

**Ausgabe September 2019 \*)**

GMBI 2019 S. 1330-1366 [Nr. 66/67] (v. 13.12.2019)

berichtigt: GMBI 2020 S. 88 [Nr. 4] (v. 31.01.2020)

<b>Technische Regeln für Gefahrstoffe</b>	<b>Schutzmaßnahmen</b>	<b>TRGS 500</b>
---	------------------------	-----------------

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung, wieder. Sie werden vom

### **Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)**

aufgestellt und von ihm der Entwicklung entsprechend angepasst.

Die TRGS werden vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) im Gemeinsamen Ministerialblatt (GMBI) bekannt gegeben. Die TRGS konkretisieren im Rahmen ihres Anwendungsbereichs Anforderungen der Gefahrstoffverordnung. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

#### Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen
- 3 Gefährdungsermittlung zur Festlegung der Schutzmaßnahmen
- 4 Allgemeine Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit geringer Gefährdung

---

\*) Hinweis: Die TRGS 500 wurde grundlegend überarbeitet und an die Paragraphen-Folge der GefStoffV angepasst. Dazu kommen u.a.

- Beschreibung des „STOP-Prinzips“,
- Übernahme der allg. gültigen Schutzmaßnahmen für Staub aus der TRGS 504 (diese ist aufgehoben),
- Anpassung der Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit KMR-Stoffen,
- Aufnahme von Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen,
- Aufnahme von Schutzmaßnahmen zu sonstigen durch Gefahrstoffe bedingte Gefährdungen (z. B. kalt, heiß, erstickend),
- Einführung eines neuen Abschnitts „Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen“.

Die bisherige Anlage 4 „Technische und organisatorische Maßnahmen beim Umfüllen von Natriumhypochloritlösung“ ist überarbeitet worden und wird zeitnah in die TRGS 509 überführt.

- 5 Rangfolge der Schutzmaßnahmen – „STOP-Prinzip“
  - 6 Allgemeine Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten, für die keine „geringe Gefährdung“ angenommen werden kann
  - 7 Zusätzliche Schutzmaßnahmen
  - 8 Besondere Schutzmaßnahmen
  - 9 Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Staub (Anhang 1 Nummer 2 GefStoffV)
  - 10 Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen
  - 11 Wirksamkeitsüberprüfung
- Anhang 1: Bewertung von Anlagenteilen hinsichtlich ihrer Dichtigkeit bezüglich inhalativer Exposition gegenüber Gefahrstoffen (geschlossene Anlage)
- Anhang 2: Beispiele Lüftungstechnischer Schutzmaßnahmen
- Literaturhinweise

## Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich.....	5
2	Begriffsbestimmungen .....	5
3	Gefährdungsermittlung zur Festlegung der Schutzmaßnahmen .....	5
4	Allgemeine Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit geringer Gefährdung.....	6
5	Rangfolge der Schutzmaßnahmen – „STOP-Prinzip“ .....	7
5.1	Allgemeines.....	7
5.2	Substitutionsprüfung und Substitution .....	8
5.3	Technische Schutzmaßnahmen .....	8
5.3.1	Arten von Technischen Schutzmaßnahmen.....	8
5.3.2	Geschlossene Systeme .....	9
5.3.3	Absaugungen.....	9
5.4	Organisatorische Schutzmaßnahmen.....	10
5.5	Persönliche Schutzmaßnahmen .....	11
5.6	Kombination von Schutzmaßnahmen.....	11
6	Zusätzliche allgemeine Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten, für die keine „geringe Gefährdung“ angenommen werden kann .....	12
6.1	Allgemeine Schutzmaßnahmen - Arbeitsplatzgestaltung .....	12
6.2	Allgemeine Schutzmaßnahmen - Arbeitsorganisation.....	13
6.3	Allgemeine Schutzmaßnahmen – Begrenzung der Exposition .....	15
6.4	Allgemeine Schutzmaßnahmen - Hygiene .....	15
6.5	Allgemeine Schutzmaßnahmen - Lagerung .....	17
7	Zusätzliche Schutzmaßnahmen.....	19
8	Besondere Schutzmaßnahmen .....	21
8.1	Tätigkeiten mit Stoffen und Gemischen mit KMR-Eigenschaften.....	21
8.2	Physikalisch-chemische und sonstige durch Gefahrstoffe bedingte Gefährdungen und Schutzmaßnahmen .....	23
8.2.1	Brandschutzmaßnahmen.....	23
8.2.2	Explosionsschutzmaßnahmen.....	23
8.2.3	Weitere Stoffe und Gemische, die Brände und Explosionen verursachen können.....	25
8.2.4	Sonstige durch Gefahrstoffe bedingte Gefährdungen und Schutzmaßnahmen .....	25
8.2.5	Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Biozidprodukten und bioziden Wirkstoffen.....	25
9	Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Staub (Anhang I Nummer 2 GefStoffV) .....	26
9.1	Grundlegende Schutzmaßnahmen .....	26
9.1.1	Allgemeine Hinweise .....	26
9.1.2	Staubarme Materialien und Verfahren.....	26
9.1.3	Technische Schutzmaßnahmen .....	26
9.1.4	Organisatorische Schutzmaßnahmen .....	28
9.1.5	Persönliche Schutzmaßnahmen.....	29
9.2	Tätigkeitsbezogene Schutzmaßnahmen .....	29
9.2.1	Lagern.....	29
9.2.2	Transportieren und Fördern (LKW, Kipper, Mulden, Stetigförderer) .....	29
9.2.3	Handhaben von Schüttgut und pulverförmigen Materialien (Ein-, Ab und Umfüllen, Materialaufgabe, Sieben, Mischen, Trocknen, Absacken), Entleeren mit Entsorgen leerer Gebinde) .....	30
9.2.4	Be- und Verarbeiten von festen Materialien (Schneiden, Trennen, Schleifen, Fräsen, Mahlen, Brechen, Arbeiten mit handgeführten Maschinen) .....	31
9.2.5	Reinigungsarbeiten.....	31
9.2.6	Großflächige Staubemissionen im Freien (z. B. Landwirtschaft, Gartenbau) .....	32
10	Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen .....	32
11	Wirksamkeitsüberprüfung .....	33
Anhang 1: Bewertung von Anlagenteilen hinsichtlich ihrer Dichtigkeit bezüglich inhalativer Exposition		

	gegenüber Gefahrstoffen (geschlossene Anlage) .....	35
1	Anwendungshinweise .....	35
2	Begriffsbestimmungen .....	35
3	Beschreibung der Vorgehensweise .....	36
	Anhang 2: Beispiele lüftungstechnischer Schutzmaßnahmen .....	58
	Literaturhinweise .....	62

## **1 Anwendungsbereich**

- (1) Die TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“ konkretisiert die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), indem sie Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen beschreibt. Diese Maßnahmen sollen einen Schutz der Beschäftigten vor inhalativen, oralen, dermalen und physikalisch-chemischen Gefahren sicherstellen.
- (2) Die in dieser TRGS beschriebenen Maßnahmen sind entsprechend der jeweiligen betrieblichen Situation im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen und stoff-, arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen anzupassen.
- (3) Die Schutzmaßnahmen sind in Verbindung mit der TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ sowie weiteren TRGS wie z. B. 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“, 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“, 407 „Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung“, 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“, 720 ff „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“, 800 „Brandschutzmaßnahmen“ oder auch 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ zu ermitteln, umzusetzen und zu dokumentieren.
- (4) Diese TRGS beschreibt die Anwendung und Umsetzung des sog. „STOP-Prinzips“.
- (5) Für die Substitution ist die TRGS 600 „Substitution“ anzuwenden.
- (6) Diese TRGS beschreibt grundlegend das Vorgehen zu Auswahl und Umsetzung von Schutzmaßnahmen und wird ggfs. von stoff- oder tätigkeitspezifischen TRGS ergänzt.

## **2 Begriffsbestimmungen**

- (1) In dieser TRGS sind die Begriffe so verwendet, wie sie im „Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)“ des ABS, ABAS und AGS bestimmt sind.

## **3 Gefährdungsermittlung zur Festlegung der Schutzmaßnahmen**

- (1) Der Arbeitgeber darf eine Tätigkeit mit Gefahrstoffen erst aufnehmen lassen, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen wurden. Welche Maßnahmen im konkreten Einzelfall zu treffen sind, ist abhängig vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung nach TRGS 400 und wird hinsichtlich gefahrstoffspezifischer Aspekte durch weitere TRGS ergänzt. Zusätzliche stoff- oder tätigkeitspezifische Anforderungen der Gefährdungsbeurteilung werden gegebenenfalls in weiteren TRGS dargestellt. Die TRGS 400 beschreibt dabei grundlegend das Vorgehen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und verweist auf die ergänzenden und spezifischen Vorschriften.
- (2) Werden Tätigkeiten entsprechend eines vom Ausschuss für Gefahrstoffe ermittelten und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales veröffentlichten verfahrens- und stoffspezifischen Kriteriums durchgeführt, kann der Arbeitgeber von einer Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte bzw. der in VSK genannten Beurteilungsmaßstäbe gemäß Abschnitt 5.3 Absatz 1 und Abschnitt 5.4.2 der TRGS 402 ausgehen. Weiterführende Konkretisierung hierzu enthält die TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition“.

- (3) Abschnitt 4 dieser TRGS beschreibt die allgemeinen Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten, für welche die Gefährdungsbeurteilung das Ergebnis „geringe Gefährdung“ ergeben hat.
- (4) Abschnitt 5 dieser TRGS beschreibt die Anwendung und Umsetzung des sog. „STOP-Prinzips“ zur Auswahl und Festlegung von Schutzmaßnahmen.
- (5) Abschnitt 6 dieser TRGS beschreibt die allgemeinen Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten, für die entsprechend der Gefährdungsbeurteilung keine geringe Gefährdung angenommen werden kann.
- (6) Abschnitt 7 dieser TRGS beschreibt die zusätzlichen Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten, bei denen die allgemeinen Schutzmaßnahmen nicht ausreichen und weitere Maßnahmen nach §9 GefStoffV getroffen werden müssen.
- (7) Abschnitt 8 dieser TRGS beschreibt die besonderen Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Stoffen mit KMR-Eigenschaften sowie bei physikalisch-chemischen und sonstigen Gefährdungen.
- (8) Abschnitt 9 dieser TRGS beschreibt Schutzmaßnahmen bei Gefährdung durch A- und E-Staub.
- (9) Abschnitt 10 dieser TRGS beschreibt Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen.
- (10) Abschnitt 11 dieser TRGS beschreibt die Durchführung der Wirksamkeitsprüfung.
- (11) Die Abschnitte 3 bis 10 gelten auch für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, die nicht gekennzeichnet sind oder keiner Gefahrenklasse nach EG-Verordnung 1272/2008 (CLP-Verordnung) zugeordnet werden können. Gefahrstoffe können durch die Tätigkeit selbst bzw. bedingt durch Prozesse oder Verfahren entstehen. Beispiele hierfür sind Schweißrauche, Dieselmotoremissionen, Stäube oder die Anwendung bestimmter Biozidprodukte und biozide Wirkstoffe.

#### **4 Allgemeine Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit geringer Gefährdung**

- (1) Tätigkeiten mit geringer Gefährdung sind in der TRGS 400 beschrieben.
- (2) Auch bei Tätigkeiten mit geringer Gefährdung sind folgende Schutzmaßnahmen umzusetzen:
  - 1. Nur die vom Arbeitgeber für die Tätigkeit vorgesehenen Arbeits- und Gefahrstoffe dürfen verwendet werden,
  - 2. Vorhandene Informationen für die Beschäftigten sind bei der Verwendung der Gefahrstoffe zur Verfügung zu stellen,
  - 3. Angemessene Hygienemaßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationen müssen vorhanden sein. Dazu gehören eine regelmäßige Reinigung des Arbeitsplatzes sowie das Vorhandensein einer geeigneten Waschgelegenheit,
  - 4. Es müssen Maßnahmen zur Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz getroffen werden, z. B. durch das Bereitstellen von geeigneten Abfallbehältern und von geeigneten Arbeits- und Reinigungsmitteln,
  - 5. Auftretende Verunreinigungen sind umgehend zu beseitigen,
  - 6. Gefahrstoffe sind auf die für die Tätigkeit erforderliche Menge zu begrenzen,
  - 7. Gefahrstoffe dürfen am Arbeitsplatz nur in den dafür festgelegten Bereichen und der benötigten Menge aufbewahrt werden,

8. Gefahrstoffe müssen eindeutig identifizierbar sein,
9. Gefahrstoffe sind vorzugsweise in der Originalverpackung aufzubewahren,
10. Gefahrstoffe dürfen nicht in Behältnissen aufbewahrt oder gehandhabt werden, die zu einer Verwechslung mit Lebensmitteln führen könnten,
11. Gefahrstoffe dürfen nicht in der Nähe von Arzneimitteln, Lebensmitteln oder Futtermitteln aufbewahrt werden,
12. Gefahrstoffe sind in einer Art und Weise aufzubewahren, dass ein Fehlgebrauch verhindert wird.

## **5 Rangfolge der Schutzmaßnahmen – „STOP-Prinzip“**

### **5.1 Allgemeines**

(1) Das STOP-Prinzip beschreibt die Rangfolge von Schutzmaßnahmen. Diese Rangfolge hat der Arbeitgeber bei der Festlegung und Anwendung von Schutzmaßnahmen zu beachten. Das STOP-Prinzip wird oft auch als STOP-Hierarchie, -Reihenfolge oder -Rangfolge bezeichnet. Dabei stehen die einzelnen Buchstaben „STOP“ für jeweils verschiedene Arten von Schutzmaßnahmen:

1. S - Substitution
2. T - Technische Schutzmaßnahmen
3. O - Organisatorische Schutzmaßnahmen
4. P - Persönliche Schutzmaßnahmen

Unter dem STOP-Prinzip ist zu verstehen, dass bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen grundsätzlich eine Maßnahmenhierarchie zu beachten ist. Dies gilt sowohl für Gesundheitsgefährdungen als auch für Brand- und Explosionsgefährdungen.

(2) Der Arbeitgeber hat bei zusätzlichen Schutzmaßnahmen die Maßnahmen nach dem STOP-Prinzip festzulegen, sodass die durch einen Gefahrstoff bedingte Gefährdung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten beseitigt oder auf ein Minimum reduziert wird. Dazu ist bevorzugt eine Substitution durchzuführen. Insbesondere sind Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu vermeiden oder Gefahrstoffe durch Stoffe oder Gemische oder auch Verfahren zu ersetzen, die unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht oder weniger gefährlich sind. Die Prüfung der Substitutionsmöglichkeiten ist in der TRGS 600 beschrieben.

(3) Ist eine Substitution bzw. Verfahrensänderung nicht möglich, sind als nächstes technische und organisatorische Maßnahmen zu prüfen und umzusetzen. Wenn technische und organisatorische Maßnahmen nicht ausreichen, die Gefährdung auf ein sicheres Maß zu reduzieren, sind persönliche Schutzmaßnahmen anzuwenden.

(4) Es gibt aber auch Tätigkeiten mit Gefahrstoffen wie z. B. Einsätze der Feuerwehr bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen, bei denen diese Rangfolge nicht immer eingehalten werden kann. Organisatorische Maßnahmen und persönliche Schutzmaßnahmen (insbesondere Atemschutz) erlangen dann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung eine besondere Bedeutung.

(5) Wenn die Umsetzung einer Schutzmaßnahme die Gefährdungen nicht ausschließt bzw. nicht ausreichend verringert, sind mehrere Schutzmaßnahmen zu kombinieren. Auch bei der

Kombination mehrerer Schutzmaßnahmen ist das STOP-Prinzip zu beachten. Dies kann bedeuten, dass z. B. erst nach Umsetzung mehrerer technischer und organisatorischer Schutzmaßnahmen persönliche Schutzausrüstung ausgewählt werden darf.

(6) Bei der Umsetzung von Schutzmaßnahmen ist der Stand der Technik zu beachten und umzusetzen. Dies gilt insbesondere für die Beschaffung von Arbeitsmitteln und die Einrichtung von neuen Arbeitsplätzen. Die Vorgehensweise zur Ermittlung des Standes der Technik ist in der TRGS 460 „Handlungsempfehlung zur Ermittlung des Standes der Technik“ beschrieben.

(7) Kann der Stand der Technik nicht umgesetzt werden, sind bevorzugt branchen- oder tätigkeitsspezifische Handlungsempfehlungen heranzuziehen, die eine „gute Arbeitspraxis“ beschreiben und dem Anhang 2 der TRGS 400 genügen.

(8) Bei der Ermittlung und Auswahl von Schutzmaßnahmen ist der Betriebsrat oder die Personalvertretung zu beteiligen. Die Beschäftigten sollen die Möglichkeit zur Mitwirkung erhalten.

(9) Die Gefährdung ist auf ein Minimum reduziert, wenn z. B.

1. bei Stoffen mit AGW der Befund bei der Ermittlung der Exposition lautet, dass die Schutzmaßnahmen ausreichend sind, sowie bei krebserzeugenden Stoffen mit einer Exposition-Risiko-Beziehung die Akzeptanzkonzentration unterschritten ist,
2. eine stoff- oder tätigkeitsspezifische TRGS oder ein VSK angewendet wird,
3. bei Stoffen ohne AGW oder gesundheitsbasierte Beurteilungsmaßstäbe der Stand der Technik eingehalten ist (siehe TRGS 460),
4. bei hautgefährdenden Gefahrstoffen Hautkontakt ausgeschlossen ist,
5. bei physikalisch-chemischen Gefährdungen, für die eine spezifische TRGS existiert und diese angewendet wird; dabei handelt es sich insbesondere um die TRGS 720 sowie die weiteren Technischen Regeln für Gefahrstoffe der 700er-Reihe,
6. bei Stoffen ohne AGW, aber mit anderen gesundheitsbasierten Beurteilungsmaßstäben, z. B. MAK-Werten, der Befund nach der Ermittlung der Exposition darauf schließen lässt, dass die Maßnahmen ausreichend sind.

## **5.2 Substitutionsprüfung und Substitution**

(1) Die Substitution („S“) ist die wirksamste Schutzmaßnahme. Sie bezeichnet den Ersatz eines Gefahrstoffes oder eines Verfahrens durch einen Gefahrstoff oder Verfahren mit einer insgesamt geringeren Gefährdung. Sie steht deshalb an erster Stelle des STOP-Prinzips. Näheres regeln die TRGS 600 und stoffspezifische TRGS zu Ersatzlösungen.

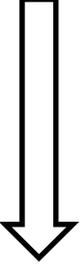
(2) Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber gemäß GefStoffV die Möglichkeiten einer Substitution zu beurteilen, indem er eine sog. Substitutionsprüfung durchführt.

(3) Das Ergebnis der Prüfung auf Möglichkeiten einer Substitution ist gem. GefStoffV und TRGS 600 zu dokumentieren.

## **5.3 Technische Schutzmaßnahmen**

### **5.3.1 Arten von Technischen Schutzmaßnahmen**

Die technischen („T“) Schutzmaßnahmen stehen an zweiter Stelle des STOP-Prinzips wenn die Gefährdung durch eine Substitution des Stoffs bzw. durch eine Verfahrensänderung nicht ausreichend minimiert werden konnte. Hierzu zählen auch bauliche Maßnahmen wie z. B. Einhausungen oder eine räumliche Trennung. Auch innerhalb der technischen Schutzmaßnahmen gibt es eine Rangfolge nach abnehmender Wirksamkeit wie die folgende Tabelle zeigt:

<b>abnehmende Wirksamkeit:</b>	<b>Technische Schutzmaßnahmen</b>	<b>Beschreibung</b>
	- Geschlossene Systeme	Zur Bewertung von geschlossenen Systemen s. Anhang 1
	- Absaugungen (an Entstehungs- oder Austrittsstellen)	Absaugungen dienen dazu, den Austritt eines Stoffes möglichst an der Austrittsstelle abzufangen und somit eine Gefährdung von Personen oder der Umwelt zu minimieren
	- Raumbelüftungen und -entlüftungen	Lüftungstechnische Anlagen führen zu einem allgemeinen Austausch der Luft am Arbeitsplatz. Somit können Expositionen zwar verringert, aber nicht vermieden werden

Zur Wirksamkeitsüberprüfung siehe Abschnitt 11 dieser TRGS.

### 5.3.2 Geschlossene Systeme

(1) Geschlossene Systeme sind die wirksamsten aller technischen Schutzmaßnahmen. Ein geschlossenes System im Sinne dieser TRGS ist so beschaffen, dass während des Betriebs der Anlage zwischen dem Gefahrstoffe enthaltenden Innenraum und der Umgebung keine betriebsmäßig offene Verbindung besteht oder strömungsbedingt ein Stoffaustritt sicher verhindert wird. Es ist zudem so gestaltet, dass sichergestellt ist, dass beim betriebsmäßigen Öffnen des Systems keine Gefahrstoffe austreten und zu einer Gefährdung der Beschäftigten führen können. Die Bedienungsschritte sind so gestaltet, dass diese leicht nachzuvollziehen sind und einfache Bedienungsfehler nicht zu einem Stoffaustritt führen. Zu den geschlossenen Systemen können einerseits integrierte Absaugungen als fester technischer Bestandteil des Arbeitsmittels sowie hochwirksame Absaugungen nach Anhang 1 gehören.

(2) Anlagen können im Sinne dieser TRGS als geschlossen angesehen werden, wenn nur Funktionselemente geschlossener Bauart mit gewährleisteter Dichtigkeit oder mit integrierter Absaugung vorhanden sind. Siehe hierzu Anhang 1 dieser TRGS.

(3) Beispiele für geschlossene Systeme in Laboratorien sind u.a. Vakuumapparaturen oder Gloveboxen (siehe TRGS 526 „Laboratorien“).

(4) Ist ein geschlossenes System technisch nicht möglich und besteht eine erhöhte Gefährdung der Beschäftigten, müssen für diese Tätigkeiten weitere Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik und entsprechend des STOP-Prinzips getroffen werden, welche die Gefährdung ausschließen bzw. falls dies nicht möglich ist, so weit wie möglich verringern.

### 5.3.3 Absaugungen

(1) In der Rangfolge der technischen Schutzmaßnahmen stehen nach den geschlossenen Systemen die Lüftungstechnischen Maßnahmen und Absaugungen an zweiter Stelle.

(2) Da Absaugungen an der Entstehungs- oder Austrittsstelle von Gefahrstoffen meist nur in unmittelbarer Nähe der Emissionsquelle effektiv sind, sind Absaugungen weniger wirksam als geschlossene Systeme. Dabei ist der bestimmungsgemäße Gebrauch sicherzustellen. Beispiele für Absaugungen enthält die Anhang 2.

### 5.3.4 Absaugungen – Bauarten „geschlossen, halboffen oder offen“

Absaugungen können über ihre Bauart unterschieden werden, die den unterschiedlichen Grad der Quellenschließung beschreibt. Die Reihenfolge „geschlossen, halboffene und offene Bauart“ entspricht der abnehmenden Wirksamkeit dieser drei Bauarten:

1. Bei geschlossenen Bauarten – wie z. B. Kapselungen oder andere Arten von Einhausungen – befindet sich die Emissionsquelle innerhalb der Absaugung, die an keiner Seite offen ist,
2. Bei halboffenen Bauarten – wie z. B. Absaugständen oder Abzugsschränken – befindet sich die Emissionsquelle innerhalb der Absaugung, die an mindestens einer Seite offen ist,
3. Bei offenen Bauarten – wie z. B. Düsenplatten, Saugrohre, Hauben oder Randabsaugungen – besteht zwischen Emissionsquelle und Absaugung ein räumlicher Abstand.

### 5.3.5 Absaugungen – integrierte, (hoch-)wirksame oder sonstige

(1) Eine integrierte Absaugung im Sinne dieser TRGS ist eine Absaugung geschlossener Bauart, die beispielsweise in Verbindung mit Schleusen, Kapselungen, Einhausungen oder Behältern eingesetzt wird, um so die Gefahrstoffe auf das Innere der geschlossenen Funktionseinheit zu begrenzen. Das heißt, dass das Auftreten von Gefahrstoffen in der Luft des Arbeitsbereichs außerhalb der geschlossenen Funktionseinheit ausgeschlossen werden kann. Als geschlossene Bauart kann die Absaugung auch angesehen werden, wenn zwar geringflächige Öffnungen betriebsmäßig bestehen, ein luftgetragener Stoffaustritt durch Konvektion und Diffusion durch die Strömungsgeschwindigkeit der einströmenden Luft und der Gestaltung der Öffnung praktisch ausgeschlossen wird.

(2) Bei einem integrierten Absaugsystem muss der austretende Gefahrstoff an der Austrittsstelle wirksam mit einem dicht angeschlossenen Schlauch oder Rohr gefahrlos abgeführt und ggf. entsorgt bzw. unschädlich gemacht werden. Bei der Auslegung des Absaugsystems muss der Hersteller dieses geschlossenen Systems das physikalische Verhalten des Gefahrstoffes, insbesondere die Thermik und die Dichte, beachten.

(3) Hochwirksame Absaugung im Sinne dieser TRGS ist eine Absaugung offener oder halboffener Bauart, die so bemessen ist, dass Gefahrstoffe innerhalb des Erfassungsbereichs verbleiben. Das heißt, dass das Auftreten von Gefahrstoffen in der Luft des Arbeitsbereichs praktisch ausgeschlossen werden kann.

(4) Bei hochwirksamen Absaugungen werden austretende Gefahrstoffe mit einer gerichteten, möglichst laminaren Zuluftströmung vollständig erfasst und in die Absaugung transportiert.

(5) Eine wirksame Absaugung im Sinne dieser TRGS ist eine Absaugung offener und halboffener Bauart, die so bemessen ist, dass Gefahrstoffe innerhalb des Erfassungsbereichs verbleiben. Dies bedeutet, dass das Auftreten von Gefahrstoffen in der Luft des Arbeitsbereichs weitgehend ausgeschlossen werden kann, zumindest aber von einer Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte auszugehen ist. Die Wirksamkeit ist zu überprüfen, z. B. durch Messungen.

(6) Eine Quellenabsaugung im Sinne dieser TRGS ist eine örtliche Absaugung, z. B. Punktabsaugung, die so platziert ist, dass Gefahrstoffe direkt an der Entstehungsstelle erfasst werden.

(7) Als sonstige Absaugung im Sinne dieser TRGS ist eine Absaugung offener und halboffener Bauart zu verstehen, die so bemessen ist, dass das Auftreten von Gefahrstoffen in der Luft des Arbeitsbereichs zwar reduziert, jedoch nicht ausgeschlossen werden kann. In der Regel sind zur Einhaltung von Arbeitsplatzgrenzwerten weitere Maßnahmen erforderlich.

## 5.4 Organisatorische Schutzmaßnahmen

(1) Organisatorische („O“) Schutzmaßnahmen sind zu veranlassen, wenn durch Substitution oder technische Maßnahmen das Schutzziel nicht erreicht werden kann.

(2) Organisatorische Maßnahmen gewährleisten, dass Schutzmaßnahmen nachhaltig ausreichend sind. Hierzu gehören beispielsweise Wartungspläne und Begehungen sowie Arbeitszeitregelungen zur Reduzierung der Exposition oder Minimierung wechselseitiger Belastungen.

(3) Unabhängig vom STOP-Prinzip sind organisatorische Schutzmaßnahmen zu ergreifen, um die Gefährdung der Beschäftigten auf ein Minimum zu reduzieren, z. B. Erstellung von Betriebsanweisungen und Durchführung von Unterweisungen.

(4) Abschnitt 6.2 dieser TRGS beschreibt beispielhaft organisatorische Schutzmaßnahmen.

## **5.5 Persönliche Schutzmaßnahmen**

(1) Persönliche („P“) Schutzmaßnahmen wie z. B. das Tragen von Atemschutz stehen an letzter Stelle des STOP-Prinzips. Sie sind einzusetzen, wenn Gefährdungen nicht durch in der Rangfolge höher stehender Schutzmaßnahmen ausreichend reduziert werden können.

(2) Persönliche Schutzmaßnahmen werden z. B. bei kurzzeitigen Tätigkeiten mit hoher Exposition eingesetzt oder auch bei unregelmäßiger oder nur gelegentlicher Exposition oder als vorübergehende Maßnahme bis technische oder organisatorische Maßnahmen umgesetzt wurden.

(3) Wenn der Arbeitsplatzgrenzwert bzw. Beurteilungsmaßstab trotz Ausschöpfung aller technischer oder organisatorischer Schutzmaßnahmen nicht eingehalten wird, ist unverzüglich persönliche Schutzausrüstung bereitzustellen und anzuwenden.

## **5.6 Kombination von Schutzmaßnahmen**

(1) Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen keine Gefährdung für Beschäftigte und Dritte besteht, bzw. dass diese auf ein Minimum reduziert ist. Die allgemeinen Schutzmaßnahmen nach Abschnitt 6 und Abschnitt 9 dieser TRGS sind umzusetzen.

(2) Oftmals ist dazu eine einzelne Maßnahme nicht ausreichend, sondern erst durch eine Kombination verschiedener Maßnahmen wird eine ausreichende Sicherheit erreicht und gewährleistet. Beispielsweise bleibt eine installierte technische Schutzmaßnahme nur dann nachhaltig wirksam, wenn sie im Rahmen eines Wartungsplans als begleitende organisatorische Schutzmaßnahme regelmäßig geprüft und gewartet wird.

(3) Eine Kombination im Sinne dieser TRGS ist die allgemeine Zusammenstellung aller technischen, organisatorischen und personenbezogenen Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung von Substitutionsmöglichkeiten, um ein festgelegtes Schutzziel zu erreichen.

(4) Die Zusammenstellung der Schutzmaßnahmen ist nachvollziehbar darzustellen und in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.

(5) Eine Kombination von Schutzmaßnahmen kann somit auch beinhalten, dass bei nicht vorhandenen Substitutionsmöglichkeiten und nicht ausreichenden technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen der Einsatz persönlicher Schutzmaßnahmen entsprechend des STOP-Prinzips notwendig wird. Hierbei ist insbesondere die Verwendung von Atem-, Augen- und Handschutz von besonderer Bedeutung.

## **6 Zusätzliche allgemeine Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten, für die keine „geringe Gefährdung“ angenommen werden kann**

### **6.1 Allgemeine Schutzmaßnahmen - Arbeitsplatzgestaltung**

- (1) Für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen stellt der Arbeitgeber geeignete Arbeitsmittel und Arbeitsverfahren zur Verfügung, welche die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigen. Der Arbeitgeber stellt durch Wartung und Instandhaltung sicher, dass der ordnungsgemäße Zustand erhalten bleibt. Dies ist zu dokumentieren.
- (2) Der Arbeitgeber hat nach § 5 BetrSichV Arbeitsmittel zur Verfügung zu stellen, die unter Berücksichtigung der vorgesehenen Einsatzbedingungen bei der Verwendung sicher sind.
- (3) Damit die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten bei Wartungstätigkeiten gewährleistet sind siehe z. B. TRBS 1112, müssen die Wartungsverfahren den Herstellervorgaben entsprechen oder aber in gleicher geeigneter Weise die erforderliche Zielstellung einer sicheren Wartung (Verfahren zur Kontrolle, Instandhaltung und Reparatur zur Bewahrung des Soll-Zustandes des technischen Arbeitsmittels) erfüllen. Die Regelungen der Betriebssicherheitsverordnung sind zu beachten.
- (4) Unter Berücksichtigung der verwendeten Stoffe und Arbeitsverfahren ist für eine geeignete Be- und Entlüftung zu sorgen. Es ist ein ausreichendes Maß an gesundheitlich zuträglicher Atemluft zuzuführen. Eine freie Lüftung kann ausreichend sein. Die Zuluft darf nicht aus verunreinigten Quellen stammen. Die Abluft darf nicht so geführt werden, dass sie zu einer Belastung Dritter führt (siehe hierzu auch DGUV-Regel 109-002).
- (5) Wirksamer als eine einfache Abluftanlage ist eine Kombination aus gerichteter, möglichst laminar strömender Zuluft, welche die Gefahrstoffe von den Arbeitnehmern fort in die Abluft transportiert. Zu- und Abluftöffnungen sind so gewählt, dass sie leicht zugänglich, sicher zu bedienen und die Wirksamkeit der Lüftung nicht eingeschränkt wird. Zugluft ist zu vermeiden.
- (6) Lüftungskurzschlüsse oder wechselseitige Beeinflussung von Absaugungen und Strömungsverhältnissen sind zu vermeiden.
- (7) Eine Störung oder ein Ausfall der raumluftechnischen Anlage muss für die Beschäftigten erkennbar sein, z. B. durch optische oder akustische Signale, wenn sie zur Minimierung der Exposition der Beschäftigten beiträgt. Die Regeln für Arbeitsstätten ASR A 3.6 beschreiben die allgemeinen Anforderungen an raumluftechnischen Anlagen.
- (8) Ablagerungen und Verunreinigungen, die zu einer Gesundheitsgefährdung führen können, müssen umgehend beseitigt werden.
- (9) Oberflächen von Fußböden, Wänden, Decken im Arbeitsbereich sowie von verwendeten Arbeitsmitteln müssen je nach Gefährdungsbeurteilung leicht zu reinigen sein. Soweit nach Gefährdungsbeurteilung erforderlich, gilt dies auch für Lager- und Nebenräume.
- (10) Bei Tätigkeiten mit Flüssigkeiten sind in Abhängigkeit vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung geeignete Rückhalteeinrichtungen vorzusehen (siehe hierzu auch TRGS 509 „Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter“ und TRGS 510).
- (11) Bei Ab-, Ein- oder Umfülltätigkeiten sind z. B. durch Dosier- oder Zapfvorrichtungen die Expositionen am Arbeitsplatz zu minimieren. Hautkontakt ist zu vermeiden.

(12) Maschinen und Anlagen dürfen im bestimmungsgemäßen Betrieb erst dann geöffnet werden, wenn sichergestellt ist, dass austretende Gefahrstoffe die Sicherheit und Gesundheit von Beschäftigten nicht gefährden können.

## **6.2 Allgemeine Schutzmaßnahmen - Arbeitsorganisation**

(1) Der Arbeitgeber stellt sicher, dass alle Gefahrstoffe nach TRGS 400 ermittelt und bei der Festlegung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen berücksichtigt wurden. Das betrifft auch nicht kennzeichnungspflichtige Gefahrstoffe und Gefahrstoffe, die bei einer Tätigkeit entstehen oder freigesetzt werden.

(2) Über alle ermittelten Gefahrstoffe wird ein Gefahrstoffverzeichnis nach TRGS 400 geführt.

(3) Für alle Gefahrstoffe, die von einem Lieferanten als gefährlich eingestuft und gekennzeichnet sind, muss ein Sicherheitsdatenblatt vorliegen.

(4) Der Arbeitgeber ist verpflichtet, Stoffe und Gemische, die nicht von einem Lieferanten eingestuft und gekennzeichnet wurden, selbst einzustufen und zu kennzeichnen. Näheres beschreibt die TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“.

(5) Der Arbeitgeber hat gemäß Gefahrstoffverordnung sicherzustellen, dass alle verwendeten gefährlichen Stoffe und Gemische identifizierbar sind. Behälter, Kleingebinde, Rohrleitungen usw., die gefährliche Stoffe und Gemische enthalten oder führen, sind gemäß TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ zu kennzeichnen.

(6) Es dürfen nur die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung beurteilten Gefahrstoffe bestimmungsgemäß am Arbeitsplatz verwendet werden.

(7) Für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind Betriebsanweisungen nach TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“ zu erarbeiten. Die Betriebsanweisungen und sonstigen Informationen müssen den Beschäftigten zugänglich sein.

(8) Die Beschäftigten sind entsprechend der TRGS 555 vor Aufnahme der Tätigkeiten und danach mindestens einmal jährlich, über alle auftretenden Gefährdungen und entsprechenden Schutzmaßnahmen mündlich zu unterweisen. Vorgaben aus anderen Rechtsgebieten bezüglich der Häufigkeit durchzuführender Unterweisungen bleiben unberührt, z. B. nach Mutterschutzgesetz, Jugendarbeitsschutzgesetz. Zeitpunkt und Inhalt der Unterweisung sind zu dokumentieren.

(9) Neben den betrieblichen, technischen und organisatorischen Maßnahmen sind auch die Maßnahmen zur persönlichen Arbeitshygiene und Sauberkeit am Arbeitsplatz zu beachten. Im Rahmen der Unterweisung muss eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung erfolgen. Weitere Informationen zur Arbeitshygiene enthält Abschnitt 6.4 dieser TRGS.

(10) Tätigkeiten mit Stoffen oder Gemischen, die als

1. akut toxisch Kategorie 1, 2, oder 3,
2. spezifisch zielorgantoxisch Kategorie 1,
3. krebserzeugend Kategorie 1A oder 1B oder
4. keimzellmutagen Kategorie 1A oder 1B eingestuft

sind, dürfen gemäß Gefahrstoffverordnung nur von fachkundigen oder besonders unterwiesenen Personen ausgeführt werden.

(11) Der Arbeitgeber muss die Beschäftigten dazu anhalten, dass diese die Betriebsanweisungen sowie weitere Anweisungen zur Begrenzung der Exposition beachten. Hierzu zählt z. B.

1. umsichtiger Umgang mit kontaminierter Arbeitskleidung und Schutzausrüstung, sowie kontaminierten Handschuhen oder Putzlappen,
2. Vermeidung von Aufwirbelungen,
3. Aufklärung über Verhaltens- und sorgfältige Arbeitsweisen

(12) Expositionen gegenüber Gefahrstoffen länger als acht Stunden pro Tag sind zu vermeiden. Längere Expositionen sind in der Gefährdungsbeurteilung gesondert zu berücksichtigen und die Belastung durch organisatorische Schutzmaßnahmen wie z. B.

1. zusätzliche Pausen,
2. Tätigkeitswechsel (in Bereiche ohne Gefahrstoffbelastung) oder
3. Personalwechsel

zu reduzieren.

(13) Die besonderen Belastungen von Nachtarbeit und Tätigkeiten mit Gefahrstoffexposition sind durch den Arbeitgeber zu berücksichtigen. Hier können ergonomische Schichtmodelle mit z. B. einer kürzeren Schichtdauer, kurzyklisch vorwärts rotierenden Schichtsystemen wie zwei Früh-, zwei Spät-, zwei Nacht- und zwei Freischichten, geblockten Wochenendfreizeiten (zwei zusammenhängende freie Tage am Wochenende), zusätzlichen Erholungspausen während der Nachtschicht, etc. die auftretenden Belastungen reduzieren.

(14) Belastungen durch schwere, körperliche Arbeit mit Gefahrstoffexposition sind besonders zu berücksichtigen. Hier können z. B. ergonomische Maßnahmen wie Tragehilfen etc, zusätzliche Ruhe-, Pausen- und Erholungszeiten oder andere geeignete Maßnahmen die auftretenden Belastungen reduzieren.

(15) Beim Abfüllen von Gefahrstoffen ist darauf zu achten, dass geeignete Behältnisse verwendet werden. Es ist z. B. darauf zu achten, dass beim Umfüllen entzündbarer Flüssigkeiten in Gebinden größer 5 Liter die Ableitfähigkeit aller Materialien gegeben ist (siehe TRGS 727) oder dass metallkorrosive Stoffe nicht in Metallbehälter gefüllt werden. Bei entzündbaren Flüssigkeiten sind die Behälter zu erden.

(16) Beim Zusammenwirken mehrerer Verfahren oder Arbeitsmethoden sind neu auftretende Wechselwirkungen zu berücksichtigen und geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen. Dies kann z. B. auftreten bei Tätigkeiten mit entzündbaren Lösemitteln und Schweißarbeiten in diesen Bereichen.

(17) Verunreinigungen durch ausgelaufene oder verschüttete Gefahrstoffe müssen unverzüglich und wirkungsvoll mit geeigneten Mitteln beseitigt, Rückstände von Gefahrstoffen an den Außenseiten von Behältern bzw. Verpackungen entfernt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass diese Mittel in ausreichender Menge vorhanden sind.

(18) Rückhalteeinrichtungen sind regelmäßig zu entleeren.

(19) Das Vermischen von Gefahrstoffabfällen darf nicht zu gefährlichen chemischen Reaktionen führen.

(20) Abfälle und gebrauchte Putzlappen dürfen nur in den dafür bereitgestellten und entsprechend gekennzeichneten Behältnissen gesammelt werden. Öl- oder lösemittelgetränkte Putzlappen und Abfälle müssen in nicht brennbaren und verschließbaren Behältern gesammelt

werden. In Abhängigkeit des Ergebnisses der Gefährdungsbeurteilung ist ggfs. eine Erdung erforderlich. Die Gefahr der Selbstentzündung ist zu berücksichtigen.

(21) Bei Verwendung nicht verschließbarer Behälter ist darauf zu achten, dass eine Ausbreitung der Gefahrstoffemission vermieden wird, z. B. durch Absaugungen, Abdeckungen oder die regelmäßige Leerung der Behälter.

### **6.3 Allgemeine Schutzmaßnahmen – Begrenzung der Exposition**

(1) An Arbeitsplätzen sind nur die für den Fortgang der Arbeit benötigten Gefahrstoffe in der erforderlichen Menge – im Normalfall der Bedarf einer Arbeitsschicht – vorzuhalten. Hierfür sind geeignete Behältnisse bereit zu stellen. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist abzuwägen, ob häufige Transport- und Umfüllvorgänge zu einer höheren Gefährdung führen können, als eine sachgerechte Bereitstellung größerer Mengen.

(2) Die Anzahl der Beschäftigten, die Gefahrstoffen ausgesetzt sind oder ausgesetzt sein können, ist zu begrenzen.

(3) Ist eine Exposition am Arbeitsplatz möglich, so muss diese grundsätzlich, unabhängig davon, ob bereits geeignete technische oder organisatorische Maßnahmen angewendet werden, in der zeitlichen Dauer und Expositionshöhe begrenzt werden.

(4) Belastungen durch benachbarte Arbeitsplätze z. B. beim Abdunsten von Lösemitteln bei Trocknungsprozessen sind zu minimieren.

(5) Emissionsmindernde Maßnahmen und emissionsarme Verfahren sind bevorzugt anzuwenden. Beispiele sind:

1. Anwendung von Tauch-, Roll-, und Streichverfahren anstelle von Spritzverfahren,
2. Vermeiden von Verspritzen und Aerosolbildung von Gefahrstoffen bei Befüllvorgängen z. B. durch Tauchrohre, Füllleitungen und Trichter,
3. Vermeiden einer Belastung anderer Bereiche durch räumliches Abtrennen von Arbeitsbereichen oder Tätigkeiten,
4. Vermeiden von großflächig offenen Anwendungen oder hohen Temperaturen,
5. Geschlossen halten bzw. Abdecken von Gebinden und Öffnen nur für die für den Fortgang der Arbeiten erforderliche Zeit,
6. unverzügliche Beseitigung von Leckagen an Leitungen und Armaturen, die ein unkontrolliertes Austreten von Gasen und Dämpfen verursachen können.

### **6.4 Allgemeine Schutzmaßnahmen - Hygiene**

(1) Um die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten dauerhaft zu gewährleisten, ist die Umsetzung angemessener Hygienemaßnahmen sicher zu stellen. Den Beschäftigten sind ausreichend Zeit und Möglichkeiten zur Erfüllung der arbeitshygienischen Anforderungen zu gewähren.

(2) Ist eine Verunreinigung der Arbeitskleidung, so dass von ihr eine Gefährdung ausgeht, nicht auszuschließen, hat der Arbeitgeber die Arbeitskleidung zu stellen.

(3) Geeignete Schutzkleidung ist den Beschäftigten zur Verfügung zu stellen sofern dies aus der Gefährdungsbeurteilung als Ergebnis hervorgeht. Die ausgewählte Schutzkleidung kann die Arbeitskleidung ersetzen oder ergänzen. Wird Schutzkleidung über der Arbeitskleidung getragen, muss sie die Arbeitskleidung entsprechend der Gefährdungsbeurteilung an den Stellen bedecken, die tätigkeitsbedingt mit Gefahrstoffen verunreinigt werden können. Bei

möglicher Durchnässung der Kleidung bzw. des Schuhwerks ist vom Arbeitgeber gestellte flüssigkeitsdichte Schutzkleidung bzw. Fußbekleidung zu tragen.

(4) Wird bei Tätigkeiten, bei denen nach Gefährdungsbeurteilung keine Schutzkleidung zu tragen ist, dennoch die Arbeitskleidung derart verunreinigt, dass von ihr eine Gefährdung ausgeht, ist diese unverzüglich zu wechseln und vom Arbeitgeber wie Schutzkleidung zu reinigen oder zu entsorgen.

(5) Der Arbeitgeber hat dafür Sorge zu tragen, dass Schutzkleidung oder mit Gefahrstoffen verunreinigte Arbeitskleidung von den Beschäftigten nicht zur Reinigung nach Hause mitgenommen wird. Getragene Schutzkleidung ist von anderer Kleidung getrennt aufzubewahren. Beim Betreten von Pausen- und Bereitschaftsräumen muss eine Gefährdung durch verschmutzte Schutzkleidung oder Arbeitskleidung verhindert werden.

(6) Ergibt die Gefährdungsbeurteilung, dass Verletzungen durch Ausrutschen möglich sind oder mit Fuß- oder Beinverletzungen durch Gefahrstoffe zu rechnen ist, hat der Arbeitgeber geeigneten Fußschutz bereitzustellen. Die DGUV Regel 112-191 beschreibt für derartige Gefährdungen geeigneten Fuß- und Beinschutz. Wesentlich ist, dass die Schuhe fest, geschlossen und trittsicher sind.

(7) Der Arbeitgeber hat gemäß Gefährdungsbeurteilung getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für die Arbeits- oder Schutzkleidung einerseits und die Straßenkleidung andererseits zur Verfügung zu stellen.

(8) Reinigungspläne unterstützen die Grundhygiene im Arbeitsbereich. Die Notwendigkeit und der Umfang des Reinigungsplans ist in der Gefährdungsbeurteilung festzulegen.

(9) Die Einhaltung der nachfolgenden hygienischen Maßnahmen trägt wirksam zur Umsetzung des Schutzziels bei. Der Arbeitgeber muss die Beschäftigten dazu anhalten, dass diese

1. ihren Arbeitsplatz regelmäßig aufräumen und säubern,
2. zur Aufnahme von Nahrungs- und Genussmitteln die hierfür vorgesehenen Räumlichkeiten nutzen und die Pausen- und Bereitschaftsräume bzw. Tagesunterkünfte nicht mit stark verschmutzter Kleidung betreten,
3. die notwendige Arbeits- und Schutzkleidung tragen und verschmutzte Arbeits- und Schutzkleidung unverzüglich wechseln,
4. staubige Arbeits- und Schutzkleidung nicht ausschütteln oder abblasen,
5. Hautkontaminationen vermeiden und Gefahrstoffspritzer oder -verunreinigungen auf der Haut möglichst sofort entfernen,
6. Putzlappen für Maschinen und Anlagen nicht für die Hautreinigung verwenden,
7. kontaminierte Putzlappen entsorgen und diese auch nicht kurzzeitig in die Kleidung stecken und
8. das Abwischen von Schweiß mit der Hand im Gesichtsbereich vermeiden.

(10) Die orale Aufnahme von Gefahrstoffen muss vermieden werden. Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Möglichkeiten zu einer von den Gefahrstoffen getrennten Aufbewahrung der Pausenverpflegung und zum Essen und Trinken ohne Beeinträchtigung der Gesundheit und ohne Geruchsbelästigungen gegeben sind. Hierfür sind Pausenbereiche oder Pausenräume gemäß ASR A4.2 einzurichten. Dies gilt auch für die Verschleppung von Kontaminationen, z. B. an äußerlich mit Gefahrstoffen behafteter Arbeitskleidung und Schuhen.

(11) Das Bereithalten, Aufbewahren oder Lagern von Gefahrstoffen in Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär-, Sanitätsräumen und Tagesunterkünften ist nicht gestattet. Dies gilt nicht für

Gebinde, die zur dortigen Verwendung vorgesehen sind.

(12) Es ist eine Waschgelegenheit mit fließendem Wasser und schonenden Hautreinigungsmitteln vorzusehen.

(13) Soweit nach Gefährdungsbeurteilung erforderlich, sind Waschräume, Duschkmöglichkeiten sowie ergänzend Hautschutz- und Hautpflegemittel gem. ASR 4.1 bereitzustellen. Gründe für die Einrichtung eines Waschrums können z. B. Tätigkeiten mit starker Verschmutzung oder starker Geruchsbelästigung sein.

(14) In Abhängigkeit des Ergebnisses der Gefährdungsbeurteilung ist ein Hautschutzplan zu erstellen, der Auskunft über die im jeweiligen Tätigkeitsbereich anzuwendenden Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemaßnahmen gibt. Bei der Auswahl der Reinigungsmittel ist darauf zu achten, dass diese möglichst hautschonend reinigen. Lösemittelhaltige Reinigungsmittel und reibkörperhaltige Waschpasten und Grobreiniger werden nur dann eingesetzt, wenn eine entsprechende Reinigung nicht auf andere, hautschonendere Art und Weise erfolgen kann. Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel werden hygienisch einwandfrei bereitgestellt. Einrichtungen zum hygienischen Händetrocknen, bevorzugt Einmalhandtücher, sind vorzusehen.

(15) Die Häufigkeit der Hautreinigung wird auf das erforderliche Maß begrenzt. Weiterführende Informationen zur Hautgefährdung enthält die TRGS 401.

## **6.5 Allgemeine Schutzmaßnahmen - Lagerung**

(1) Gefahrstoffe sind gemäß der Gefahrstoffverordnung so aufzubewahren oder zu lagern, dass sie die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten und die Umwelt nicht gefährden. Es sind dabei wirksame Vorkehrungen zu treffen, um Missbrauch oder Fehlgebrauch zu verhindern. So dürfen Gefahrstoffe

1. nicht in solchen Behältern, durch deren Form oder Bezeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann,
2. nur übersichtlich geordnet und
3. nicht in unmittelbarer Nähe von Arzneimitteln, Lebens- oder Futtermitteln einschließlich deren Zusatzstoffen

aufbewahrt oder gelagert werden.

(2) Gefahrstoffe sind nur an festgelegten und entsprechend gekennzeichneten Orten z.B. Lagerbereiche, Schränke, usw. zu lagern. Lagerbereiche sind mit dem entsprechenden Warnzeichen gemäß ASR A1.3 zu kennzeichnen.

(3) Um die Gefahrstoffbelastung im Lager zu reduzieren, sind bei der Lagerung von Gefahrstoffen geeignete Lagertechnik sowie Lagereinrichtungen einzusetzen, z. B. Silos, Bunker, Sicherheitsschränke, ortsfeste Tanks, Rückhalteeinrichtungen, Transportbehälter mit Deckel, Säcke, Container mit Abdeckung oder Planen für Schüttwaren.

(4) Die TRGS 509 konkretisiert die Anforderungen hinsichtlich der Lagerung flüssiger und fester Gefahrstoffe in ortsfesten Behältern sowie für Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter.

(5) Schutzmaßnahmen für die Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern sind in der TRGS 510 beschrieben. Die Anforderungen sind dabei gestaffelt in Abhängigkeit von Art und Menge der gelagerten Gefahrstoffe, siehe dazu Tabelle 1 in TRGS 510.

(6) Die ortsbeweglichen Behälter müssen so beschaffen, geeignet und verschlossen sein,

dass vom Inhalt nichts ungewollt nach außen gelangen kann. Diese Voraussetzungen gelten u.a. als erfüllt, wenn die Verpackung oder der Behälter die Anforderungen gemäß Gefahrgutrecht erfüllt.

(7) Gefahrstoffe sollen möglichst in Originalbehältern oder in der Originalverpackung gelagert werden. Dies beinhaltet auch regelmäßige Kontrolle auf Alterung oder Schäden.

(8) Gefahrstoffe dürfen nicht an solchen Orten gelagert werden, die zu einer Gefährdung der Beschäftigten oder anderer Personen führen können. Dazu gehören insbesondere

1. Verkehrswege; zu Verkehrswegen zählen u. a. Treppenträume, Flucht- und Rettungswege, Durchgänge, Durchfahrten und enge Höfe,
2. Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär-, Sanitätsräume oder Tagesunterkünfte.

Gefahrstoffe dürfen in Arbeitsräumen nur gelagert werden, wenn die Lagerung mit dem Schutz der Beschäftigten vereinbar ist. Sie hat in besonderen Einrichtungen zu erfolgen, falls dies gemäß Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung erforderlich ist.

(9) Lagereinrichtungen müssen zur Aufnahme der Lagergüter ausreichend statisch belastbar und standsicher sein. Es müssen Maßnahmen zur Sicherung gegen Heraus- oder Herabfallen sowie ein ausreichend bemessener Anfahrerschutz vorhanden sein.

(10) Gefahrstoffe dürfen nur zusammengelagert werden, wenn dadurch keine Gefährdungserhöhung entsteht, siehe dazu Abschnitt 7 der TRGS 510.

(11) In unmittelbarer Nähe von Lagerbehältern mit entzündbaren Gefahrstoffen dürfen sich keine wirksamen Zündquellen befinden.

(12) Gefüllte Aerosolpackungen und Druckgaskartuschen dürfen nicht einer Erwärmung von mehr als 50 °C durch Sonnenbestrahlung oder andere Wärmequellen ausgesetzt werden.

(13) Müssen Druckgaskartuschen mit brennbaren Inhaltsstoffen mit angeschlossener Entnahmeeinrichtung gelagert werden, dürfen diese wegen Undichtigkeiten an den Anschlüssen nur mit zusätzlichen Schutzmaßnahmen zur Vermeidung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre gelagert werden.

(14) Entzündbare Flüssigkeiten (gekennzeichnet mit H224, H225, H226) dürfen außerhalb von Lagern in

1. zerbrechlichen Behältern bis maximal 2,5 l Fassungsvermögen je Behälter,
2. in nicht zerbrechlichen Behältern bis maximal 10 l Fassungsvermögen je Behälter,

gelagert werden, sofern die Gefährdungsbeurteilung keine erhöhte Brandgefahr ergibt. Hierbei dürfen maximal 20 kg extrem und leicht entzündbare Flüssigkeiten (H224 oder 225), davon nicht mehr als 10 kg extrem entzündbare Flüssigkeiten (H224), enthalten sein. Die Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten in Sicherheitsschränken nach Anlage 3 der TRGS 510 wird empfohlen.

(15) Behälter mit flüssigen Gefahrstoffen müssen in eine Rückhalteeinrichtung eingestellt werden, die mindestens den Rauminhalt des größten Gebindes aufnehmen kann.

(16) Stoffe oder Gemische, die als

1. akut toxisch Kategorie 1, 2, oder 3,
2. spezifisch zielorgantoxisch Kategorie 1,
3. krebserzeugend Kategorie 1A oder 1B oder
4. keimzellmutagen Kategorie 1A oder 1B eingestuft

sind, sind gemäß der Gefahrstoffverordnung unter Verschluss aufzubewahren oder zu lagern, dass nur fachkundige und zuverlässige Personen Zugang haben. Ein entsprechendes Vorgehen ist für Stoffe, welche die oben genannten Kriterien nicht erfüllen, aber mit dem P-Satz 405 „Unter Verschluss aufbewahren“ versehen sind, ebenfalls geboten. Dies gilt nicht für Kraftstoffe an Tankstellen oder sonstigen Betankungseinrichtungen sowie für Stoffe und Gemische, die als akut toxisch Kategorie 3 eingestuft sind, sofern diese vormals nach der Stoffrichtlinie 67/548/EWG oder der Zubereitungsrichtlinie 1999/45/EG als gesundheitsschädlich eingestuft wurden.

(17) Eine Aufbewahrung unter Verschluss kann u. a. durch verschlossene Arbeitsräume und Lager, z.B. Schlüssel, Codekarten, RFID-Transponder (radio-frequency identification), oder verschlossene Schränke oder Container erfolgen. Auch ein Betriebsgelände mit Werkszaun und Zugangskontrolle einschließlich Industriepark kann hierzu dienen (siehe hierzu auch TRGS 510).

(18) Gefahrstoffe, die die Kleinmengen gemäß Tabelle 1 der TRGS 510 überschreiten, sind in Lagern im Sinne der TRGS 510 zu lagern. Für die Lagerung im Lager gelten über die vorgenannten allgemeinen Maßnahmen hinaus besondere Maßnahmen insbesondere

1. in Bezug auf die Lagerorganisation,
2. die Sicherung des Lagergutes,
3. Maßnahmen zur Alarmierung,
4. ggf. zur persönlichen Schutzausrüstung,
5. zu hygienischen und Erste-Hilfe-Maßnahmen sowie
6. für Überprüfungen und Kontrollen.

(19) Darüberhinausgehende Schutzmaßnahmen, wie z. B. bauliche Anforderungen und Brandschutzmaßnahmen sind gemäß Tabelle 1 der TRGS 510 für Gefahrstoffe mit bestimmten Eigenschaften erforderlich, wenn die dort genannten Mengenschwellen überschritten werden, siehe dafür die TRGS 510.

(20) Gemäß der Gefahrstoffverordnung sind Gefahrstoffe, die nicht mehr benötigt werden, und Behälter, die geleert worden sind, die aber noch Reste von Gefahrstoffen enthalten können, sicher zu handhaben, vom Arbeitsplatz zu entfernen und sachgerecht zu lagern oder entsorgen.

(21) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Stoffe, die dem Betäubungsmittelgesetz unterliegen, unter Verschluss aufbewahrt werden. Der Zugang zu den Betäubungsmitteln ist nur der verantwortlichen Person erlaubt.

(22) Anforderungen für die Lagerung von Ammoniumnitrat sind in Anhang I Nummer 5 der GefStoffV und in TRGS 511 beschrieben und Anforderungen für die Lagerung von organischen Peroxiden sind in Anhang III der GefStoffV beschrieben.

## **7 Zusätzliche Schutzmaßnahmen**

(1) Zusätzliche Schutzmaßnahmen sind erforderlich, wenn das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung insbesondere nach TRGS 400, TRGS 401 und TRGS 402 ergibt, dass die allgemeinen Schutzmaßnahmen nach den Abschnitten 6 und 9 nicht ausreichend sind.

(2) Der Arbeitgeber hat zu prüfen, ob ein Gefahrstoff oder Verfahren durch einen nicht oder weniger gefährlichen ersetzt werden kann. Dabei ist neben der technisch-fachlichen Eignung

auch das Gesamtgefährdungspotential aus allen Gefährlichkeitsmerkmalen (toxische, physikalisch-chemische und Umwelt-Gefährdung) zu berücksichtigen, da ggf. bei Ersatz des Stoffes auch das Arbeitsverfahren angepasst werden muss. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist der Verzicht auf eine technisch mögliche Substitution zu begründen und zu dokumentieren.

(3) Ist die Substitution nicht möglich, müssen für diese Tätigkeiten technische, organisatorische oder persönliche Schutzmaßnahmen getroffen werden, welche die Gefährdung ausschließen, bzw. falls dies nicht möglich ist, so weit wie möglich verringern.

(4) Technische Schutzmaßnahmen sind nach dem Stand der Technik zu gestalten. Hierbei sind vorrangig geschlossene Systeme anzuwenden. Falls dies nicht möglich ist, sind geeignete Absaugungen mit möglichst vollständiger Erfassung der Gefahrstoffe vorzusehen. Lüftungs- und Absaugeinrichtungen sowie Abzüge sind bestimmungsgemäß zu verwenden. Die BAuA beschreibt diese Maßnahme für verschiedene Tätigkeiten, wie z. B. Wiegen, Ab- und Umfüllen, Entleeren, Mischen, Beschichten, sowie Laminieren in verschiedenen Schutzleitfäden im Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe - EMKG. Für das sichere Umfüllen von organischen Lösemitteln sind die Schutzleitfäden mit Videosequenzen hinterlegt. Wirksame und nicht ausreichende Schutzmaßnahmen werden im direkten Vergleich dargestellt, z. B. die Auswirkung, wenn eine Absaugvorrichtung nicht korrekt positioniert wird. Weiterhin sind ggfs. zusätzlich organisatorische Maßnahmen z. B. gesonderte Unterweisungen erforderlich.

(5) Ein Ausfall dieser Lüftungstechnischen Einrichtungen muss von den Beschäftigten leicht und unverzüglich bemerkt werden, z. B. durch automatisch wirkende optische und akustische Alarmierung.

(6) Werden Tätigkeiten mit Gefahrstoffen von einem Beschäftigten außerhalb von Ruf- und Sichtweite zu anderen Beschäftigten ausgeführt, hat der Arbeitgeber im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung festzustellen, ob ggfs. zusätzliche Schutzmaßnahmen notwendig sind um die Erste Hilfe bei Notfällen sicher zu stellen. Mögliche zusätzliche Schutzmaßnahmen können z. B. geeignete technische oder organisatorische Meldesysteme wie Personennotsignalanlage, Kontrollanrufe, ggf. kurzzyklische Kontrollgänge, ggfs. Videoüberwachung usw. sein. Dies kann auch bedeuten, dass bestimmte Tätigkeiten nicht von einer Person alleine ausgeführt werden dürfen (siehe DGUV Regel 112-139, DGUV Information 212-139 und in der DGUV Leitlinie „Einsatz von Personen-Notsignal-Anlagen bei gefährlichen Alleinarbeiten“).

(7) Wird die Arbeitskleidung verunreinigt und dadurch eine Gefährdung für den Beschäftigten oder Dritte hervorgerufen, ist die Arbeitskleidung unverzüglich zu wechseln. Der Arbeitgeber hat eine sichere Reinigung bzw. Entsorgung dieser Kleidung ohne Belastung Dritter zu gewährleisten.

(8) Reichen die allgemeinen Schutzmaßnahmen nach Abschnitt 6 nicht aus, ist die Ausbreitung bzw. Verschleppung von Gefahrstoffen in andere Arbeits- oder Betriebsbereiche zu minimieren bzw. zu verhindern. In Abhängigkeit des Ergebnisses der Gefährdungsbeurteilung können dies Maßnahmen von der räumlichen Abtrennung bis hin zu Schwarz-Weiß-Bereichen sein.

(9) Besteht trotz Ausschöpfung von Substitutionsmöglichkeiten, technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen eine Gefährdung für die Beschäftigten ist vor der Aufnahme der Tätigkeiten geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung zu stellen.

(10) Es darf nur mit dem EU-Recht konforme persönliche Schutzausrüstung eingesetzt werden (siehe Verordnung (EU) 2016/425 über persönliche Schutzausrüstungen).

(11) Beschäftigte müssen bereitgestellte persönliche Schutzausrüstungen auf Grundlage der durchgeführten Unterweisung bestimmungsgemäß benutzen, solange eine Gefährdung besteht. Die Dauer wird in der Gefährdungsbeurteilung festgelegt.

(12) Das Tragen von belastender persönlicher Schutzausrüstung darf keine ständige Maßnahme sein und dadurch technische oder organisatorische Schutzmaßnahmen ersetzen. Das STOP-Prinzip der Schutzmaßnahmen muss eingehalten werden.

(13) Können aufgrund der Arbeitsprozesse und Tätigkeiten nicht dauerhaft sicher Augengefährdungen ausgeschlossen werden, ist Augenschutz gemäß den Festlegungen in der Gefährdungsbeurteilung zu tragen. Reicht eine Gestellbrille mit Seitenschutz aufgrund besonderer Gefahren nicht aus, sind entsprechend des Ergebnisses der Gefährdungsbeurteilung Sicherheits-Spoggles, Korbbrillen bzw. Gesichtsschutzschirme zu tragen.

(14) Bei kurzzeitigen Expositionsspitzen und daraus resultierenden Gefährdungen für die Beschäftigten ist Atemschutz zu verwenden.

(15) Es muss durch den Arbeitgeber sichergestellt werden, dass die Tragezeitbegrenzung bei Atemschutz und anderer belastender persönlicher Schutzausrüstung eingehalten wird.

(16) Durchbruchzeiten von Handschuhmaterialien sind zu beachten. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Durchbruchzeiten temperaturabhängig sind und unter Praxisbedingungen deutlich unter den nach Norm ermittelten Durchbruchzeiten liegen können (siehe hierzu TRGS 401).

(17) Der Arbeitgeber hat die richtige Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung zu unterweisen und die Benutzung erforderlichenfalls üben zu lassen.

(18) Die persönlichen Schutzausrüstungen müssen

1. an einem dafür vorgesehenen Ort sachgerecht und hygienisch einwandfrei sowie frei von schädigenden Einflüssen aufbewahrt werden,
2. je nach Art der Schutzausrüstung vor Gebrauch geprüft und nach Gebrauch ggfs. gereinigt werden und
3. bei Schäden bzw. nicht mehr ausreichender Schutzwirkung vor erneutem Gebrauch ausgetauscht oder ausgetauscht werden.

## **8 Besondere Schutzmaßnahmen**

### **8.1 Tätigkeiten mit Stoffen und Gemischen mit KMR-Eigenschaften**

(1) Besondere, über die Abschnitte 6, 7 und 9 hinausgehende Schutzmaßnahmen, sind für Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen (KMR) Stoffen und Gemischen der Kategorie 1A oder 1B erforderlich.

(2) In der TRGS 910 wird die Umsetzung des Minimierungsgebotes für krebserzeugende Stoffe, für die eine Expositions-Risiko-Beziehung abgeleitet wurde, dargestellt.

(3) Gemäß Gefahrstoffverordnung hat der Arbeitgeber bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B, für die kein Arbeitsplatzgrenzwert bekannt gegeben worden ist, ein geeignetes, risikobezogenes Maßnahmenkonzept anzuwenden, um das Minimierungsgebot umzusetzen.

Beispiele für Maßnahmen zur Minimierung der Exposition gegenüber Stoffen, die bisher nicht über die TRGS 910 geregelt sind, können sein:

1. der Einsatz von integrierten oder hochwirksamen Absaugungen,

2. Maßnahmen, die gewährleisten, dass Arbeitsbereiche nur den Beschäftigten zugänglich sind, die sie zur Ausübung ihrer Arbeit oder zur Durchführung bestimmter Aufgaben betreten müssen, z. B. Meldebücher, Meldekarten, Schlüssel, RFID-Transponder oder Magnetkarten für Berechtigte,
3. als Voraussetzung für Zugang und Tätigkeiten besondere Qualifizierung und Unterweisung des Personals mit Hinweisen, dass die Gesundheitsbeeinträchtigung auch noch Jahre bzw. Jahrzehnte nach der Exposition auftreten kann, und entsprechende Schutzmaßnahmen,
4. Verkürzung der Expositionsdauer,
5. Tragen geeigneter persönlicher Schutzausrüstung bei Tätigkeiten, bei denen eine beträchtliche Erhöhung der Exposition zu erwarten ist. Weiteres regeln z. B. die TRGS 910 und stoff- und tätigkeitsspezifische Regelwerke für KMR-Stoffe.

(4) Wenn Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B ausgeübt werden, hat der Arbeitgeber gemäß der Gefahrstoffverordnung die Exposition der Beschäftigten durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere geeignete Ermittlungsmethoden zu bestimmen, auch um erhöhte Expositionen infolge eines unvorhersehbaren Ereignisses oder eines Unfalls schnell erkennen zu können.

(5) Der Arbeitgeber hat gemäß der Gefahrstoffverordnung Gefahrenbereiche abzugrenzen, in denen Beschäftigte diesen Gefahrstoffen ausgesetzt sind oder ausgesetzt sein können, und Warn- und Sicherheitszeichen anzubringen, einschließlich der Verbotsschilder „Zutritt für Unbefugte verboten“ und „Rauchen verboten“, siehe hierzu ASR A1.3.

(6) Abgesaugte Luft darf gemäß Gefahrstoffverordnung nicht in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden. Dies gilt nicht, wenn die Luft unter Anwendung von behördlich oder von den Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung anerkannten Verfahren oder Geräte ausreichend von solchen Stoffen gereinigt ist. Die Luft muss dann so geführt oder gereinigt werden, dass krebserzeugende, keimzellmutagene oder reproduktionstoxische Stoffe nicht in die Atemluft anderer Beschäftigter gelangen. Für Stäube sind weitere Hinweise in der TRGS 560 „Luftrückführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben“ zu finden.

(7) Bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B hat der Arbeitgeber gemäß Gefährdungsbeurteilung ggfs. ein aktualisiertes Verzeichnis über die Beschäftigten zu führen, z. B. anhand der ZED. Weitere Konkretisierungen enthält die TRGS 410.

(8) Es ist zu beachten und in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen, dass Asbest in Gebäuden, Geräten, Maschinen, Anlagen, Fahrzeugen und sonstigen Erzeugnissen auftreten kann. Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Asbest sind insbesondere in folgenden TRGS beschrieben:

1. TRGS 517 „Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen“,
2. TRGS 519 „Asbest - Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“.

Zudem sind weitere Informationen, wie z. B. Bekanntmachungen des BMAS oder des AGS, zu beachten.

(9) Die Anforderungen nach Mutterschutzgesetz oder Jugendarbeitsschutzgesetz, z. B. Beschäftigungsbeschränkungen oder -verbote, sind zu berücksichtigen.

## **8.2 Physikalisch-chemische und sonstige durch Gefahrstoffe bedingte Gefährdungen und Schutzmaßnahmen**

### 8.2.1 Brandschutzmaßnahmen

- (1) Die Brandgefährdung ist zu beurteilen und auf das unvermeidbare Maß zu reduzieren.
- (2) Es sind Maßnahmen zur Vermeidung der Brandentstehung, der Brand- und Rauchausbreitung und des frühzeitigen Erkennens eines Brandes zu ergreifen.
- (3) Für die Durchführung von Feuerarbeiten sind die zu treffenden Schutzmaßnahmen im Rahmen eines Erlaubnisverfahrens festzulegen und umzusetzen. Dies beinhaltet auch Maßnahmen, die über die eigentliche Durchführung von Feuerarbeiten hinausgehen, z. B. Brand-sicherheitswachen.
- (4) Erläuterungen zu den zu berücksichtigenden Stoffen und Gemischen, zur Informationsermittlung und zur Beurteilung der Brandgefährdung sowie zu den anzuwendenden Schutzmaßnahmen finden sich in der TRGS 800.
- (5) Die erforderlichen Maßnahmen zum Brandschutz sind in der Gefährdungsbeurteilung darzulegen und sind umzusetzen.

### 8.2.2 Explosionsschutzmaßnahmen

- (1) Brennbare Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe können in Form von Gasen, Dämpfen, Nebeln und Stäuben im Gemisch mit Luft oder einem anderen Oxidationsmittel explosionsfähige Gemische bilden. Liegen die Gemische unter atmosphärischen Bedingungen (Umgebungstemperatur von -20 °C bis +60 °C und Druck von 0,8 bar bis 1,1 bar) mit Luft als Oxidationsmittel vor, spricht man von explosionsfähiger Atmosphäre.
- (2) Nichtatmosphärische Bedingungen finden sich vor allem im Inneren von Anlagen. Unter diesen Bedingungen können die z. B. in Sicherheitsdatenblättern angegebenen sicherheitstechnischen Kenngrößen und Schutzmaßnahmen nur bedingt angewandt werden, da diese sich in der Regel auf atmosphärische Bedingungen beziehen. Ggf. müssen die sicherheitstechnischen Kenngrößen unter den real vorliegenden Bedingungen bestimmt werden, um eine Beurteilung sowie eine geeignete Auswahl der Schutzmaßnahmen zu erlauben.
- (3) Es sind auch Stoffe, welche nicht als explosionsschutzrelevant eingestuft sind, von denen jedoch trotzdem eine entsprechende Gefahr ausgehen kann, zu berücksichtigen. Beispiele hierfür sind Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt > 60 °C, Feststoffe die zwar brennen, bei denen die Abbrandgeschwindigkeit jedoch für die Einstufung als entzündbarer Feststoff nicht ausreicht, oder auch Stoffe ohne Flammpunkt, wie Halogenkohlenwasserstoffe.
- (4) Bei der Gefährdungsbeurteilung ist zu beachten, dass sowohl die aus den Tätigkeiten als auch die von den Anlagen resultierenden Gefährdungen berücksichtigt werden.
- (5) Bei der Festlegung von Explosionsschutzmaßnahmen ist folgende Rangfolge zu beachten:
  1. Vermeiden der Bildung explosionsfähiger Gemische,
  2. Ausschließen wirksamer Zündquellen und
  3. Umsetzung konstruktiver Explosionsschutzmaßnahmen.
- (6) Die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung für den Explosionsschutz sind zu dokumentieren, u. a.. anhand des Explosionsschutzdokuments.
- (7) Die Bildung von explosionsfähigen Gemischen kann z. B. vermieden werden durch:

1. Ersatz von Stoffen, die im Gemisch mit Luft oder einem anderen Oxidationsmittel explosionsfähige Gemische bilden können,
2. Unterschreiten der unteren Explosionsgrenze z. B. durch Mengenbegrenzung des Gefahrstoffs oder Absenkung der Konzentration,
3. Absaugung von brennbaren Stoffen an der Entstehungsstelle oder
4. Inertisierung.

Siehe hierzu insbesondere TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“.

(8) Wirksame Zündquellen oder Bedingungen, die Explosionen auslösen, sind zu vermeiden. Zu vermeiden sind z. B.:

1. Flammen z. B. offenes Feuer, Zigaretten, Glutnester, Schweißfunken, Brenner,
2. Heiße Oberflächen z. B. Motoren, Heizungen, Heizstrahler, Fön,
3. Elektrische Energie z. B. Licht, Lichtschalter, Klingel, elektrische Geräte,
4. Lichtbögen z. B. Schweißen,
5. mechanische Reib-, Schlag- und Abtrennvorgänge z. B. durch funkenreißendes Werkzeug,
6. Elektrostatische Aufladung z. B. Schuhe, Kleidung,
7. Strahlung: ionisierende, Ultraschall, elektromagnetische z. B. Handy, Funkgerät,
8. Chemische Reaktionen.

Siehe hierzu insbesondere TRGS 723 „Gefährliche explosionsfähige Gemische - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“.

(9) Beispielhafte Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung sind:

1. In explosionsgefährdeten Bereichen dürfen nur geeignete Arbeitsmittel, Geräte und Kleidung verwendet werden,
2. Zur Vermeidung gefährlicher Aufladungen in explosionsgefährdeten Bereichen sind die Vorgaben der TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ zu beachten,
3. Behälter und Rohrleitungen mit entzündbarem Inhalt und auch vermeintlich leere Fässer und Gebinde sind nicht mit Werkzeugen zu bearbeiten, bei deren Verwendung wirksame Zündquellen auftreten können.

(10) Kann eine Explosion nicht sicher verhindert werden, sind konstruktive Maßnahmen erforderlich. Hierzu zählen beispielsweise die explosionsfeste bzw. explosionsdruckstoßfeste Bauweise oder die Druckentlastung sowie die zusätzlich zu installierende explosionstechnische Entkopplung. Siehe hierzu insbesondere TRGS 724.

(11) Werden im Rahmen des Explosionsschutzkonzeptes MSR-Maßnahmen (Mess-, Steuer- und Regelungstechnik) eingesetzt, sind die Anforderungen der TRGS 725 zu beachten.

(12) Weiterführende Informationen zum Schutz vor Gefährdungen durch explosionsfähige Gemische enthalten Anhang I Nummer 1 GefStoffV sowie die TRGS 720 ff.

### 8.2.3 Weitere Stoffe und Gemische, die Brände und Explosionen verursachen können

1) Besondere Vorsicht ist bei energiereichen Stoffen und Gemischen geboten. Hierzu zählen explosive Stoffe und Gemische, selbstzersetzliche Stoffe und Gemische und organische Peroxide sowie einige oxidierende Stoffe und Gemische wie z. B. Perchlorate und Chlorate. Dabei müssen die Stoffe nicht notwendigerweise mit GHS01 „Explodierende Bombe“ gekennzeichnet sein.

(2) Erforderlichenfalls sind die sprengstoffrechtlichen Regelungen gemäß SprengG, 1. SprengV und 2. SprengV zu beachten.

(3) Hinweise zu den relevanten Schutzmaßnahmen finden sich unter anderem in:

1. DGUV Vorschrift 13 „Organische Peroxide“,
2. TRGS 511 „Ammoniumnitrat“,
3. GefStoffV Anhang III Nummer 2.

(4) Bei Tätigkeiten mit pyrophoren Stoffen und Gemischen ist darauf zu achten, dass diese nicht mit Luftsauerstoff in Kontakt kommen. Dies kann z. B. beim Öffnen von Behältern eintreten. Wird eine Inertisierung als Schutzmaßnahme verwendet ist sicher zu stellen, dass diese jederzeit wirksam ist.

(5) Tätigkeiten mit Stoffen und Gemischen, die mit Wasser oder bereits mit Luftfeuchtigkeit entzündbare Gase bilden, sind unter Feuchtigkeitsausschluss zu handhaben. Dies kann z. B. in geschlossenen Apparaturen unter Inertgas erfolgen. Auch im Rahmen der Brandbekämpfung ist dies zu berücksichtigen. Geeignet sind z. B. die Verwendung von Trockenlöschpulver oder trockenem Sand. Wasser darf auf keinen Fall zur Brandbekämpfung verwendet werden.

### 8.2.4 Sonstige durch Gefahrstoffe bedingte Gefährdungen und Schutzmaßnahmen

(1) Bei der Ausübung von Tätigkeiten mit tiefkalten oder heißen Gefahrstoffen sind Schutzmaßnahmen entsprechend der durchgeführten Gefährdungsbeurteilung umzusetzen z. B. Tragen spezieller persönlicher Schutzausrüstung wie Hitze- oder Kälteschutzkleidung.

(2) Bestehen Gefährdungen durch erstickende Gase, z. B. Inertisierung durch Stickstoff oder Kohlendioxid, automatische Feuerlöscheinrichtungen, Methan und Grubengase in Kanälen und Schächten oder Schutzgasschweißen in Gruben und engen Räumen, sind Schutzmaßnahmen zu treffen. Schutzmaßnahmen hierzu sind beispielsweise Messtechnische Überwachung, Warnsysteme, Aufsicht, Sicherungsposten oder Pressluftatmer.

(3) Für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen mit narkotisierender Wirkung, z. B. beim großflächigen Desinfizieren im Krankenhausbereich, ist für eine ausreichende Lüftung zu sorgen.

### 8.2.5 Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Biozidprodukten und bioziden Wirkstoffen

Für Tätigkeiten mit Biozidprodukten und bioziden Wirkstoffen sind Schutzmaßnahmen gemäß der Vorgaben der Zulassung, GefStoffV sowie die Konkretisierungen der technischen Regelungen für Biozidprodukte und biozide Wirkstoffe zu beachten.

## **9 Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Staub (Anhang I Nummer 2 GefStoffV)**

### **9.1 Grundlegende Schutzmaßnahmen**

#### 9.1.1 Allgemeine Hinweise

(1) Abschnitt 9 dieser TRGS beschreibt zusätzliche Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Exposition gegenüber A- und E-Staub um die Arbeitsplatzgrenzwerte für A- und E-Staub einzuhalten. Für Stäube außerhalb des Anwendungsbereichs des AGW für A- und E-Staub finden sich in den TRGS 517, TRGS 519, TRGS 521, TRGS 528, TRGS 553, TRGS 558, TRGS 559 und TRGS 561 stoffspezifische und weitergehende Ergänzungen.

(2) Für brennbare Stäube sind die Brand- und Explosionsgefährdungen zu berücksichtigen. Siehe hierzu Abschnitt 8.2.1 dieser TRGS.

(3) Vor der Aufnahme von Tätigkeiten hat der Arbeitgeber gemäß TRGS 600 in Verbindung mit § 7 Absatz 3 GefStoffV zu prüfen, ob durch Änderung des Arbeitsverfahrens oder der Art der Einsatzstoffe das Auftreten von Staub verhindert werden kann.

(4) Ist keine Substitution möglich, so hat der Arbeitgeber vor der Aufnahme von Tätigkeiten Maßnahmen festzulegen, mit denen das Auftreten von Staub so weit wie möglich vermindert werden kann.

#### 9.1.2 Staubarme Materialien und Verfahren

(1) Der Arbeitgeber hat Materialien, Arbeitsverfahren, Maschinen und Geräte so auszuwählen, dass möglichst wenig Staub freigesetzt wird.

(2) Die Staubentwicklung lässt sich beispielsweise dadurch vermindern, dass Materialien in emissionsarmen Verwendungsformen eingesetzt werden. Staubarme Materialien sind z. B. befeuchtete Rohstoffe, Granulate, Pasten oder bereits fertig gemischte Materialien wie Mörtel oder Spachtelmasse.

(3) Staub emittierende Anlagen, Maschinen und Geräte müssen mit einer wirksamen Absaugung versehen sein, soweit dies technisch möglich ist oder die Staubfreisetzung nicht durch andere Maßnahmen verhindert wird.

(4) Es ist zu prüfen, ob zur Staubniederschlagung Nassverfahren eingesetzt werden können.

(5) Bei Tätigkeiten mit Staubexposition ist eine Ausbreitung des Staubes auf unbelastete Arbeitsbereiche nach dem Stand der Technik zu verhindern. Ist dies nicht möglich, ist zumindest die branchenübliche Betriebs- und Verfahrensweise umzusetzen.

(6) Das Reinigen des Arbeitsbereiches durch trockenes Kehren oder Abblasen von Staubablagerungen mit Druckluft ist grundsätzlich nicht zulässig.

#### 9.1.3 Technische Schutzmaßnahmen

(1) Lässt sich die Entstehung von Stäuben nicht vermeiden, sind vorrangig technische Schutzmaßnahmen anzuwenden. Nachfolgend sind technische Schutzmaßnahmen geordnet nach abnehmender Wirksamkeit aufgeführt:

1. Gekapselte Maschinen und Anlagen mit integriertem Staubhandling z. B. geschlossene statt offene Transportsysteme,
2. Maschinen mit Absaugung an der Emissionsquelle,

3. Absaugung des Arbeitsplatzes möglichst nahe an der Emissionsquelle,
  4. Raumluftechnik mit Anordnung der Absaugelemente möglichst nahe an der Gefahrenquelle, um in diesen Bereichen möglichst hohe lokale Luftwechselraten zu erhalten und
  5. Raumlüftung mit gleichmäßiger Durchlüftung des Raumes.
- (2) Bei Tätigkeiten mit Freisetzung von Stäuben ist eine freie Lüftung oder die Verwendung stationärer Luftreiniger als alleinige Schutzmaßnahme i.d.R. nicht ausreichend.
- (3) Bei mobilen, mit Kabinen ausgestatteten Arbeitsmaschinen sollen diese Kabinen geschlossen, klimatisiert und mit Zuluftfilterung vorgesehen werden (siehe dazu DGUV Information 201-004).
- (4) Ist die Wirksamkeit einer technischen Schutzmaßnahme nicht ausreichend, ist eine Kombination von Maßnahmen zu ergreifen. Dabei ist der Umsetzung mehrerer technischer oder organisatorischer Schutzmaßnahmen Vorrang vor persönlichen Schutzmaßnahmen zu geben.
- (5) Werden handgeführte Maschinen z. B. Trennschleifer, Schlitz- oder Putzfräsen oder Schleifgeräte verwendet, so sind diese mit Entstaubern mindestens der Staubklasse M auszustatten, soweit dies technisch möglich ist. Eine Auswahl geeigneter Maschinen mit Stauberfassungselementen und Entstaubern ist bei der BG Bau unter „Staubarme Bearbeitungssysteme“ im Internet verfügbar.
- (6) Bei der Planung von technischen Schutzmaßnahmen ist zu beachten, dass die Wirksamkeit dieser Maßnahmen von der Anordnung der Arbeitsplätze und den dort durchgeführten Tätigkeiten abhängt. Die Besonderheiten der Emissionsquelle z. B. thermische Strömungen oder Tätigkeiten mit impulsbehafteten Emissionen wie Schleifen, sind zu berücksichtigen.
- (7) Bei der Kombination und Anordnung von verschiedenen lufttechnischen Maßnahmen sind mögliche Wechselwirkungen durch Luftströmungen und Verschleppungen zu beachten. Lüftungskurzschlüsse sind zu vermeiden. Zugluft auf Grund von geöffneten Türen, Fenstern oder Durchgängen, die die Absaugleistung beeinträchtigt, ist zu vermeiden
- (8) Ist eine vollständige Erfassung an der Emissionsquelle nicht möglich, so können an ortsveränderlichen Arbeitsplätzen Geräte z. B. mobile Luftreiniger und Erfassungseinrichtungen mit einem Absaugarm zur Absaugung in unmittelbarer Nähe der Emissionsquelle verwendet werden. An stationären Arbeitsplätzen sind bevorzugt Lüftungstechnische Maßnahmen z. B. technische Be-/Entlüftung anzuwenden.
- (9) Schutzmaßnahmen nach Absatz 1 oder eine Arbeitsplatzlüftung, mit der Stäube gerichtet vom Bediener weggeführt werden können und eine Verschleppung in andere Arbeitsbereiche vermieden wird, sind vorrangig anzuwenden.
- (10) Der Arbeitsraum muss mit ausreichend Zuluft versorgt werden, um die abgesaugte Luft zu ersetzen. Es ist für ausreichend dimensionierte Zuluftöffnungen zu sorgen. Die Zuluft muss den betroffenen Raumbereich durchströmen.
- (11) Nicht gereinigte, abgesaugte Luft wird so abgeführt, dass sie nicht in Arbeitsbereiche zurückgelangen kann. Die Anforderungen des Immissionsschutzes bleiben unberührt.
- (12) Abgesaugte Luft, die Staub enthält, darf in den Arbeitsbereich nur zurückgeführt werden, wenn sie wirksam gereinigt wurde. Sofern keine stoffspezifischen Abscheidegrade festgelegt oder genannt sind, sollten für Stäube ohne spezifische Toxizität in den Abscheideanlagen mindestens Filter der Staubklasse M nach EN 60335-2-69, Anhang AA oder gleichwertig verwendet werden, siehe auch DGUV Grundsatz 309-012.

(13) Einrichtungen zum Abscheiden, Erfassen und Niederschlagen von Stäuben müssen dem Stand der Technik entsprechen. Der für eine wirksame Erfassung erforderliche Absaugvolumenstrom ist zu ermitteln und ist Grundlage für die Einrichtung der Anzeige bzw. Warneinrichtung und für die jährliche Wirksamkeitsüberprüfung. Bereits vor der ersten Inbetriebnahme ist die ausreichende Wirksamkeit im Hinblick auf ordnungsgemäße Installation, Funktion und Aufstellung durch eine befähigte Person nach Betriebssicherheitsverordnung zu überprüfen. Bei Beschaffung staubtechnisch geprüfter Maschinen und Geräte (DGUV Test-Zeichen mit dem Zusatz „staubtechnisch geprüft“) kann der Arbeitgeber davon ausgehen, dass die Emissionsrate dem Stand der Technik entspricht. Die Einrichtungen sind mindestens jährlich auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen, zu warten und in Stand zu setzen. Die niedergelegten Ergebnisse der Prüfungen sind mindestens bis zur nächsten Prüfung aufzubewahren.

(14) Arbeitsräume für stationäre Tätigkeiten, in denen Staub auftreten kann, sind möglichst so zu gestalten und zu unterhalten, dass Wände und Decken zur Vermeidung von Staubanhaftung glatt sind, Ablagerungsflächen z. B. durch Abschrägungen oder Verkleidungen vermieden werden und Fußböden und Oberflächen leicht zu reinigen sind. Staubablagerungen sind zu vermeiden.

#### 9.1.4 Organisatorische Schutzmaßnahmen

(1) Arbeitsplätze sind regelmäßig zu reinigen. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind konkrete Reinigungsintervalle festzulegen. Dabei ist insbesondere zu prüfen, welche Arbeitsräume, Verkehrswege, Betriebsanlagen, Maschinen und Geräte mit zu betrachten sind.

(2) Arbeitsräume unterschiedlich hoher Staubbelastung sind durch bauliche oder lüftungstechnische Maßnahmen von anderen Arbeitsbereichen nach Möglichkeit zu trennen.

(3) Der Arbeitgeber stellt sicher, dass Arbeitsräume mit hoher Staubbelastung nur für Beschäftigte zugänglich sind, die dort Tätigkeiten auszuführen haben.

(4) Für staubintensive Tätigkeiten sind geeignete organisatorische Maßnahmen zu ergreifen, um die Dauer der Exposition so weit wie möglich zu verkürzen.

(5) Der Arbeitgeber hat darauf zu achten, dass Arbeitsmittel (Geräte, Maschinen, Anlagen) im Hinblick auf die Staubvermeidung in einem ordnungsgemäßen und funktionsfähigen Betriebszustand gehalten und verwendet werden.

(6) Bei Verwendung von Maschinen mit geschlossenen Fahrerkabinen, die mit einem Filter zur Reinigung der Außenluft ausgestattet sind (dies ist in der Regel bei klimatisierten Kabinen der Fall), sind die Türen und Fenster während des Betriebes geschlossen zu halten.

(7) Der Arbeitgeber hat für Tätigkeiten mit staubenden Materialien unter Berücksichtigung der Gefährdungsbeurteilung eine arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Betriebsanweisung zu erstellen.

(8) Besteht eine Gefährdung durch verunreinigte Arbeitskleidung, hat der Arbeitgeber eine getrennte Aufbewahrungsmöglichkeit für Arbeits- und Straßenkleidung vorzusehen. Der Arbeitgeber hat verschmutzte Arbeitskleidung regelmäßig reinigen zu lassen. Alternativ kann Einwegschutzbekleidung verwendet werden.

(9) Das Abblasen der Kleidung ist nur in geeigneten Einrichtungen wie z. B. speziellen Luftduschkabinen zulässig. Dabei ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob geeigneter Atemschutz zur Verfügung gestellt und getragen werden muss. Alternativ ist das Absaugen verstaubter Kleidung mit geeigneten Absaugeinrichtungen zulässig.

(10) Für die Beschäftigten sind vom Arbeitgeber Waschräume zur Verfügung zu stellen. Bei nicht stationären Arbeitsplätzen z. B. Tätigkeiten auf Baustellen oder in der Landwirtschaft sind

Waschgelegenheiten ausreichend.

(11) Der Arbeitgeber hat die staubexponierten Beschäftigten anhand der Betriebsanweisung über auftretende Gefährdungen sowie über die Schutzmaßnahmen mündlich zu unterweisen.

(12) Die Unterweisung ist vor Aufnahme der Beschäftigung und danach mindestens jährlich arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen durchzuführen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind vom Arbeitgeber zu dokumentieren und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

#### 9.1.5 Persönliche Schutzmaßnahmen

(1) Der Arbeitgeber hat die gemäß dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung und nach Maßgabe der GefStoffV notwendige persönliche Schutzausrüstung z. B. Atemschutzgeräte, Schutzbrillen, Schutzhandschuhe, Schutzkleidung zur Verfügung zu stellen und deren Pflege und Wartung sicher zu stellen. Dabei ist die PSA-Benutzungsverordnung zu beachten. Die Trageverpflichtung ist in der Betriebsanweisung zu regeln.

(2) Der Arbeitgeber hat dafür Sorge zu tragen, dass die Beschäftigten die persönliche Schutzausrüstung nach den Vorgaben der Betriebsanweisung und der Unterweisung tragen.

(3) Geeignete Atemschutzgeräte sind z. B. partikelfiltrierende Halbmasken mindestens der Klasse FFP2, Halbmasken mit mindestens einem Filter der Klasse P2, Helme oder Hauben mit Gebläseunterstützung und Partikelfilter mindestens der Klasse TH2P.

(4) Das Tragen von belastender persönlicher Schutzausrüstung darf keine Dauermaßnahme sein. Die AMR 14.2 ist zu beachten. Siehe auch DGUV Regel 112-190 Benutzung von Atemschutzgeräten.

## 9.2 Tätigkeitsbezogene Schutzmaßnahmen

### 9.2.1 Lagern

(1) Staubende Materialien z. B. Schüttgüter sind nach Möglichkeit in geschlossenen Systemen zu lagern, z. B. in geschlossenen Silos, in Säcken, Big-Bags oder abgedeckten Containern und vor Beschädigungen zu schützen z. B. durch Rammschutz für Sackware.

(2) Bei offen gelagerten staubenden Materialien sind zur Vermeidung von Staubemissionen z. B. folgende Maßnahmen geeignet:

1. Feuchthalten der gelagerten Materialien,
2. Abdecken mit Planen,
3. windgeschützte Lagerung z. B. durch Trennwände, Erdwälle, Windschutzbepflanzung, Windschutzzäune, abgesenkte Lagerflächen.

### 9.2.2 Transportieren und Fördern (LKW, Kipper, Mulden, Stetigförderer)

#### 9.2.2.1 Fahrstraßen

(1) Auf unbefestigten Fahrstraßen, die nicht gereinigt werden können, sind Staubaufwirbelungen zu vermeiden. Dies kann zum Beispiel durch Befeuchtung mit Wasser ggf. unter Anwendung von Staubbindemitteln wie CMA (Calcium- Magnesium-Acetat) oder Magnesium-

chlorid geschehen. Diese Maßnahmen sind bei der Planung der Gesamtmaßnahme angemessen zu berücksichtigen. Auf eine Befeuchtung kann verzichtet werden, wenn sich keine Personen in staubgefährdeten Bereichen von Fahrstraßen aufhalten und wenn das Fahrpersonal durch wirksame Zuluftfilterung geschützt ist.

#### 9.2.2.2 Stetigförderer (Gurtförderer, Kettenförderer, Becherwerke, Schneckenförderer u.a.)

(1) Stetigförderer zum Transport von staubendem Material sind soweit wie möglich einzuhausen und – insbesondere im Bereich von Beschickung und Auswurf sowie an den Materialübergabestellen an den Schnittpunkten der einzelnen Anlagenkomponenten – mit einem Entstaubungssystem auszurüsten. Dabei ist zu beachten, dass ein leichter Zugang für Reinigungs- und Wartungsarbeiten gewährleistet ist z. B. durch eine abschnittsweise Einhausung.

(2) Ist eine vollständige Einhausung nicht möglich, sind Beschickungs-, Auswurf- und Materialübergabestellen sowie Förderabschnitte mit starker Staubentwicklung mit einer Staubabsaugung oder Wasserberieselung auszurüsten. Reinigungssysteme (Abstreifer) für Fördergurte sind zu kapseln bzw. in eine vorhandene Einhausung zu integrieren.

(3) Die freie Fallhöhe an Abwurf- und Übergabestellen von Stetigförderern ist so gering wie möglich zu halten.

#### 9.2.2.3 Pneumatische Fördersysteme

(1) Das Rohrleitungssystem pneumatischer Fördersysteme sollte möglichst einfach ausgelegt sein (kurze Wege, möglichst wenig Einbauten). Mögliche Verstopfungen bei horizontal verlaufenden Leitungen sind durch ein leichtes Gefälle zu vermeiden.

(2) An den Umlenkungsstellen der Förderströme ist Materialverschleiß möglichst zu vermeiden, z. B. durch verschleißfeste Bögen bzw. verschleißmindernde Verfahren. Die ReinigungsfILTER für die abfließende Förderluft (Druckentlastung) sind regelmäßig zu warten bzw. zu reinigen.

9.2.3 Handhaben von Schüttgut und pulverförmigen Materialien (Ein-, Ab und Umfüllen, Materialaufgabe, Sieben, Mischen, Trocknen, Absacken), Entleeren mit Entsorgen leerer Gebinde)

#### 9.2.3.1 Allgemeines zum Ein-, Ab-, Umfüllen und Mischen

(1) Die Staubentwicklung bei diesen Vorgängen ist soweit wie möglich zu minimieren. Dies wird z. B. dadurch erreicht, dass

1. eine offene Handhabung von Schüttgut und pulverförmigem Material vermieden wird z. B. durch Verwendung von Einwegkartons bei Spachtelmassen,
2. staubendes Material nach Möglichkeit befeuchtet wird,
3. freiwerdende Stäube mit geeigneten Erfassungselementen so nah wie möglich an der Entstehungsstelle abgesaugt werden,
4. Abwurfhöhen minimiert werden oder der Weg des Abwurfmaterials mit einer Umhüllung versehen ist.

(2) Bei stationären Umschlagstellen und bei Beschickung mittels Lkw, Kipper, Radlader o.ä. im stationären Betrieb sind staubmindernde Maßnahmen zu ergreifen, z. B. durch eine Wasserbedüsung oder eine möglichst vollständige Einhausung des Aufgabebereichs, z.B. durch Lamellenvorhänge.

### 9.2.3.2 Sackaufgabe

- (1) Zur staubfreien Aufgabe von Sackware in Silos, Behälter oder Förderanlagen sind bevorzugt abgesaugte Sackentleerstationen zu verwenden. Dabei sind Art und Größe der Säcke und die Sackentleerstation aufeinander abzustimmen.
- (2) Entleerte Säcke sind bedeutende Staubquellen. Sie sollten daher wenn möglich im Bereich einer Staubabsaugung oder in einem speziellen Leersackverdichter entsorgt werden.
- (3) Analoge Maßnahmen sind bei der Entleerung von Big Bags zu treffen.

### 9.2.3.3 Absacken

- (1) Die Absackvorrichtung ist möglichst einzuhausen und die beim Füllvorgang aus den Säcken entweichende Luft ist vollständig zu erfassen und abzusaugen. Vor der Entnahme der befüllten Säcke sind diese staubdicht zu verschließen.
- (2) Bei der Auswahl des Sackmaterials ist auf Staubdichtheit zu achten. Säcke sollten so gestaltet sein, dass bei der Entleerung keine Restmengen im Sack verbleiben, die bei der Entsorgung zu Staubentwicklung führen können.
- (3) Analoge Maßnahmen sind bei der Entleerung von Big Bags zu treffen.

## 9.2.4 Be- und Verarbeiten von festen Materialien (Schneiden, Trennen, Schleifen, Fräsen, Mahlen, Brechen, Arbeiten mit handgeführten Maschinen)

### 9.2.4.1 Zerkleinern

- (1) Zerkleinerungsaggregate (Backenbrecher, Prallbrecher, Kreiselbrecher, Mühlen usw.) sind staubarm zu gestalten. Dies kann z. B. durch eine Kapselung, insbesondere im Bereich von Beschickung und Austrag, durch eine Absaugung oder eine Wasserbedüsung erreicht werden.
- (2) Bei Tätigkeiten mit staubentwickelnden Gefahrstoffen ist zusätzlich sicherzustellen, dass Schneidwerkzeuge z. B. Messerwellen stets funktionsgerecht gewartet und geschärft sind.

### 9.2.4.2 Spanende Bearbeitung (Schneiden, Trennen, Schleifen, Fräsen)

- (1) Bei der Auswahl der Bearbeitungsverfahren sind staubarme Techniken zu bevorzugen, z. B. durch Auswahl langsam laufender Maschinen. Alternativ sind Nass- anstelle von Trockenbearbeitungsverfahren einzusetzen.
- (2) Freiwerdende Stäube sind an der Entstehungsstelle abzusaugen, die verwendeten Anlagen sind, wenn möglich, einzuhausen.

### 9.2.5 Reinigungsarbeiten

- (1) Reinigungsarbeiten sind so durchzuführen, dass die Freisetzung und Aufwirbelung von Staub so gering wie möglich ist, z. B. mit Feucht- oder Nassverfahren nach dem Stand der Technik oder saugend unter Verwendung geeigneter Staubsauger oder Entstauber.
- (2) Geeignete Maßnahmen zum staubarmen Reinigen sind:
  1. Verwendung fest installierter Staubsauganlagen, Staub beseitigender Maschinen oder Geräte,
  2. feuchtes Wischen oder Nassreinigen,
  3. Kehren mit ausreichender Vermischung des Kehrgutes mit Bindemittel (wie Wasser, Calcium-Magnesium-Acetat oder Magnesiumchlorid) oder
  4. Kehren befestigter Verkehrswege mit Kehrsaugmaschinen und Filterung der Prozessluft.

(3) Geeignet sind für den industriellen Bereich auch Staub beseitigende Maschinen oder Geräte, wie z. B. Industriestaubsauger (mindestens Staubklasse M) und Kehrsaugmaschinen mit wirksamer Staubfilterung.

(4) Für die Unterhaltsreinigung sollten Staubsauger mit Filtern der Staubklasse M verwendet werden.

(5) Das Reinigen des Arbeitsbereiches durch trockenes Kehren oder Abblasen von Staubablagerungen mit Druckluft ist grundsätzlich nicht zulässig. Das Reinigen von Werkstücken durch Abblasen mit Druckluft ist nur unter Verwendung besonderer Schutzmaßnahmen, z. B. der Verwendung von kombinierten Blas-/Saugeinrichtungen zulässig.

(6) Filteranlagen oder mobile Stauberfassungen sind möglichst außerhalb des Hauptarbeitsbereiches unter Berücksichtigung von Zuluft und Windeinflüssen zu reinigen. Der Staub-sack ist vor dem Herausnehmen aus dem Behälter möglichst zu verschließen.

#### 9.2.6 Großflächige Staubemissionen im Freien (z. B. Landwirtschaft, Gartenbau)

(1) Die großflächige Ausbreitung von Stäuben ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

(2) Falls dies nicht möglich ist, sollen Fahrzeuge eingesetzt werden, die über klimatisierte Kabinen mit gefilterter Zuluft verfügen.

Über die in den Abschnitten 9.1 bis 9.2.6 beschriebenen Schutzmaßnahmen sind die in weiterführenden TRGS genannten Schutzmaßnahmen umzusetzen z. B. nach TRGS 517, 519, 521, 528, 553, 558, 559, 561.

## 10 Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen

(1) Auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung müssen ausreichend Flucht- und Rettungswege gemäß der ArbStättV vorhanden sein, die auch als solche gekennzeichnet sind und ins Freie, in andere Brandabschnitte oder andere gesicherte Bereiche führen. Auf ASR 2.3 wird verwiesen.

(2) Es müssen ausreichend geeignete Feuerlöscher vorhanden sein, die jederzeit zugänglich sind und in deren Benutzung die Beschäftigten eingewiesen sind. Weiterführende Informationen liefert die ASR A2.2.

(3) Der Arbeitgeber hat Alarmpläne, die das Verhalten im Brandfall und bei Unfällen beschreiben, zu erarbeiten und auszuhängen.

(4) Der Arbeitgeber hat Maßnahmen festzulegen, die im Ereignisfall dafür Sorge tragen, dass die Beschäftigten über das Ereignis, die Gefahren und Verhaltensweisen schnell informiert werden. Hierfür sind ggfs. entsprechende Warn- und Kommunikationssysteme, z. B. Sirenen oder Lautsprecherdurchsagen, vorzuhalten.

(5) Beschäftigte sowie Betriebsfremde wie z. B. Hilfskräfte, Leiharbeiter oder Beschäftigte von Fremdfirmen sind vor der Aufnahme ihrer Tätigkeit über die Gefahren, die zu treffenden Schutzmaßnahmen sowie das Verhalten bei Betriebsstörungen, Unfällen oder Notfällen zu informieren.

(6) Es sind regelmäßig Sicherheitsübungen durchzuführen.

(7) Beschäftigte, die nicht in die Beseitigung von Betriebsstörungen, Unfallfolgen oder Notfällen involviert sind, dürfen sich nicht im Gefahrenbereich aufhalten, sondern haben diesen umgehend zu verlassen.

(8) Der Arbeitgeber hat die Maßnahmen der Ersten Hilfe festzulegen. Es müssen ausreichend Ersthelfer, Erste-Hilfe-Material und ggfs. Erste-Hilfe-Einrichtungen vorhanden sein. Weitere Konkretisierungen enthält das Regelwerk der Unfallversicherungsträger z. B. DGUV Vorschrift 1.

(9) Der Arbeitgeber trägt Sorge, dass im Falle eines Unfallereignisses die nachgeschaltete Rettungskette festgelegt ist.

(10) Die Alarmierung oder das Herbeirufen von Hilfe muss in jedem Fall gewährleistet sein. Das dabei einzusetzende Alarmierungsprinzip ist vorrangig von den inhärenten Eigenschaften des freiwerdenden Gefahrstoffes und der damit verbundenen Fähigkeit zur Flucht des Beschäftigten abhängig. Neben der Aufsicht durch eine zweite Person kann dieses Alarmierungsprinzip u. a. umgesetzt werden durch:

1. einen regelmäßigen Telefonanruf, z. B. bei der Möglichkeit einer geringfügigen, die Handlungsfähigkeit nicht beeinträchtigenden Verletzung des allein tätigen Beschäftigten und
2. eine personenbezogene Dauerüberwachung, z. B. bei der Möglichkeit einer innerhalb kurzer Zeit auftretenden Fluchtunfähigkeit des Beschäftigten in Folge austretender, erstickend wirkender Gase.

(11) Werden Tätigkeiten mit Gefahrstoffen von einem Beschäftigten außerhalb von Ruf- und Sichtweite zu anderen Beschäftigten ausgeführt, hat der Arbeitgeber im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung festzustellen, ob zusätzliche Schutzmaßnahmen notwendig sind um die Erste Hilfe bei Notfällen sicher zu stellen. Weitere Informationen zum Thema Alleinarbeit finden sich in der DGUV Regel 112-139, DGUV Information 212-139 und in der DGUV Leitlinie „Einsatz von Personen-Notsignal-Anlagen bei gefährlichen Alleinarbeiten“.

(12) Für spezielle Tätigkeiten wie z. B. dem Befahren von Behältern und engen Räumen ist geeignetes Rettungsgerät und unterwiesenes Personal wie beispielsweise ein Sicherungsposten, vorzusehen.

(13) Bereiche mit besonderen Gefahrenpotentialen, z. B. Lager für Gasflaschen, sind den Rettungskräften kenntlich zu machen.

(14) Für Gefahrstoffe mit besonderen Gefahreneigenschaften wie z. B. Phenol oder Cyanide sind die erforderlichen spezifischen Gegenmittel bereit zu halten. Für Flusssäure wäre dies beispielsweise Calciumgluconat.

## **11 Wirksamkeitsüberprüfung**

(1) Der Arbeitgeber hat regelmäßig zu kontrollieren, ob die von ihm festgelegten Schutzmaßnahmen vorhanden und wirksam sind (siehe auch TRGS 400). Dies kann erfolgen z. B. durch:

1. Durchführung wiederkehrender Prüfungen zur Sicherstellung der ordnungsgemäßen Funktion technischer Einrichtungen wie z. B. Lüftungsanlagen oder Absaugungen oder Kontrolle und regelmäßiger Filterwechsel,
2. Überprüfung technischer Parameter wie z. B. die Luftgeschwindigkeit von Absaugungen, Luftwechselraten oder Querströmungen,
3. Kontrolle, ob die technischen Anlagen, Maschinen, Arbeitsmittel und persönliche Schutzausrüstung bestimmungsgemäß verwendet, gereinigt und gewartet werden, z.B. durch Potenzialausgleich,

4. Überprüfung der Umsetzung von Reinigungs- und Wartungsplänen,
5. Begehungen,
6. Überprüfung des Befundes zur inhalativen Exposition z. B. durch messtechnische oder nichtmesstechnische Ermittlungsmethoden (Berechnungen, Übertragung von Ergebnissen von vergleichbaren Arbeitsplätzen),
7. Durchführen von Sicht- und Funktionskontrollen, z. B. Überprüfen der Funktion einer Absaugung nach dem Einschalten,
8. Überprüfung der persönlichen Schutzausrüstung auf offensichtliche Mängel vor dem Gebrauch,
9. Berücksichtigung der Ergebnisse arbeitsmedizinischer Vorsorge.

Bei der Wirksamkeitsüberprüfung hat der Arbeitgeber darauf hinzuwirken, dass alle Beschäftigten eine Mitwirkungspflicht haben.

(2) Führt die Wirksamkeitsüberprüfung zum Ergebnis, dass die getroffenen Schutzmaßnahmen nicht ausreichend sind, ist die Gefährdungsbeurteilung erneut durchzuführen und es sind zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen.

## **Anhang 1: Bewertung von Anlagenteilen hinsichtlich ihrer Dichtigkeit bezüglich inhalativer Exposition gegenüber Gefahrstoffen (geschlossene Anlage)**

### **1 Anwendungshinweise**

(1) Anhang 1 dieser TRGS zur Bewertung von Anlagenteilen hinsichtlich ihrer Dichtigkeit bezüglich inhalativer Exposition gegenüber Gefahrstoffen ist nicht für jedes Unternehmen von gleicher Bedeutung. Mitunter können insbesondere Klein- und mittelständige Unternehmen das Ziel zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen auch ohne konkrete Berücksichtigung dieser Anhang erreichen. Hinsichtlich der Dichtheitsanforderungen des Explosionsschutzes siehe TRGS 722.

(2) Die Vorgehensweise beschreibt eine Möglichkeit, die Dichtigkeit von Anlagen oder Anlagenteilen zu bewerten. Dies ist z. B. dann von Bedeutung, wenn Gefahrstoffe nach GefStoffV Anhang II, Nummer 6 in geschlossenen Anlagen gehandhabt werden müssen.

### **2 Begriffsbestimmungen**

#### **(1) Anlagenteile und Anlagen**

Anlagen und Teilanlagen im Sinne dieser TRGS sind Einrichtungen, Geräte, Maschinen, etc., in denen Gefahrstoffe gehandhabt werden. Anlagenteile sind einzelne Bauteile oder Funktionselemente, die in ihrem Zusammenspiel die Anlage ergeben.

#### **(2) Verfahrensindex**

Der Verfahrensindex bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen gibt an, welches anlagenbedingte Expositionspotenzial bzw. welchen Dichtigkeitsgrad eine Anlage oder ein Anlagenteil besitzt und ist damit ein Maß für die Gefährdung. Für die Beurteilung der anlagenspezifischen Bedingungen stehen die Verfahrensindizes 0,25, 0,5, 1, 2 und 4 zur Verfügung.

Tabelle 1: Allgemeine Übersicht über Bauarten von Funktionselementen und Verfahrensindizes

Allg. Beschreibung des Funktionselements, der Anlage oder Teilanlage	Verfahrensindex	Grad der Geschlossenheit	Grenzwerte
geschlossene Bauart, Dichtheit gewährleistet oder mit integrierter Absaugung Und: Unmittelbarer Hautkontakt ist ausgeschlossen.	0,25	vollkommen geschlossen	Geeignet um Grenzwerte sicher und dauerhaft einzuhalten.
keine betriebsmäßig offene Verbindung oder Stoffaustritt wird sicher verhindert. Und: Kein Gefahrstoffaustritt beim betriebsmäßigen Öffnen des Systems.			
geschlossene Bauart, Dichtheit gewährleistet	0,5	geschlossen	Geeignet um Grenzwerte sicher einzuhalten.
teilweise geschlossene Bauart mit integrierter Absaugung			
teilweise offene Bauart mit hochwirksamer Absaugung			
geschlossene Bauart, Dichtheit nicht gewährleistet	1	weitgehend geschlossen	Können eingehalten werden.
teilweise offene Bauart mit wirksamer Absaugung			
teilweise offene Bauart, bestimmungsgemäßes Öffnen mit einfacher Absaugung	2	(teilweise) offen	Können nicht sicher eingehalten werden.
offen mit einfacher Absaugung			
offene Bauart bzw. teilweise offene Bauart	4		
natürliche Lüftung			

### 3 Beschreibung der Vorgehensweise

(1) Im ersten Schritt wird eine Anlage beschrieben. Dazu gehört einerseits die Abgrenzung von anderen Anlagen, andererseits die Gliederung in Teilanlagen oder Prozesse / Prozessschritte. Technisch dichte Anlagenteile oder auch Anlagen können gemeinsam ein technisch dichtes System bilden. Die Bestandteile und die Abgrenzungen dieses Systems sind so auszuwählen, dass damit eine der Gefährdung entsprechende Beurteilung möglich ist. So kann es je nach konkreter technischer Gestaltung genügen, eine einzelne Abfüllstelle isoliert zu betrachten, es kann aber auch erforderlich sein, eine gesamte Produktionsanlage zu beurteilen.

(2) Jedes Funktionselement wird dann hinsichtlich seiner Dichtigkeit bewertet. Der Beispieldatensatz in Tabelle 2 gibt Hinweise für die Einstufung von Funktionselementen. Funktionselemente, die nicht in der Beispielsammlung enthalten sind, können durch Analogieschlüsse eingestuft werden.

(3) Die Anlage, Teilanlage oder das Arbeitsverfahren als Gesamtes wird mit dem Indexwert des Funktionselementes eingestuft, welches den höchsten Verfahrensindex erhalten hat.

(4) Bei Funktionselementen mit den Verfahrensindices größer 0,5 ist es unter anderem von den physikalisch-chemischen Eigenschaften und der richtigen Anwendung oder Bedienung abhängig, ob die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden. Kann z. B. durch Expositionsmessungen nach TRGS 402 belegt werden, dass Beurteilungsmaßstäbe nachhaltig sicher eingehalten werden, kann ebenfalls ein Verfahrensindex von 0,5 angenommen werden.

(5) Anlagen mit einem Index größer als 0,5 sind im Bedarfsfall zusätzlich zu qualifizieren.

(6) Der Verfahrensindex einer Anlage, einer Teilanlage oder eines Funktionselementes

kann durch Kombination mit organisatorischen Maßnahmen verbessert werden z. B. Wartungspläne, vorbeugende Wartung, Betriebsanweisungen zur richtigen Montage von Flanschverbindungen, usw..

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine beispielhafte Übersicht zur Bewertung der Dichtheit von Anlagen und Anlagenteilen. Sie ist nicht abschließend. Weitere Lösungen sind möglich soweit die gleiche Sicherheit gewährleistet wird.

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
1	Statische Dichtungen					
1.1	Statische Dichtungen	unlösbare Verbindungen	- geschweißt	0,25		
			- gelötet	0,25		
1.2	Statische Dichtungen	lösbare Verbindungen	- Schweißlippendichtung	0,25		Verbindungen auf erforderliche Anzahl reduzieren
			- Schneid- und Klemmringverbindung $\leq$ DN 32	0,25		Verbindungen so wenig wie möglich öffnen
			- NPT-Gewinde, $\leq$ N 50, $\Delta t \leq 100$ °C	0,25		Dichtheitsprüfungen vor Wiederinbetriebnahme
			- Schneid- und Klemmringverbindungen $>$ DN 32	1	0,25 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*	bei Wiederinbetriebnahme getrennter Verbindungen neue Dichtungen verwenden
			- NPT-Gewinde, $>$ DN 50 oder $\Delta t > 100$ °C	1		betriebsmäßig zu öffnende Flansche möglichst nicht mit Nut und Feder (Verkantungsgefahr)
			- Flansch mit Nut und Feder mit geeigneter Dichtung	1		
			- Flansch mit Vor- und Rücksprung mit geeigneter Dichtung	1		
			- Flansch mit V-Nut und geeigneter V-Nutdichtung	1		
			- Flansch mit glatter Dichtleiste und geeigneten Dichtungen	1		

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
1.3	Quasistatische Dichtungen					
1.3.1	Armaturen	Schaltwellen und Spindelabdichtungen von Armaturen, z. B. Kugelhähne, Kükenhähne, Ventile, Klappen, Schieber	- Stopfbuchsabdichtungen	2	1 bei regelmäßiger Überwachung und Instandsetzung	
			- Stopfbuchsabdichtungen mit Selbstnachstellung (federbelastet)	1	0,25 Gleichwertigkeit analog Nr. 5.2.6 TA Luft nachgewiesen	
			- Doppelstopfbuchse mit Sperrvorlage	1	0,25 mit Überwachung des Sperrdrucksystems	durch regelmäßige Sichtkontrolle oder PLT-Einrichtung
			- O-Ringabdichtung	1	0,25 Gleichwertigkeit analog Nr. 5.2.6 TA Luft nachgewiesen	
			- Kükenhahnbuchsenabdichtung	1	0,25 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung und Gleichwertigkeit analog Nr. 5.2.6 TA Luft nachgewiesen	

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
			- Kolbenabdichtung	1	0,25 Gleichwertigkeit analog Nr. 5.2.6 TA Luft nachgewiesen	
			- Faltenbalgabdichtung	0,25		
			- Membranabdichtung	0,25		
			- Magnetkupplung	0,25		
1.3.2	Sonstige	Bedienstangen	- Stopfbuchsabdichtungen	2	1 bei regelmäßiger Überwachung und Instandsetzung	
			- Stopfbuchsabdichtungen mit Selbstnachstellung (federbelastet)	1	0,25 Gleichwertigkeit nach Nr. 5.2.6 TA Luft nachgewiesen	
			- Doppelstopfbuchse mit Sperrvorlage	1	0,25 mit Überwachung des Sperrdrucksystems	durch regelmäßige Sichtkontrolle oder PLT-Einrichtung
			- O-Ringabdichtung	1		
			- Kolbenabdichtung	1		
			- Faltenbalgabdichtung	0,25		
			- Membranabdichtung	0,25		
2	Dynamische Dichtungen					

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen	
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen		
1	2	3	4	5	6	7	
2.1	Dichtungen mit drehen- den Teilen	hermetisch dicht	- Spaltrohrmotor	0,25			
			- Magnetkupplungen	0,25			
		nicht berüh- rungsfreie Dichtungen	- einfache Gleitringdichtung	1			
			- doppelte Gleitringdichtung	1			
			- doppelte Gleitringdichtung mit Sperrflüssigkeit	1	0,25	mit Überwachung des Sperrdrucksystems durch regelmäßige Kon- trolle i.d.R. 1 x täglich o- der z. B. mittels PLT- Ein- richtungen mit Alarm	
			- Stopfbuchsdichtung	2	1	bei regelmäßiger Über- wachung und Instandset- zung	
			- Stopfbuchsdichtung mit Selbstnachstellung (federbe- lastet)	1	0,25	analog Nr. 5.2.6 TA Luft und Gleichwertigkeit analog Nr. 5.2.6 TA Luft nachgewiesen	
			berührung- sfreie Dichtun- gen	- Labyrinthdichtung	2		
		- gasgeschmierte Dichtung	1	0,25	mit Überwachung des Gasflusses		

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
2.2	Dichtungen für oszillierende Teile	Faltenbalgdichtung	- Faltenbalgventile	0,25		
			- Kolbenpumpen mit Faltenbalgdichtung	0,25		
		Membrandichtungen	- Membranpumpen	0,25		
			- Kegelmembranventile	0,25		
		Dichtmanschetten	- Kolbenpumpen	1		
			- Abstreifringe	1		
3	Stoffübergabe- und Füllstellen					
3.1	für Feststoffe					
3.1.1	Säcke					
3.1.1.1	Säcke (Entleeren)	offenes Mannloch, offener Behälter	- Ausschütten von Hand	4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	wenn sich im Behälter ein Gefahrstoff befindet, muss dieser entsprechend berücksichtigt werden
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					1 Einsatz emissionsarmer Verwendungsform, kein weiterer Gefahrstoff vorhanden	
					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 Einsatz emissionsfreier Verwendungsform (z. B.	

					Master-Batch ohne Abrieb)	
		Sack-schlitz- und Entleer-maschine		4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					1 Einsatz emissionsarmer Verwendungsform, kein weiterer Gefahrstoff vorhanden	
					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 Einsatz emissionsfreier Verwendungsform (z. B. Master-Batch ohne Abrieb)	
		Gekapselte Sackschlitz- und Entleer-maschine mit integrierter Absaugeinrichtung		1	0,5 Verdichten und Verpacken der Leersäcke innerhalb der Kapselung, Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*	
3.1.1.2	Säcke (Befüllen)	Manuell Befüllen, Offensack- Befüllung	- Einschütten von Hand	4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					1 Einsatz emissionsarmer Verwendungsform, kein weiterer Gefahrstoff vorhanden	

					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 Einsatz emissionsfreier Verwendungsform (z. B. Master-Batch ohne Abrieb)	
		Sackfülleinrichtung	- Ventilsack-Füllmaschine, z. B. Pneumatik-Packer, Schneckenpacker, Netto-Abfüllwaage	4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
			- Vakuumpacker	2	1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
			- Vollständig gekapselte Füllmaschine mit integrierter Absaugeinrichtung	1	0,25 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*	
			- Schlauchbeutelmaschine	1		
3.1.2	Big Bags, Großsäcke					

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen					
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen						
1	2	3	4	5	6	7					
3.1.2.1	Big Bags, Großsäcke (Entleeren)	offenes Mannloch	- Manuelles Entleeren	4	2	mit sonstiger Absaugeinrichtung					
					1	mit wirksamer Absaugeinrichtung					
					1	Einsatz emissionsarmer Verwendungsform, kein weiterer Gefahrstoff vorhanden					
							0,5	mit hochwirksamer Absaugeinrichtung			
							0,5	Einsatz emissionsfreier Verwendungsform (z. B. Master-Batch ohne Abrieb)			
			Big Bag Entleereinrichtung			4	2	mit sonstiger Absaugeinrichtung			
		1					mit wirksamer Absaugeinrichtung				
		1					Einsatz emissionsarmer Verwendungsform, kein weiterer Gefahrstoff vorhanden				
									0,5	mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
									0,5	Einsatz emissionsfreier Verwendungsform (z. B. Master-Batch ohne Abrieb)	

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
		Befüllen offener Großsäcke	- Einschütten von Hand	4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					1 Einsatz emissionsarmer Verwendungsform, kein weiterer Gefahrstoff vor- handen	
					0,5 mit hochwirksamer Absau- geinrichtung	
					0,5 Einsatz emissionsfreier Verwendungsform (z. B. Master-Batch ohne Abrieb)	
			- offenes Befüllen	4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					1 Einsatz emissionsarmer Verwendungsform, kein weiterer Gefahrstoff vor- handen	
					0,5 mit hochwirksamer Absau- geinrichtung	
					0,5 Einsatz emissionsfreier Verwendungsform (z. B. Master-Batch ohne Ab- rieb)	

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
			- Vollständig gekapselte Füllmaschine mit integrierter Absaugeinrichtung	1	0,25 mit speziellen Füllköpfen (z. B. seitlich abdichtend) staubfreier Verschließtechnik; Nachrieseln aus Befüllkopf wird verhindert, Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*	
			- Großsackwaage	4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					1 Einsatz emissionsarmer Verwendungsform, kein weiterer Gefahrstoff vorhanden	
					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 Einsatz emissionsfreier Verwendungsform (z. B. Master-Batch ohne Abrieb)	
3.1.3	Container					

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
3.1.3.1	Container (Entleeren)	mit geschlossener Entleereinrichtung		1	0,25 wenn Dichtheit durch besondere Maßnahmen (z. B. überwachte Formschlussverbindung) gewährleistet wird und integrierte Absaugeinrichtung vorhanden ist, Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*	die Deckeldichtung des Containers muss den Anforderungen der Nr. 1.2 entsprechen
					0,5 wenn Dichtheit durch besondere Maßnahmen (z. B. überwachte Formschlussverbindung) gewährleistet wird und hochwirksame Absaugeinrichtung vorhanden ist, Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*	
		offener Behälter		4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
3.1.3.2	Container (Befüllen)	mit speziellen Befüllrichtungen		1	0,5 wenn Dichtheit durch besondere Maßnahmen (z. B. überwachte Formschlussverbindung) gewährleistet wird, Gewährleistung der	

					Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*	
		offener Behälter		4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*	
3.1.4	Fässer					
3.1.4.1	Fässer (Entleeren)	mit Entleereinrichtungen	- geschlossen	1	0,25 wenn Dichtheit durch besondere Maßnahmen (z. B. überwachte Formschlussverbindung) gewährleistet wird und eine integrierte Absaugeinrichtung vorhanden ist	
			- mechanische Förderung, z. B. Schneckenförderung	4	0,5 wenn Dichtheit durch besondere Maßnahmen (z. B. überwachte Formschlussverbindung) gewährleistet wird und eine hochwirksame Absaugeinrichtung vorhanden ist	
			- pneumatische Förderung, z. B. Gebläse	4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
		offener Be- hälter	- mechanische Förderung, z. B. Schneckenförderung	4	2 mit sonstiger Absaugein- richtung	
					1 mit wirksamer Absaugein- richtung	
					0,5 mit hochwirksamer Absau- geinrichtung	
			- pneumatische Förderung, z. B. Gebläse	4	2 mit sonstiger Absaugein- richtung	
					1 mit wirksamer Absaugein- richtung	
					0,5 mit hochwirksamer Absau- geinrichtung	
3.1.4.2	Fässer (Be- füllen)	mit spezi- ellen Befül- leinrichtun- gen		1	0,25 wenn Dichtheit durch besondere Maßnahmen (z. B. überwachte Form- schlussverbindung) ge- währleistet wird und eine integrierte Absaugeinrich- tung vorhanden ist	
		offene Befül- lung		4	0,5 wenn Dichtheit durch be- sondere Maßnahmen (z. B. überwachte Formschluss- verbindung) gewährleistet wird und eine hochwirk- same Absaugeinrichtung vorhanden ist	
					2 mit sonstiger Absaugein- richtung	

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
					1 mit wirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
3.1.5	Silofahrzeuge					
3.1.5.1	Silofahrzeuge (Entleeren)	feste Verrohrung, Gelenkarm		1	0,5 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*; vollständige Restmengenerfassung bei Ab- und Ankoppelvorgängen	
		Schlauchverbindung	- ortsfeste Verwendung (Anschlusschläuche und Kupplungen werden vom Betrieb gestellt)	1		
			- sonstige Verwendung (Anschlusschläuche und Kupplungen werden nicht vom Betrieb gestellt)	2		1 vollständige Erfassung der Restmengen
3.1.5.2	Silofahrzeuge (Befüllen)	feste Verrohrung, Gelenkarm		1	0,5 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*; vollständige Restmengenerfassung bei Ab- und Ankoppelvorgängen	
		Schlauchverbindung	- ortsfeste Verwendung (Anschlusschläuche und Kupplungen werden vom Betrieb gestellt)	1		
			- sonstige Verwendung (Anschlusschläuche und Kupplungen werden nicht vom Betrieb gestellt)	2		1 vollständige Erfassung der Restmengen
Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen

				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
3.1.6	Ein- und Auslaufarmaturen	für Silos, Abfüllanlagen, Schüttgutcontainer	- Klappen	1	0,25 Gewährleistung durch Überwachung und Instandsetzung*; regelmäßige Reinigung	
			- Hähne	1		
			- Flachschieber	1		
			- Schieberplatte	1		
			- Quetschventil mit Weichabdichtung	1		
			- Blendenschieber	1		
			- Schlauchventil	1		
3.2	Stoffübergabestellen für Flüssigkeiten					
3.2.1	Kleincontainer und Fässer					
3.2.1.1	Kleincontainer und Fässer (Entleeren)	Feste Anschlüsse (Verrohrung, Schlauchverbindungen, Gelenkarm)	- mit Gaspendelung oder Gasableitung an sicherer Stelle, oder Ableitung in Behandlungs- oder Verbrennungsanlagen	1	0,25 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*; Dichtheitsprüfung nach Herstellen der Verbindung, vollständiges Erfassen der Restmengen	bezüglich Verbindungselemente siehe Nr. 1
			- ohne Gaspendelung und ohne Gasableitung an sicherer Stelle	4		

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
		offene Ge- binde	- mit Fasspumpe oder Schlauch	4	1 bei leakage- und tropf- mengenfreier Ausführung mit hochwirksamer Ab- saugereinrichtung	regelmäßige Überprüfung der Ab- saugereinrichtung; unmittelbar nach Befüllvorgang muss Kleincontai- ner oder Fass geschlossen wer- den
		Entleerung in geschlosse- nen Einhei- ten	- Kapselung, Kammerung	1	0,25 mit integrierter Absau- geinrichtung und Öffnen und Verschließen der Ge- binde in der geschlosse- nen Einheit	regelmäßige Überprüfung der Ab- saugereinrichtung
3.2.1.2	Kleincontainer und Fässer (Befüllen)	Feste An- schlüsse (Verrohrung, Schlauchver- bindungen, Gelenkarm)	- mit Gaspendelung oder Gasableitung an sicherer Stelle, oder Ableitung in Be- handlungs- oder Verbren- nungsanlagen	1	0,25 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwa- chung und Instandset- zung*; Dichtheitsprüfung nach Herstellen der Ver- bindung, vollständiges Er- fassen der Restmengen	bezüglich Verbindungselemente siehe Nr. 1
			- ohne Gaspendelung und ohne Gasableitung	4	1 bei leakage- und tropf- mengenfreier Ausführung mit wirksamer Absaugein- richtung	
		offene Ge- binde	- mit Befüllschlauch	4	0,5 bei leakage- und tropf- mengenfreier Ausführung mit wirksamer Absaugein- richtung	regelmäßige Überprüfung der Ab- saugereinrichtung; unmittelbar nach Befüllvorgang muss Kleincontai- ner oder Fass geschlossen wer- den
			- Kapselung, Kammerung		0,25 mit integrierter Absau- geinrichtung und Öffnen und Verschließen der Ge- binde in der geschlosse- nen Einheit	regelmäßige Überprüfung der Ab- saugereinrichtung

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
3.2.2	TKW/KW, Großcontai- ner					
3.2.2.1	TKW/KW Großcontai- ner (Entlee- ren)	ortsfeste Ver- bindung, z. B. feste Ver- rohrung, Schlauchver- bindung, stählerne Verlade- arme	- mit Gaspendelung oder Gasableitung an sicherer Stelle, oder Ableitung in Be- handlungs- oder Verbren- nungsanlagen	1	0,25 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwa- chung und Instandset- zung*; Dichtheitsprüfung nach Herstellen der Ver- bindung, vollständiges Er- fassen der Restmengen	bezüglich Verbindungselemente siehe Nr. 1
			- ohne Gaspendelung und ohne Gasableitung	4		
		sonstige Schlauchver- bindungen		2	1 vollständige Erfassung der Restmengen	
3.2.2.2	TKW/KW, Großcontai- ner (Befüllen)	feste Verroh- rung, Schlauchver- bindungen, stählerne Verladearme	- mit Gaspendelung oder Gasableitung an sicherer Stelle oder Ableitung in Be- handlungs- oder Verbren- nungsanlagen	1	0,25 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwa- chung und Instandset- zung*; Dichtheitsprüfung nach Herstellen der Ver- bindung, vollständiges Er- fassen der Restmengen	nach Befüllen der Behälter müs- sen diese unmittelbar geschlos- sen werden
			- ohne Gaspendelung und ohne Gasableitung	4		
		offenes Be- füllen	- Befüllrohr	4	1 mit hochwirksamer Absau- einrichtung, vollständiges Erfassen der Restmengen	nach Befüllen der Behälter müs- sen diese unmittelbar geschlos- sen werden

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
3.3	Stoff Überga- bestellen für Gase					
3.3.1	Gas (Befül- len und Ent- leeren)			1	0,25 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwa- chung und Instandset- zung*; Dichtheitsprüfung nach Herstellen der Ver- bindung; Gaspendingung, Restgasableitung an siche- rer Stelle, oder Ableitung in Behandlungs- oder Ver- brennungsanlagen	bezüglich Funktionselemente siehe Nr. 1; Dichtheitsüberwa- chung gemäß DGW-Arbeitsblatt 464 oder TRBs 3146/TRGs 746
4	Probenahme- stellen					
4.1	Offene Pro- benahme		- Ventil, Kükenhahn	4	2 mit sonstiger Absaugein- richtung	
					1 mit hochwirksamer Ab- saugereinrichtung	
4.2	Geschlos- sene Pro- benahme			1	0,25 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwa- chung und Instandset- zung*	siehe Merkblatt T 026-2002/08 (BGI 640) „Probenahme“
5	Lagern in Gebinden					
5.1	Feststoffe, außer be- stimmte Sprengstoffe	Transport- verpackun- gen gemäß GGVSE	- Fässer, Container	0,25		mit ausreichender Lüftung (min- destens 2facher Luftwechsel)

Nr.	Funktions- element	Ausführung	Ausführungsbeispiel	Verfahrensindex		Erläuterungen
				Ohne	mit Zusatzmaßnahmen	
1	2	3	4	5	6	7
			- Beutel, Kunststoff-, Textil-, Papier- und Mehrschichtsäcke	0,5		mit ausreichender Lüftung (mindestens 2-facher Luftwechsel)
5.2	Feststoffe, bestimmte Sprengstoffe (nitroglycerinhaltige)	Transportverpackungen gemäß GGVSE		4	2 mit sonstiger Absaugeinrichtung	
					1 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
					0,5 mit hochwirksamer Absaugeinrichtung	
5.3	Flüssigkeiten	Transportverpackungen gemäß GGVSE	- Container, Metallfässer, Blechkannen, Kunststofffässer (Hobock), Tuben, Dosen, Behälter	0,5		mit ausreichender Lüftung (mind. 2-facher Luftwechsel)
5.4	Gase	Transportverpackungen gemäß GGVSE	- Druckgasflaschen, Druckgascontainer, Druckgasfässer	1	0,5 Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung*	mit ausreichender Lüftung (mind. 2-facher Luftwechsel); bezüglich Funktionselementen siehe Nr. 1; Dichtheitsüberwachung gemäß DGW-Arbeitsblatt 464 oder TRBs 3146/TRGS 746

Anmerkungen zur Tabelle 2: \* Gewährleistung der Dichtheit durch Überwachung und Instandsetzung

1. Die Dichtheit von lösbaren Verbindungen der Anlagen- und Ausrüstungsteile kann durch Maßnahmen zur Überwachung und Inspektion und durch Maßnahmen der Instandsetzung auf Dauer gewährleistet werden.
2. Die Durchführung von Maßnahmen der Überwachung und Inspektion zur Festlegung und Beurteilung des Istzustandes der lösbaren Verbindung hat nach einem auf spezifische Belange des Betriebs, der Art der Verbindung und deren konstruktive Gestaltung sowie auf die Art und die Eigenschaften der geförderten Gefahrstoffe abgestellten Plan in vorher festgelegten Fristen zu geschehen. Solche Maßnahmen sind z. B.
  - a) Dichtheitsprüfung nach DVGW Arbeitsblatt G 464 oder TRBS 3146 / TRGS 746,

- b) Sichtprüfung der Anlage auf offensichtliche Leckstellen, wie z. B. austretende Flüssigkeiten, Überprüfung auf Schlieren, Gerüche, Geräusche oder Eisbildung,
  - c) Begehung der Anlage mit mobilen Leckanzeige- oder Lecksuchgeräten, z. B. Prüfröhrchen, Flammenionisationsdetektor (FID), tragbare Gaswarneinrichtungen,
  - d) Abpinseln der lösbaren Verbindungen mit Schaum bildenden Mitteln,
  - e) Überwachung der Luft am Arbeitsplatz mit Gaswarneinrichtungen,
  - f) automatische Dichtheitsprüfungen am Gelenk- oder Verladeschlauch.
3. Die gegebenenfalls erforderlichen Maßnahmen der Instandsetzung zur Wiederherstellung des Sollzustandes der lösbaren Verbindung sind im Einzelfall in Abhängigkeit von dem jeweiligen Gefahrstoff, der Art und dem Umfang des Schadens und den zu ergreifenden Schutz- und Sicherheitsvorkehrungen zu planen und auszuführen. Vor Wiederinbetriebnahme sind die instandgesetzten Verbindungen einer eingehenden Dichtheitsprüfung zu unterziehen.
4. Die Zahl lösbarer Verbindungen ist auf das notwendige Maß zu beschränken. Werden Verbindungen hergestellt, sind diese auf Dichtheit zu prüfen.

## Anhang 2: Beispiele lüftungstechnischer Schutzmaßnahmen

Hier sind einige Beispiele für die Ausführung von lüftungstechnischen Einrichtungen gegeben. Nur bei der integrierten Absaugung (Abb. 1) ist der Zugabebehälter Bestandteil des geschlossenen Systems. Bei den übrigen Systemen (Abb. 2 - 5) ist er getrennt vom geschlossenen System und Tätigkeiten wie „Zugeben“ müssen in der Gefährdungsbeurteilung separat berücksichtigt werden.

Abbildung 1 zeigt das Einfüllen mit Hilfe eines geschlossenen Systems, bei dem der Zugabebehälter verschlossen an den Rührbehälter angeschlossen wird. Der Behälter wird zusätzlich mit einer Einhausung umschlossen, die Bedienung erfolgt durch eine kleine Öffnung, die zudem mit einem Handschuheingriff versehen sein kann

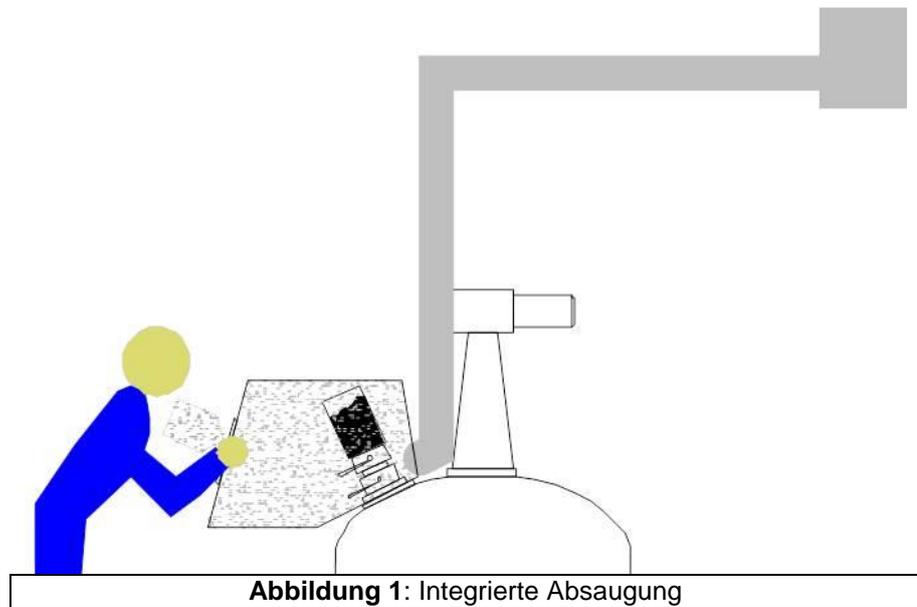
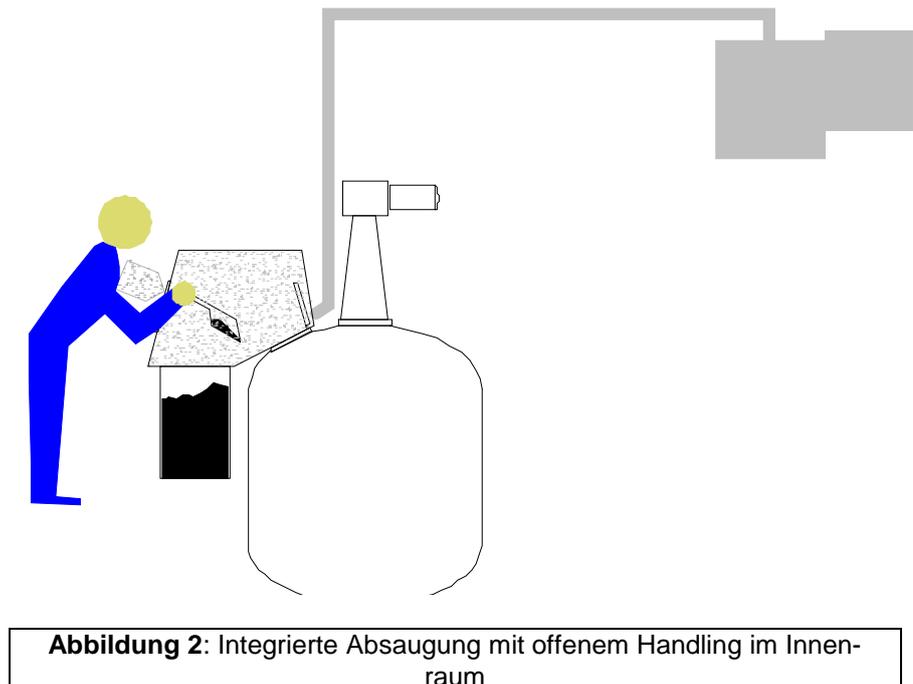
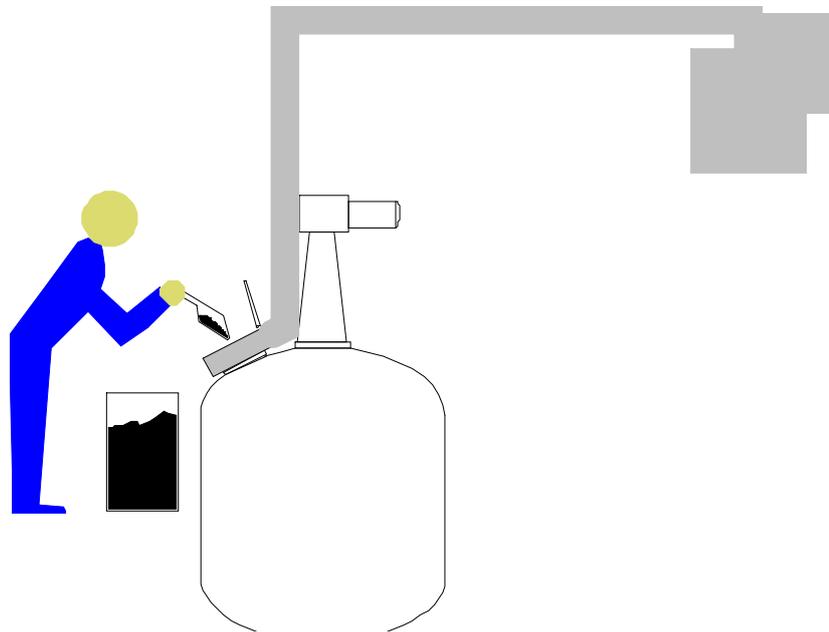


Abbildung 2 zeigt eine integrierte Absaugung mit offenem Handling innerhalb der Absaugung.

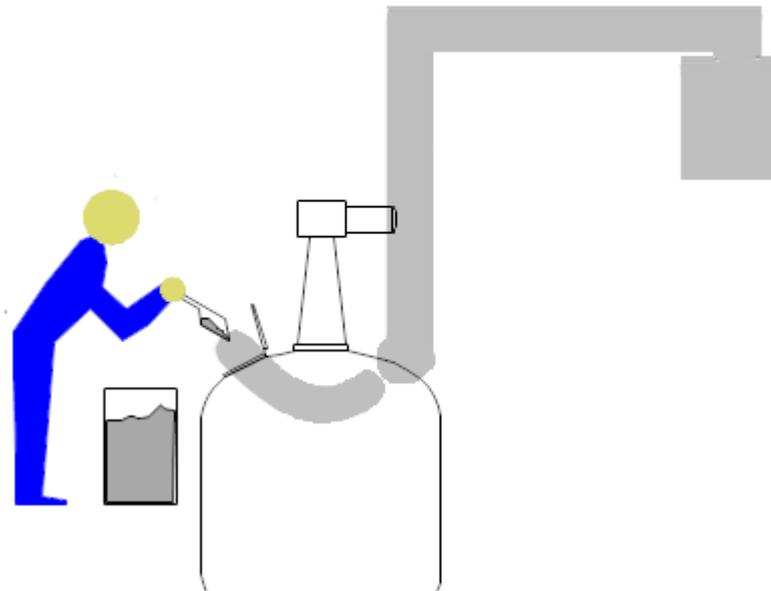


Bei richtiger Konstruktion hoch wirksam ist eine Randabsaugung, die dicht um die Emissionsstelle herumgeführt ist (Schlitzabsaugung, Randlochabsaugung) und einen genau angepassten Luftvolumenstrom abführt (Abbildung 3). Bei zu geringem Volumenstrom entweichen luftgetragene Gefahrstoffe, bei zu hohem Volumenstrom werden – bei hohem Dampfdruck der Behälterfüllung – erhebliche Anteile über die Abluftleitung herausgesaugt. Heftige Bewegungen, z. B. mit Säcken oder Behältern, können dazu führen, dass durch die Strömung luftgetragene Gefahrstoffe aus dem Erfassungsbereich ausbrechen. Gase und Dämpfe mit sehr kleiner Dichte können dieser Anordnung leicht entkommen, solche müssen oberhalb der Austrittsstelle gefasst werden.



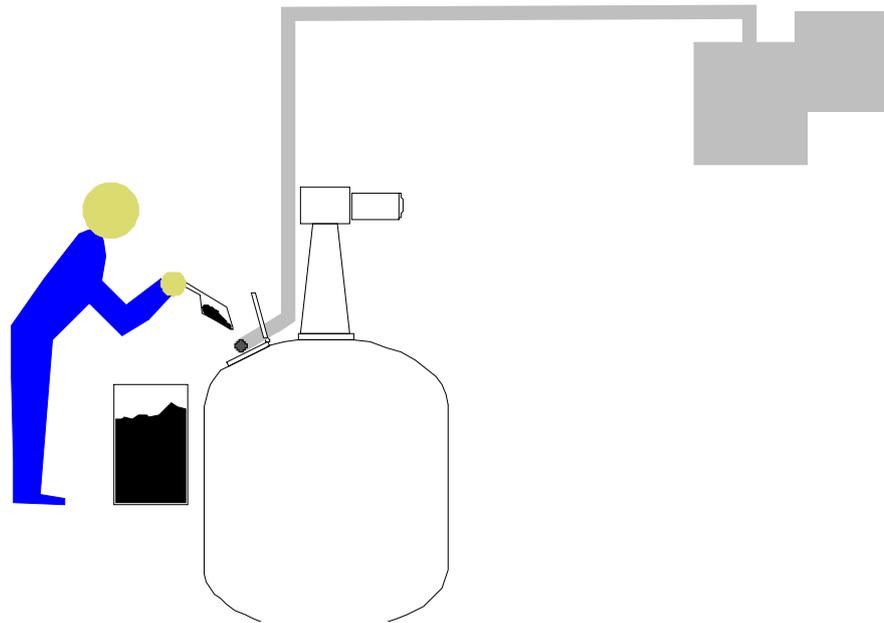
**Abbildung 3:** Hoch wirksame Randabsaugung

Durch Absaugung des Behälter-Innenraums wird an der Schüttstelle eine gezielte, in den Behälter hinein gerichtete Luftströmung erzeugt, die dafür sorgt, dass luftgetragene Gefahrstoffe nicht aus dem Behälter hinausgelangen können, sondern mit dieser Luftströmung in den Behälter hinein transportiert werden (Abbildung 4). Durch eine geeignete Ausgestaltung der Schüttstelle kann der Erfassungsgrad dieser Absaugung noch gesteigert werden. Es ist darauf zu achten, dass der Abluftvolumenstrom so groß gewählt wird, dass die Erfassung gewährleistet ist, es andererseits mit der Abluft jedoch nicht zum Leeren des Behälters kommt, beispielsweise bei vorgelegten Flüssigkeiten mit hohem Dampfdruck.



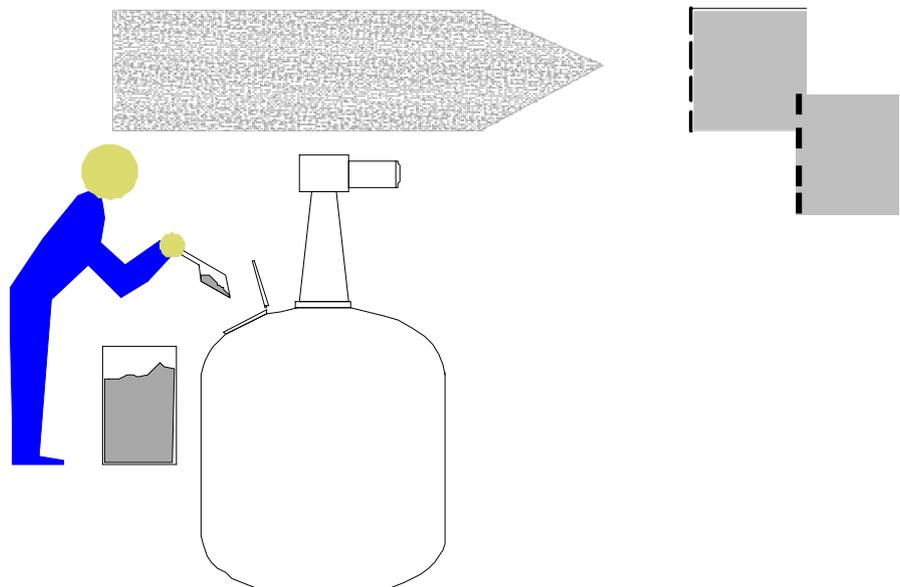
**Abbildung 4:** Innen abgesaugter Behälter

Nur bei guter Auslegung und Positionierung wirksam ist eine einfache Quellenabsaugung durch ein Rohr oder einen Schlauch (Abbildung 5). Dieser muss in die unmittelbare Nähe der Emissionsstelle geführt werden, um wirksam zu sein. Bereits Handbewegungen können dazu führen, dass durch die Strömung luftgetragene Gefahrstoffe aus dem Erfassungsbe- reich ausbrechen. Gase und Dämpfe mit sehr kleiner Dichte können auch dieser Anordnung leicht entkommen, solche müssen oberhalb der Austrittsstelle gefasst werden, z. B. mit einer Haube oder Esse



**Abbildung 5: Quellenabsaugung**

Eine allgemeine Raumlüftung führt zu einer Verdünnung der ausgetretenen Gefahrstoffe in der Luft durch zutretende Frischluft (Abbildung 6). Bei geschickter Anordnung kann sie die Gefahrstoffe vom Atembereich der Beschäftigten zu einem großen Teil fortführen. Je nach Dichte der luftgetragenen Gefahrstoffe ist die Abluft im Decken- oder im Bodenbereich abzuführen.



**Abbildung 6: Raumlüftung**

## Literaturhinweise

AMR 14.2 „Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen“

ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“

ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“

ASR A3.6 „Lüftung“

ASR A4.1 „Sanitärräume“

Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) des ABS, ABAS und AGS: [https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/Glossar/Glossar\\_node.html](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/Glossar/Glossar_node.html)

DGUV Regel 112-139 „Einsatz von Personen-Notsignal-Anlagen“

DGUV Regel 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“

DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“

DGUV-Regel 112-191 „Benutzung von Fuß- und Knieschutz“

DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“

DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“

DGUV Information 201-004 „Fahrerkabinen mit Anlagen zur Atemluftversorgung auf Erdbau-  
maschinen und Spezialmaschinen des Tiefbaus“

DGUV Grundsatz 309-012 „Prüfgrundsatz für die staubtechnische Prüfung von Luftreinigern“  
Staubarme Bearbeitungssysteme, BG Bau: <https://www.bgbau.de/themen/sicherheit-und-gesundheit/staub/staubarme-bearbeitungssysteme/>

DGUV Information 201-012 „Verfahren mit geringer Exposition gegenüber Asbest bei Ab-  
bruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten“

DGUV Information 212-139 „Notrufmöglichkeiten für allein arbeitende Personen“

DGUV Leitlinie „Einsatz von Personen-Notsignal-Anlagen bei gefährlichen Alleinarbeiten“

DGUV-Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“

Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe – EMKG: [www.baua.de/emkg](http://www.baua.de/emkg), Schutzleitfäden  
siehe [https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-  
Betrieb/Gefahrstoffe/EMKG/EMKG-Schutzleitfaeden.html](https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/EMKG/EMKG-Schutzleitfaeden.html)

EN 60335-2-69 „Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke  
– Teil 2-69: Besondere Anforderungen für Staub- und Wassersauger einschließlich kraftbe-  
triebener Bürsten für industrielle und gewerbliche Zwecke“

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

Richtlinie 1999/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. Mai 1999 zur  
Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten für die Einstu-  
fung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Zubereitungen

Richtlinie 2000/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. September  
2000 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsmittel  
bei der Arbeit

Richtlinie 67/548/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe vom 27. Juni 1967

Technische Regeln für Gefahrstoffe – TRGS: [www.baua.de/trgs](http://www.baua.de/trgs)

TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“

TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“

TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“

TRGS 410 „Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“

TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition“

TRGS 460 „Vorgehensweise zur Ermittlung des Standes der Technik“

TRGS 509 „Lagerung von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter“

TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“

TRGS 517 „Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen“

TRGS 519 „Asbest - Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“

TRGS 521 „Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle“

TRGS 526 „Laboratorien“

TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“

TRGS 553 „Holzstaub“

TRGS 554 „Abgase von Dieselmotoren“

TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“

TRGS 558 „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle“

TRGS 559 „Mineralischer Staub“

TRGS 560 „Luftrückführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben“

TRGS 561 „Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen“

TRGS 600 „Substitution“

TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“

TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Beurteilung der Explosionsgefährdung“

TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“

TRGS 723 „Gefährliche explosionsfähige Gemische - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische“

TRGS 724 „Gefährliche explosionsfähige Gemische - Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken“

TRGS 725 „Gefährliche, explosionsfähige Atmosphäre - Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen“

TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“

TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“

TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“

TRGS 906 „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV“

TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“

TRBS 1112 „Instandhaltung“

Verordnung EG Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemische - CLP-Verordnung

Verordnung EU Nr. 2016/425 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9 März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates – PSA-Verordnung

Verordnung EU Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und Verwendung von Biozidprodukten – Biozid-Verordnung

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)

Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge – ArbMedVV