang mit haut- oder augenschädigenden Flüssigkeiten

Auf die Rettungseinrichtungen ist durch eindeutige Kennzeichnungen hinzuweisen (Kennzeichnung E 05 und E 06 nach ASR A1.3). Der Zugang zu den Rettungseinrichtungen muss stets freigehalten werden. Auf die Benutzung der Rettungseinrichtungen ist in den Betriebsanweisungen hinzuweisen. Alle Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sind entsprechend zu unterweisen.

Zu Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen für die Beschäftigten zu erstellen und im Betrieb bekannt zu machen. Die Beschäftigten sind anhand der Betriebsanweisungen vor Aufnahme der Tätigkeiten, danach mindestens jährlich wiederholt zu unterweisen. Die Unterweisungen sind zu dokumentieren. Die Dokumentation muss Datum, Namen der unterweisenden Person, Inhalt, Thema, Teilnehmende sowie die Unterschrift der unterwiesenen Personen enthalten (siehe auch TRGS 555).

Betriebsanweisungen sollen nur die Anweisungen für die Beschäftigten enthalten, die wirklich zutreffend und notwendig sind. Gefährdungen und Schutzmaßnahmen ergeben sich aus der vorangegangenen Gefährdungsbeurteilung, Angaben allein aus dem Sicherheitsdatenblatt reichen in der Regel nicht aus.

Die Betriebsanweisung ist kein Ersatz für eine Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung; sie soll die konkreten organisatorischen bzw. persönlichen Maßnahmen für die Beschäftigten enthalten, die ein sicheres Arbeiten gewährleisten.

Festlegungen, die die Beschäftigten nicht umsetzen können und auch nicht zu bewerten haben, z. B. „geeignete Schutzhandschuhe tragen“ oder „für ausreichende Lüftung sorgen“, gehören nicht in eine Betriebsanweisung.

Die Anhänge 6 und 7 enthalten Muster-Betriebsanweisungen für eine Handanlage zur hochalkalischen Reinigung (Anhang 6) und für einen Reinigungsarbeitsplatz zum Reinigen und Entfetten von Metallteilen (Anhang 7).

Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen müssen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung die arbeitsmedizinische Vorsorge organisieren. Diese erfolgt entsprechend dem Zeitpunkt der Durchführung in Form von:

1. Vorsorge vor Arbeitsaufnahme
2. Vorsorge in regelmäßigen Abständen
3. Vorsorge bei Beendigung dieser Tätigkeit, sofern Pflichtvorsorge bestand
4. Nachgehende Untersuchungen bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Stoffen der Kategorien 1A und 1B nach Beendigung der Tätigkeiten oder der Beschäftigung.

Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber dürfen für die arbeitsmedizinische Vorsorge nur Fachärzte und Fachärztinnen für Arbeitsmedizin oder Ärzte und Ärztinnen mit der Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“ beauftragen.

Ein wichtiger Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorge kann das sogenannte Biomonitoring sein. Über Indikation und Art des Biomonitoring entscheidet der nach § 7 ArbMedVV beauftragte Arzt oder die beauftragte Ärztin.

Das Biomonitoring, d. h. die Untersuchung biologischer Materials der Beschäftigten zur Bestimmung von Gefahrstoffen, deren Metaboliten oder deren biochemischen beziehungsweise biologischen Effektparametern, kann u. a. bei Tätigkeiten angezeigt sein:

- bei denen unmittelbarer Hautkontakt mit Gefahrstoffen besteht, die in toxikologisch relevanter Menge über die Haut aufgenommen werden (Stoffe mit der Bemerkung „H“ in der TRGS 900)
- bei denen der orale Aufnahmeweg von Gefahrstoffen von Bedeutung sein kann
- bei denen eine Exposition gegenüber Gefahrstoffen mit langen biologischen Halbwertszeiten vorliegt (Kennzeichnung im Sicherheitsdatenblatt)
- bei denen eine Exposition gegenüber krebserzeugenden, keimzellmutagenen Stoffen oder reproduktionstoxischen Stoffen vorliegt
- bei denen die Gefahrstoffe in der Luft messtechnisch schwer erfassbar sind (Reparaturarbeiten, Stördienste, Arbeiten im Freien, stark schwankende Raumluftkonzentrationen, häufig wechselnde Stoffe im Chargenbetrieb)

*Siehe auch Arbeitsmedizinische Regel (AMR) 6.2 „Biomonitoring“*

Werte zur Beurteilung biologischer Parameter sind u. a. in der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 903 „Biologische Grenzwerte“ enthalten.

### 3.4.3.6 Persönliche Maßnahmen

Geeignete persönliche Schutzausrüstungen (PSA) müssen zur Verfügung gestellt werden, wenn trotz der durchgeführten technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen der Arbeitsplatzgrenzwert nicht eingehalten wird oder wenn bei hautresorptiven, reizenden, ätzenden oder hautsensibilisierenden Gefahrstoffen oder Gefahrstoffen, die die Gesundheit der Beschäftigten irreversibel schädigen können, eine Gefährdung durch Hautkontakt besteht (siehe TRGS 401).

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung muss konkret festgelegt werden, welche persönliche Schutzausrüstungen geeignet sind. Hilfreich sind hierbei die DGUV Regeln 112-189 und 112-989 sowie 112-190 und die DGUV Informationen 212-007 und 212-017.

Die Beschäftigten müssen in der Betriebsanweisung und mit der Unterweisung eindeutige Angaben zur Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung erhalten. Dazu gehören auch die Informationen über die Tragedauer der persönlichen Schutzausrüstung.

Zur persönlichen Schutzausrüstung können gehören:

- für Reiniger undurchlässige und gegen Reiniger beständige Schürzen oder Schutzkleidung, wenn der Arbeitsablauf eine Durchnässung der Arbeitskleidung erwarten lässt
- für Reiniger undurchlässige und gegen Reiniger beständige Chemikalienschutzhandschuhe nach EN 374 (mit Baumwoll-Unterziehhandschuhen) oder außen beschichtete Gewebhandschuhe zur Vermeidung eines Feuchtigkeitsstaus durch Schweißbildung, wenn Dauerkontakt mit Reiniger besteht
- Augenschutz, wenn die Gefahr besteht, dass Reiniger-Spritzer in die Augen gelangen können
- Gesichtsschutz und geeignete Schutzhandschuhe beim Ansetzen wassergemischter Reiniger, beim Anmischen mit Ätznatron, beim Nachdosieren von Bioziden
- gegen Reiniger undurchlässige Sicherheitsschuhe oder Gummistiefel, wenn die Gefahr der Durchnässung besteht
- Bei der Reinigung mikrobiell besiedelter Kreisläufe wassergemischter komplexer kohlenwasserstoffhaltiger Gemische mit Hochdruckreinigern, insbesondere die Entfernung von „Biofilmen“, ist zusätzlich wegen erhöhter Belastung des Arbeitsplatzes mit Bioaerosolen Atemschutz (partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder Halbmasken mit Partikelfilter P2) zu tragen.
- Bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an Reinigungsanlagen sind geeigneter Atemschutz, Schutzkleidung, Schutzhandschuhe, Augenschutz zu tragen.
- Zu geeigneten Handschuhmaterialien muss das Sicherheitsdatenblatt Auskunft geben. Zur Beständigkeit und zur Tragedauer sind die Schutzhandschuhhersteller zu befragen.

### 3.5. Maßnahmen gegen Brände und Explosionen

#### 3.5.1. Gefährdungen durch Brände

In brandgefährdeten Bereichen dürfen

- offene Flammen
  - sonstige wirksame Zündquellen (z. B. Flexarbeiten, Schweißarbeiten)
- nicht vorhanden sein.

*Die genannten Maßnahmen sind erforderlich, um der Brandgefahr bei entzündbaren Reinigungsflüssigkeiten (Lösemitteln) sowie der Gesundheitsgefahr beim Zersetzen von Halogenkohlenwasserstoffen zu akut toxischen und ätzenden Stoffen vorzubeugen. Brandgefahr kann auch bei nichtentzündbaren Reinigungsflüssigkeiten durch Eintrag von Öl oder brennbaren Lösemitteln entstehen. Mit ersten Zersetzungserscheinungen von Halogenkohlenwasserstoffen muss bei Temperaturen ab 100°C gerechnet werden. Im Einzelfall sind die Angaben des Herstellers zu beachten.*

*Organische Reinigungsflüssigkeiten dürfen durch sonstige Wärmequellen nicht erwärmt werden.*

*Sonstige Wärmequellen sind insbesondere Heizkörper, Heizplatten, Tauchsieder, Heizlüfter, Ultraschall, Pumpen.*

*Hinsichtlich der Anforderungen an Bau und Ausrüstung von brandgefährdeten Bereichen (Baustoffe, Feuerwiderstandsklassen) sind zusätzlich die örtlichen Bauvorschriften zu beachten.*

Zusätzlich müssen in brandgefährdeten Bereichen geeignete Feuerlöscheinrichtungen in ausreichender Zahl und in gebrauchsfähigem Zustand vorhanden sein.

*Zur erforderlichen Anzahl von Feuerlöschern siehe Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“, Abschnitt 5.2.*

In brandgefährdeten Bereichen muss sichergestellt sein, dass auch bei Betriebsstörungen keine Reinigungsflüssigkeiten in elektrische Ausrüstungen eindringen können.

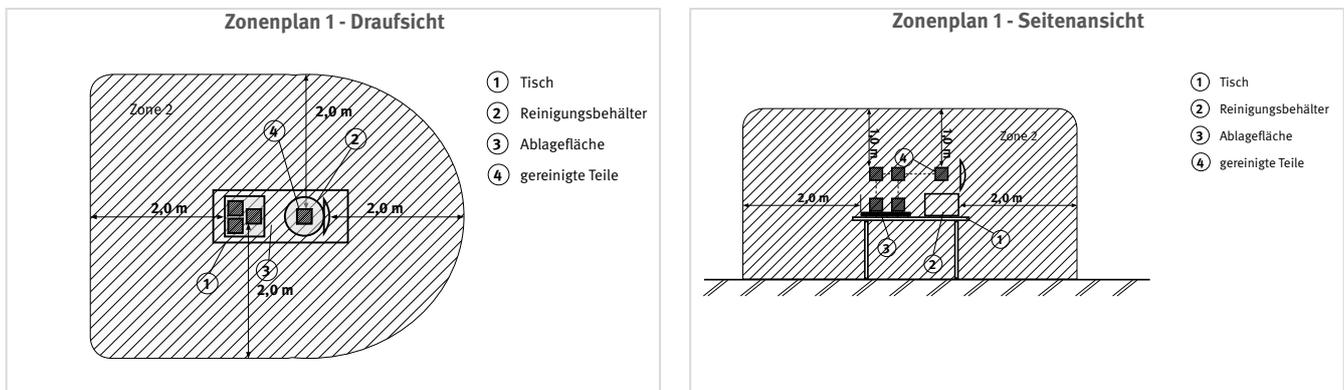


Abb. 2 Aus dem Beispiel 6, Variante a der Beispiele im Anhang 1 resultierende Zoneneinteilung (Zonenplan 1)

Dies kann entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung erreicht werden durch

- ausreichend hohe Anordnung der elektrischen Betriebsmittel über dem Fußboden
- zusätzliche Abdeckungen
- geeignete IP-Schutzart der elektrischen Betriebsmittel

Brandgefährdete Räume und Bereiche sind entsprechend den Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ Abschnitt 5 in Verbindung mit Anhang 1 mit dem Verbotssymbol P 02 zu kennzeichnen.

In brandgefährdeten Bereichen darf die Brandlast nicht durch Material, das nicht zum Reinigungsverfahren gehört, erhöht werden.

Brennbare Abfälle, z. B. gebrauchte Filter, sind in verschließbaren, nichtbrennbaren Behältern aufzubewahren und sachgerecht zu entsorgen. Gebrauchte Reinigungstücher, die brennbare Flüssigkeiten enthalten, sind in verschließbaren, mindestens schwerentflammenden Behältern aufzubewahren und der bestimmungsgemäßen Wiederverwendung zuzuführen.

Siehe DGUV Regel 109-009 „Fahrzeug-Instandhaltung“ (Abschnitt 4.20.3).

Zur Kennzeichnung der Behälter siehe Gefahrstoffverordnung § 4 und Technische Regel Gefahrstoffe TRGS 200.

### 3.5.2. Gefährdungen durch Explosionen

Kann das Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Gemische nicht sicher verhindert werden, sind Schutzmaßnahmen zu ergreifen, um eine Zündung zu vermeiden. Für die Festlegung von Maßnahmen und die Auswahl der Arbeitsmittel sollten Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen explosionsgefährdete Bereiche in Zonen einteilen und entsprechende Zuordnungen vornehmen (in Anlehnung an die GefStoffV Anhang 1, Nr. 1.7).

Zur daraus resultierenden Zoneneinteilung siehe DGUV Regel 113-001 sowie die Beispiele im Anhang 1a dieser DGUV Informationsschrift.

Explosionsgefährdete Bereiche müssen nach Gefahrstoffverordnung Anhang I Nr. 1.6 Abs. 5 gekennzeichnet sein. Auf Verbote muss nach Gefahrstoffverordnung Anhang I Nr. 1.3. Abs. 2 deutlich erkennbar und dauerhaft hingewiesen werden. Ferner werden deutliche Fußbodenmarkierungen oder Abschrankungen empfohlen.

Aus der Zoneneinteilung ergeben sich die Anforderungen an die Vermeidung von Zündquellen und die notwendigen Schutzmaßnahmen. Dabei sind besonders die Angaben des Herstellers in der Betriebsanleitung für die Reinigungseinrichtung heranzuziehen.

Abbildung 2 zeigt die aus dem Beispiel 6, Variante a der Beispiele im Anhang 1a resultierende Zoneneinteilung (Zonenplan 1).

Als Tätigkeit wird das Reinigen von Werkstücken (Teilen) in einem offenen Behälter ohne Beheizung betrachtet (hier ein 10 l Reinigungsgefäß als Tauchbehälter). Die gereinigten Werkstücke (Teile) tropfen über dem Reinigungsgefäß (Bad) ab.). Es findet kein Versprühen der Reinigungsflüssigkeit statt. Lösemittel-Emissionsquelle sind daher die Badoberfläche und die Öffnung des Behälters sowie die benetzte Kontur des abtropfenden Werkstückes und des Anschlagmittels. Die Verarbeitungstemperatur der Reinigungsflüssigkeit unterschreitet die Grenztemperatur. In seltenen Fällen kann die Temperatur für kurze Zeit maximal bis zur Grenztemperatur ansteigen.

Die Zone 2 erstreckt sich 2 m horizontal und 1 m über den Lösemitteln-Emissionsquellen; im Bereich des 10 l Reinigungsgefäßes, im Bereich der abtropfenden Teile über dem 10 l Reinigungsgefäß und im Bereich der auf dem Tisch abgelegten gereinigten Werkstücke. Beim Einsatz von Reinigungsflüssigkeiten mit anderen sicherheitstechnischen Kenngrößen können sich die Zoneneinteilungen ändern.

Anforderungen an die Vermeidung von Zündquellen sind entsprechend GefStoffV Anhang 1 Nr. 1.8 und TRBS 2152 Teil 3 zu beachten und können z. B. sein: Anforderungen an Gerätekategorien nach RL 2014/34/EU, Anforderungen in Bezug auf die Vermeidung von heißen Oberflächen und offenen Flammen. Zur Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen siehe DIN EN 60 079-14 (VDE 0165-1).

Eine Übersicht über Schutzmaßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen gibt Anhang 2.

Die Anforderungen an den Explosionsschutz von Reinigungseinrichtungen als Ganzes werden durch die DIN EN 12921, Teil 1 und 3 abgedeckt.

Explosionsschutzgeschützte Geräte innerhalb der Reinigungseinrichtung müssen die Anforderungen der ATEX-Richtlinie (RL 2014/34/EU) erfüllen und die der Zone entsprechende Gerätekategorie besitzen, für den Einsatzzweck geeignet sein (bestimmungsgemäße Verwendung laut Betriebsanleitung) und vom Hersteller mit EU-Konformitätserklärung nach allen anzuwendenden EU-Richtlinien (in der Regel ATEX und Maschinen-Richtlinie 2006/42/EG; ggf. weitere) und Betriebsanleitung in der Sprache des Anwendenden geliefert werden. Diese Dokumente müssen dem Betreiber der Reinigungseinrichtung zur Verfügung stehen.

Am 26. Februar 2014 ist die ATEX-Nachfolgerichtlinie 2014/34/EU in Kraft getreten. Sie löste die Richtlinie 94/9/EG am 20. April 2016 ohne eine Übergangsfrist ab. Bis dahin galt noch die RL 94/9/EG. Mit der neuen Richtlinie ergeben sich keine Änderungen an den technischen Anforderungen. So bleiben z. B. die EG-Baumusterprüfungen nach RL 94/9/EG weiterhin unbefristet gültig.

**Die Zuordnung zwischen den ATEX Gerätekategorien und den Zonen ergibt sich aus der folgenden Tabelle:**

Zone	Häufigkeit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre	Verwendbare Geräte-kategorie	Vermeidung wirksamer Zündquellen
0	langzeitig, ständig oder häufig	1G	im Normalbetrieb, bei üblicherweise zu erwartenden und bei seltenen Betriebsstörungen (z. B. zwei unabhängigen Fehlerzuständen)
1	gelegentlich	2G und 1G	im Normalbetrieb und bei üblichen Betriebsstörungen
2	selten und kurzzeitig	3G, 2G und 1G	im Normalbetrieb

*Einzelne explosionsschutzgeschützte Geräte als Bestandteil einer Reinigungseinrichtung sind in der Regel nach einer oder mehreren der üblichen Schutzprinzipien (Zündschutzarten) zur Vermeidung von Zündquellen (DIN EN 60079-0 ff. oder DIN EN 13463-1 ff.) konstruiert.*

Zusätzlich zu Abschnitt 3.5.2 gelten die Schutzmaßnahmen nach Abschnitt 3.5.1 sinngemäß.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung kann in Abhängigkeit von den Gefährdungen durch gefährliche explosionsfähige Gemische die Erstellung eines Explosionsschutzdokuments erforderlich sein. Ein Muster-Explosionsschutzdokument enthält der Anhang 8 dieser DGUV Information.

### 3.6. Schutzmaßnahmen gegen biologische Gefährdungen

Der berufliche Umgang mit wässrigen Reinigungsflüssigkeiten wird nach Biostoffverordnung als eine nicht gezielte Tätigkeit mit biologischen Arbeitsstoffen (Mikroorganismen) der Risikogruppen 1 und 2 bezeichnet. Zusätzlich zu den Empfehlungen der Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe TRBA 500 „Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen“ sind die in Frage kommenden Maßnahmen nach Biostoffverordnung entsprechend dem Abschnitt 3 „Grundpflichten und Schutzmaßnahmen“ problemangepasst auszuwählen.

Gelegentlich werden in Reinigungsanlagen wassergemischte Kühlschmierstoffe als Reinigungsflüssigkeiten benutzt. Dies darf nur im Rahmen einer bestimmungsgemäßen Verwendung der Reinigungsanlage erfolgen. Für die bestimmungsgemäße Verwendung der Reinigungsanlage gelten die oben genannten Punkte sinngemäß und die Anforderungen der TRGS 611 und der DGUV Information 209-051 sind zu beachten.

# 4 Besondere Arbeitsplätze und Tätigkeiten

## 4.1. Allgemeine Schutzmaßnahmen

- 4.1.1 Reinigungseinrichtungen müssen so aufgestellt, betrieben und benutzt werden, dass auslaufende oder vom Reinigungsgut herabtropfende Reinigungsflüssigkeiten sicher aufgefangen werden, wenn sonstige Gefahren von ihnen ausgehen (Anforderungen nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz und dem Wasserhaushaltsgesetz bleiben hiervon unberührt.)

*Dies kann z. B. erreicht werden durch:*

- eine in der Anlage integrierte Auffangwanne
- das Aufstellen von Reinigungstischen und Reinigungsanlagen über Bodenwannen
- Zuhilfenahme von tragbaren Auffangwannen beim Verwenden von Reinigungsgeräten

*Dabei müssen z. B. beim Verwenden von ortsbeweglichen Füll- und Entleerungseinrichtungen (z. B. Fasspumpen) die freien Schlauchenden während des Füllens oder Entleerens sicher befestigt sein und, soweit erforderlich (z. B. beim Pumpen von brennbaren Lösemiteln), elektrostatische Aufladungen (z. B. durch dauerhaft ableitfähige Kleidung, Schuhe und Böden) abgeleitet werden.*

*Insbesondere sind nach Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten Reinigungsöffnungen, Dichtungen, Verschraubungen und Armaturen auf Dichtigkeit zu überprüfen.*

*Sonstige Gefahren sind z. B.:*

- Gesundheitsgefahr
- Brandgefahr
- Rutschgefahr
- Bodenverunreinigungen (Umweltgefahr)

- 4.1.2 Bei Tätigkeiten mit entzündbaren Flüssigkeiten sind Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten. Auf das Verbot ist durch die Verbotssymbole P01 und P02 nach ASR1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ hinzuweisen.

## 4.2. Reinigungsgefäße

- 4.2.1 Ein Beispiel für ein Reinigungsgefäß ist in Abbildung 3 dargestellt.



Abb. 3 Reinigungsgefäß für die manuelle Reinigung von Kleinteilen

- 4.2.2 Reinigungsgefäße mit gesundheitsgefährlichen Reinigungsflüssigkeiten müssen zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren bei Arbeitsunterbrechungen und nach Beendigung der Arbeit abgedeckt oder geschlossen werden. Ist dies nicht möglich, müssen sonstige Maßnahmen getroffen werden.

*Eine sonstige Maßnahme ist z. B. der Einsatz einer ungefährlicheren Reinigungsflüssigkeit (Substitution), das Entleeren mit anschließendem Reinigen der Behälter, oder das Aufstellen des Reinigungsgefäßes in einem entlüfteten Bereich (z. B. Abzug, technische Lüftung).*

- 4.2.3 In Reinigungsgefäßen dürfen Reinigungsflüssigkeiten mit Flammpunkt unter 60 °C nur dann verwendet werden, wenn die Gefäße mit einem selbstschließenden Deckel ausgerüstet sind. Ist dies aus betriebstechnischen Gründen nicht möglich, müssen
- die Deckel im Brandfall selbsttätig schließen oder
  - Löscheinrichtungen vorhanden sein, die im Brandfall automatisch auslösen oder aus sicherer Entfernung von Hand ausgelöst werden können.

- 4.2.4 Reinigungsgefäße mit entzündbaren Reinigungsflüssigkeiten (Lösemitteln), deren Flammpunkt unter 60 °C liegt, dürfen kurzzeitig in Bereichen eingesetzt werden, die den Anforderungen an brand- und explosionsgefährdete Bereiche gemäß Abschnitt 3.2.2 bzw. 3.2.3 nicht entsprechen, wenn Brand- und Explosionsgefahren durch zusätzliche Maßnahmen vermieden werden.

*Kurzzeitige Arbeiten können z. B. Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sein.*

*Die erforderlichen Maßnahmen richten sich nach der Art und dem Grad der Gefährdung sowie nach der Art der möglichen Zündquellen. Beispiele sind:*

- zusätzliche Lüftungsmaßnahmen
- Rauchverbot
- Aufstellen von Schutzwänden gegen Schleiffunken
- Stillsetzen von funkenerzeugenden Betriebsmitteln
- Bereithalten von zusätzlichen Feuerlöschern
- möglichst geringe Oberfläche und Menge der Reinigungsflüssigkeit
- Verwenden von Reinigungsflüssigkeiten mit möglichst hohem Flammpunkt

*Es kann eine Kombination mehrerer dieser Maßnahmen erforderlich sein.*

- 4.2.5 In Reinigungsgefäßen dürfen keine halogenierten Reinigungsflüssigkeiten (Lösemittel oder Gemische mit Lösemitteln) verwendet werden. Näheres zum Reinigen von Sauerstoffarmaturen siehe
1. Merkblatt: „Umgang mit Sauerstoff“ der BG RCI (DGUV Information 213-073) sowie
  2. Merkblatt: „Chlorkohlenwasserstoffe“ (M 040) der BG RCI.

### 4.3. Reinigungstische

- 4.3.1 Zwei Beispiele für Reinigungstische sind in Abbildungen 4 und 5 dargestellt.



Abb. 4 Reinigungstisch ohne Absaugung für die manuelle Reinigung von Werkstücken



Abb. 5 Reinigungstisch mit Frontscheibe und Absaugung für die manuelle Reinigung von Werkstücken

Reinigungstische müssen so aufgestellt und benutzt werden, dass die Reinigungsflüssigkeit:

- sofort in den Vorratsbehälter zurücklaufen kann
- nicht versprüht wird

Der Ablauf ist von Verschmutzungen freizuhalten. Siebe sind zu reinigen.

4.3.2 In Reinigungstische dürfen keine Werkstücke eingesetzt oder eingelegt werden, deren Gewicht die Tragfähigkeit des Tisches übersteigt oder die die Standsicherheit des Tisches beeinträchtigen.

4.3.3 In Reinigungstischen dürfen

- entzündbare Reinigungsflüssigkeiten (Lösemittel) mit Flammpunkt unter 60 °C
- halogenierte Reinigungsflüssigkeiten (Lösemittel) und
- deren Gemische mit brennbaren Lösemitteln nicht eingesetzt werden.

#### 4.4 Reinigungsanlagen

4.4.1 Zwei Beispiele für Reinigungsanlagen sind in Abbildungen 6 und 7 dargestellt.

Reinigungsanlagen müssen entsprechend den Angaben des Herstellers aufgestellt, angeschlossen und betrieben werden.



Abb. 6 Reinigungsanlage für die automatische und manuelle Reinigung von Werkstücken



Abb. 7 Reinigungsanlage (Durchlaufanlage) für die automatische Reinigung von Werkstücken

4.4.2 Wenn eine Absaugung an der Reinigungsanlage vorhanden ist, muss sie im Betrieb aktiviert sein. Der von dem Hersteller geforderte Mindest-Abluftvolumenstrom ist sicherzustellen.

4.4.3 Reinigungsanlagen, die aufgrund des Fassungsvermögens von mehr als 10 l Reinigungsflüssigkeit als Reinigungsanlagen gelten, im Übrigen aber die Merkmale von Reinigungsgefäßen aufweisen, müssen bei Verwendung von entzündbaren Reinigungsflüssigkeiten zusätzlich entsprechend den Anforderungen von Abschnitt 3.2.2 betrieben werden.

*Das gilt z. B. für Tauchbehälter mit entzündbaren Reinigungsflüssigkeiten (Lösemitteln) oder alkalische Bäder für die elektrolytische Entfettung und andere Einrichtungen, für die eine geschlossene Bauart nicht vorgeschrieben ist.*

#### 4.5 Reinigungseinrichtungen mit Ultraschall oder mit Druckfluten

Während des Betriebs von Reinigungseinrichtungen mit Ultraschall oder mit Druckfluten darf mit den Händen nicht in das Reinigungsbad gefasst werden. Dies gilt auch, wenn Handschuhe benutzt werden.

## 4.6 Vorübergehende Reinigungsplätze

### 4.6.1 Allgemeine Anforderungen

Auch an vorübergehenden Reinigungsarbeitsplätzen sind in Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung die Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der folgenden Punkte festzulegen:

- Anforderungen an Räume und Bereiche (Abschnitt 3.2)
- Anforderungen an die Bereitstellung und Beschaffung von Arbeitsmitteln (Abschnitt 3.3)
- Anforderungen an Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (Abschnitt 3.4)
- Gefährdungen durch Brände und Explosionen (Abschnitt 3.5)
- biologische Gefährdungen (Abschnitt 3.6)

Insbesondere ist darauf zu achten, dass durch die Nutzung vorübergehender Reinigungsplätze für andere Arbeitsbereiche keine zusätzlichen Gefährdungen z. B. durch Lärm, Aerosole und Dämpfe sowie durch Spritzer der Reinigungsflüssigkeiten entstehen.

Die Böden in den betreffenden Arbeitsbereichen sollten rutschhemmend und so eben ausgeführt sein, dass die zu reinigenden Teile/Baugruppen sicher gelagert und je nach ihrer Statik gegen Umstürzen gesichert werden können. Abfließende Reinigungsflüssigkeiten dürfen nicht unkontrolliert ins Abwasser gelangen können.

#### **Hinweis**

*Bei Reinigungsarbeiten sind die Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und die Anlagenverordnung wassergefährdende Stoffe (VAwS) zu berücksichtigen, insbesondere sollten Reinigungsarbeiten in Arbeitsbereichen mit Sekundärschutz nach WHG z. B. in Auffangwannen ausgeführt werden.*

### 4.6.2 Spezielle Anforderungen bei der Reinigung mit wässrigen Reinigungsflüssigkeiten

Bei der Reinigung mit wässrigen Reinigungsflüssigkeiten sind die Gefährdungen beim Einsatz von Hochdruckaggregaten zu berücksichtigen. Die in der DGUV Regel 100-500 und 100-501, Kapitel 2.29 und 2.36 definierten Schutzmaßnahmen sind zu berücksichtigen.

### 4.6.3 Spezielle Anforderungen bei der Reinigung mit nicht-wässrigen Reinigungsflüssigkeiten und bei der Reinigung mit Lösemitteln

Vor dem Einsatz nicht-wässriger Reinigungsflüssigkeiten und Lösemitteln ist im Rahmen der Beurteilung der chemischen Gefährdungen (Abschnitt 3.4) und Gefährdungen durch Brände und Explosionen (Abschnitt 3.5) die Substitution durch wässrige Reinigungsflüssigkeiten zu prüfen.

Wegen der offenen und manuellen Verarbeitung müssen alle Personen im Gefährdungsbereich vor den entstehenden Lösemitteldämpfen geschützt werden. Insbesondere ist auf eine wirksame lufttechnische Maßnahme mit Erfassung an der Entstehungsstelle zu achten. Reichen technische und organisatorische Schutzmaßnahmen nicht aus, muss geeignete persönliche Schutzausrüstung (Atemschutz) zur Verfügung gestellt werden.

Frauen im gebärfähigen Alter sollten nach Abschnitt 3.4.3 wegen der fruchtschädigenden Wirkung vieler Lösemittel nicht mit solchen Arbeiten betraut werden.

Betriebsanweisungen müssen erstellt und die betroffenen Personen müssen entsprechend unterwiesen werden. Dazu gehört auch eine Unterweisung zu den auftretenden Gefährdungen in diesem Arbeitsbereich.

Bezüglich der Anforderungen an Räume und Bereiche (Abschnitt 3.2) müssen vorübergehende Reinigungsarbeitsplätze, an denen mit brennbaren Flüssigkeiten gearbeitet wird, entsprechend gekennzeichnet werden (Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten). Solche Arbeitsbereiche müssen über ausreichende Verkehrswege und Notausgänge verfügen. Diese sind immer freizuhalten.

Es müssen ausreichende Feuerlöscheinrichtungen vorhanden sein.

Zur Verringerung der Gefährdungen durch Brände und Explosionen sind nur Lösemittel mit hohen Flammpunkten einzusetzen (siehe Abschnitt 3.5). Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen sind nach TRGS 727 und DGUV Regel 113-001 zu treffen. Insbesondere sind die zu reinigenden Bauteile ausreichend zu erden.

Ist die Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre nicht sicher auszuschließen, sind deren Entzündung sowie wirksame Zündquellen zu vermeiden. Gefäße, die Lösemittel enthalten, müssen gegen Umstürzen gesichert sein und beim Umfüllen geerdet werden. Sie dürfen nicht durch Sonneneinstrahlung oder andere Wärmequellen so erwärmt werden, dass die Grenztemperatur erreicht oder überschritten wird. Lösemittelgefäße sollten bei Nichtgebrauch verschlossen sein. Sie sollten einen automatisch schließenden Deckel besitzen.

Im Arbeitsbereich dürfen nur die für den Fortgang benötigten Mengen an Lösemittel aufbewahrt werden. Ausgelaufene Lösemittel müssen sofort z. B. mit Putzlappen aufgenommen werden. Putzmaterial, das mit Lösemitteln getränkt ist, muss in leitfähigen, geerdeten, nicht brennbaren Behältern gesammelt werden. Diese Behälter müssen deutlich gekennzeichnet sein und dürfen von ihrer Form und Beschaffenheit her nicht mit Lebensmittelbehältern verwechselt werden können.

Lösemittel sollten nicht versprüht werden, da durch die Aerosolbildung eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auch bei Einhaltung der Grenztemperatur entsteht. Es sind entsprechende Maßnahmen nach Abschnitt 3.5 gegen Brände und Explosionen zu treffen.

Es dürfen nur spezielle Leuchten der betreffenden Gerätekategorie verwendet werden.

## 4.7 Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten

### 4.7.1 Allgemeines

Vor dem Beginn von Instandhaltungsarbeiten ist dafür zu sorgen, dass u. a.:

- Antriebe für gefahrbringende Bewegungen ausgeschaltet und gegen irrtümliches Wiedereinschalten gesichert sind
- unter Überdruck stehende Anlagen und deren Teile drucklos gemacht werden
- Armaturen und Versorgungsleitungen ab- oder blindgeflanscht sind

Diese und gegebenenfalls weitere erforderliche Maßnahmen sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen und zu dokumentieren. Für die Beschäftigten sind die auf der Basis der Gefährdungsbeurteilung notwendigen Anweisungen in einer Betriebsanweisung vorzuschreiben. Die Beschäftigten sind vor Arbeitsaufnahme arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen, u. a. anhand dieser Betriebsanweisung, zu unterweisen (siehe auch Abschnitt 3.1.2).

Im normalen (automatischen) Betriebsablauf sind die Reinigungs- und Entfettungsanlagen in der Regel so gebaut und konstruiert, dass die Gefährdung für die Bedienpersonen auf ein Minimum reduziert ist.

Zu einem sicheren und störungsfreien Betrieb gehört die regelmäßige Instandhaltung und Prüfung der Anlage und der Maschinen.

Bei der Instandhaltung (Inspektion, Wartung, Instandsetzung) ist besonders auf folgende Gefährdungen zu achten:

- Einwirkung gesundheitsschädlicher Gase und Dämpfe
- Einwirkung von Gefahrstoffen beim Demontieren von Rohrleitungen (Lösemittel, Säuren, Laugen)
- Abstürze aus größeren Höhen
- Stürze in offene Bäder mit thermischen und chemischen Gefährdungen
- Quetschungen an ungesicherten Antrieben
- Sauerstoffmangel beim Arbeiten in Behältern

Die Gefährdungen sind dann besonders groß, wenn Instandhaltungsarbeiten von nicht fachkundigen Personen ausgeführt werden.

Die besonderen Anforderungen an zur Prüfung befähigte Personen nach TRBS 1203 für die Bereiche Druck, Elektrik und Brand- und Explosionsschutz müssen bei Prüfungen vor der erstmaligen Inbetriebnahme, vor Wiederinbetriebnahme und bei prüfpflichtigen Änderungen beachtet werden.

Bei Reparaturen an explosionsgeschützten Geräten ist zu beachten, dass gegebenenfalls eine Wiederinbetriebnahme nur nach Prüfung durch eine zur Prüfung befähigte Person mit behördlicher Anerkennung zulässig ist, sofern die Instandsetzung und Prüfung nicht durch den Hersteller erfolgt ist.

Die Fallunterscheidung bei solchen besonderen Instandsetzungen mit Relevanz für den Explosionsschutz zeigt Abschnitt 4.2 in Verbindung mit Anhang 2 der TRBS 1201 Teil 3.

Bei diesen Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, wie auch bei der Montage und Inbetriebnahme, besteht für die mit diesen Aufgaben betreuten Beschäftigten eine erhöhte Gefährdung (TRBS 1112 Teil 1 „Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten“); dies gilt auch für die Personen, die sich im Bereich der durchzuführenden Arbeiten befinden.

Für gefährliche Tätigkeiten (z. B. Schweiß-, Schneid-, Trennschleif- und sonstige Feuerarbeiten) in explosionsgefährdeten Bereichen müssen schriftliche Arbeitsaufgaben eingeführt sein (Erlaubnisscheinverfahren).

Die Gefährdung kann zum Beispiel auftreten:

- bei teilweise unwirksamen Abdeckungen von Antrieben, z. B.: bei offenen Antrieben
- beim Betreten von Bereichen, die bei normalem Betrieb nicht betreten werden müssen
- bei Aufenthalt im Anlageninneren, im Bereich sich öffnender oder schließender Behälterdeckel
- bei Aufenthalt im Transportbereich des automatischen Warentransports
- beim Vorhandensein von Gefahrstoffen (Lösemittel, Säuren, Laugen)
- bei häufig wechselnden Gefahrensituationen
  - wenn Schutzeinrichtungen teilweise unwirksam sind
  - bei unbekanntem Arbeitsbereich
  - bei engen Platzverhältnissen
  - bei hohen Temperaturen (heiße Oberflächen, Spritzer)
  - bei Absturzgefahr

Wie diese Aufstellung zeigt, ist das Wartungs- und Instandhaltungspersonal häufig Gefährdungen ausgesetzt, die im Voraus nicht immer genau abschätzbar und erkennbar sind. Diese Situationen treten auf, weil diese Arbeiten nicht während des Normalbetriebs durchgeführt werden können.

Die durchzuführenden Arbeiten umfassen ein weites Spektrum und unterscheiden sich von Fall zu Fall. Sie erfordern daher genaue Kenntnisse der Anlage, der Örtlichkeiten und des ablaufenden Prozesses.

Zur sicheren Durchführung dieser Arbeiten sind beispielsweise nötig:

- durchgeführte Gefährdungsbeurteilung und Einhalten der festgelegten Schutzmaßnahmen
- Betriebsanweisung für die durchzuführenden Arbeiten
- fachlich geeignetes Personal
- unterwiesenes Personal
- Planung und Organisation der durchzuführenden Arbeiten
- sichere Zugänge
- Benutzen von Absturzsicherungen oder Badabdeckung, auch wenn nur kurzfristig über Bädern gearbeitet wird
- Sicherung vor gefährlichen Maschinenbewegungen
- Bereitstellung geeigneter Werkzeuge und Arbeitsmittel
- Bereitstellung und Benutzung persönlicher Schutzausrüstung
- Bereitstellung eines Sicherungspostens, besonders bei Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
- Koordination der Arbeiten
- Absperren der Rohranschlüsse und Sichern gegen irrtümliches Öffnen
- drucklos machen, Entleeren, Spülen, abkühlen lassen der Rohrleitungen, Achten auf Restflüssigkeit und Restdrücke

### 4.7.2 Arbeiten in Behältern oder engen Räumen

Arbeiten in Behältern, die Reinigungsflüssigkeiten enthielten, oder in engen Räumen dürfen nur mit schriftlicher Erlaubnis, nach Anordnung der entsprechenden Schutzmaßnahmen und mündlicher Unterweisung der Beschäftigten ausgeführt werden. Die aufsichtführende Person muss sich vergewissern, dass die schriftlich festgelegten Schutzmaßnahmen getroffen sind.

*Aufsichtführende Person ist, wer die Durchführung von Arbeiten zu überwachen und für die arbeitssichere Ausführung zu sorgen hat. Die Person muss hierfür weisungsbefugt sein und ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen über die durchzuführenden Arbeiten besitzen.*

*Siehe Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 507, TRGS 555 sowie DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“*

#### 4.7.3 Störungen

Für die Störungsbeseitigung gelten die Grundsätze, die im Abschnitt 4.7 Instandhaltung und Wartung genannt sind. Im Gegensatz zur Wartung und Instandhaltung, die geplant erfolgen, treten Störungen ungeplant auf.

Die Störungsbeseitigung an Reinigungsanlagen darf nur durch qualifiziertes Personal erfolgen, das über die erforderlichen Fachkenntnisse der betreffenden Anlagen und Verfahren verfügt.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind für die Tätigkeiten bei der Störungsbeseitigung auftretende Gefährdungen zu ermitteln und Schutzmaßnahmen festzulegen.

#### 4.7.4 Entsorgung

Auch an Arbeitsplätzen im Bereich Entsorgung sind im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung die Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der folgenden Punkte festzulegen:

- Anforderungen an Räume und Bereiche (Abschnitt 3.2)
- Anforderungen an die Bereitstellung und Beschaffung von Arbeitsmitteln (Abschnitt 3.3)
- Anforderungen an den Umgang mit Gefahrstoffen (Abschnitt 3.4)
- Gefährdungen durch Brände und Explosionen (Abschnitt 3.5)
- biologische Gefährdungen (Abschnitt 3.6)

##### **Hinweis**

*Das Gebot des Vermeidens und Verringerens gilt für Abfälle und Abwässer gleichermaßen.*

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und die Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (AbwV) regeln in Deutschland das Einleiten wässriger Medien (Abwässer). Sie sind nach Herkunftsbereichen unterteilt. In der ABwV ist im Anhang 40 der Herkunftsbereich Metallbearbeitung, Metallverarbeitung zu beachten.

In der jeweiligen kommunalen Abwassersatzung können für die Einleitung industrieller Abwässer in die Kanalisation (Indirekteinleitung) ergänzende Anforderungen spezifiziert werden. Diese können von Kommune zu Kommune variieren und richten sich nach den Reinigungsstufen der örtlichen Kläranlage sowie den zu erwartenden Abwasserteilströmen. Neben konkreten

Grenzwerten für Schadstoffe werden meistens Obergrenzen für Parameter wie z. B. pH-Wert, Temperatur oder absetzbare Stoffe vorgegeben.

Die Entsorgung verbrauchter wässriger Medien, Abwässer und Abfälle ist auch über entsprechende Entsorgungsunternehmen möglich. Dort werden sie entweder aufgearbeitet oder verbrannt.

Generell dürfen organische Lösemittel nicht ins Abwasser gelangen, sondern müssen komplett einer gesonderten Entsorgung/Aufarbeitung zugeführt werden. Das gilt besonders für alle Chlorkohlenwasserstoffe und Alkohole.

Eine Ausnahme gilt für bestimmte Kohlenwasserstoffe, wenn sie geringfügig (unter Einhaltung der Grenzwerte) an das eingeleitete Abwasser gebunden sind, z. B. nach einem Waschprozess. Die zulässigen Grenzwerte findet man ebenfalls in den Satzungen der Kommunen. Diese Grenzwerte beziehen sich immer auf ungemischtes Abwasser! Es ist verboten, Abwässer zu mischen, um die vorgeschriebenen Grenzwerte einzuhalten!

Es wird unterschieden zwischen Direkteinleitung (Einleiten in Gewässer) und Indirekteinleitung (Einleiten in öffentliche Abwassersysteme). Für das direkte Einleiten in Gewässer gelten strengere Grenzwerte als für das Einleiten in öffentliche Abwassersysteme.

Abwasser, das nicht einleitungsfähig ist, muss separat entsorgt werden. Über die ordnungsgemäße Entsorgung muss vom Entsorgungsunternehmen ein Beleg (Entsorgungsnachweis) ausgestellt werden. Diese Entsorgungsnachweise müssen aufbewahrt werden. Es gilt in der Regel eine Aufbewahrungsfrist.

Die Zwischenlagerung von abwassergefährdenden/entsorgungspflichtigen Medien muss in geeigneten, zugelassenen und gekennzeichneten Behältnissen erfolgen (z. B. IBC-Container).

Im Rahmen einer Entsorgung müssen auch die Vorschriften des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) beachtet werden. Zur Erfüllung der Vorgaben müssen Reinigungsanlagen mit (Aufbereitungs-)Systemen ausgestattet sein, die eine möglichst lange Standzeit der Waschmedien gewährleisten.

Der konkrete Ablauf der Entsorgung ist in der NachwV – Nachweisverordnung – dargestellt (wichtig hier sicherlich für einige Betreiber der § 9 – Sammelentsorgungsnachweise als Vereinfachung).

In den Betriebsanleitungen der Anlagenlieferanten wird in der Regel auf die verschiedenen Gesetzesbereiche, die beim Betrieb der Anlagen zu betrachten sind, hingewiesen – unter anderem auf das Abfallrecht.

Eine Entsorgung mit geringer Emission ist z. B. mit geschlossenen Kreislaufsystemen (Gas-Pendelung) möglich.

# 5 Prüfungen

## 5.1. Allgemein

In der Gefährdungsbeurteilung sind nach § 3 BetrSichV für technische Arbeitsmittel Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen festzulegen. Es sind dabei besonders Prüfungen nach Abschnitt 5.2, 5.3 und 5.4 zu beachten.

Nach § 7 (7) GefStoffV sind technische Schutzmaßnahmen mindestens jedes dritte Jahr auf Funktion und Wirksamkeit zu prüfen. Dabei ist auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV darüber hinaus zu prüfen, ob dieses Prüfungsintervall von drei Jahren im Einzelfall ausreichend ist. Gegebenenfalls ist es zu verkürzen.

Reinigungsanlagen sind entsprechend den Herstellerangaben

- vor der ersten Inbetriebnahme
- danach wiederkehrend
- nach Instandhaltungsarbeiten und Änderungen auf arbeitssicheren Zustand zu prüfen.

Wiederkehrende Prüfungen von Reinigungsanlagen sind nach dem Stand der Technik mindestens einmal jährlich erforderlich. Auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung ist nach § 3 BetrSichV darüber hinaus zu prüfen, ob die vom Hersteller angegebenen Prüfungsintervalle im Einzelfall ausreichend sind. Gegebenenfalls sind sie zu verkürzen.

Des Weiteren ist festzulegen, welche Voraussetzungen die Personen erfüllen müssen, die mit der Prüfung oder Erprobung von Arbeitsmitteln beauftragt werden. Nach Abschnitt 3 der TRBS 1203 sind zusätzliche Anforderungen an befähigte Personen zur Prüfung von Explosionsgefährdungen, von Gefährdungen durch Druck und von elektrischen Gefährdungen zu stellen.

Nach § 14 BetrSichV sind die Ergebnisse der Prüfungen in einer Prüfbescheinigung zu dokumentieren, die mindestens bis zur nächsten Prüfung aufzubewahren ist. Bei der Prüfung festgestellte Mängel sind zu beheben; Arbeitsmittel mit sicherheitskritischen Mängeln dürfen nicht weiterverwendet werden.

## 5.2. Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel

Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel sind nach § 5 Abs. 1 DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ mindestens alle 4 Jahre durch eine Elektrofachkraft zu prüfen.

Nähere Angaben geben die Durchführungsanweisungen zu § 5 DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“.

Werden demnach die elektrischen Anlagen und ortsfesten elektrischen Betriebsmittel in „Betriebsstätten, Räumen und Anlagen der besonderen Art“ (DIN VDE 0100 Gruppe 700) betrieben, sind sie jährlich durch eine Elektrofachkraft zu prüfen.

Zu den „Betriebsstätten, Räumen und Anlagen der besonderen Art“ gehören nach der DIN VDE 0100-737 „feuchte und nasse Räume“ wie z. B. Waschhallen.

## 5.3. Absaugung und technische Lüftung

Lufttechnische Anlagen sind nach Abschnitt 3.7.2 der DGUV Regel 109-002 vor der ersten Inbetriebnahme auf ordnungsgemäße Installation, Funktion und Aufstellung, und danach in regelmäßigen Zeitabständen, mindestens jedoch einmal jährlich, und nach wesentlichen Änderungen zu prüfen.

Zur Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme (Abnahmeprüfung) gehören Vollständigkeits- und Funktionsprüfung sowie eine Funktionsmessung nach der DIN EN 12599 „Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen“.

Zur Prüfung in regelmäßigen Zeitabständen gehört neben der Überprüfung der einzelnen Anlagenteile nach VDMA 24176 „Inspektion von lufttechnischen und anderen technischen Ausrüstungen in Gebäuden“ auch die Funktionsmessung.

Wenn die technische Lüftung eine Explosionsschutzmaßnahme darstellt, ist die Grundlage für deren Prüfung § 15 i. V. m Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.3 BetrSichV.

### 5.4. Prüfung von Arbeitsmitteln und technischen Maßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen

Für die Prüfungen von Arbeitsmitteln sowie der technischen Maßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen gelten besondere Bestimmungen (siehe Anhang 2, Abschnitt 3 der Betriebssicherheitsverordnung). Es sind Prüfungen vor Inbetriebnahme und wiederkehrend durch eine besonders befähigte Person mit dem Ziel durchzuführen, den Schutz vor Gefährdungen durch Explosionen und Brände mindestens bis zur nächsten Prüfung sicherzustellen.

Neben der Prüfung vor Inbetriebnahme und den wiederkehrenden Prüfungen sind auch Prüfungen nach prüfpflichtigen Änderungen und nach Instandsetzungen gefordert. In diesen Fällen ist eine zur Prüfung befähigte Person mit behördlicher Anerkennung erforderlich (siehe Anhang 2, Abschnitt 3 Nr. 3.2 BetrSichV).

# Anhang 1 a

## Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten

Explosionsgefahren können beim Umgang mit entzündbaren Reinigungsflüssigkeiten auftreten, wenn sie in feiner Verteilung als Gase, Dämpfe oder Nebel (Flüssigkeitströpfchen oder Aerosole) vorliegen, ihre Konzentration im Gemisch mit Luft innerhalb bestimmter Grenzen liegt (Explosionsgrenzen) und die Gemischmenge gefahrdrohend ist („gefährliche explosionsfähige Atmosphäre g. e. A.“).

Eine Explosion kann vermieden werden, indem man wirksame Zündquellen vermeidet. Zur Wirksamkeit von Zündquellen siehe z. B. TRBS 2152 Teil 3, DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ sowie DIN EN 1127-1.

Die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Ausführungsbeispiele stellen eine Auswahl aus einer Vielzahl von praktisch vorkommenden Fällen dar. Sie dienen als Entscheidungshilfe bei der Auswahl von Schutzmaßnahmen für die Vermeidung von Explosionsgefahren.

Die Beurteilung der Explosionsgefahr muss sich stets auf den Einzelfall beziehen.

Die in den einzelnen Beispielen aufgeführten Maßnahmen sind für den Normalbetrieb ausreichend. Für die erstmalige Inbetriebnahme und für das wiederholte An- und Abfahren einer Anlage sowie gegebenenfalls für Instandhaltungsarbeiten sind jedoch besondere Überlegungen zu treffen, die zu weitergehenden Schutzmaßnahmen führen können.

Bei den in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Ausführungsbeispielen werden

in den **Spalten 2 und 3** die Beispiele und die sicherheitsrelevanten Merkmale aufgeführt

in **Spalte 4** die möglichen Lüftungsmaßnahmen im Arbeitsbereich, d. h. im Aufenthaltsbereich von Personen, angegeben

in **Spalte 5** die sich hieraus ergebende Einteilung und Ausdehnung der verbleibenden explosionsgefährdeten Bereiche angegeben

In Zweifelsfällen helfen die entsprechenden Ausführungen in der DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ inklusive EX-RL-Beispielsammlung und den dort genannten technischen Regeln sowie DIN EN 1127-1 bei der Entscheidungsfindung.

Zur Zoneneinteilung siehe auch die Abschnitte 2 Nr. 21 und 3.5.2.

Anhang 1 a Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutz- maßnahmen nach TRBS 2152 Teil 2)*	Festlegung der Zonen Zündquellenvermeidung nach TRBS 2152 Teil 3	Schutz- maßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
	Inneres und Umgebung von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten	Entsprechend DIN EN 12 921-3 werden Anlagen, in denen brennbare Reinigungsflüssigkeiten verwendet werden, unterteilt in die Typen A, A1, A2, B, C.			
1.	Anlagentyp A	Reinigungsanlagen, in denen bei bestimmungsgemäßer Verwendung keine explosionsfähige Atmosphäre während des Normalbetriebs auftritt, bei denen die Flüssigkeit unter diesen Umständen die Grenztemperatur im Normalbetrieb nicht erreichen kann und in denen beim Versprühen von Flüssigkeiten keine explosionsfähige Atmosphäre durch Aerosole erzeugt werden kann (DIN EN 12921-3).			
1.1	Anlagentyp A <sub>1</sub>	Die Anlage besitzt keine Heizquellen, durch die die Reinigungsflüssigkeit bis zur Grenztemperatur erwärmt werden kann. Die Reinigungsflüssigkeit wird nicht versprüht (DIN EN 12921-3). $T_{OP} < T_{Grenz} < UEP$	2.4.4.2	keine Zone	keine
1.2	Anlagentyp A <sub>2</sub>	Die Anlage ist mit einem Heizsystem, einem Ultraschallschwinger, einer Umwälzpumpe oder einer sonstigen Heizquelle ausgestattet, deren Energie ausreicht, um die Reinigungsflüssigkeit bis zur Grenztemperatur zu erwärmen. Die Reinigungsflüssigkeit wird nicht versprüht (DIN EN 12921-3). $T_{OP} \leq T_{Grenz} < UEP$ Ultraschall-Einrichtungen gelten als Heizung.	2.4.4.2	Zone 2: im Innern der Anlage sowie 2,5 m horizontal und 1,0 m über der Quelle bis zum Boden	keine
1.3	Typ A-Anlagen	Die Verarbeitungstemperatur der Reinigungsflüssigkeit liegt über der Grenztemperatur. Prozessbedingt ist außerhalb der Anlage nur selten und kurzzeitig mit dem Auftreten von g. e. A. zu rechnen.	2.4.4.2	Zone 0: im Innern Zone 2: 2,5 m horizontal und 1,0 m über der Quelle bis zum Boden	keine
2	Anlagentyp B	Anlagen mit/ohne Heizung, in denen die Reinigungsflüssigkeit mit einem Sprühdruck von mehr als 70 kPa versprüht wird, und in denen die Flüssigkeitstemperatur immer kleiner als die oder gleich der Grenztemperatur ist (DIN EN 12921-3) $T_{OP} \leq T_{Grenz} \leq UEP$ Wirksame Zündquellen im Sprühbereich sicher vermieden Ultraschall-Einrichtungen gelten als Heizung.			
	a) geschlossene Anlage		2.4.4.3	Zone 0: Im Inneren der Reinigungsanlage, in der im Normalbetrieb Nebel auftritt, bzw. im Sprühbereich Zone 1: Übriger Bereich im Innern und in den Abluftleitungen der technischen Lüftung bis zum Tropfenabscheider oder bis zum Auslass Zone 2: 1,0 m um die Eingangstür zum Sprühbereich bis zum Boden	keine
	b) Tunnelanlage		2.4.4.3	Zone 0: Im Inneren der Reinigungsanlage, in der im Normalbetrieb Nebel auftritt, bzw. im Sprühbereich Zone 1: Übriger Bereich im Innern und in den Abluftleitungen der technischen Lüftung bis zum Tropfenabscheider oder bis zum Auslass Zone 2: 1,5 m um die Öffnungen bis zum Boden	keine

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutz- maßnah- men nach TRBS 2152 Teil 2)*	Festlegung der Zonen Zündquellenvermeidung nach TRBS 2152 Teil 3	Schutz- maßnah- men nach TRBS 2152 Teil 4
3	Anlagentyp C	<p>Reinigungsanlagen, in denen die Flüssigkeit eine Temperatur erreichen kann, bei der mit dem Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre während des Normalbetriebs zu rechnen ist. Diese Anlagen sind mit einer Überwachungseinrichtung (Gaswarneinrichtung) mit automatischer Schaltfunktion ausgestattet (DIN EN 12921-3).</p> <p><math>T_{OP} &gt; UEP</math></p> <p>Keine Zündquellen im Innenraum</p> <p>a1) geschlossene Anlage nach DIN EN 12921-3:2010-02 mit Maßnahmen zur Verringerung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre durch Inertisieren. Prozessbedingt und aufgrund der ausreichenden Qualität der Inertisierung und deren Überwachung ist mit dem Auftreten von g. e. A. nicht zu rechnen.</p> <p>a2) wie a1, jedoch ohne Maßnahmen zur Verringerung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre durch Inertisieren</p> <p>b1) Tunnelanlage mit Maßnahmen zur Verringerung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre durch Inertisieren</p> <p>b2) wie b1), jedoch ohne Maßnahmen zur Verringerung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre durch Inertisieren</p>	<p>2.3.3.2 2.5.3</p> <p>2.4.4.3</p> <p>2.3.3.2 2.5.3</p> <p>2.4.4.3</p>	<p>keine Zone</p> <p>Zone 0: im Innern der Anlage Zone 1: benachbarte Bereiche (im Innern) zur Betriebsfläche, abhängig von der Konstruktion der Kühlfläche und der technischen Lüftung Zone 2: benachbarte Bereiche zur Betriebsfläche, abhängig von der Konstruktion der Kühlfläche und der technischen Lüftung Zone 2: 1,0 m um die Öffnung bis zum Boden</p> <p>keine Zone</p> <p>Zone 0: im Innern der Anlage Zone 1: benachbarte Bereiche (im Innern) zur Betriebsfläche, abhängig von der Konstruktion der Kühlfläche und der technischen Lüftung Zone 2: benachbarte Bereiche zur Betriebsfläche, abhängig von der Konstruktion der Kühlfläche und der technischen Lüftung Zone 2: 1,5 m um die Öffnungen bis zum Boden</p>	<p>keine</p> <p>keine</p>
4	Besondere Reinigungsräume	<p>Reinigen von Hand; Bildung von g. e. A. möglich wegen großer Verdunstungsflächen Die Flüssigkeitstemperatur ist größer als die Grenztemperatur.</p> <p><math>T_{OP} &gt; T_{Grenz}</math></p>	2.4.4.3	<p>Zone 1: ganzer Raum bei Räumen über 5,0 m Höhe: Zone 1 bis 4 m horizontal um bzw. 2,5 m über Anlage/Objekt bis zum Boden Zone 2 weitere 2,0 m horizontal und weitere 1,0 m über Anlage/Objekt bis zum Boden</p>	
5	Reinigen von Hand an Arbeits-tischen (z. B. mit Lappen)	<p>kein Versprühen Die Flüssigkeitstemperatur ist immer kleiner als die Grenztemperatur.</p> <p><math>T_{OP} &lt; T_{Grenz} \leq UEP</math></p>	2.4.4.2	keine Zone	keine
6	Offenes Reinigen in Behältern ohne Beheizung, z. B. Tauchbehälter	<p>Gereinigte Teile tropfen über Bad ab und stellen selbst eine Lösemittel-Emissionsquelle dar. Kein Versprühen Lösemittel-Emissionsquellen sind daher die Badoberfläche/Öffnung des Behälters sowie die benetzte Kontur des abtropfenden Werkstücks/Anschlagmittels.</p>			

Anhang 1 a Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit entzündbaren Flüssigkeiten

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/Hinweise	Schutz- maßnahmen nach TRBS 2152 Teil 2)*	Festlegung der Zonen Zündquellenvermeidung nach TRBS 2152 Teil 3	Schutz- maßnahmen nach TRBS 2152 Teil 4
		a) Die Flüssigkeitstemperatur ist kleiner als die oder nur selten und kurzzeitig gleich der Grenztemperatur. $T_{OP} \leq T_{Grenz} \leq UEP$	2.4.4.2	Zone 2: 2,0 m horizontal und 1,0 m über der Lösemittel-Emissionsquelle bis zum Boden	keine
		b) Die Flüssigkeitstemperatur ist größer als die Grenztemperatur. $T_{OP} > T_{Grenz}$ Flüssigkeitsoberfläche $\leq 0,25 \text{ m}^2$ Absaugung an der Emissionsquelle	2.4.4.4	Zone 1: 1,0 m horizontal und 1,0 m über der Lösemittel-Emissionsquelle bis zum Boden und in der Absaugung.	keine
		c) wie b) jedoch ohne Absaugung an der Emissionsquelle	2.4.4.2	Zone 1: 2,5 m horizontal und 1,5 m über der Lösemittel-Emissionsquelle bis zum Boden Zone 2: weitere 2,0 m horizontal und 1,0 m über der Lösemittel-Emissionsquelle bis zum Boden	keine
		d) wie b) jedoch Flüssigkeitsoberfläche $> 0,25 \text{ m}^2$	2.4.4.4	Zone 1: 2,5 m horizontal und 1,5 m über der Lösemittel-Emissionsquelle bis zum Boden und in der Absaugung Zone 2: weitere 2,5 m horizontal und 1,5 m über der Lösemittel-Emissionsquelle bis zum Boden	keine
7	Reinigen einzelner Maschinen und Werkstücke von Hand	ausgewiesene, fest eingerichtete Reinigungsarbeitsplätze kein Versprühen			
		a) Die Flüssigkeitstemperatur ist immer kleiner als die oder gleich der Grenztemperatur. $T_{OP} \leq T_{Grenz} \leq UEP$	2.4.4.2	keine Zone	keine
		b) Die Flüssigkeitstemperatur ist größer als die Grenztemperatur. $T_{OP} > T_{Grenz}$ Objektabsaugung (Erfassung an der Emissionsquelle)	2.4.4.4	Zone 1: Im Innern der Objektabsaugung sowie 1,0 m um die Öffnung der Objektabsaugung und bis zum Boden; mindestens jedoch 1,0 m um den Reinigungsarbeitsplatz Zone 2: Sofern die benetzte Werkstückoberfläche über den Erfassungsbereich der Objektabsaugung hinausragt, in einem Bereich von bis zu weiteren 5 m um den Reinigungsarbeitsplatz	keine
		c) wie b) jedoch nur technische Lüftung (Raumluftechnische Anlage)	2.4.4.3	Zone 1: 2,5 m horizontal und 1,5 m über den Reinigungsarbeitsplatz bis zum Boden Zone 2: weitere 2,0 m horizontal um den Reinigungsarbeitsplatz bis zum Boden	keine
		d) wie b) jedoch nur natürliche Lüftung	2.4.4.2	Zone 1: 5,0 m horizontal und 1,5 m über dem Reinigungsarbeitsplatz bis zum Boden Zone 2: weitere 5,0 m horizontal um den Reinigungsarbeitsplatz bis zum Boden	keine

$T_{OP}$  = Verarbeitungstemperatur der Flüssigkeit  
 $T_{Grenz}$  = Grenztemperatur  
 UEP = Unterer Explosionspunkt

)\*In den vorstehenden Beispielen wird durch die Angabe in Spalte 4 auf die Anforderungen aus der TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722 verwiesen. Die hier genannten Verweise sind in Anhang 1b aufgeführt.

# Anhang 1b

## Auszug aus der TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722

### 2.3.2 Konzentrationsbegrenzung

(1) Durch Maßnahmen zur Konzentrationsbegrenzung soll die Konzentration der brennbaren Stoffe unterhalb der unteren oder oberhalb der oberen Explosionsgrenze gehalten werden. Beim Anfahren und Abfahren kann der Explosionsbereich durchfahren werden. Dieses ist in geeigneter Weise zu berücksichtigen.

#### **Hinweis 1**

*Liegt die Konzentration in einem Arbeitsmittel einschließlich Anlagen und Anlagenteilen über der oberen Explosionsgrenze, besteht zwar im Inneren keine Explosionsgefahr; austretende Gemische können jedoch durch Vermischung mit Luft Explosionsgefahr außerhalb des Anlagenteils hervorrufen.*

#### **Hinweis 2**

*Liegt die Temperatur einer Flüssigkeitsoberfläche in einem Anlagenteil oberhalb des oberen Explosionspunktes, so ist dort nicht notwendigerweise von Gemischkonzentrationen oberhalb der oberen Explosionsgrenze auszugehen.*

#### **Bemerkung**

Es ist möglich, durch Zugabe von brennbaren Gasen die Gesamtkonzentration der brennbaren Komponenten stets oberhalb der für das gesamte Gemisch gültigen oberen Explosionsgrenze zu halten.

(2) Bei brennbaren Flüssigkeiten wird die untere Explosionsgrenze sicher unterschritten, wenn die Temperatur an der Flüssigkeitsoberfläche hinreichend weit (etwa 5 K bis 15 K, vgl. Nummer 3.2 Absatz 4 Ziffer 2 Buchstabe b der TRBS 2152 Teil 1 TRGS 721) unterhalb des Flammpunktes gehalten wird.

(3) Bei Stäuben ist die Vermeidung explosionsfähiger Gemische durch Begrenzung der Konzentration schwer zu erreichen. Insbesondere ist die Wechselwirkung zwischen aufgewirbeltem und abgelagertem Staub zu beachten. Homogene Staub/Luft-Gemische treten äußerst selten auf. Daher ist es in der Regel nur selten möglich, als Staubkonzentration die Gesamtmenge des Staubs bezogen auf den gesamten Raum oder das Gesamtvolumen eines Arbeitsmittels einschließlich Anlagen und Anlagenteilen zu betrachten und dabei eine gleichmäßige Verteilung anzunehmen.

(4) Bei inhomogener Staubverteilung kann in Teilen von Anlagen und Anlagenteilen sowie Behältern oder Räumen auch dann Explosionsgefahr bestehen, wenn die auf das Gesamtvolumen bezogene Staubmenge außerhalb der Explosionsgrenze liegt.

### 2.3.3.2 Inertisierung explosionsfähiger Atmosphäre aus brennbaren Gasen und Dämpfen

(1) In Tabelle 1 sind für einige Stoffe die bei Inertisierung sicher zu unter- oder überschreitenden Grenzwerte angegeben.

#### **Hinweis**

*Es sind hinreichende Sicherheitsabstände zu den experimentell bestimmten Grenzwerten vorzusehen.*

2) Bei der totalen Inertisierung werden explosionsfähige Gemische dadurch vermieden, dass das Verhältnis des Partialdruckes des Inertgases zu demjenigen des brennbaren Gases oder Dampfes einen bestimmten Grenzwert (s. Tabelle 1) überschreitet. In der Anlage zu dieser TRBS/TRGS ist ein Rechenbeispiel für eine totale Inertisierung aufgeführt.

#### **Hinweis 1**

*Die besondere technische Schwierigkeit besteht darin, dass der Partialdruck des brennbaren Gases oder Dampfes oft verfahrenstechnisch oder physikalisch (nämlich entsprechend der Dampfdruckkurve der Flüssigkeit) vorgegeben ist und damit zur Aufrechterhaltung der totalen Inertisierung ein erheblicher Gesamtüberdruck erforderlich sein kann.*

(3) Bei der partiellen Inertisierung muss die in Tabelle 1 angegebene Sauerstoffgrenzkonzentration unterschritten oder der Mindestwert des Verhältnisses der Molanteile von Inertgas (N<sub>2</sub> oder CO<sub>2</sub>) und Luft (L) (zur Inertisierung bei beliebiger Zugabe von brennbarem Stoff) überschritten werden. In der Anlage zu dieser TRBS/TRGS ist ein Rechenbeispiel für eine partielle Inertisierung aufgeführt.

**Tabelle 1:** Grenzwerte für die Inertisierung brennbarer Gase und Dämpfe bei 1 bar Gesamtdruck aus der Datenbank „Chemsafe“ der DECHEMA

Brennbarer Stoff	Temperatur in °C	Partielle Inertisierung				Totale Inertisierung	
		Sauerstoffgrenzkonzentration im Gesamtgemisch brennbarer Stoff/ Inertgas/Luft bei der Inertisierung mit:		Mindestwert des Verhältnisses der Molanteile von Inertgas (N <sub>2</sub> oder CO <sub>2</sub> ) und Luft (L) notwendig zur Inertisierung bei beliebiger Zugabe von brennbarem Stoff		Mindestwert des Verhältnisses der Molanteile von Inertgas (N <sub>2</sub> oder CO <sub>2</sub> ) und brennbarem Stoff (B) notwendig zur Inertisierung bei beliebiger Zugabe von Luft	
		N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> /L	CO <sub>2</sub> /L	N <sub>2</sub> /B	CO <sub>2</sub> /B
		C <sub>max</sub> O <sub>2</sub> in mol %	C <sub>max</sub> O <sub>2</sub> in mol %				
Acetaldehyd	50	8,4	–	1,5	–	–	–
Acrylsäure	80	8,0	–	1,6	–	–	–
Benzol	100	8,5	11,8	1,4	0,7	42	22
i-Butan	20	10,3	13,1	1,0	0,5	28	13
n-Butan	20	9,6	~12	1,1	–	27	–
Butanal	100	8,2	–	1,6	–	–	–
1-Butanol	130	8,2	–	1,6	–	–	–
t-Butanol	100	8,6	–	1,4	–	–	–
1-Butoxy-2-propanol	100	8,0	–	1,6	–	49	–
Butylacetat	100	9,5	–	1,2	–	–	–
Cyclohexan	100	8,5	11,3	1,3	0,8	54	27
Cyclohexanol	100	8,8	–	1,4	–	–	–
Cyclohexanon	100	8,0	–	1,6	–	–	–
Cyclopropan	20	9,0	~12	–	–	–	–
Dimethylether	20	8,5	–	1,5	–	–	–
1,4-Dioxan	100	7,0	–	2,0	–	–	–
Dipropylenglykol-dimethylether	150	7,4	–	1,9	–	–	–
Dipropylether	100	8,4	–	1,5	–	–	–
Ethan	20	8,8	11,7	1,3	0,7	21	11
Ethanol	20	8,5	–	1,4	–	17	–
Ethylacetat	20	9,8	–	1,1	–	23	–
Ethylen	20	7,6	10,5	1,7	0,9	24	13
Ethylenoxid	20	wegen Zerfallsfähigkeit von Ethylenoxid existieren diese Werte nicht				17	15
Heptan	100	–	10,9	–	0,9	–	35
Hexamethyldisiloxan	80	8,9	–	1,4	–	–	–
Hexan	20	9,3	11,6 * (100 °C)	1,3	0,8 * (100 °C)	42	32 * (100 °C)

Brennbarer Stoff	Temperatur in °C	Partielle Inertisierung				Totale Inertisierung	
		Sauerstoffgrenzkonzentration im Gesamtgemisch brennbarer Stoff/ Inertgas/Luft bei der Inertisierung mit:		Mindestwert des Verhältnisses der Molanteile von Inertgas (N <sub>2</sub> oder CO <sub>2</sub> ) und Luft (L) notwendig zur Inertisierung bei beliebiger Zugabe von brennbarem Stoff		Mindestwert des Verhältnisses der Molanteile von Inertgas (N <sub>2</sub> oder CO <sub>2</sub> ) und brennbarem Stoff (B) notwendig zur Inertisierung bei beliebiger Zugabe von Luft	
		N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> /L	CO <sub>2</sub> /L	N <sub>2</sub> /B	CO <sub>2</sub> /B
		C <sub>max</sub> O <sub>2</sub> in mol %	C <sub>max</sub> O <sub>2</sub> in mol %				
1-Hexanol	100	8,5	–	1,5	–	–	–
Kohlenmonoxid	20	4,3	4,6	3,1	1,7	6	3
Methan	20	9,9	13,7	1,0	0,4	11	5
Methanol	20	8,1	–	1,4	–	7	–
Methylethylketon	20	9,5	–	1,2	–	26	–
Pentan	20	9,3	–	~1,3	–	~42	–
Pentylacetat	100	9,2	–	1,3	–	–	–
Propan	20	9,8	12,6	1,1	0,6	26	13
Propanol-1	20	9,3	–	1,3	–	19	–
Propanol-2	20	8,7	–	1,4	–	25	–
Propylen	20	9,3	12,6	1,2	0,6	23	12
Propylenoxid	25	7,7	–	1,7	–	26	–
Propylformiat	20	9,8	–	1,1	–	21	–
Schwefelkohlenstoff	20	4,6	–	3,5	–	49	–
Tetrahydrofuran	100	8,3	–	1,5	–	–	–
Toluol	100	9,6	12,9	1,1	0,6	42	21
Vergaserkraftstoff	20	~9,3	–	~1,3	–	~42	–
Wasserstoff	20	4,3	5,2	3,4	1,8	17	12
Xylol	100	9,7	13,1	1,1	0,6	42	21

#### 2.4.4.2 Natürliche Lüftung

(1) Natürliche Lüftung ist Luftaustausch ohne gezielte technische Mittel. Der Luftaustausch erfolgt auf Grund von Dichte- bzw. Druckdifferenzen der Luft räumlich benachbarter Bereiche, ausgelöst durch Temperaturdifferenzen innerhalb/außerhalb eines Raumes oder durch Wind.

(2) Natürliche Lüftung kann als Explosionsschutzmaßnahme nur in Anspruch genommen werden, wenn die notwendigen treibenden Kräfte der natürlichen Lüftung einen ausreichenden Luftaustausch gewährleisten.

##### **Bemerkung 1**

In Räumen oberhalb Erdgleiche ohne besondere Be- und Entlüftungsöffnungen darf aufgrund von Witterungseinflüssen und baulicher Gestaltung eine Luftwechselzahl von mindestens  $n = 1$  angenommen werden (Ausnahmen: Energiespar-Bauweise). Industriebauten mit Entlüftungsöffnungen im Dachbereich weisen häufig einen höheren Luftwechsel auf.

##### **Bemerkung 2**

In Kellerräumen ist mit geringerer natürlicher Lüftung zu rechnen. Es stehen meist nur kleine Öffnungen und Fenster zur Verfügung, Temperaturdifferenzen im Raum können zwar zu Konvektion führen, aber der Luftaustausch mit Luft von außerhalb des betrachteten Raumes ist gering. Als Luftwechselzahl ist bei allseits unter Erdgleiche liegenden Kellerräumen als Richtwert etwa  $n = 0,4$  anzunehmen. Durch gezielte Zu- und Abluftöffnungen lässt sich dieser Wert bis auf ungefähr das Doppelte erhöhen. Eine weitere Erhöhung ist bei großflächigen Wärmequellen (Temperaturdifferenz gegenüber Außentemperatur mind. 5 K) möglich.

##### **Bemerkung 3**

Die räumliche Anordnung der Öffnungen von Zuluft und Abluft sollte die natürliche Konvektion unterstützen. Bei kleinen Räumen wird in der Regel die beste Wirkung erzielt, wenn sich die Öffnungen raumdiagonal gegenüber befinden (Querlüftung). Die sich in größeren Räumen deutlich ausprägenden Konvektionswalzen können genutzt und unterstützt werden durch entsprechende Abluftöffnungen im Deckenbereich.

##### **Bemerkung 4**

Wenn bauliche Maßnahmen für ungehinderten Ein- und Auslass von Luft vorgesehen werden und als treibende Kräfte für natürliche Lüftung großflächig andauernd warme Flächen mit einer Temperaturdifferenz von mindestens 5 K gegenüber Außentemperatur zur Verfügung stehen, stellt sich eine natürliche Lüftung ein, die signifikant über einer üblichen technischen Lüftung liegen kann. In diesen Fällen kann die natürliche Lüftung explosionstechnisch gleichwertig behandelt werden wie eine technische Lüftung nach Nummer 2.4.4.3.

#### 2.4.4.3 Technische Lüftung (Raumlüftung)

Technische Lüftung ist der Luftaustausch mit gezielten technischen Mitteln (z. B. Ventilatoren, Luftinjektoren). Sie führt zu einer Reduzierung brennbarer Stoffe innerhalb des betrachteten Lüftungstechnischen Bereiches. Sofern die technische Lüftung als Explosionsschutzmaßnahme eingesetzt wird, ist sie hinsichtlich Stärke, Güte und Verfügbarkeit zu bewerten.

##### **Bemerkung 5**

Treibende Kraft ist bei der technischen Lüftung entweder Unterdruck (z. B. bei lokaler Absaugung) mit in der Regel niedriger „Reichweite“ oder Überdruck (z. B. aus Frischluftauslässen) mit hoher „Reichweite“. Dabei sind folgende Erfordernisse zu beachten:

1. Die Wirksamkeit der Lüftung ist in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit, mit der explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann oder deren Auftreten eingeschränkt werden soll, zu überwachen. Sofern die Überwachung der Lüftung automatisch erfolgt, muss sie sich auf das Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre selbst (z. B. durch Gaswarnanlagen) oder zumindest auf den zu überwachenden Luftstrom (z. B. durch Strömungswächter) beziehen. Eine Überwachung des Betriebes von Teilen der Lüftungsanlage (z. B. Überwachung der Ventilatorumdrehzahl) ist in der Regel nicht ausreichend.
2. Das in einem explosionsgefährdeten Abluftsystem geförderte explosionsfähige Gemisch ist in Bereiche ohne Zündgefahren abzuführen; andernfalls sind Maßnahmen gegen Zündgefahren (entsprechend der im Abluftsystem vorliegenden Zone) in diesen Bereichen zu treffen oder es ist ein Flammenrückschlag in das Abluftsystem zu verhindern.

**Hinweis**

*Diese Forderung ist von besonderer Bedeutung für das Vermeiden von Zündgefahren durch nachgeschaltete Abluftreinigungsanlagen.*

3. Ansaugen von Zuluft aus explosionsgefährdeten Bereichen darf die Gefährdung nicht erhöhen. Wird Zuluft aus explosionsgefährdeten Bereichen entnommen, sind daher zusätzliche Maßnahmen (z. B. Einsatz von Gaswarneinrichtungen) erforderlich.
4. Zur Auslegung der Lüftung ist die Kenntnis von Ort, maximaler Stärke und Häufigkeit der Quelle explosionsfähiger Atmosphäre erforderlich; hierbei sind Maßnahmen gegen Zündgefahren (entsprechend der im Abluftsystem vorliegenden Zone) in diesen Bereichen zu treffen oder es ist ein Flammenrückschlag in das Abluftsystem zu verhindern.

**Hinweis**

*Diese Forderung ist von besonderer Bedeutung für das Vermeiden von Zündgefahren durch nachgeschaltete Abluftreinigungsanlagen.*

5. Zur Auslegung der Lüftung ist die Kenntnis von Ort, maximaler Stärke und Häufigkeit der Quelle explosionsfähiger Atmosphäre erforderlich; hierbei sind auch Betriebsstörungen (z. B. Leckagen an Dichtelementen) zu berücksichtigen.

**2.4.4.4 Objektabsaugung**

(1) Ist eine Austrittsstelle brennbarer Gase, Dämpfe oder Stäube aus einem Anlagenteil bekannt (z. B. Entlüftungs- und Beschickungsöffnungen), so können die austretenden Stoffe gezielt erfasst und abgeführt werden, z. B. durch Randabsaugung an offenen Behältern.

(2) Die Absaugung ist auf der Grundlage der spezifischen Parameter der zu erfassenden Stoffe, der anlagen- und prozesstechnischen sowie der betrieblichen Gegebenheiten auszulegen. Mögliche Störungen sind zu berücksichtigen.

**Hinweis**

*Werden keine besonderen technischen Maßnahmen getroffen, bleibt die Erfassung brennbarer Gase, Dämpfe oder Stäube auf den unmittelbaren Bereich der Objektabsaugung beschränkt.*

**2.5.3 Gaswarneinrichtungen mit automatischen Schaltfunktionen**

(1) Gaswarneinrichtungen können neben der Alarmierung noch zusätzliche Funktionen übernehmen. Die verfahrenstechnische Anlage bleibt dabei in Betrieb. Die Maßnahmen können sich entweder auf die Atmosphäre außerhalb oder auf das Innere der Anlagenteile beziehen. Beim Erreichen einer Schaltschwelle oder bei darüber liegenden, aber noch unbedenklichen Konzentrationen löst die Gaswarneinrichtung über automatische Schaltvorgänge Maßnahmen aus, die erfahrungsgemäß eine Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre sicher verhindern. Beispielsweise können beim Erreichen der Schaltschwelle besondere Lüftungseinrichtungen durch die Gaswarneinrichtung in Betrieb gesetzt werden. In dem Anlagenteil können weitere Maßnahmen ausgelöst werden, z. B. Herabsetzung des Innendruckes, Absperren der undichten Anlagenteile, Inertisierung, Abschalten von wirksamen Zündquellen.

(2) Diese Maßnahmen haben damit in der Regel einen Einfluss auf die Ausdehnung der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre oder auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre.

## Hinweise zur Inertisierung und Zonenauslegung Auslegung einer Inertisierung

### 1.1 Partielle Inertisierung

Nachfolgend ist ein Rechenbeispiel für die partielle Inertisierung aufgeführt:

1. Ein bestimmter Prozess mit Propan (als einzigem brennbaren Stoff) ist bei ca. 20 °C und 1 bar so mit Stickstoff zu inertisieren, dass im Inneren der Anlagenteile und Rohrleitungen keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entsteht. Die Sauerstoffkonzentration der Gasphase kann überwacht werden.
2. Die Sauerstoffgrenzkonzentration wird Tabelle 1 entnommen (Molgehalt  $C_{\max} O_2 = 9,8\%$ , alte Bezeichnung  $C_{\max} O_2 = 9,8 \text{ Vol.}\%$ ). Im vorliegenden Fall sei bekannt, dass verfahrensbedingt die Sauerstoffkonzentration örtlich und zeitlich um  $\pm 1\%$  (Molgehalt) schwanken kann. Ferner sollen evtl. Schutzfunktionen so schnell wirksam werden, dass nach ihrer Auslösung die Sauerstoffkonzentration maximal noch um 1% absolut ansteigen kann. Für die Schwankung werden hier 2% absolut angesetzt, da bei einer möglichen Schwankung von  $\pm 1\%$  um einen mittleren Wert der höchste Wert (der in diesem Beispiel nicht über 9,8% – dem Wert der Sauerstoffgrenzkonzentration – liegen darf) und der niedrigste Wert (der z. B. am Ort der Sauerstoffkonzentrationsmessung vorliegen kann) um 2% auseinanderliegen können.
3. Damit wird die höchstzulässige Sauerstoffkonzentration auf  $(9,8 - 2 - 1)\% = 6,8\%$  festgelegt. Zur Berücksichtigung der Eigenschaften der Sauerstoffüberwachungseinrichtung (u. a. Messabweichungen, Alarmverzögerungen) wird weiterhin eine Alarmschwelle unterhalb der höchstzulässigen Sauerstoffkonzentration bestimmt. Der hierfür nötige Sicherheitsabstand betrage im vorliegenden Fall 3%, so dass die Alarmschwelle bei  $(6,8 - 3)\% = 3,8\%$  liegt. Überschreitet die im Prozess gemessene Sauerstoffkonzentration die Alarmschwelle von 3,8% (Molgehalt), so werden die Schutzfunktionen ausgelöst.

### 1.2 Totale Inertisierung

Nachfolgend ist ein Rechenbeispiel für die totale Inertisierung mit zwei unterschiedlichen Inertgasen aufgeführt:

1. In einem Behälter soll Hexan bei 20 °C mit Inertgas (ohne Luft) so unter Druck stehen, dass bei einer Undichtigkeit im Gasraum des Behälters explosionsfähige Atmosphäre im Freien nicht entstehen kann. Hexan hat bei 20 °C einen Satttdampfdruck von ca. 0,16 bar.
  - a. Stickstoff als Inertgas: Der Tabelle 1 ist zu entnehmen, dass für die Inertisierung mit Stickstoff das Verhältnis der Molanteile und damit in guter Näherung der Partialdrücke von Stickstoff und Hexandampf mindestens 42 betragen muss, d. h. der Partialdruck des Stickstoffs muss mindestens bei  $(42 \times 0,16) \text{ bar} = 6,7 \text{ bar}$  liegen. Bei homogener Mischung des Stickstoffs mit dem Hexandampf im Behälter ist somit durch Aufdrücken von Stickstoff ein Gesamtdruck von  $(6,7 + 0,16) \text{ bar} = 6,9 \text{ bar}$  (entsprechend einem Überdruck gegen Atmosphäre von 5,9 bar) im Behälter erforderlich.
  - b. Kohlendioxid als Inertgas: Bei der Inertisierung mit Kohlendioxid beträgt das Verhältnis der Molanteile von Kohlendioxid zu Hexandampf nach Tabelle 1 mindestens 32. Die analoge Rechnung ergibt, dass zum Erreichen des Schutzziels durch Zugabe von Kohlendioxid ein Gesamtdruck von  $(32 \times 0,16 + 0,16) \text{ bar} = 5,3 \text{ bar}$  (entsprechend einem Überdruck von 4,3 bar) einzustellen ist.

# Anhang 2

## Zündquellenarten und Schutzmaßnahmen

Die folgende tabellarische Aufzählung gibt beispielhaft wichtige Hinweise zu Schutzmaßnahmen in den jeweiligen Zonen. Eine Festlegung aller erforderlichen Schutzmaßnahmen ist dort nicht enthalten; diese treffen die Betreibenden in ihrer Gefährdungsbeurteilung unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen.

Art der Zündquelle	Hinweise zu grundlegenden Schutzmaßnahmen	Quellen für weitere Informationen
0. Allgemein	Vermeidung von wirksamen Zündquellen: Zone 2: im Normalbetrieb und bei vorhersehbarem Fehlgebrauch; Zone 1: zusätzlich zu den Maßnahmen für Zone 2 auch bei üblicherweise zu erwartenden Betriebsstörungen (Fehlerzuständen); Zone 0: zusätzlich zu den Maßnahmen für Zone 1, 2 auch bei seltenen Betriebsstörungen (z. B. die Kombination von zwei unabhängigen, üblicherweise zu erwartenden Fehlerzuständen)	TRBS 2152, Teil 3, 5.1
1. Heiße Oberflächen	Begrenzung der Oberflächentemperatur: Zone 2: $T_{\max} < \text{Zündtemperatur}$ ; Zone 1: $T_{\max} \leq 80\%$ der Zündtemperatur, nur in Ausnahmefällen höher; jedoch in jedem Fall $< \text{Zündtemperatur}$ Zone 0: $T_{\max} \leq 80\%$ der Zündtemperatur	TRBS 2152, Teil 3, 5.2; für Geräte siehe auch DIN EN 60079-0 ff.
2. Flammen, heiße Gase	Vermeidung von offenen Flammen, Begrenzen der Temperatur, Abscheiden von zündfähigen Partikeln und Verhindern von Gasrückströmung und Flammendurchschlägen	TRBS 2152, Teil 3, 5.3
3. Mechanische Funken	Vermeidung von Trockenreibung, Schlagen oder Schleifen, Vermeidung von zündfähigen Reib-, Schlag- oder Schleiffunken sowie von dabei entstehenden zündfähigen heißen Oberflächen, Verwendung funkenarmer Materialpaarungen, eingeschränkte Verwendbarkeit von Leichtmetallen	TRBS 2152, Teil 3, 5.4; DIN EN 13463-1 ff. bzw. DIN EN ISO 80079-36/-37
4. Elektrische Betriebsmittel	Auswahl von Geräten und Komponenten: Zone 2: Gerätekategorie 3 G; Zone 1: Gerätekategorie 2 G; Zone 0: Gerätekategorie 1 G; geliefert mit Konformitätserklärung nach Richtlinie 94/9/EG bzw. 2014/34/EU und mit Betriebsanleitung	TRBS 2152, Teil 3, 5.; DIN EN 60079-0 ff.; Installation nach DIN EN 60079-14
5. Elektrische Ausgleichsströme	Potentialausgleich	TRBS 2152, Teil 3, 5.6; Installation nach DIN EN 60079-14
6. Statische Elektrizität	Mindestleitfähigkeit von Flüssigkeiten und Mehrphasensystemen, Begrenzung des Oberflächenwiderstands oder Begrenzung der Oberfläche nicht leitfähiger Teile, hinreichende Ableitfähigkeit für leitfähige Teile und leitfähige Flüssigkeiten, gegebenenfalls ableitfähiger Boden und ableitfähige Kleidung, ableitfähige Geräte und Einrichtungen sicher erden	TRGS 727, Nummern 3, 4 und 8
7. Blitzschlag	Blitzschutzanlage (z. B. für das Gebäude) nur für Zone 0 und Zone 1, sonst keine Anforderungen	TRBS 2152, Teil 3, 5.8; siehe auch DIN EN 60079-14 und DIN EN 62305-3, Anh. D
8. Hochfrequenzwellen	Begrenzung der Leistung bzw. der Energie	TRBS 2152, Teil 3, 5.8; DIN EN 60079-0
9. Lichtwellen, optische Strahlung	Begrenzung der flächenbezogenen Leistungsdichte oder der flächenbezogenen Energiedichte oder Kapselung	TRBS 2152, Teil 3, 5.10; siehe auch DIN EN 60079-28
10. Ionisierende Strahlung	Begrenzung der Energie eines Strahlungsimpulses oder des Energieflusses (der Leistung) einer Dauerstrahlung oder Kapselung	TRBS 2152, Teil 3, 5.11; DIN EN 60079-0
11. Ultraschall	Frequenz $> 10$ MHz: nicht zulässig oder Einzelnachweis Frequenz $< 10$ MHz: $I_{\max} \leq 1 \text{ mW/mm}^2$ oder Einzelnachweis auf Basis der Ergebnisse des Forschungsprojekts „Zündwirksamkeit von Ultraschall beim Einsatz in explosionsfähigen Dampf- und Gas-Luft Atmosphären“ (► <a href="http://dx.doi.org/10.7795/210.20141212x">http://dx.doi.org/10.7795/210.20141212x</a> )	TRBS 2152, Teil 3, 5.12
12. Adiabatische Kompression	Vermeidung von Arbeitsvorgängen, die zündfähige Kompressionen oder Stoßwellen auslösen können, z. B. durch langsames Öffnen von Schiebern und Ventilen zwischen Anlagenabschnitten mit hohen Druckverhältnissen.	TRBS 2152, Teil 3, 5.13; Zur Installation von Leuchtstofflampen siehe DIN EN 60079-14
13. Chemische Reaktion	Vermeidung von Stoffen, die zur Selbstentzündung oder zu einer gefährlichen Temperaturerhöhung durch chemische Reaktionen führen können, oder geeignete Schutzmaßnahmen, wie z. B. Inertisierung.	TRBS 2152, Teil 3, 5.14

# Anhang 3

## Gefährdungsmatrix zur Beurteilung der dermalen Gefährdung nach TRGS 401

(Quelle: BG ETEM, Infomittel S 017 „Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung“)

### Beurteilung

Die Beurteilung der Gefährdung durch Hautkontakt erfolgt nach drei Kategorien (s. TRGS 401):

- g** geringe Gefährdung durch Hautkontakt
- m** mittlere Gefährdung durch Hautkontakt
- h** hohe Gefährdung durch Hautkontakt

### Gefährdungsmatrix

Bei Datenlücken sind die unterstellten Gefährlichkeitsmerkmale nach Nummer 3.2 Abs. 3 und 4, TRGS 401 zu berücksichtigen.

Eigenschaft	Kennzeichnung der Stoffe/ Zubereitungen mit *	Dauer/Ausmaß des Hautkontaktes			
		Kurzfristig ( < 15 Minuten)		Längerfristig ( > 15 Minuten)	
		kleinflächig Spritzer	groß- flächig	kleinflächig Spritzer	groß- flächig
hautreizend	<b>EUH 066</b> (R 66)	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>m</b>
	<b>H315</b> (R 38)	<b>g</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
ätzend	<b>pH ≤ 2 bzw. pH ≥ 11,5</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>h</b>
	<b>H314</b> (R 34, R 35)	<b>m</b>	<b>m/h</b>	<b>m/h</b>	<b>h</b>
hautresorptiv	<b>H312</b> (R 21)	<b>g</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>h</b>
	<b>H311</b> (R 24)	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>h</b>
	<b>H311 und H314</b> (R 24 (in Kombination mit R 34 bzw. R 35))	<b>h</b>	<b>h</b>	<b>h</b>	<b>h</b>
	<b>H310</b> (R 27)	<b>h</b>	<b>h</b>	<b>h</b>	<b>h</b>
hautresorptiv und sonstige Eigenschaften	<b>H341, H351</b> (R 68 **, R 40 **)	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>h</b>
	<b>H361</b> (R 62 **, R 63 **)	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
	<b>H340, H350, H360</b> (R 45 **, R 46 **, R 60 **, R 61 **)	<b>h</b>	<b>h</b>	<b>h</b>	<b>h</b>
sensibilisierend	<b>H317</b> (R 43, (R 42/43), sensibilisierende Gefahr- stoffe nach Anlage 3 sowie nach Nummer 3.2.1 Abs. 2 oder 3)***	<b>g</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>h</b>

\* Die schwach gedruckten R-Sätze sind derzeit noch Bestandteil der TRGS 401 und dienen zur vergleichenden Orientierung.

\*\* wenn hautresorptiv

\*\*\* Abweichend liegt bei allen Tätigkeiten mit dermalen Gefährdung durch Stoffe, bei denen praktische Erfahrungen zeigen, dass diese Stoffe oder Zubereitungen eine Sensibilisierung bei einer erheblichen Anzahl von Beschäftigten durch Hautkontakt hervorrufen können (z. B. unausgehärtete Epoxidharzsysteme), eine hohe Gefährdung vor.

Entsprechend der Kennzeichnung bzw. Einstufung der Stoffe im Sicherheitsdatenblatt sowie Dauer und Ausmaß des Hautkontakts ergeben sich die Gefährdungskategorien g, m oder h. Hieraus lassen sich dann die zu beachtenden Maßnahmen ableiten.

Schutzmaßnahmen / Wirksamkeit		
Maßnahmen geringer Gefährdung »g«	Betriebliche Umsetzung	Wirksamkeit / Prüfung
<i>Allgemeine Hygienemaßnahmen nach TRGS 500</i> <i>Waschgelegenheiten zur Verfügung stellen</i> <i>Wechseln verschmutzter Kleidung</i> <i>Sachgerechte Reinigung der Kleidung durch das Unternehmen</i> <i>Maschinenputzlappen nicht zur Händereinigung benutzen</i> <i>Gehörschutzstöpsel nicht mit verschmutzten Händen anfassen</i> <i>Keine Löse- und Reinigungsmittel zur Händereinigung</i>		
<b>Maßnahmen mittlerer Gefährdung »m«</b>		
<i>Maßnahmen entsprechend »g« und zusätzlich:</i> <i>Substitutionsgebot</i> <i>Verwenden von technischen Hilfsmitteln, die einen Hautkontakt ausschließen</i> <i>Schutzhandschuhe</i> <i>Hautmittel – Schutz, Reinigung, Pflege</i> <i>Hautschutzplan</i> <i>Gegebenenfalls arbeitsmedizinische Angebotsvorsorge</i> <i>Bei Feuchtarbeit &gt; 4 Stunden Pflichtvorsorge</i>		
<b>Maßnahmen hoher Gefährdung »h«</b>		
<i>Maßnahmen entsprechend »m« und zusätzlich:</i> <i>Geschlossene Anlage</i> <i>Arbeitsverfahren nach dem Stand der Technik</i> <i>Gegebenenfalls arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge</i>		

# Anhang 4

## Muster-Gefährdungsbeurteilung 1, Teilereinigung 1, Reinigen von Metallkleinteilen 1, Reiniger 1

### Muster-Gefährdungsbeurteilung, Dokumentation Teilereinigung

(Quelle: BG ETEM, Infomittel S 017)

#### Bitte beachten:

Die kursiv gesetzten Einträge sind Beispieltexthe, die Sie für Ihren Bedarf abändern können.

## Gefährdungsbeurteilung – Dokumentation nach GefStoffV

Erstellt von:

Verantwortliche Person:

Datum:

Arbeitsbereich: *Teilereinigung*

Tätigkeit: *Reinigen von Metallkleinteilen*

### Beschreibung der Tätigkeiten

*An dem Reinigungsplatz werden Metallkleinteile in speziellen Waschbehältern in den darin befindlichen Reiniger getaucht und gereinigt. Im Behälter befinden sich 10 Liter des Reinigers (Oberfläche ca. 0,25 m<sup>2</sup>). Der Reiniger hat einen Flammpunkt von 18°C. Der Reinigungsplatz ist in einem abgetrennten Raum (Fläche: 20 m<sup>2</sup>, Höhe: 4,50 m) mit natürlicher Belüftung (zwei öffnenbare Fenster) eingerichtet. Die Reinigungsarbeiten dauern täglich ca. 2 Stunden. Die gereinigten Teile werden zum Abtropfen und Trocknen direkt neben dem Reinigungsplatz abgelegt.*

*Es werden pro Schicht ca. 0,5 Liter Reiniger ergänzt.*

### Verwendete/freigesetzte Gefahrstoffe

Bezeichnung	Kennzeichnung/R-Sätze	Menge
<i>KW-Reiniger: Kohlenwasserstoffgemisch aus n-, iso- und cyclo-Aliphaten (Naphthene), überwiegend im Bereich C9-C15</i>	<i>Entzündbare Flüssigkeiten, Kat. 2; H224  Reizwirkung auf die Haut, Kat. 2; H315  Aspirationsgefahr, Kat. 1; H304  Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kat. 3; H336  Chronisch gewässergefährdend, Kat. 2; H411</i>	<i>10 Liter im Waschbehälter</i>

### Beurteilung

#### Gefahren durch Inhalation

*Es besteht eine Gefährdung durch das Einatmen der freigesetzten Dämpfe. Messungen in der Luft am Arbeitsplatz ergaben bei geschlossenen Fenstern Messwerte von 550/600/650 mg/m<sup>3</sup> (als Schichtmittelwerte; AGW = 600 mg/m<sup>3</sup>). Es sind technische emissionsmindernde Maßnahmen erforderlich.*

#### Gefahren durch Hautkontakt

*Beim Teilereinigen ist ein Hautkontakt nicht auszuschließen. Es besteht eine mittlere bis hohe Gefährdung durch Hautkontakt entsprechend TRGS 401.*

#### Physikalisch-chemische und sonstige Gefahren

*Aufgrund des niedrigen Flammpunktes und des hohen Dampfdrucks besteht ein hohes Freisetzungspotenzial des Reinigers. Der gesamte Raum müsste als explosionsgefährdeter Bereich in Zone 1 eingestuft werden, wenn technische Maßnahmen (siehe Ex-Schutzdokument) nicht umgesetzt werden.*

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit	Zuständigkeit (Termin)
<i>Es wird nach einem ungefährlicheren Ersatzstoff mit höherem Flammpunkt gesucht (TRGS 600).</i>	Unternehmensleitung, Einkauf
<i>Da eine Änderung des Verfahrens nicht möglich ist, werden lufttechnische Maßnahmen erforderlich. Danach sollen Messungen durch eine akkreditierte Messstelle erfolgen.</i>	Unternehmensleitung
<i>Am Waschplatz wird eine Wandabsaugung installiert, für die gereinigten Teile wird eine dreiseitig geschlossene und abgesaugte Kabine installiert. Die Zuluft soll aus einer benachbarten Halle über spezielle Zuluftöffnungen in den Raum geleitet werden. Die abgesaugten Dämpfe werden über eine vorhandene Absauganlage einer Lackierkabine abgeführt. Nach Installation der Absauganlage erfolgt eine Abnahme entsprechend DIN 12599 durch den Errichtungsbetrieb der lufttechnischen Einrichtung sowie eine Gefahrstoffmessung entsprechend TRGS 402.</i>	Umsetzung der Maßnahmen bis zum Termin ..... durch Herrn/Frau .....
<i>Bis die Maßnahmen umgesetzt sind (drei Wochen), werden die Teile zum Abdunsten in einen benachbarten abgesaugten Bereich verbracht. Das Teilereinigen erfolgt bei geöffneten Fenstern.</i>	Vorgesetzter/Vorgesetzte der Abteilung Teilereinigung/alle Beschäftigten
<i>Jährliche Prüfung der lufttechnischen Einrichtung durch eine befähigte Person mit Dokumentation der Ergebnisse.</i>	Einkauf; Wartungsvertrag mit Fa. »Lüftung«
<i>Zoneneinteilung und Maßnahmen sind in einem Explosionsschutzdokument zu dokumentieren.</i>	Ein Ex-Schutzdokument nach § 6 GefStoffV wird bis zum Termin ..... von Herrn/Frau ..... erarbeitet.
<i>Bereitstellen lösemittelbeständiger Chemikalienschutzhandschuhe (werden in der Betriebsanweisung konkret genannt).</i>	Vorgesetzter/Vorgesetzte der Abteilung Teilereinigung/Betriebsarzt/Betriebsärztin
<i>Hautschutzpräparate werden am Händewaschplatz bereitgehalten; ein Hautschutzplan regelt die Anwendung von Hautschutz, Hautreinigung und -pflege.</i>	Vorgesetzter/Vorgesetzte der Abteilung Teilereinigung/Betriebsarzt/Betriebsärztin
<i>Betriebsanweisung, Unterweisung und arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung.</i>	Vorgesetzter/Vorgesetzte der Abteilung Teilereinigung/alle Beschäftigten
<i>Einhaltung der Betriebsanweisung und des Hautschutzplan, u. a. des Ess-, Trink- und Rauchverbotes.</i>	Vorgesetzter/Vorgesetzte der Abteilung Teilereinigung/alle Beschäftigten
<i>Angebot der arbeitsmedizinischen Vorsorge nach G 24.</i>	Unternehmensleitung/Betriebsarzt/Betriebsärztin
Angewendete Vorschriften/Literatur	
<i>DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“</i>	
<i>DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“</i>	
<i>DGUV Regel 109-010 „Richtlinien für Einrichtungen zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln“</i>	
<i>DGUV Information 209-046 „Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe“</i>	
<i>DGUV Information 212-007 „Chemikalienschutzhandschuhe“</i>	
<i>Informationsmaterial der BG ETEM S 018 „Leitfaden zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes“, S 017 „Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoff-Verordnung“</i>	

# Anhang 5

## Muster-Gefährdungsbeurteilung 2, Teilereinigung 2, Reinigen von Metallkleinteilen 2, Reiniger 2

### Teilereinigung nach Durchführung der Substitution und Umsetzung technischer Maßnahmen

(Quelle: BG ETEM)

#### Bitte beachten:

Die kursiv gesetzten Einträge sind Beispieltexte, die Sie für Ihren Bedarf abändern können.

### Gefährdungsbeurteilung – Dokumentation nach GefStoffV

Erstellt durch:

Verantwortliche Person:

Datum:

Arbeitsbereich: *Teilereinigung*

Tätigkeit: *Reinigen von Metallkleinteilen*

#### Beschreibung der Tätigkeiten

*An dem Reinigungsplatz werden Metallkleinteile in speziellen Waschbehältern in den darin befindlichen Reiniger getaucht und gereinigt. Im Behälter befinden sich 10 Liter des Reinigers (Oberfläche ca. 0,25 m<sup>2</sup>). Der Reiniger hat einen Flammpunkt von 55/60°C. Eine Substitutionsprüfung ist erfolgt. Der Reinigungsplatz ist in einem abgetrennten Raum (Fläche: 20 m<sup>2</sup>, Höhe: 4,50 m) eingerichtet. Die Reinigungsarbeiten dauern täglich ca. 2 Stunden. Die gereinigten Teile werden zum Abtropfen und Trocknen direkt neben dem Reinigungsplatz abgelegt. Am Reinigungsbehälter und am Abdunstplatz sind wirksame Absaugungen mit Fortluft nach außen installiert. Über eine Zuluft wird das Luftdefizit im Raum ausgeglichen.*

*Es werden pro Schicht ca. 0,5 Liter Reiniger ergänzt.*

#### Verwendete/freigesetzte Gefahrstoffe

Bezeichnung	Kennzeichnung/R-Sätze	Menge
<i>KW-Reiniger: Kohlenwasserstoffgemisch aus C9 – C 15- Aliphaten</i>	<i>Reizwirkung auf die Haut, Kat. 2; H315  Chronisch gewässergefährdend, Kat. 2; H411</i>	<i>10 Liter im Waschbehälter</i>

#### Beurteilung

##### Gefahren durch Inhalation

*Es besteht keine Gefährdung durch das Einatmen der freigesetzten Dämpfe. Messungen in der Luft am Arbeitsplatz ergaben bei geschlossenen Fenstern Messwerte von 20/ 25/ 21 mg/m<sup>3</sup> (als Schichtmittelwerte; AGW = 600 mg/m<sup>3</sup>). Es sind keine weiteren emissionsmindernden Maßnahmen erforderlich.*

##### Gefahren durch Hautkontakt

*Beim Teilereinigen ist ein Hautkontakt nicht auszuschließen. Es besteht eine mittlere bis hohe Gefährdung durch Hautkontakt entsprechend TRGS 401.*

##### Physikalisch-chemische und sonstige Gefahren

*Die untere Explosionsgrenze (UEG) wird an keiner Stelle überschritten. Das wird erreicht, wenn die Grenztemperatur nicht überschritten wird.*

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit	Zuständigkeit (Termin)
<i>Eine Substitutionsprüfung nach TRGS 600 ist erfolgt, eine Überprüfung erfolgt spätestens nach drei Jahren.</i>	<i>Unternehmensleitung, Einkauf</i>
<i>Die lufttechnischen Maßnahmen (Absaugung am Prozessbehälter und Zuluft im Raum) wurden entsprechend den Regeln der Technik errichtet.</i>	<i>Unternehmensleitung, Projektleitung Herr/Frau .....</i>
<i>Nach Installation der Absauganlage erfolgte eine Abnahme entsprechend DIN 12599 durch den Errichter der lufttechnischen Einrichtung sowie eine Gefahrstoffmessung entsprechend TRGS 402.</i>	<i>Unternehmensleitung, Projektleitung Herr/Frau .....</i>
<i>Die jährliche Prüfung der lufttechnischen Einrichtung durch eine befähigte Person nach TRBS 1203 ist organisiert. Die Ergebnisse der Prüfungen werden dokumentiert.</i>	<i>Abteilung Instandhaltung, Herr/Frau .....</i>
<i>Lösemittelbeständige Schutzhandschuhe werden bereitgestellt und sind in der Betriebsanweisung konkret genannt.</i>	<i>Vorgesetzte/Vorgesetzter der Abteilung Teilereinigung/Betriebsarzt/Betriebsärztin</i>
<i>Hautschutzpräparate werden am Händewaschplatz bereitgehalten; ein Hautschutzplan regelt die Anwendung von Hautschutz, Hautreinigung und -pflege.</i>	<i>Vorgesetzte/Vorgesetzter der Abteilung Teilereinigung/Betriebsarzt/Betriebsärztin</i>
<i>Betriebsanweisung, Unterweisung und arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung.</i>	<i>Vorgesetzte/Vorgesetzter der Abteilung Teilereinigung/Betriebsarzt/Betriebsärztin</i>
<i>Einhaltung der Betriebsanweisung und des Hautschutzplan, u.a. des Ess-, Trink- und Rauchverbotes.</i>	<i>Vorgesetzte/Vorgesetzter der Abteilung Teilereinigung/Beschäftigte</i>
<i>Angebot der arbeitsmedizinischen Vorsorge nach G 24.</i>	<i>Vorgesetzte/Vorgesetzter der Abteilung Teilereinigung/Betriebsarzt/Betriebsärztin</i>
Angewendete Vorschriften/Literatur	
<i>DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“</i>	
<i>DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“</i>	
<i>DGUV Regel 109-010 „Richtlinien für Einrichtungen zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln“</i>	
<i>DGUV Information 209-046 „Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe“</i>	
<i>DGUV Information 212-007 „Chemikalienschutzhandschuhe“</i>	
<i>Informationsmaterial der BG ETEM S 018 „Leitfaden zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes“, S 017 „Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoff-Verordnung“</i>	

# Anhang 6

## Muster-Betriebsanweisung 1, Handanlage, Hochalkalische Reinigung

### Betriebsanweisung gem. § 14 GefStoffV

Firma: \_\_\_\_\_

Arbeitsbereich: Metallreinigung

Arbeitsplatz: Handanlage, Hochalkalische Reinigung

Stand: \_\_\_\_\_

Verantwortlich: \_\_\_\_\_  
Unterschrift

Tätigkeit: **Bedienung der Reinigungsanlage**

B 024 – GHS

### Gefahrstoffbezeichnung

**Alkalischer Reiniger (Natriumhydroxid in wässriger Lösung)** \_\_\_\_\_

### Gefahren für Mensch und Umwelt



Gefahr

- Verursacht schwere Verätzungen bei Berührung mit Augen, Haut und Schleimhäuten
- Heftige (exotherme) Reaktion mit Säuren (Verspritzen bei Hitzeentwicklung möglich)
- Verbrühungen/Verbrennungen durch heißen Reiniger und Anlagenteile (Behälterwandung etc.) möglich
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Beim Arbeiten an der Abkochentfettung stets Schutzkleidung (laugenfester Arbeitsanzug, Schürze, Stiefel, Schutzhandschuhe aus Gummi \_\_\_\_\_) tragen
- Augenschutz (mit Seitenschutz), ggf. Gesichtsschutz \_\_\_\_\_ tragen
- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren
- Hautschutzmittel benutzen: Schutz (vor der Arbeit) \_\_\_\_\_  
Reinigung (vor Pausen und Arbeitsschluss) \_\_\_\_\_  
Pflege (nach der Arbeit) \_\_\_\_\_
- Verschmutzte Kleidung nicht mit privater Straßenkleidung zusammen aufbewahren, Reinigung durch: \_\_\_\_\_ (nicht privat waschen!)



### Verhalten im Gefahrfall

- Verschüttetes mit viel Wasser fortspülen und der Abwasseranlage zuführen
- Im Brandfall: Vorgesetzte/n informieren
- Brandbekämpfung mit vorhandenen Feuerlöschern (Standort) \_\_\_\_\_
- Bei größer werdendem Brand und dem Auftreten von Brandgasen den Raum sofort verlassen

**Notruf:** \_\_\_\_\_

### Erste Hilfe



- **Hautkontakt:** Benetzte Stellen sofort mit viel Wasser abspülen
- **Augenkontakt:** Gründlich mit viel Wasser (Augendusche) ausspülen  
Vorgesetzte/n informieren, Augenarzt/Augenärztin \_\_\_\_\_ aufsuchen
- **Ersthelfer:** \_\_\_\_\_ **Notruf:** \_\_\_\_\_

### Sachgerechte Entsorgung

- Entsorgung durch \_\_\_\_\_

Datum, Unterschrift: \_\_\_\_\_

# Anhang 7

## Muster-Betriebsanweisung 2, Reinigungsplatz, Reinigen und Entfetten von Metallteilen

### Betriebsanweisung gem. § 14 GefStoffV

Firma: \_\_\_\_\_

Stand: \_\_\_\_\_

Arbeitsbereich: \_\_\_\_\_

Arbeitsplatz: Reinigungsplatz

Verantwortlich: \_\_\_\_\_  
Unterschrift

Tätigkeit: **Reinigen und Entfetten von Metallteilen**

B 017 – GHS

### Gefahrstoffbezeichnung

Reinigungsmittel \_\_\_\_\_ enthält Isoparaffine

### Gefahren für Mensch und Umwelt



Achtung

- Hautkontakt führt zur Entfettung; Reizung möglich
- Dämpfe können zu Benommenheit und Atembeschwerden führen.
- Dämpfe sind schwerer als Luft (sinken zu Boden) und sind entzündbar.
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Nur bei eingeschalteter Absaugung arbeiten; Reinigungsbehältnisse bei Nichtgebrauch stets geschlossen halten
- Hautkontakt durch Benutzen von Hilfswerkzeugen (Körbe, Sieb usw.) ausschließen
- Schutzhandschuhe \_\_\_\_\_ und Schutzbrille \_\_\_\_\_ tragen
- Hautschutzmittel benutzen:  
Schutz (vor der Arbeit) \_\_\_\_\_ Reinigung  
(vor Pausen und Arbeitsschluss) \_\_\_\_\_ Pflege  
(nach der Arbeit) \_\_\_\_\_
- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren
- Sonstige Zündquellen (Brennerflamme, Schweißarbeiten u. a.) fernhalten



### Verhalten im Gefahrfall

- Verschüttetes mit Bindemittel \_\_\_\_\_ aufnehmen und in Sammelbehälter \_\_\_\_\_ geben; Schutzhandschuhe (s. o.) tragen
- Im Brandfall: Vorhandene Feuerlöscher \_\_\_\_\_ benutzen, Vorgesetzte/n informieren

Notruf: \_\_\_\_\_

### Erste Hilfe



- Spritzer im Auge sofort mit viel Wasser (Augenspüleinrichtung) ausspülen
- Hautkontakt: mit Hautreinigungsmittel (s. o.) unter fließendem Wasser reinigen
- Durchtränkte Kleidung sofort wechseln
- Bei Benommenheit oder Atembeschwerden Vorgesetzte/n informieren

Notruf: \_\_\_\_\_

### Sachgerechte Entsorgung

- Durchtränkte Lappen und Bindemittel in Sammelbehälter \_\_\_\_\_ geben
- Volle Sammelbehälter von \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_ abholen lassen

Datum, Unterschrift: \_\_\_\_\_

# Anhang 8

## Muster-Explosionsschutzdokument

### Explosionsschutz-Dokumentation eines Reinigungsarbeitsplatzes nach GefStoffV § 6

#### 1 Allgemeine Angaben

<b>Angabe des Betriebs</b>	Fa. Max Mustermann Metallbau, Musterallee 1, Musterstadt
<b>Angabe des Betriebsteils Arbeitsbereich</b>	Werkstatt, Halle 1
<b>Verantwortliche(r) für den Betrieb/Betriebsteil/Arbeitsbereich</b> <b>Erstellungsdatum:</b> <b>Erstellt von:</b> <b>Anhänge</b>	Max Mustermann
<b>Kurzbeschreibung der baulichen und geografischen Begebenheiten</b>	Der Reinigungsplatz ist in einem abgetrennten Raum (Fläche: 40 m <sup>2</sup> , Höhe: 4,50 m) mit Objektabsaugung und raumlufttechnischer Anlage eingerichtet (siehe Zonenplan in der Anlage 1 dieses Explosionsschutzdokuments). Weitere Tätigkeiten mit Lösemitteln außer den hier beschriebenen Tätigkeiten am Reinigungsarbeitsplatz finden nicht statt.
<b>Verfahrensbeschreibung</b>	An dem Reinigungsplatz werden Metallkleinteile in einem speziellen Waschbehälter (Reinigungsbehälter aus Metall mit selbstschließendem Deckel, 10 Liter Inhalt) in den darin befindlichen Reiniger getaucht und werden dann mittels Pinsel gereinigt. Die Teile tropfen anschließend kurze Zeit über dem geöffneten Behälter ab. Danach werden die lösemittelfeuchten Teile und der lösemittelfeuchte Pinsel neben dem Reinigungsbehälter abgelegt. Es wird keine Flüssigkeit versprüht. Die Reinigungsflüssigkeit wird nicht erhitzt und befindet sich auf Raumtemperatur. Die Reinigungsarbeiten dauern täglich ca. 2 Stunden. Es werden pro Schicht ca. 0,5 Liter Reiniger ergänzt. Nach Substitutionsprüfung (siehe Anhang 3 Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV) kann die in Abschnitt 3 beschriebene Reinigungsflüssigkeit nicht durch eine Reinigungsflüssigkeit mit einem ausreichend hohen Flammpunkt > 60 °C ersetzt werden.

#### 2 Anlage

- Anlage 1: Zonenplan
- Anlage 2: Lageplan
- Anlage 3: Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV
- Anlage 4: Gefahrstoffverzeichnis
- Anlage 5: Betriebsanweisung Nr. 1 (Reinigungstätigkeiten), Nr. 2 (Instandhaltung), Nr. 3 (Wiederkehrende Prüfungen)
- Anlage 6: Nachweise der jährlichen Unterweisungen anhand der Betriebsanweisungen

#### 3 Einsatzstoffe und sicherheitstechnische Kennzahlen

KW-Reiniger:	Isoaliphatischer Kohlenwasserstoff im Bereich C9-C14
Bezeichnung:	Musterreiniger
Hersteller/Lieferant:	Muster GmbH Isoaliphatischer Kohlenwasserstoff im Bereich C9-C14
Flammpunkt:	Entzündbare Flüssigkeit H 226 42 °C
Dampfdruck:	10 mbar (hPa)
Temperaturklasse	T 3 (Zündtemperatur > 200 bis 300 °C)
Explosionsgruppe:	IIA
UEG:	0.5 Vol- %, 40 g/m <sup>3</sup>
OEG:	7.0 Vol- %, 560 g/m <sup>3</sup>

## Explosionsschutz-Dokumentation eines Reinigungsarbeitsplatzes nach GefStoffV § 6

## 4 Gefährdungsbeurteilung/Beurteilung der Explosionsgefahr

Aufgrund seines Dampfdrucks verdunstet Reiniger in die Luft, und zwar beim Reinigen der Teile im Behälter, beim Abtropfen über dem Behälter und von den auf dem Tisch abgelegten gereinigten Teilen.

Die Flüssigkeitstemperatur kann aufgrund anderer Wärmequellen in seltenen Fällen 35 °C überschreiten.

Um gefährliche explosionsfähige Atmosphäre aus Dämpfen über Flüssigkeitsgemischen und Luft sicher zu vermeiden, muss der Flammpunkt mindestens 15 K über der maximalen Temperatur des Flüssigkeitsgemisches liegen (TRBS 2152, Teil 1, Nr. 3.2 Abs. 4, 2., b)) Der KW-Reiniger besteht aus isoaliphatischen Kohlenwasserstoffen mit unterschiedlichen Kettenlängen aus Kohlenstoffatomen (C9 – C14) und ist somit ein Gemisch. Bei einer maximalen Flüssigkeitstemperatur von 35 °C ist der minimale Abstand zum Flammpunkt 7 K.

Beim Verdampfen des Reinigers ergibt sich eine Volumenzunahme von ca. 1:150. Deshalb führt bereits das Verdampfen von 0,5 ml flüssigen Reinigers zusammen mit dessen Vermischen mit Luft zu einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre mit einem Volumen von mehr als 10 Liter in der Nähe der unteren Explosionsgrenze.

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre kann auftreten:

- im Bereich des Waschbehälters
- im Bereich der abtropfenden Teile über dem Behälter
- im Bereich der abgelegten gereinigten Teile.

## 5 Explosionsschutzmaßnahmen (Schutzkonzept)

## 5.1 Technische Schutzmaßnahmen

- Maßnahmen, die die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre verhindern oder einschränken:
  - Lüftungstechnische Maßnahmen:
    - Objektabsaugung und raumlufttechnische Anlage
- Maßnahmen, die die Entzündung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre vermeiden:
  - Elektrische und nicht-elektrische Geräte in Zone 1:
 

Auswahlkriterien:	Gerätegruppe: II
	Gerätekategorie: 2 G
	Temperaturklasse: T3
	Explosionsgruppe: IIA

    - Ventilator in der Absauganlage gemäß Auswahlkriterien
    - Es sind ansonsten keine Geräte in der Zone 1 vorhanden.
  - Maßnahmen gegen elektrostatische Zündgefahren:
    - Erdung des Reinigungsbehälters sowie von Trichter und Vorratsbehälter
    - Ableitfähiges Werkzeug (z. B. Reinigungspinsel)
    - Ableitfähiger Boden
    - Ableitfähige Schutzhandschuhe, Schutzschuhe und weitere Schutzbekleidung (z. B. Schürze)
  - Maßnahmen gegen mechanisch erzeugte Funken und heiße Oberflächen:
    - Waschbehälter aus nicht-rostendem Stahl zur Vermeidung ungeeigneter Materialkombinationen
    - Einsatz funkenarmer Materialpaarungen
- Konstruktive Maßnahmen, die die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken:
  - keine

**Explosionsschutz-Dokumentation eines Reinigungsarbeitsplatzes nach GefStoffV § 6**

**5.2 Zoneneinteilung**

→ **Zone 1:**  
 1,0 m horizontal und 1,0 m über der Lösemittel-Emissionsquelle:

- im Bereich des Reinigungsbehälters
- im Bereich der abtropfenden Teile über dem Behälter
- im Bereich der abgelegten gereinigten Teile

– Inneres der Absauganlage

→ siehe Zonenplan (Anlage 1).

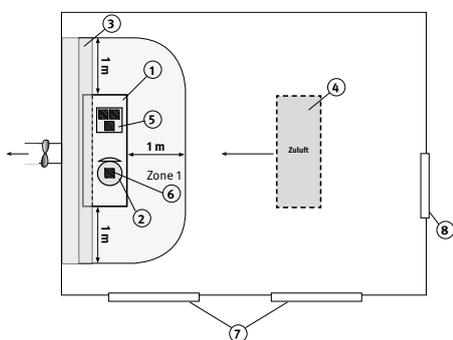
**5.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen**

- Betriebsanweisung Nr. 1 (Reinigungstätigkeiten)
- Betriebsanweisung Nr. 2 (Instandhaltung)
- Betriebsanweisung Nr. 3 (Wiederkehrende Prüfungen nach Anhang 2 Abschnitt 3 der BetrSichV)
- Erlaubnisschein für feuergefährliche Arbeiten
- Jährliche Unterweisung anhand der Betriebsanweisung Nr. 1 bis 3
- Aushang des Zonenplans an den Eingängen zur Halle 1
- Kennzeichnung des explosionsgefährdeten Bereichs: (besonders Hinweis auf Rauchverbot)
- Kennzeichnung der Feuerlöscheinrichtungen



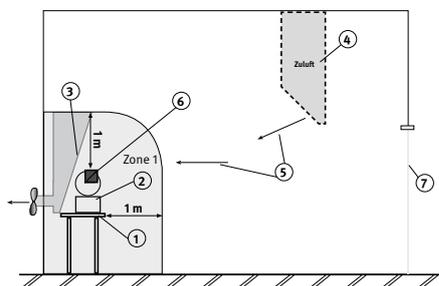
**Anlage 1 Zonenplan (siehe Zoneneinteilung aus Abschnitt 5.2)**

Zonenplan 2 - Draufsicht



- ① Tisch
- ② Reinigungsbehälter
- ③ Wandabsaugung mit gerichteter Zuluft
- ④ Ablagefläche
- ⑤ gereinigte Teile
- ⑦ Fenster
- ⑧ Tür

Zonenplan 2 - Seitenansicht



- ① Tisch
- ② Reinigungsbehälter
- ③ Wandabsaugung mit gerichteter Zuluft
- ④ gerichteter Zuluftstrom
- ⑤ gereinigte Teile
- ⑦ Tür

# Anhang 9

## Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt; siehe auch Abschnitt 3.3:

### 1. Gesetze, Verordnungen

#### Bezugsquelle:

Buchhandel und Internet: z. B. ► [www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de)

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)

Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG)

Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) (9. ProdSV)

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen chemischen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG)

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz WHG)

Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)

Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz – ProdHaftG)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln 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)

Verordnung über Gefährlichkeitsmerkmale von Stoffen und Zubereitungen nach dem Chemikaliengesetz (ChemG Gefährlichkeitsmerkmale-VO)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung - BioStoffV)

Zweite Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen – 2. BImSchV)

Verordnung über Stoffe, die die Ozonschicht schädigen (Chemikalien-Ozonschichtverordnung – ChemOzonSchichtV)

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (GHS-Verordnung)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA Benutzungsverordnung – PSA-BV)

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV)

Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Anlagenverordnung – VAwS)

Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung – AbwV)

Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung – NachwV)

#### Technische Regeln für Betriebsstätten

TRBS 111 „Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung“

TRBS 1112 Teil 1 „Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilung und Schutzmaßnahmen“

TRBS 1201 Teil 1 „Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen“

TRBS 1201 Teil 3	„Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG – Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 6 BetrSichV“	TRGS 420	„Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition“
		TRGS 500	„Schutzmaßnahmen“
TRBS 1203	„Befähigte Personen“	TRGS 507	„Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern“
TRBS 2152/TRGS 720	„Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“	TRGS 555	„Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 14 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)“
TRBS 2152 Teil 1/TRGS 721	„Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“	TRGS 560	„Luftrückführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben“
TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722	„Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“	TRGS 600	„Substitution“
TRBS 2152 Teil 3	„Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“	TRGS 611	„Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“
TRBS 2152 Teil 4	„Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken“	TRGS 720	„Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“
		TRGS 727	(DGUV Information 213-060, Merkblatt T 033) „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“
<b>Technische Regeln für Gefahrstoffe</b>		TRGS 800	„Brandschutzmaßnahmen“
TRGS 200	„Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen“	TRGS 900	„Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz; Luftgrenzwerte“
TRGS 201	„Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“	TRGS 901	„Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz“
TRGS 400	„Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“	TRGS 903	„Biologische Grenzwerte (BGW)“
TRGS 401	„Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“	TRGS 905	„Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe“
TRGS 402	„Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“	TRGS 910	„Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“
TRGS 410	„Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“		

**Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe**

TRBA 500 „Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“

DGUV Regel 109-001

„Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium – Vermeiden von Staubbränden und Staubexplosionen“

**Technische Regeln für Arbeitsstätten**

ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“

DGUV Regel 109-002

„Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“

ASR A1.5 „Fußböden“

DGUV Regel 109-003

„Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“

ASR A1.8 „Verkehrswege“

DGUV Regel 109-009

„Fahrzeug Instandhaltung“

ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“

DGUV Regel 109-010

„Richtlinien für Einrichtungen zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln“

ASR A2.3 „Fluchtwege, Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan“

ASR A3.5 „Raumtemperatur“

DGUV Regel 112-189 und 112-989

„Benutzung von Schutzkleidung“

ASR A3.6 „Lüftung“

DGUV Regel 112-190

„Benutzung von Atemschutzgeräten“

ASR A4.1 „Sanitärräume“

ASR A4.2 „Pausen- und Bereitschaftsräume“

DGUV Regel 112-192 und 112-992

„Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“

**Arbeitsmedizinische Regeln**

AMR A6.2 „Bekanntmachung von Arbeitsmedizinischen Regeln“

DGUV Regel 112-195 und 112-995

„Benutzung von Schutzhandschuhen“

## 2. Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

**Bezugsquelle:**

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

**Vorschriften**

DGUV Vorschrift 1

„Grundsätze der Prävention“

DGUV Vorschrift 3 und 4

„Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“

**Regeln**

DGUV Regel 100-500 und 100-501

Kap. 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“

Kap. 2.29 „Verarbeiten von Beschichtungsstoffen“

Kap. 2.14 „Chemischreinigung“

Kap. 2.36 „Arbeiten mit Flüssigkeitsstrahlern“

DGUV Regel 113-001

„Explosionsschutz-Regeln (EX RL)“

DGUV Regel 113-004

„Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“

**Informationen**

DGUV Information 203-022

„Gestaltungsregeln für Anlagen zur Behandlung von Siebdruckformen“

DGUV Information 203-025

„Gestaltungsregeln für Siebdruckmaschinen“

DGUV Information 209-022

„Hautschutz in Metallbetrieben“

DGUV Information 209-046

„Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe“

- DGUV Information 209-051  
„Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“
- DGUV Information 211-005  
„Unterweisung – Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes“
- DGUV Information 212-007  
„Chemikalienschutzhandschuhe“
- DGUV Information 212-017  
„Allgemeine Präventionsleitlinie Hautschutz – Auswahl, Bereitstellung und Benutzung“
- DGUV Information 213-060  
„Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (Merkblatt T 033 der Reihe „Sichere Technik“)“
- DGUV Information 213-072  
„Lösemittel (Merkblatt M 017 der Reihe „Gefahrstoffe“)“
- DGUV Information 213-073  
„Umgang mit Sauerstoff“
- DGUV Information 213-079  
„Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (Merkblatt M 050 der Reihe "Gefahrstoffe")“
- DGUV Information 213-726  
„Tätigkeiten mit sonstigen komplexen kohlenwasserstoffhaltigen Gemischen (KKG)“
- Merkblatt M 040  
„Chlorkohlenwasserstoffe“
- Merkblatt M 043  
„Kaltreiniger“

### 3. Richtlinien/Normen/VDE-Bestimmungen

#### *Bezugsquelle:*

*Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin  
bzw. VDE-Verlag, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin*

RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)

RICHTLINIE 2014/34/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (Neufassung)

RICHTLINIE 94/9/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen

#### **DIN 18230-1:2010-09**

Baulicher Brandschutz im Industriebau; Teil 1:  
Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer

#### **DIN VDE 0100-737:2002-01**

Errichten von Niederspannungsanlagen – Feuchte und nasse Bereiche und Räume und Anlagen im Freien

#### **DIN EN 1127-1:2011-10**

Explosionsfähige Atmosphären; Explosionsschutz; Teil 1:  
Grundlagen und Methodik

#### **E DIN EN 12921**

Maschinen zur Oberflächenreinigung und -vorbehandlung von industriellen Produkten mittels Flüssigkeiten oder Dampfphasen

- Teil 1: 2011-02: Allgemeine Sicherheitsanforderungen
- Teil 2: 2010-01: Anlagen, in denen wässrige Reinigungsmittel verwendet werden
- Teil 3: 2010-02: Sicherheit von Anlagen, in denen brennbare Reinigungsmittel verwendet werden
- Teil 4: 2010-06: Sicherheit von Maschinen, in denen halogenierte Reinigungsmittel verwendet werden

#### **DIN EN 12599:2013-01**

Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen

**DIN EN 14986:2017-04**

Konstruktion von Ventilatoren für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen

**DIN EN 60079-0:2015-11**

Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen

**DIN EN 60079-10-1:2016-10**

Explosionsgefährdete Bereiche; Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche

**DIN EN 60079-14:2014-10**

Explosionsgefährdete Bereiche; Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen

**DIN EN 60079-20-1:2010-09**

Explosionsfähige Atmosphären – Teil 20-1: Stoffliche Eigenschaften zur Klassifizierung von Gasen und Dämpfen – Prüfmethoden und Daten

**DIN EN 62305-3:2016-04**

Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen

**DIN EN ISO 2719:2016-11**

Bestimmung des Flammpunktes – Verfahren nach Pensky-Martens mit geschlossenem Tiegel

**DIN EN ISO 13736:2013-08**

Bestimmung des Flammpunktes – Verfahren mit geschlossenem Tiegel nach Abel

**ISO/IEC 80079-20-1:2016-02**

Explosionsfähige Atmosphären – Teil 20-1: Stoffliche Eigenschaften zur Klassifizierung von Gasen und Dämpfen – Prüfverfahren und Daten

**VDI-Reihe 2262**

Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe

**VDI-Reihe 3802**

Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten

**4. VDMA-Einheitsblätter**

VDMA 24176 Inspektion von lufttechnischen und anderen technischen Ausrüstungen in Gebäuden

**5. Andere Schriften**

TGL 30042 Gesundheits- und Arbeitsschutz, Verhütung von Bränden und Explosionen – Allgemeine Festlegungen für Arbeitsstätten

## LASI-Empfehlung LV 24

Handlungsanleitung für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung, Umgang mit Lösemitteln im Siebdruck

## CHEMSAFE Datenbank

(Herausgeber BAM, PTB, DECHEMA;  
▶ [www.dechema.de/chemsafe](http://www.dechema.de/chemsafe))

# Bildnachweis

Titelbild:	Waibel GmbH/Georg Render GmbH
Abb. 1 [Seite 22]	Quelle: DGUV Information 213-726
Abb. 2 [Seite 26]	BGHM
Abb. 3 [Seite 29]	Düperthal Sicherheitstechnik GmbH & Co. KG
Abb. 4 [Seite 30]	Denios AG
Abb. 5; 7 [Seite 30/31]	Waibel GmbH
Abb. 6 [Seite 31]	Georg Render GmbH



Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)