

Gefahrstoffe

Säuren und Laugen



M 004
DGUV Information 213-070
Stand: März 2019
(Überarbeitung der Ausgabe 4/2013)

Inhaltsverzeichnis dieses Ausdrucks

Titel	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Säuren und Laugen	5
2.1 Begriffsbestimmungen	5
2.2 Beispiele	5
2.3 Erkennen von Säuren und Laugen	6
2.3.1 Kennzeichnung	6
2.3.2 Ohne Kennzeichnung	8
3 Gesundheitsgefahren	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 Wirkung auf die Haut	9
3.3 Wirkung auf die Augen	9
3.4 Wirkung bei oraler Aufnahme	9
3.5 Wirkung auf die Atemwege	9
4 Gefährdungsbeurteilung	10
4.1 Allgemeine Anforderungen	10
4.2 Informationsermittlung	13
4.2.1 Erfassung der verwendeten Stoffe und Gemische – Gefahrstoffverzeichnis	13
4.2.2 Substitutionsprüfung	15
4.2.3 Inhalative Gefährdungen	15
4.2.4 Dermale Gefährdungen	15
4.2.5 Physikalisch-chemische Gefährdungen	15
4.3 Festlegung notwendiger Schutzmaßnahmen nach Gefahrstoffverordnung	16
4.4 Dokumentation und Wirksamkeitskontrolle	17
5 Expositionsermittlung	18
5.1 Konzentrationsmessungen in der Luft am Arbeitsplatz	18
5.2 Alternative Bewertungsverfahren	19
6 Substitution	19
7 Technische Schutzmaßnahmen	19
7.1 Lüftungsmaßnahmen	19
7.2 Anlagen	22
7.3 Laboratorien	23
7.4 Arbeits- und Lagerräume	23
7.5 Aufbewahren, Lagern, Transport	24
7.6 Rohrleitungen	26
7.7 Auswahl von Werkstoffen	27
7.8 Schutzmaßnahmen bei bestimmten Tätigkeiten	27
7.8.1 Füllvorgänge	27
7.8.2 Probenahme	31
7.8.3 Lösen, Verdünnen	31
7.8.4 Reinigung	32
7.8.5 Entsorgen von Abfällen und Rückständen	32
7.8.6 Abluft, Abwasser	33
8 Organisatorische Schutzmaßnahmen	33
8.1 Betriebsanweisung	33
8.2 Unterweisung	34
8.3 Instandhaltung, Arbeiten in Behältern und engen Räumen	35
8.4 Kennzeichnung	36
8.5 Hygiene	38
8.6 Arbeitsmedizinische Vorsorge	39
8.7 Beschäftigungsbeschränkungen und -verbote	40
8.8 Zugangsbeschränkung	40
9 Personenbezogene Schutzmaßnahmen	41
9.1 Atemschutz	42
9.2 Augen- und Gesichtsschutz	43

9.3 Hand- und Hautschutz	44
9.3.1 Verwendung von Schutzhandschuhen	45
9.3.2 Verwendung von Hautmitteln	45
9.4 Körper- und Fußschutz	46
10 Notfallprävention	47
10.1 Planung von Notfallmaßnahmen	47
10.2 Maßnahmen für den Notfall	48
10.2.1 Erste-Hilfe-Einrichtungen	48
10.2.2 Löscheinrichtungen	48
10.2.3 Vorbereiten von Maßnahmen zum Eindämmen von Schäden	48
10.2.4 Fluchtwege	48
10.2.5 Flucht und Rettungsplan	49
10.2.6 (Früh-)Warnsystem und Alarmierung	49
10.2.7 Ausrüstung für Notfälle	49
10.2.8 Notduschen	49
10.3 Verhalten bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen	50
11 Erste Hilfe	51
11.1 Allgemeines	51
11.2 Generell	51
11.3 Augen	51
11.4 Atmungsorgane	52
11.5 Haut	52
11.6 Verschlucken	52
Anhang: Spezielle Säuren und Laugen	52
Literaturverzeichnis	59
Bildnachweis	68
Sonstiges	68

Die vorliegende Schrift konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Sie nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen der Schrift können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Diese Schrift wurde sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmer/innen nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass „die Unternehmerin/der Unternehmer“ verwendet wird.

VISION ZERO.

NULL UNFÄLLE – GESUND ARBEITEN!

7 VISION ZERO-Erfolgsfaktoren

- Motivieren durch Beteiligung
- Leben Sie Führung
- Gefahr erkannt – Gefahr gebannt
- Ziele definieren – Programm aufstellen
- Gut organisiert – mit System
- Maschinen, Technik, Anlagen – aber sicher
- Wissen schafft Sicherheit

Die **VISION ZERO** ist die Vision einer Welt ohne Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Erkrankungen. Höchste Priorität hat dabei die Vermeidung tödlicher und schwerer Arbeitsunfälle sowie Berufskrankheiten. Eine umfassende Präventionskultur hat die VISION ZERO zum Ziel.

Nähere Informationen zur VISION ZERO-Präventionsstrategie finden Sie unter www.bgrci.de/praevention/vision-zero.

In diesem Merkblatt besonders angesprochener Erfolgsfaktor:
„Gefahr erkannt – Gefahr gebannt“

1 Anwendungsbereich

Diese Schrift gilt für Tätigkeiten mit Säuren und Laugen. Die Aussagen gelten in vielen Fällen auch für andere reizende und ätzende Stoffe.

Als Ergänzung der Betriebsanweisung kann es den Beschäftigten zur Information über Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen dienen.

In erster Linie soll es Unternehmerinnen und Unternehmer sowie die betrieblichen Vorgesetzten unterstützen bei der

- Ermittlung und Beurteilung der Gefahren,
- Festlegung der zum Schutz des Menschen und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen und Verhaltensregeln,
- Festlegung des Verhaltens im Gefahrenfall,
- Festlegung der Erste-Hilfe-Maßnahmen,
- Ausarbeitung der Betriebsanweisung und
- Durchführung der mündlichen Unterweisungen,

wenn mit Säuren und Laugen (reizenden und ätzenden Stoffen) umgegangen wird.

Diese Schrift enthält im Anhang ein Literaturverzeichnis, in dem zur Information die Quellen für die in dieser Schrift getroffenen Aussagen aufgeführt sind. Die Nummern auf den Seitenrändern verweisen auf die Nummer der Quelle im Literaturverzeichnis.

2 Säuren und Laugen

2.1 Begriffsbestimmungen

Säuren im Sinne dieser Schrift sind chemische Verbindungen, die in der Lage sind, Protonen abzugeben und mit Wasser sauer zu reagieren (pH-Wert < 7).

Laugen (Basen) im Sinne dieser Schrift sind chemische Verbindungen, die in der Lage sind, Hydroxidionen zu bilden. Mit Wasser reagieren sie basisch (pH-Wert > 7).

Stoffe und Gemische, die bei der Einwirkung auf lebendes Gewebe (Haut, Schleimhäute) Entzündungen hervorrufen, werden als **reizend** eingestuft.

Als **ätzend** werden Stoffe und Gemische bezeichnet, die lebendes Gewebe zerstören.

2.2 Beispiele

Säuren und Laugen können fest, flüssig, dampf- oder gasförmig sein oder als Aerosole und Schwebstoffe vorliegen. Zu diesen Stoffen gehören anorganische und organische Säuren und Laugen (Basen) sowie Stoffe, die mit Wasser sauer oder basisch (alkalisch) reagieren. Reizende bzw. ätzende Wirkung auf lebendes Gewebe haben auch oxidierend wirkende sowie wasserentziehende anorganische und organische Stoffe.

Beispiele:

- Feststoffe: Alkalihydroxide (Ätzkali, Ätznatron), Calciumoxid und Baukalke, die Calciumoxid enthalten, staubförmiges Calciumcarbid, Alkali- und Erdalkalimetalle, Phosphorpentoxid, Trinatriumphosphat, Phenole, Peroxide.
- Flüssigkeiten: Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Essigsäure und ihr Anhydrid, Ameisensäure, Natronlauge, Kalilauge, Ammoniaklösungen, Formaldehydlösungen, Hydrazinlösungen, Amine, Lösungen saurer und basischer Salze, Brom, Peroxide.
- Gase: Chlor, Chlorwasserstoff, Fluor, Fluorwasserstoff, Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff, Phosgen, Ammoniak, nitrose Gase.


Über reizende oder ätzende Eigenschaften hinaus können Stoffe oder Gemische auch andere gefährliche Eigenschaften aufweisen: z. B. giftig oder lebensgefährlich wie Phenol oder Fluorwasserstoff, entzündbar wie Essigsäure oder brandfördernd wie organische Peroxide. **In dieser Schrift wird nur auf die reizenden und ätzenden Eigenschaften der Stoffe eingegangen.** (81) (79) (78)

2.3 Erkennen von Säuren und Laugen

2.3.1 Kennzeichnung

Die Verpackung von Gefahrstoffen muss entsprechend gekennzeichnet sein. Einen Hinweis auf Säuren und Laugen bzw. reizende oder ätzende Stoffe geben die folgenden Kennzeichnungen: (2) (18) (19) (43) (86)

Ätzend:

	<ul style="list-style-type: none">• Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1, 1A, 1B, 1C• Schwere Augenschädigung, Kategorie 1• Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1
GHS05 Ätzwirkung	


Das Symbol erscheint zusammen mit dem Signalwort „Gefahr“ („Achtung“ bei metallkorrosiv, sofern keine andere Gefahrenklasse des Stoffes die Verwendung des Signalworts „Gefahr“ auslöst) und einem der folgenden H-Sätze:

- H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.
- H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
- H318: Verursacht schwere Augenschäden.

Abbildung 1: Industrial Bulk Container (IBC) mit Natronbleichlauge



Reizend:

	<ul style="list-style-type: none">• Hautreizung, Kategorie 2• Augenreizung, Kategorie 2• Spezifische Zielorgantoxizität (einmalige Exposition) – Atemwegsreizung, Kategorie 3
<p>GHS07 Ausrufezeichen</p>	

Das Symbol erscheint zusammen mit dem Signalwort „Achtung“ und einem der folgenden H-Sätze:

- H315: Verursacht Hautreizungen.
- H319: Verursacht schwere Augenreizung.
- H335: Kann die Atemwege reizen.

Abbildung 2: IBC mit Citronensäure-Lösung



Aufgrund anderer Gefahrenklassen kann das GHS-Piktogramm „Ausrufezeichen“ entfallen oder es erscheint das Signalwort „Gefahr“.

Beispiele für die Kennzeichnung von Gebinden und Rohrleitungen sind in Abschnitt 8.4 aufgeführt.

2.3.2 Ohne Kennzeichnung

Bei fehlender Kennzeichnung können Hinweise auf die Wirkung des Stoffes oder der Gemische erhalten werden:

- Bei in Wasser löslichen Stoffen durch Feststellen des pH-Wertes, z. B. mit einem Indikatorpapier. Bei Säuren und Laugen mit sehr niedrigem oder sehr hohem pH-Wert ist in der Regel mit reizender oder ätzender Wirkung zu rechnen.
- Aus der chemischen Bezeichnung: Gehört ein Stoff zu bestimmten Stoffgruppen, so ist zunächst reizende oder ätzende Wirkung zu unterstellen. Solche Stoffgruppen sind z. B. Säuren, Säureanhydride, Laugen, Amine, Säurechloride, Isocyanate, Aldehyde, Phenole.

3 Gesundheitsgefahren

3.1 Allgemeines

Säuren und Laugen verursachen Verätzungen und Reizungen der Haut und der Schleimhaut. Reizend sind Stoffe und Gemische, die bei der Einwirkung auf die Haut oder auf Schleimhäute reversible Hautschädigungen verursachen. Ätzende Stoffe zerstören lebendes Gewebe und verursachen z. B. Geschwüre, Blutungen, blutige Verschorfungen.

Die Wirkung eines Stoffes ist jedoch nicht nur von seiner chemischen Struktur abhängig. Weitere Einflussgrößen sind:

- Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig),
- Konzentration,
- Temperatur,
- Einwirkungsdauer,
- einwirkende Menge,
- Art (Haut, Schleimhaut) und Zustand (feucht, trocken, rissig) des lebenden Gewebes.

Gesunde, gepflegte Haut (vorbeugender Hautschutz!) ist unempfindlicher als trockene, rissige Haut. Schleimhäute sind stärker gefährdet als die normale Haut. Laugenverätzungen führen zu einer Verflüssigung der oberen Gewebeschichten, sodass es in der Folge zu einem weiteren Eindringen der Lauge in tiefere Schichten mit einer entsprechenden Gewebeerstörung kommt. (72)

Bei Säureverätzungen kommt es zu einer trockenen Schorfbildung. Diese Schorfbildung kann ein tiefgreifendes Eindringen der Säuren in das Gewebe verhindern (dieser Effekt ist allerdings bei konzentrierten Säuren von geringer Bedeutung).

Während Säuren oft frühzeitig durch ein Brennen „warnen“, ist das Schmerzempfinden bei der Einwirkung von Laugen häufig verzögert. Eine Einwirkung von Laugen wird daher unter Umständen erst bemerkt, wenn die schädigende Wirkung auf das lebende Gewebe bereits weit fortgeschritten ist.

3.2 Wirkung auf die Haut

Der Grad der Hautschädigung reicht – je nach Konzentration und Stoff – von Rötung über Blasenbildung bis zu tiefgreifenden Erosionen und Nekrosen (Gewebeerstörungen). Die Gefahr der Resorption (Aufnahme) durch die geschädigte Haut ist nicht auszuschließen.

3.3 Wirkung auf die Augen

Die Wirkung von Säuren und Laugen am Auge geht von schmerzhafter Bindehautentzündung bis zu schwerster Hornhautschädigung und völliger Erblindung.

3.4 Wirkung bei oraler Aufnahme

Nach dem Verschlucken treten starke Schmerzen auf, vor allem in Speiseröhre und Magen, verbunden mit Schluckbeschwerden, Erbrechen, Kollaps und Blutungen im Magen-Darm-Trakt. Es besteht Gefahr der Perforation (Durchbrechung des Gewebes) von Speiseröhre und Magen. Häufig bleiben in der Folge schwere narbige Verengungen zurück.

3.5 Wirkung auf die Atemwege

Die Atemwege können durch reizende und ätzende Gase, Aerosole und Dämpfe geschädigt werden.

Von der Wasserlöslichkeit des inhalierten (eingesetzten) Stoffes hängt es ab, wo mit einer Schädigung der Atemwege zu rechnen ist:

- Stoffe mit hoher Wasserlöslichkeit (z. B. Ammoniak, Chlorwasserstoff, Formaldehyd, Ameisensäure) werden durch die feuchten Schleimhäute bereits im Bereich der Luftröhre sehr schnell aufgenommen. Es kann zu Rachen- und Luftröhrenreizungen kommen, weiterhin zu Entzündungen und Narbenbildungen. Auch Stimmritzenkrämpfe (Verkrampfung der Stimmritze des Kehlkopfs; verhindert die Atmung) bzw. -ödeme sind möglich. (27) (28)
- Stoffe mit mittlerer Wasserlöslichkeit (z. B. Schwefeldioxid, Chlor, Diisocyanate, Carbonsäurechloride) gelangen bis in die Bronchien und können dort Hustenreiz, Atemwegsverengung und -verkrampfung (Bronchokonstriktion und -spasmus), Bronchitis und Lungenentzündung (Peribronchitis bis zur Bronchopneumonie) verursachen. (82) (83)
- Stoffe mit geringer Wasserlöslichkeit, aber hoher Fett-/Lipoid-löslichkeit bzw. minimaler Korngröße (z. B. Ozon, Stickstoffdioxid, Phosgen, Cadmiumoxid) dringen bis zu den Alveolen (Lungenbläschen) vor. Dies kann – häufig erst nach mehrstündiger Verzögerung – das Auftreten eines toxischen Lungenödems zur Folge haben.

Ausführliche Beschreibungen der Gesundheitsgefährdung durch einzelne Stoffe sind in der GESTIS-Stoffdatenbank der DGUV und in Fachbüchern der Toxikologie zu finden. (135)

Abbildung 3: IBC mit Monoethanolamin



4 Gefährdungsbeurteilung

4.1 Allgemeine Anforderungen

Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hat die Pflicht, Gefährdungen und Belastungen der Beschäftigten am Arbeitsplatz zu ermitteln und zu beurteilen. Gefährdungen können beispielsweise auftreten durch

- Gefahrstoffe (z. B. Toxizität: orale, inhalative und dermale Gefährdung),
- technische Mängel (z. B. undichte Anlageteile, ungeeignete Arbeitsmittel),

- organisatorische Mängel (z. B. fehlende Unterweisungen),
- mangelhafte Arbeitsplatzgestaltung (z. B. Stolperstellen),
- nicht vorhandene oder nicht bestimmungsgemäß verwendete persönliche Schutzausrüstungen.

Allgemeine rechtliche Grundlagen für die Gefährdungsbeurteilung und die daraus resultierenden Schutzmaßnahmen sind:

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), (6)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), mit den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), (18) (20)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), mit den Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), (15)
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), mit den Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR), (10)
- Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG), (45)
- Mutterschutzgesetz (MuSchG), (46)
- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“. (61)

Bereits vorliegende Ergebnisse aus Anforderungen anderer Vorschriften (z. B. Bundesimmissionsschutzgesetz, Störfallverordnung, TA Luft) können mit in die Gefährdungsbeurteilung einfließen. (48) (50) (51)

Die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung bieten ihren Mitgliedsbetrieben für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach Arbeitsschutzgesetz vielfältige Hilfsmittel an:

- DGUV Information 213-080 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (Merkblatt M 053 der BG RCI), (84)
- Schriften der Unfallversicherungsträger, z. B. Merkblätter A 016 „Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel“ und A 017 „Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog“ der BG RCI, der „Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung“ der BG ETEM, (68) (69) (124)
- DGUV Informationen zu bestimmten Arbeitsplätzen, Stoffen und Stoffgruppen, z. B. DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, DGUV Information 213-855 „Gefährdungsbeurteilung im Labor“ (Merkblatt T 034), DGUV Information 213-071 „Fluorwasserstoff“ (Merkblatt M 005), DGUV Information 213-072 „Lösemittel“ (Merkblatt M 017). (62) (97) (79) (80)

Darüber hinaus bieten unter anderem die folgenden Technischen Regeln für Gefahrstoffe weitere Hilfestellungen:

- TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, (20)
- TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“, (21)
- TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“, (22)
- TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“, (24)
- TRGS 600 „Substitution“. (31)

Die Gefährdungsbeurteilung ist vor Aufnahme der Tätigkeiten durchzuführen. Sie darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden (siehe dazu auch DGUV Grundsatz 313-003). Verfügt die Unternehmerin bzw. der Unternehmer nicht selbst über die entsprechende Fachkunde, hat sie oder er sich fachkundig beraten zu lassen, z. B. von der Fachkraft für Arbeitssicherheit oder vom Betriebsarzt bzw. von der Betriebsärztin. Grundsätzlich empfiehlt es sich, die Gefährdungsbeurteilung im Team durchzuführen. Der Betriebsrat ist entsprechend hinzuzuziehen. (122)

Dem besonderen Schutzbedarf einer schwangeren oder stillenden Frau bzw. ihres Kindes ist durch die Festlegung von Schutzmaßnahmen, die bei Bekanntwerden der Schwangerschaft umgesetzt werden, in der Gefährdungsbeurteilung Rechnung zu tragen. (46)

Die Gefährdungsbeurteilung ist auf aktuellem Stand zu halten.

Tätigkeiten mit Säuren und Laugen dürfen erst aufgenommen werden, nachdem die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und entsprechende Schutzmaßnahmen festgelegt wurden (siehe auch Abbildung 1). (18)

Die Gefahrstoffverordnung fordert die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach folgenden Kriterien:

- Inhalative Gefährdungen (siehe Abschnitt 4.2.3)
- Dermale Gefährdungen (siehe Abschnitt 4.2.4)
- Physikalisch-chemische Gefährdungen (siehe Abschnitt 4.2.5).

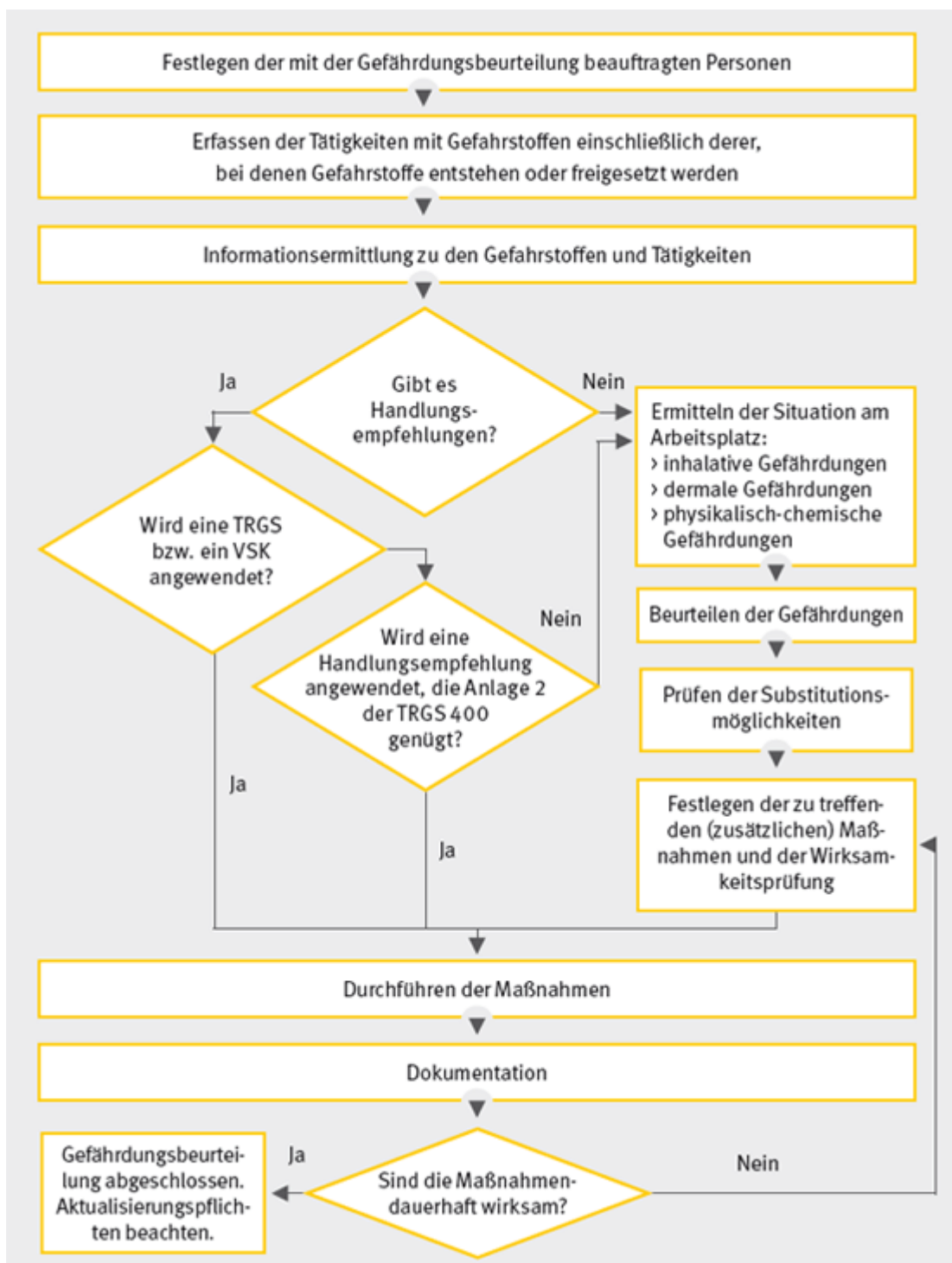
Dabei müssen über den normalen Betrieb hinaus auch das An- und Abfahren von Anlagen, Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten sowie Störungen des Normalbetriebes betrachtet werden.

Bei der Zusammenarbeit verschiedener Firmen kann die Möglichkeit einer gegenseitigen Gefährdung bestehen. Deshalb muss die Fremdfirmenkoordination ebenfalls Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung sein (siehe auch Abschnitt 4.4).

Zur Unterstützung bei der Gefährdungsbeurteilung einschließlich Festlegung der Maßnahmen können branchen- oder tätigkeitsspezifische Hilfestellungen, vorhandene Gefährdungsbeurteilung (z. B. vom Hersteller oder Inverkehrbringer), stoff- oder tätigkeitsbezogene TRGS, Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) oder verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) nach TRGS 420 verwendet werden. (20) (121) (23)

Liegen stoff- oder tätigkeitsbezogene TRGS oder VSK vor, darf der Unternehmer oder die Unternehmerin die dort genannten Schutzmaßnahmen übernehmen. Voraussetzung ist allerdings, dass nach TRGS 400 Nummer 5.3 geprüft wird, ob die Tätigkeiten im Betrieb den gemachten Angaben und Festlegungen entsprechen. (20)

Abbildung 4: Mögliche Vorgehensweise bei der Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nach Anlage 1 der TRGS 400 (20)



4.2 Informationsermittlung

4.2.1 Erfassung der verwendeten Stoffe und Gemische – Gefahrstoffverzeichnis

Zunächst muss die Unternehmerin bzw. der Unternehmer feststellen, ob die Beschäftigten Tätigkeiten mit Säuren und Laugen durchführen oder ob solche Stoffe bei diesen Tätigkeiten oder bei Betriebsstörungen, Unfällen oder Notfällen entstehen oder freigesetzt werden und zu einer Gefährdung der Beschäftigten führen können.

Die für die Gefährdungsbeurteilung notwendigen Informationen sind beim Inverkehrbringer oder aus anderen, mit zumutbarem Aufwand zugänglichen Quellen zu beschaffen. (20)

Entsprechende Angaben für Säuren und Laugen enthalten die aktuellen Sicherheitsdatenblätter, die spätestens bei der ersten Lieferung vom Hersteller/Lieferanten kostenlos zu übermitteln sind. (1)

Auch wenn kein Sicherheitsdatenblatt vorliegt, muss der Hersteller auf Anfrage die notwendigen Informationen zur Gefährdungsbeurteilung zur Verfügung stellen. Eigene Erfahrungen bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen sind bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. (20)

Abbildung 5: Kanister mit Salzsäure



Die Unfallversicherungsträger unterstützen ihre Mitgliedsbetriebe durch Beratungen und durch Veröffentlichungen, wie zum Beispiel toxikologische Bewertungen (z. B. für die arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung) und die Datenbanken GisChem der BG RCI und BGHM, GISBAU der BG BAU und GESTIS der DGUV. (130) (136) (135)

Können die Eigenschaften der Stoffe oder Gemische nicht ermittelt werden, so sind diese bei der Gefährdungsbeurteilung (in Hinblick auf die Festlegung von Schutzmaßnahmen) so zu behandeln, als ob sie mindestens die folgenden Eigenschaften haben: (20)

1. Akute Toxizität, Kategorie 3 (H331, H311, H301),
2. Hautreizung, Kategorie 2 (H315),
3. Keimzellmutagenität, Kategorie 2 (H341) und
4. Hautsensibilisierend, Kategorie 1 (H317),
5. Spezifische Zielorgantoxizität bei wiederholter Exposition, Kategorie 2 (H373).

Für alle verwendeten Gefahrstoffe ist ein Gefahrstoffverzeichnis zu führen. Ausgenommen sind Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, bei denen nur eine geringe¹ Gefährdung besteht. Das Verzeichnis ist auf aktuellem Stand zu halten

und allen betroffenen Beschäftigten und deren Vertretung (z. B. Betriebsrat) zugänglich zu machen (hierbei dürfen die Angaben zu den verwendeten Mengenbereichen geheim gehalten werden). (18)

Im Gefahrstoffverzeichnis sollten mindestens folgende Angaben enthalten sein: (20)

- Bezeichnung der Gefahrstoffe,
- Einstufung oder Angabe der gefährlichen Eigenschaften,
- Arbeitsbereiche, in denen die Beschäftigten den Gefahrstoffen ausgesetzt sind,
- Angaben zu den im Betrieb verwendeten Mengenbereichen,
- einen Verweis auf die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter.

Das Gefahrstoffverzeichnis kann auch online unter www.gischem.de geführt werden. Alternativ kann eine frei editierbare Vorlage für ein Gefahrstoffverzeichnis dort als Word-Datei heruntergeladen werden. (130)

4.2.2 Substitutionsprüfung (31)

Bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen ist zu prüfen, ob durch Substitution oder Änderung des Herstellungs- oder Verwendungsverfahrens Gefährdungen der Beschäftigten vermieden oder zumindest vermindert werden können. Siehe Kapitel 6.

4.2.3 Inhalative Gefährdungen (22)

Dämpfe, Aerosole und Stäube von Säuren und Laugen können über die Atemwege aufgenommen werden. Neben den ätzenden und reizenden Wirkungen, wie der Zerstörung des Gewebes, können die Stoffe oder Gemische auch toxische Wirkungen haben. Diese können unter Umständen beim Einatmen bedeutender als die ätzende bzw. reizende Wirkung sein. Beispiele hierfür sind Blausäure und Schwefelwasserstoff. Neben atemwegreizenden und -ätzenden Eigenschaften ist die Möglichkeit einer Sensibilisierung zu beachten.

4.2.4 Dermale Gefährdungen (21)

Reizende und ätzende Stoffe wirken grundsätzlich hautschädigend. Darüber hinaus können bei bestimmten Stoffen bei Hautkontakt toxische Wirkung auftreten. Beispiele für Gefahrstoffe mit toxischer Wirkung über die Haut sind Phenol oder Flusssäure. (81) (79)

4.2.5 Physikalisch-chemische Gefährdungen

Säuren und Laugen können auch aufgrund ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften zu besonderen Gefahren für die Beschäftigten führen. Für die Gefährdungsbeurteilung ist deshalb die Kenntnis der physikalisch-chemischen Kenngrößen erforderlich. Relevante Kenndaten sind in den Sicherheitsdatenblättern aufgeführt.

1 Tätigkeiten mit geringer Gefährdung sind Tätigkeiten, bei denen aufgrund der dem Gefahrstoff zugeordneten Gefährlichkeitsmerkmale, der Arbeitsbedingungen, einer nur geringen verwendeten Stoffmenge und einer nach Höhe und Dauer niedrigen Exposition Maßnahmen nach § 8 der Gefahrstoffverordnung zum Schutz der Beschäftigten ausreichen.

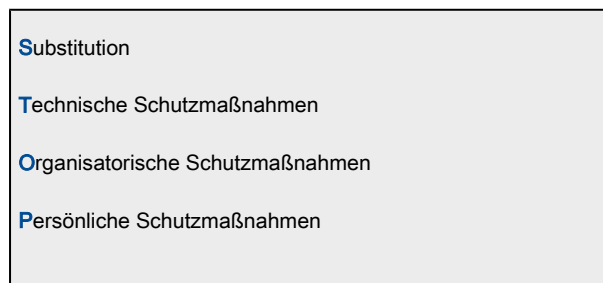
Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, die mit „Ätz-/Reizwirkung auf die Haut Kategorie 1/1A/ 1B/1C; H314“ gekennzeichnet sind, können, wenn ein Hautkontakt nicht ausgeschlossen werden kann, nach TRGS 400 keine Tätigkeit mit geringer Gefährdung sein. (20)

Mit Hilfe der physikalisch-chemischen Eigenschaften von entzündbaren Säuren und Laugen können Brand- und Explosionsgefahren bewertet werden. Unter bestimmten Voraussetzungen kann eine Gefährdung durch Bildung explosionsfähiger Atmosphäre auftreten. Diese kann beispielsweise durch mechanisch erzeugte Funken, heiße Oberflächen oder elektrostatische Aufladung entzündet werden. Ob die eingesetzten Säuren und Laugen aufgrund ihrer Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz verwendet werden, zu Brand- und Explosionsgefahren führen können, ist deshalb zu ermitteln. Insbesondere muss geprüft werden, ob sie eine gefahrbringende explosionsfähige Atmosphäre bilden können. (98) (32) ff.

Zu Schutzmaßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren wird auf die DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ und weitere tätigkeits- oder arbeitsplatzbezogenen Schriften der verschiedenen Unfallversicherungsträger verwiesen. (111)

4.3 Festlegung notwendiger Schutzmaßnahmen nach Gefahrstoffverordnung

Hinsichtlich der Rangfolge der Schutzmaßnahmen ist das sogenannte „S-T-O-P“-Prinzip zu beachten:



An erster Stelle steht grundsätzlich das Substitutionsgebot! Hier ist zu prüfen, ob Gefahrstoffe und Verfahren durch weniger gefährliche ersetzt werden können. (18) (31)

Kann eine Gefährdung der Beschäftigten durch Substitution der Gefahrstoffe und Verfahren nicht ausgeschlossen oder auf ein Mindestmaß reduziert werden, sind vorrangig technische und organisatorische Schutzmaßnahmen zu treffen. Lassen sich dadurch nicht alle Gefährdungen vermeiden, sind wirksame persönliche Schutzausrüstungen bereitzustellen und zu benutzen. (18) (24)

Die Gefahrstoffverordnung sieht für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen gefährdungsabhängige Schutzmaßnahmen vor. Diese sind aufgeteilt in (18)

- **§ 7 Grundpflichten** wie Substitution, Minimierungsgebot, Anwendung geeigneter Verfahren nach dem Stand der Technik, kollektive technische Schutzmaßnahmen an der Gefahrenquelle, Überprüfung der Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes (AGW), Tragepflicht für persönliche Schutzausrüstungen bei Gefährdung
- **§ 8 Allgemeine Schutzmaßnahmen** wie geeignete Gestaltung des Arbeitsplatzes und -organisation, Begrenzung der Anzahl der Exponierten, Mengen am Arbeitsplatz sowie Expositionsdauer und -höhe, Identifikation und sichere Lagerung von Gefahrstoffen
- **§ 9 Zusätzliche Schutzmaßnahmen** wie Verwendung von geschlossenen Systemen (falls Substitution technisch nicht möglich und Gefährdung durch Inhalation besteht), unverzügliche Bereitstellung von persönlichen Schutzausrüstungen (falls technische und organisatorische Möglichkeiten ausgeschöpft sind), getrennte Aufbewahrung von Arbeits- und Straßenkleidung, Reinigung der Arbeitskleidung durch das Unternehmen (direkt oder im Auftrag), Zugangsbeschränkung für Arbeitsbereiche und Sicherung von Alleinarbeit durch zusätzliche Schutzmaßnahmen oder Aufsicht
- **§ 10 Besondere Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagen und reproduktionstoxischen Stoffen Kat. 1A und 1B**
- **§ 11 Besondere Schutzmaßnahmen gegen physikalisch-chemische Einwirkungen, insbesondere gegen Brand- und Explosionsgefährdungen**

Die Schutzmaßnahmen der §§ 7–10 Gefahrstoffverordnung berücksichtigen das Gefährdungspotenzial und die Einsatzbedingungen und beziehen sich im Wesentlichen auf die inhalativen Gefahren. Die Maßnahmen müssen deshalb gegebenenfalls um zusätzliche Schutzmaßnahmen, die auf andere Gefährdungen abzielen, ergänzt werden. Dies können z. B. Maßnahmen zum Schutz vor Stäuben (siehe Anhang I Nr. 2 Gefahrstoffverordnung), dermalen oder physikalisch-chemischen Gefährdungen sein.

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, sind immer mindestens die Grundpflichten nach § 7 Gefahrstoffverordnung und Allgemeinen Schutzmaßnahmen nach § 8 Gefahrstoffverordnung zu treffen.

Sind diese Maßnahmen nicht ausreichend, sind bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen zusätzliche Schutzmaßnahmen nach § 9 Gefahrstoffverordnung zu treffen. Bereits bestehende Anlagen und Arbeitsverfahren sind innerhalb einer angemessenen Frist dem Stand der Technik anzupassen.

Da Säuren und Laugen im Wesentlichen durch Einatmen der Dämpfe und durch Hautkontakt aufgenommen werden, muss zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren der jeweilige Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) eingehalten und Hautkontakt vermieden werden. (36)

Hinweise auf spezielle Maßnahmen (aufgrund der reizenden und ätzenden Eigenschaften von Stoffen und Gemischen – weitere gefährliche Eigenschaften können zusätzliche Maßnahmen erforderlich machen) enthalten die Kapitel 7–9.

4.4 Dokumentation und Wirksamkeitskontrolle

Die Gefährdungsbeurteilung ist vor Aufnahme der Tätigkeiten zu dokumentieren und bei maßgeblichen Veränderungen oder neuen Erkenntnissen zu aktualisieren. (18) (20)

Die Dokumentation umfasst

- die Gefährdungen am Arbeitsplatz,
- das Ergebnis der Prüfung auf Möglichkeiten einer Substitution,
- eine Begründung für einen Verzicht auf eine technisch mögliche Substitution, sofern Schutzmaßnahmen nach § 9 oder § 10 der Gefahrstoffverordnung zu ergreifen sind,
- die durchzuführenden Schutzmaßnahmen, einschließlich der zusätzlich bei Überschreitung eines Arbeitsplatzgrenzwertes oder bei Berücksichtigung eines Beurteilungsmaßstabs für krebserzeugende Gefahrstoffe ergriffenen Schutzmaßnahmen sowie geplanter weiterer Schutzmaßnahmen, die zukünftig zur Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes ergriffen werden sollen (Maßnahmenplan),
- eine Begründung, wenn von den vom AGS² aufgestellten und im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegebenen Regeln und Erkenntnissen abgewichen wird, und
- die Ermittlungsergebnisse, die belegen, dass der Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten wird oder – bei Stoffen ohne Arbeitsplatzgrenzwert – die ergriffenen technischen Schutzmaßnahmen wirksam sind (siehe Abschnitt 5.1).

Bei Tätigkeiten mit geringer Gefährdung und in nachvollziehbar begründeten Fällen muss die Dokumentation nicht detailliert erfolgen.

Arbeitshilfen zur Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung bieten die einzelnen Unfallversicherungsträger an.

Die Wirksamkeit der zu treffenden oder bereits getroffenen Schutzmaßnahmen muss überprüft werden. Dazu gehört z. B.

- Überprüfung der Einhaltung der Grenzwerte (Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) und biologischer Grenzwert (BGW)), z. B. durch Messungen (siehe Abschnitt 5), (36) (37)

- die regelmäßige Überprüfung von Funktion und Wirksamkeit technischer Schutzmaßnahmen,
- Überprüfung der Einhaltung organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen.

Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Vorsorge sind in die Wirksamkeitskontrolle einzubeziehen. (7)

Vergibt die Unternehmerin oder der Unternehmer Arbeiten an Fremdunternehmen, muss der Fremdunternehmer oder die Fremdunternehmerin über mögliche Gefahren informiert, mit ihnen die erforderlichen Schutzmaßnahmen vereinbart und im Einzelnen schriftlich festgelegt werden. In Abstimmung mit dem Fremdunternehmen muss schriftlich ein **Koordinator** oder eine **Koordinatorin** mit Weisungsbefugnis gegenüber allen beteiligten Arbeitsgruppen bestellt werden. (18) (61)

5 Expositionsermittlung

Ist das Auftreten von Säuren und Laugen in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher auszuschließen, ist zu ermitteln, ob Beurteilungsmaßstäbe, wie der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW), der biologische Grenzwert (BGW) sowie die zulässigen Expositionsspitzen oder die Toleranz- bzw. Akzeptanzkonzentration des ERB-Konzeptes eingehalten werden. Ist das Ergebnis der Beurteilung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung, dass es nur zu einer geringen Gefährdung kommt (siehe Abschnitt 4.2.1), dann ist keine weitere Überwachung notwendig. (36) (37) (41)

Die Gesamtwirkung weiterer gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz ist zu beurteilen. Dabei sind die Stoffe einzeln zu beurteilen und zusätzlich muss eine Wirkungsverstärkung durch Wechselwirkung berücksichtigt werden. (22)

Aktuelle Grenzwerte sind der TRGS 900, der TRGS 903, der TRGS 910 bzw. dem aktuellen Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen. (36) (37) (41)

Das Ausmaß der Exposition durch Säuren und Laugen am Arbeitsplatz kann z. B. festgestellt werden anhand von

- Konzentrationsmessungen gemäß TRGS 402, (22)
- Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen und Tätigkeiten,
- Berechnungen mit hinreichender Plausibilität.

Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Werden die Tätigkeiten nach einem im Gemeinsamen Ministerialblatt veröffentlichten verfahrens- und stoffspezifischen Kriterium (VSK) durchgeführt, kann die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes unterstellt werden. (23)

5.1 Konzentrationsmessungen in der Luft am Arbeitsplatz

Orientierende Messungen können mit direkt anzeigenden Prüfröhrchen durchgeführt werden, die für eine Vielzahl von Stoffen und Stoffgemischen angeboten werden. Sie haben den Vorteil, dass sie kostengünstig direkt vor Ort ein Messergebnis liefern können. Auf eventuelle Querempfindlichkeiten ist zu achten.

Die Entscheidung über die Eignung des Prüfröhrchen-Messverfahrens liegt bei der Anwenderin bzw. beim Anwender. Wer Messungen durchführt, muss über die notwendige Fachkunde und über die notwendigen Einrichtungen verfügen. (22)

Wenn eine für Messungen von Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen akkreditierte Messstelle beauftragt wird, kann davon ausgegangen werden, dass die von dieser Messstelle gewonnenen Erkenntnisse zutreffend sind. Akkreditierte Messstellen können über die Homepage der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) gesucht

werden. Eine Liste steht auf den Internetseiten des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) zum Download bereit: www.dguv.de, Webcode: d4706. (22) (144) (133)

5.2 Alternative Bewertungsverfahren (22)

Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen und Tätigkeiten können zur Abschätzung der Konzentration von Säuren und Laugen in der Luft am Arbeitsplatz herangezogen werden, z. B. wenn Messungen für gleichartige Tätigkeiten vorliegen.

Konzentrationen lassen sich rechnerisch abschätzen, wenn die relevanten Randbedingungen durch ein geeignetes Modell miteinander verknüpft werden können und diese für den konkreten Anwendungsfall bekannt sind. Dies betrifft sowohl die kurzzeitigen (Kurzzeitwerte) als auch länger andauernde Expositionen (Schichtmittelwerte). Das Ergebnis ist so darzustellen, dass die Berechnungen nachvollzogen werden können. Bei der Berechnung müssen mögliche Einflussfaktoren oder Randbedingungen als Variablen mit einfließen.

Bei Berechnungen sind die im Arbeitsbereich bestehenden baulichen Gegebenheiten, die Belüftung des Arbeitsbereiches sowie die Art und Weise der Tätigkeiten mit den Säuren und Laugen zu berücksichtigen.

6 Substitution (31)

Bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen hat die Unternehmerin bzw. der Unternehmer zu prüfen, ob durch Austausch des Gefahrstoffs oder Änderung des Verwendungsverfahrens Gefährdungen der Beschäftigten vermieden oder zumindest vermindert werden können. Zum Beispiel kann eine Verdünnung zu einer geringeren Gefährdung führen.

Bei der vorgeschriebenen Substitutionsprüfung werden potentielle Ersatzprodukte oder -verfahren mit den im Betrieb verwendeten verglichen. Um diesen Vergleich strukturiert und objektiv durchzuführen kann das GHS-Spaltenmodell des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) verwendet werden: www.dguv.de, Webcode: d124774. (134) (133)

Bei der Substitutionsprüfung sind alle von den Stoffen oder Gemischen ausgehenden Gefahren zu betrachten. So ist abzuwägen, ob z. B. beim Wechsel auf einen weniger toxischen oder ätzenden Stoff in Kauf genommen wird, dass dieser eine höhere Brand- und Explosionsgefahr mit sich bringt.

Bei Tätigkeiten mit hoher Gefährdung muss die Substitution durchgeführt werden, wenn dies technisch möglich und verhältnismäßig ist.

Die Ergebnisse der Substitutionsprüfung sind in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Der Verzicht auf eine mögliche Substitution ist in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung zu begründen. (18)

7 Technische Schutzmaßnahmen

7.1 Lüftungsmaßnahmen

In Arbeitsräumen muss unter der Berücksichtigung des jeweiligen Nutzungszwecks und der durchgeführten Arbeitsverfahren die Luft so beschaffen sein, dass zum einen keine Gesundheitsgefährdung und zum anderen keine

Brand- und Explosionsgefahr zu erwarten ist. Die Lüftung kann durch freie Lüftung oder Raumluftechnische Anlagen erfolgen.

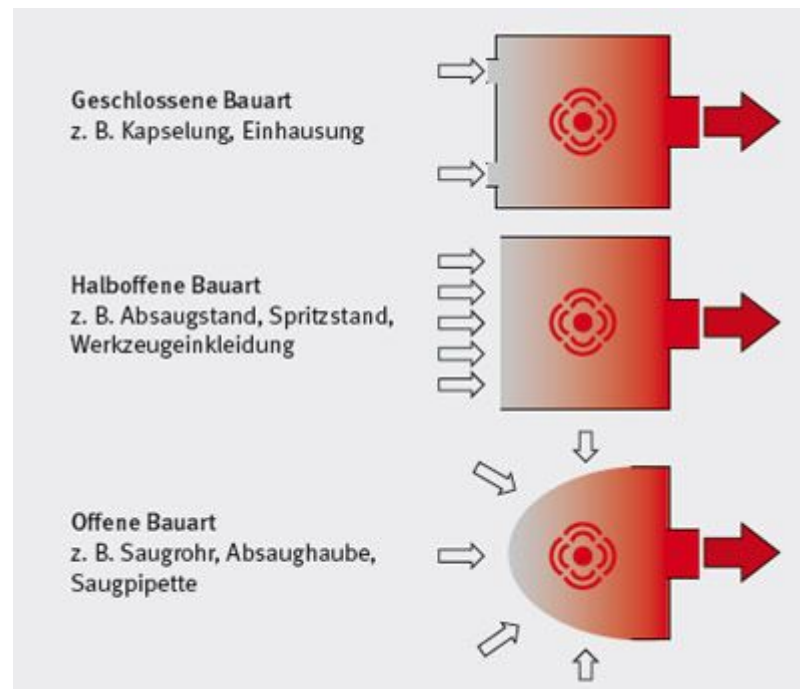
Räume, in denen mit Säuren und Laugen umgegangen wird, sollten prinzipiell immer gut gelüftet sein. Folgende Bedingungen sind dabei einzuhalten:

- die Arbeitsplatzgrenzwerte dürfen nicht überschritten werden (36)
- Zugluft darf nicht auftreten.

Abbildung 6: Örtliche Absaugung



Abbildung 7: Bauarten von Erfassungseinrichtungen (Quelle mit Emissionen rot, Zuluft blau) (105)



Reicht die natürliche Lüftung nicht aus, so ist eine technische Lüftung des Raumes erforderlich. Falls es nicht möglich ist, das Freiwerden von Dämpfen starker Säuren und Laugen einzuschränken, so sind diese an ihrer Austritts- oder Entstehungsstelle nach dem Stand der Technik vollständig zu erfassen und anschließend ohne Gefahr für die Beschäftigten fortzuleiten. Im Allgemeinen ist die Erfassung an der Austritts- und Entstehungsstelle zu bevorzugen, da in diesem Fall die Exposition der Beschäftigten bestmöglich vermieden wird.

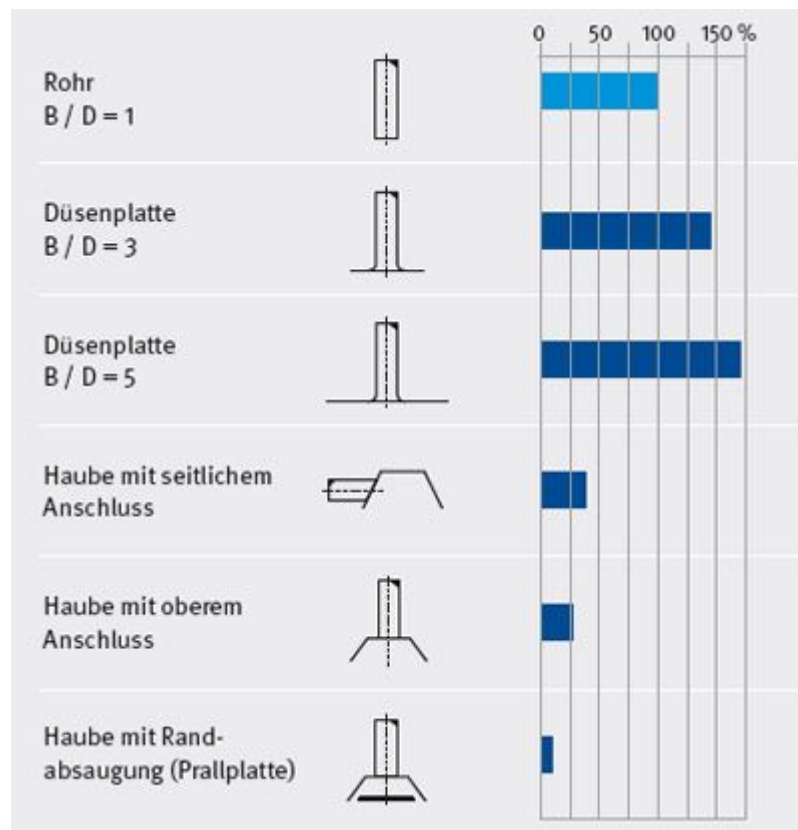
Zusätzlich zur Erfassung an der Austritts- und Entstehungsstelle kann eine geeignete Raumlüftung erforderlich sein.

Bei der Erfassung an der Austritts- oder Entstehungsstelle wird zwischen drei Bauarten unterschieden: die geschlossene, halboffene und offene Bauart (siehe Abbildung 7).

Hierbei zeigt die geschlossene Bauart die effektivste Form der Absaugung, da durch Kapselung oder Einhausung eine bestmögliche Verringerung der Exposition durch Dämpfe von Säuren und Laugen erreicht werden kann.

Die offene Bauart stellt die uneffektivste Variante dar, jedoch ist diese Bauart in manchen Bereichen die einzige Möglichkeit der Absaugung. Bei Verwendung der offenen Bauart sollte daher auf eine effektive Absaugöffnung geachtet werden (siehe Abbildung 8): Eine Plattenabsaugung (Saugrohr mit Flansch) führt im Vergleich mit einem Saugrohr zu einer Erweiterung des wirksamen Erfassungsbereiches. Im Gegensatz dazu sind Absaugungen mit Hauben wenig effektiv. (127)

Abbildung 8: Gütegrad von Erfassungseinrichtungen (B – Breite der Erfassungseinrichtung, D – Durchmesser des Saugrohrs). Zum Vergleich der Gütegrade wurde der des Rohrs als Referenz auf 100 % gesetzt. (127) (133)



Beim Umgang mit weniger starken Säuren und Laugen genügt als technische Schutzmaßnahme in der Regel eine ausreichend dimensionierte Absaugung an der Entstehungs- oder Austrittsstelle. Jedoch sollte beim Umgang mit Säuren und Laugen immer auf eine ausreichende Belüftung geachtet werden.

Weitere Informationen zum Thema Lüftungsmaßnahmen enthält die technische Regel für Arbeitsstätten ASR A3.6 „Lüftung“, die DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“, sowie die DGUV Information 209-073 „Arbeitsplatzlüftung – Entscheidungshilfen für die betriebliche Praxis“. (14) (105) (118)

7.2 Anlagen

Bei Anlagen gilt folgende Rangfolge für die technischen Maßnahmen: (18)

- Geschlossene Apparaturen (z. B. bei Tätigkeiten mit hoher Gefährdung),
- Absaugung an Entstehungs- oder Austrittsstellen,
- Belüftung.

Anlagen und Arbeitsverfahren sind primär so zu gestalten, dass Dämpfe starker Säuren und Laugen (z. B. konzentrierte Ammoniaklösung oder Salpetersäure) nicht in gesundheitsgefährlicher Menge (siehe Arbeitsplatzgrenzwert, Abschnitt 5.1) frei werden. Die Freisetzung kann z. B. bei Verwenden geschlossener Apparaturen verhindert werden.

Außerdem sind die Arbeitsverfahren so zu gestalten, dass Beschäftigte nicht mit den Stoffen in Hautkontakt kommen.

Sofern Anlagen, in denen Säuren und Laugen hergestellt bzw. verwendet werden, unter den Anwendungsbereich einer oder mehrerer EU-Richtlinien bzw. deren nationalen Umsetzung, z. B. der Maschinenrichtlinie, Druckgeräterichtlinie, Explosionsschutzrichtlinie fallen, haben sie den dort aufgeführten Anforderungen zu genügen. (3) (4) (5)

Die Vorschriften der Betriebssicherheitsverordnung zur Prüfung von Anlagen und Arbeitsmitteln sind zu beachten. (15)

7.3 Laboratorien

Arbeiten mit Säuren und Laugen in gefährlicher Konzentration oder Menge (siehe Abschnitt 5) dürfen nur in Abzügen ausgeführt werden. Die Frontschieber sind bei solchen Arbeiten immer geschlossen zu halten.

Außerhalb der Abzüge dürfen solche Arbeiten nur ausgeführt werden, wenn durch geeignete Maßnahmen oder die Art der Arbeit sichergestellt ist, dass die Beschäftigten nicht gefährdet werden.

Das ist z. B. möglich durch Verwenden von

- geschlossenen Apparaturen,
- Apparaturen, die über Kühlfallen oder geeignete Absorptionsmittel entlüftet sind,
- wirksamen Objektabsaugungen.

Einzelheiten und weitere Informationen enthalten die DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“ sowie die DGUV Informationen 213-857 „Laborabzüge“ (Merkblatt T 032 der BG RCI) und 213-855 „Gefährdungsbeurteilung im Labor“ (Merkblatt T 034). (62) (96) (97)

7.4 Arbeits- und Lagerräume

Arbeits- und Lagerräume müssen so beschaffen sein, dass sich die Beschäftigten bei Gefahr unverzüglich in Sicherheit bringen und schnell gerettet werden können.

Lagerräume mit einer Grundfläche $\geq 200 \text{ m}^2$ (für Gase $\geq 60 \text{ m}^2$) müssen mindestens zwei, möglichst gegenüberliegende Ausgänge haben.

Fußböden sollen gegen die verwendeten Stoffe beständig und zur besseren Reinigung dicht, fugenlos und nicht saugfähig sein.

Bei der baulichen Ausführung und bei der Ausrüstung von Arbeits- und Lagerräumen (u. a. Fluchtwege) sind u. a. auch die Arbeitsstättenverordnung, die jeweiligen Länderbauordnungen sowie das Wasserhaushaltsgesetz zu berücksichtigen. (10) (13) (57) (53)

Abbildung 9: Gebots-, Verbots- und Warnzeichen am Arbeitsplatz



7.5 Aufbewahren, Lagern, Transport

Säuren und Laugen sind unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften und technischen Regeln so aufzubewahren und zu lagern, dass Menschen und Umwelt nicht gefährdet werden.

Dabei sollen auch Vorkehrungen getroffen werden, um Missbrauch oder Fehlgebrauch zu verhindern. Insbesondere dürfen Gefahrstoffe nicht in solchen 18 Behältern aufbewahrt oder gelagert werden, durch deren Form oder Bezeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann. Sie dürfen nur übersichtlich geordnet und nicht in unmittelbarer Nähe von Arznei-, Lebens- oder Futtermitteln, einschließlich deren Zusatzstoffe, aufbewahrt oder gelagert werden. Sie müssen ordnungsgemäß gekennzeichnet sein – entweder in der Originalkennzeichnung des Herstellers oder mit vereinfachter Kennzeichnung (siehe Abschnitt 8.5). (18)

An Arbeitsplätzen dürfen Säuren und Laugen nur in Mengen vorhanden sein, die für den Fortgang der Arbeit erforderlich sind. (18)

Vorräte dürfen nicht am Arbeitsplatz gelagert werden. Ortsveränderliche volle und entleerte Behälter sollen konzentriert an bestimmten Plätzen und nicht verstreut im Betrieb gelagert werden. Es empfiehlt sich, die Lagerplätze zu kennzeichnen, Sicherheitshinweise anzubringen und persönliche Schutzausrüstungen bereitzustellen. (87)

Abbildung 10: Lagerung von Säuren in IBC



Die Behälter sind stets geschlossen zu halten. Offene Gefäße sind zum Transport (auch innerbetrieblich) und zur Lagerung nicht zulässig. Die Behältermaterialien müssen gegenüber den Stoffen beständig sein.

Fässer werden zweckmäßig dicht verschlossen mit dem Spundloch nach oben gelagert. Kunststoff- und Metallbehälter sind Glasbehältern vorzuziehen. Glasballons dürfen nur in Schutzbehältern, Glasflaschen in Tragekästen oder Eimern transportiert werden.

Darüber hinaus sind die Regelungen und Zusammenlagerungsbeschränkungen der TRGS 510 zu beachten. Für Säuren und Laugen sind nach TRGS 510 (ortsbewegliche Behälter) und TRGS 509 (ortsfeste Behälter) aufgrund der ätzenden bzw. reizenden Eigenschaften an sich keine zusätzlichen Maßnahmen zu ergreifen. (26) (27)

Abbildung 11: Lagerung von Säuren in Kanistern und IBC



Abbildung 12: Kennzeichnung Transporttank mit Salzsäure



Jedoch reagieren Säuren und Laugen oft heftig miteinander. So muss bei einer Zusammenlagerung verschiedener Säuren und Laugen darauf geachtet werden, dass trotz gleicher Lagerklasse eine Getrennt- oder sogar Separatlagerung erforderlich sein kann. Die notwendigen Informationen können den Sicherheitsdatenblättern entnommen werden. Zum Beispiel gehören Salzsäure und Ammoniaklösung beide zur Lagerklasse 8B. Sie dürfen jedoch nicht zusammengelagert werden, da sie im Havariefall heftig miteinander reagieren. Ein anderes, durch Unfälle bekanntes Beispiel sind die Stoffe Natriumhypochlorit und Salzsäure, die bei Kontakt Chlor freisetzen.

Weitere Informationen zur Lagerung von Gefahrstoffen bieten die DGUV Informationen 213-084 „Lagerung von Gefahrstoffen“ (Merkblatt M 062 der BG RCI) und 213-085 „Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (Merkblatt M 063). (87) (88)

Den Transport von Säuren und Laugen auf öffentlichen Verkehrswegen regeln eine Reihe nationaler und internationaler verkehrsrechtlicher Vorschriften. Einzelheiten enthalten die DGUV Informationen 213-050 „Der Gefahrgutbeauftragte“ (Merkblatt A 002), 213-052 „Beförderung gefährlicher Güter“ (Merkblatt A 013) und 213-012 „Gefahrgutbeförderung in PKW und in Kleintransportern“ (Merkblatt A 014). (63) (66) (67)

7.6 Rohrleitungen

In Hinblick auf Dichtheit sind endlos geschweißte Rohrleitungen die beste Lösung. Flanschverbindungen sollen in der Regel nur verwendet werden, wenn sie verfahrenstechnisch, sicherheitstechnisch oder für die Instandhaltung notwendig sind. Für diesen Fall sollten technisch dichte Flanschverbindungen, z. B. Flansche mit Nut und Feder, Vor- und Rücksprung oder mit vergleichbarer Konstruktion verwendet werden (siehe TRGS 500, Anlage 2). Normalflansche sind mit einem Spritzschutz zu versehen, damit bei Undichtigkeiten das Verspritzen von Säuren und Laugen verhindert wird. (51) (24)

Vor dem Öffnen von Rohrleitungen z. B. im Zusammenhang mit Instandhaltungsarbeiten muss eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und entsprechende Schutzmaßnahmen vorgenommen werden. Das Merkblatt T 058 „Öffnen von Rohrleitungen“ der BG RCI und die Information „Vom Umgang mit schwefelsäureführenden Rohrleitungen bei Reparaturen“ des VCI liefert dazu detaillierte Informationen aus der Praxis. (99) (146)

Rohrleitungen müssen eindeutig und dauerhaft gekennzeichnet werden (zur Kennzeichnung siehe Abschnitt 8.4). (11) (86) (126)

7.7 Auswahl von Werkstoffen

Werkstoffe für Anlagen und Lagerbehälter müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet und beständig gegen die verwendeten Säuren und Laugen sein. Viele Werkstoffe werden von sauer und alkalisch reagierenden Stoffen angegriffen. Aus diesem Grund wird beispielsweise Flusssäure in Kunststoffbehältern aufbewahrt.³ (79)

Als Folge können Korrosion, Verringerung der Festigkeit und Leckagen auftreten. Außerdem können lebensgefährliche Gase (z. B. nitrose Gase bei Einwirkung von Salpetersäure auf Metalle) oder explosionsfähige Atmosphäre (z. B. bei Einwirkung von Säuren und Laugen auf bestimmte Metalle entsteht Wasserstoff) entstehen.

Werkstoffe sind auf ihre Eignung zu prüfen. Nähere Informationen können bei den Herstellern der Stoffe erfragt werden. Dies gilt auch für Schlauchleitungen und Dichtungen.

Geeignete Werkstoffe sind in der „DECHEMA-Werkstoff-Tabelle“ zusammengestellt. (145)

Ratschläge zur sicheren Verwendung von Schlauchleitungen gibt die DGUV Information 213-053 „Schlauchleitungen – Sicherer Einsatz“ (Merkblatt T 002 der BG RCI). (89)

7.8 Schutzmaßnahmen bei bestimmten Tätigkeiten

7.8.1 Füllvorgänge (95)

Säuren und Laugen sind so abzufüllen bzw. umzufüllen, dass eine Gefährdung der Beschäftigten durch unkontrollierte Freisetzungen von Flüssigkeiten und gefährlichen Dämpfen vermieden wird. In geschlossenen oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen sollte ein mindestens fünffacher Luftwechsel in Bodennähe des Arbeitsbereiches gewährleistet sein. Beim Um- und Abfüllen von entzündbaren Säuren und Laugen sind zusätzlich Maßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz zu treffen. Es sind stets geeignete persönliche Schutzausrüstungen zu benutzen – auch beim Umfüllen von kleinen Mengen (siehe Kapitel 9).

Unmittelbar nach Beendigung der Arbeiten sind alle verwendeten Hilfseinrichtungen und Schutzausrüstungen sorgfältig unter Beachtung der Schutzmaßnahmen zu reinigen.

3 Zum Transport zugelassene Kunststoffbehälter dürfen nur bis zu zwei Jahre nach Herstellungsdatum für Flusssäure genutzt werden.

Abbildung 13: Vorbereiten der Abfüllung



Beim Befüllen und Entleeren von Anlageteilen und Apparaturen sind technische Maßnahmen zu treffen, die ein Austreten von Säuren und Laugen in die Arbeitsbereichsatmosphäre verhindern. Solche Maßnahmen sind z. B. die Verwendung geeigneter Abfüllarmaturen, die Unterspiegelabfüllung mittels Gaspendelung oder Verfahren zur Mengenkontrolle. Hilfsstoffe können z. B. über Schleusen eingebracht werden.

Große Mengen an Säuren und Laugen (Gebinde > 60 Liter) sollen im geschlossenen System umgefüllt werden. Vorteilhaft ist die Einrichtung technisch aufwändigerer Umfüllstationen (siehe Abbildung 13). Sie zeichnen sich durch geringeres Unfallrisiko sowie geringeren Arbeitsaufwand aus und bieten auch ergonomische Vorteile. Restmengen/Abfälle fallen nicht mehr an, da direkt aus den größeren Gebinden genau abgewogen/abgemessen werden kann. Ist dies im Einzelfall nicht möglich, sind beim offenen Umfüllen folgende Hinweise zu beachten:

- Behälteröffnungen bis auf ausreichende Be- und Entlüftungsöffnungen abdecken.
- Punktabsaugungen verwenden.
- Säuren und Laugen sollen in evakuierbare Behälter bevorzugt eingesaugt und nicht eingepumpt werden (keine Spritzgefahr, geringerer Reinigungsaufwand). In nichtevakuierbare Behälter (z. B. Fässer) ist das Einlaufenlassen unter Ausnutzung der statischen Höhe dem Einpumpen vorzuziehen.
- Werden Säuren und Laugen mit Fasspumpen gefördert, so ist die Schlauchleitung auf der Druckseite der Pumpe sowohl an der Pumpe als auch an seinem freien Ende sorgfältig zu befestigen. Sich lösende Schläuche stellen eine hohe Verletzungsgefahr dar.
- Zur Vermeidung von Aerosolen oder elektrostatischer Aufladung sollen Säuren und Laugen nicht verspritzt werden; vorzugsweise ist Unterspiegelbefüllung oder Zulauf an der Behälterwand mit begrenzter Strömungsgeschwindigkeit vorzusehen.
- Offenes Umfüllen aus unter Druck stehenden Behältern ist wegen der Spritzgefahr nicht zulässig.

Abbildung 14: Umfüllen einer Säure aus einem 200 Liter Fass



Abbildung 15: Abfüllen von 30%igem Wasserstoffperoxid mit einem Kippgerät



Zum Umfüllen von Säuren und Laugen aus IBCs, Fässern und Kunststoffballons in Gebinde zwischen 5 und 60 Litern sind geeignete Vorrichtungen bereitzustellen und zu benutzen, die Verspritzen und Verschütten verhindern. Das können z. B. Fasspumpen, Ballonkipper, Heber oder Dosierhähne sein. Behälter in Fass- oder Ballonkippern müssen gegen das Herausgleiten beim Kippen gesichert werden.

Bei Tätigkeiten mit entzündbaren Säuren und Laugen müssen alle aufladbaren Teile einschließlich Schutzeinrichtungen durchgehend geerdet sein, um eine elektrostatische Aufladung zu vermeiden. Durch mobile Absaugungen an zu befüllenden Gebinde können gefährliche Dämpfe vermieden werden.

Kleine Mengen an Säuren und Laugen in Gebinde < 5 Liter sollen im Laborabzug bei weitgehend geschlossenem Frontschieber umgefüllt werden.

Zur Vermeidung von Spritzern ist beim Abfüllen in enghalsige Gefäße ein Trichter oder Pipetten zu benutzen. Bei Pipetten sind Pipettierhilfen (mechanisch, elektrisch) oder ein Peleusball zu benutzen.

Zum exakten und sicheren Umfüllen milligrammgenaue Mengen an Säuren und Laugen eignen sich auch spezielle Dosiervorrichtungen, die auf die Gebinde aufgesetzt werden können (siehe auch Abbildung 16).

Auf der Homepage der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) wird in Videoclips das richtige Umfüllen von Flüssigkeiten aus Fässern und IBCs gezeigt. Dort stehen auch Schutzleitfäden, die auch das sichere Umfüllen thematisieren, sowie eine Handlungsanleitung „Befüllen von Kanistern, Fässern und IBC mit organischen Flüssigkeiten“ (Kapitel 1–7 der Handlungsanleitung sind anerkannte VSK) zur Verfügung. (140) (143) (142) (23)

Abbildung 16: Flaschenaufsatz-Dispenser für Säuren



Um Verwechslungen beim Umfüllen von Säuren und Laugen zu vermeiden, haben sich in der Praxis folgende Maßnahmen bewährt:

- Identitätskontrolle der umzufüllenden Flüssigkeit (z. B. Analytik, Etikett mit Chargennummer, Vier-Augen-Prinzip),
- eindeutige, gut erkennbare und dauerhafte Kennzeichnung aller Behälter, Leitungen und Anschlüsse (z. B. Stoffbezeichnung, Kennzeichnung durch Farben und Ziffern),
- Verwenden von unterschiedlichen Gebinden (Form, Farbe) für verschiedene Stoffe,

- unverwechselbare, nicht vertauschbare Anschlüsse bzw. mechanische oder elektronische Kodierungssysteme zur Vermeidung von Anschlussverwechslungen,
- Armaturenverriegelungen (z. B. abschließbare Füllrohrkupplung).

7.8.2 Probenahme

Bei der Probenahme von Säuren und Laugen ist darauf zu achten, dass eine Gefährdung durch die Stoffe und die austretenden Dämpfe vermieden wird. Geeignete technische Einrichtungen sind z. B. Schleusen, geschlossene Probenahmegefäße, Probenahmeventile ohne Toträume und ohne Nachlauf.

Abbildung 17: Probenahme



Eine offene Probenahme ist nach dem heutigen Stand der Sicherheitstechnik nur noch vertretbar, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- es liegen keine krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Stoffe/Gemische vor,
- die Arbeitsplatzgrenzwerte werden eingehalten,
- das System ist drucklos,
- das Produkt ist ausreichend gekühlt.

Eine offene Probenahme von Säuren oder Laugen darf nur mit geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen genommen werden (z. B. Schutzhandschuhe, Schutzbrille, Visier).

Zum Transport der Proben sind geeignete Hilfsmittel zu verwenden (z. B. Eimer, Tragkästen, Laborwagen).

Die Entnahmestellen für Proben sind eindeutig zu kennzeichnen, um Verwechslungen zu vermeiden. Zur Kennzeichnung siehe Abschnitt 8.4.

7.8.3 Lösen, Verdünnen

Beim Lösen und Verdünnen vieler Säuren, Säureanhydriden und Laugen werden große Wärmemengen frei. Das kann bei falschem Vorgehen zur Teilverdampfung durch örtliche Überhitzung und damit zum Aufkochen, Aufschäumen oder Verspritzen der Stoffe führen.

Wegen der unterschiedlichen Eigenschaften der Stoffe können hier nur allgemeine Hinweise zur Vermeidung von Unfällen beim Lösen und Verdünnen gegeben werden:

- Für intensive mechanische Durchmischung z. B. durch Rühren sorgen.
- Für ausreichende Wärmeabfuhr z. B. durch einen Kryostat sorgen.
- Beim Verdünnen konzentrierter Säuren und Laugen mit Wasser unabhängig vom Mengenverhältnis immer das Wasser vorlegen (z. B. beim Verdünnen von konzentrierter Schwefelsäure).
- Beim Lösen von Feststoffen immer das Lösemittel vorlegen und den Feststoff in kleinen Portionen unter Rühren zugeben (z. B. beim Lösen von Natriumhydroxid-Plättchen).
- Beim Mischen von Stoffen mit unterschiedlicher Dichte ist es oft vorteilhaft, den spezifisch leichteren vorzulegen, um dadurch die Durchmischung zu verbessern.

Über exotherme chemische Reaktionen informieren die Merkblätter der R-Reihe „Anlagensicherheit“ der BG RCI, z. B. DGUV Information 213-063 „Exotherme chemische Reaktionen – Grundlagen“ (Merkblatt R 001), DGUV Information 213-064 „Exotherme chemische Reaktionen – Maßnahmen zur Beherrschung“ (Merkblatt R 002) und DGUV Information 213-067 „Thermische Sicherheit chemischer Prozesse“ (Merkblatt R 004). (100) (101) (102)

7.8.4 Reinigung

Anlageteile, Apparaturen und Einrichtungen, in denen mit Säuren oder Laugen umgegangen wird, sind so zu gestalten, dass sie leicht zu reinigen sind und möglichst selten von Hand gereinigt werden müssen. Für die Reinigung sind bevorzugt technische Maßnahmen zu treffen, z. B. auskochen, spülen. Die Umgebung der Anlageteile und Apparaturen muss ebenfalls leicht und gefahrlos zu reinigen sein.

Verschüttete und ausgelaufene Säuren und Laugen müssen unverzüglich gefahrlos beseitigt werden. Die Ausbreitung flüssiger Stoffe ist zu verhindern. Verschüttete flüssige Stoffe können in vielen Fällen mit geeigneten Aufsaugmitteln (z. B. Chemikalienbinder, Kieselgur) aufgenommen, feste Stoffe zusammengeschoben und entsprechend Abschnitt 7.8.5 entsorgt werden. Bei kleinen Mengen reicht es im Allgemeinen aus, die Restverunreinigungen anschließend mit viel Wasser wegzuspülen.

Müssen trotz der genannten technischen Maßnahmen Reinigungsarbeiten von Hand durchgeführt werden, so sind Schutzhandschuhe und gegebenenfalls weitere persönliche Schutzausrüstungen (Schutzbrille, Atemschutz) zu verwenden (siehe Kapitel 9).

Vor Beginn der Reinigung muss geprüft werden, ob der ausgelaufene oder „verschmutzende“ Stoff weitere gefahrbringende Eigenschaften hat, wie z. B. Phenol (siehe Anhang). (81)

7.8.5 Entsorgen von Abfällen und Rückständen

Abfälle und Rückstände, die Säuren oder Laugen enthalten können, müssen sachgemäß neutralisiert, vernichtet oder beseitigt werden.

Informationen zur Entsorgung solcher Abfälle enthalten die Sicherheitsdatenblätter.

Durch Säuren oder Laugen verunreinigte Leergebinde, die nicht wieder verwendet werden sollen, sind wie Rückstände zu behandeln. Dem Einsatz von Mehrwegsystemen ist der Vorzug zu geben, da nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz die Verwertung gegenüber der Beseitigung vorzuziehen ist. (60)

Innerbetrieblich genutzte Behälter zur Aufbewahrung von z. B. mit Säuren oder Laugen verunreinigten Bindemitteln oder Putzmaterial müssen gekennzeichnet sein.

7.8.6 Abluft, Abwasser

Betriebsbedingte Emissionen von Säuren und Laugen sind nach dem Stand der Technik so gering wie möglich zu halten.

Der Abgabe von Säuren und Laugen in Abwasser, Oberflächengewässer und in die Umgebungsluft sind durch gesetzliche Regelungen enge Grenzen gesetzt. Es gelten Grenzwerte aus gesetzlichen Regelungen und Auflagen wie

- Wasserhaushaltsgesetz (WHG), Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV), (53) (54)
- Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (AbwV), (55)
- Indirekteinleiterverordnung der jeweiligen Bundesländer sowie kommunale Vorgaben, (58)
- Bundesimmissionsschutzgesetz und TA Luft. (48) (51)

Ablase-, Entlüftungs- und Entspannungsleitungen dürfen weder in Räume noch an Stellen münden, an denen Personen durch austretende Gase, Dämpfe, Nebel, Stäube oder Flüssigkeiten gefährdet werden können.

8 Organisatorische Schutzmaßnahmen

8.1 Betriebsanweisung

Aus den Ergebnissen der Gefährdungsbeurteilung (siehe Kapitel 4) wird für die Beschäftigten die arbeitsbereichs-, stoff- und tätigkeitsbezogene Betriebsanweisung erstellt. Sie muss genaue Angaben über die im Einzelfall für Mensch und Umwelt möglichen Gefahren sowie die zu deren Abwehr erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln enthalten. Auf die sachgerechte Entsorgung gefährlicher Abfälle, das Verhalten im Gefahrenfall und Erste-Hilfe-Maßnahmen ist ebenfalls einzugehen. (12) (30)

Die Betriebsanweisung ist in für die Beschäftigten verständlicher Form abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen, z. B. durch Aushang. Die Betriebsanweisung muss jederzeit von den Beschäftigten eingesehen werden können.

Hinweise zur Gestaltung von Betriebsanweisungen gibt die DGUV-Information 213-051 „Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen“ (Merkblatt A 010 der BG RCI). (65)

Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit vielen Säuren und Laugen in unterschiedlichen Konzentrationsbereichen können als Muster im Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien der BG RCI und der BGHM, GisChem, heruntergeladen werden oder mit GisChem-Interaktiv ausgehend vom Sicherheitsdatenblatt erstellt werden. (130)

Bei Tätigkeiten mit mehreren Säuren oder Laugen kann statt zahlreicher Einzelbetriebsanweisungen auch eine oder mehrere Gruppenbetriebsanweisungen (siehe Abbildung 18) erstellt werden. Dabei kommt es darauf an, dass neben der ätzenden oder reizenden Eigenschaft die übrigen Gefahren und die notwendigen

Schutzmaßnahmen vergleichbar sind. Auf unterschiedliche Handschuhmaterialien kann trotz einer gemeinsamen Betriebsanweisung in einem Handschuhplan oder Hand- und Hautschutzplan hingewiesen werden. Ob man für Säuren und für Laugen getrennte Betriebsanweisungen erstellt, hängt auch von der konkreten Tätigkeit und der Gefährdungsbeurteilung ab. (65)

Abbildung 18: Beispiel einer Gruppenbetriebsanweisung für Säuren und Laugen



Für spezielle Stoffe – zum Beispiel Flusssäure – muss aufgrund des hohen Gefahrenpotenzials und ganz spezieller Schutzmaßnahmen jedoch in jedem Fall eine eigene stoffbezogene Betriebsanweisung erstellt werden. (79)

8.2 Unterweisung

Die Beschäftigten müssen auf mögliche Gefährdungen beim Umgang mit Säuren und Laugen aufmerksam gemacht und über die zu treffenden Schutzmaßnahmen eingehend unterrichtet werden. Die Unterweisungen müssen vor Aufnahme der Arbeit und danach mindestens einmal jährlich (bei Jugendlichen zweimal jährlich) mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. (18) (30) (45) (18)

Im Rahmen der Unterweisung ist über besondere Gefahren bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung durchzuführen. (18)

Es kann erforderlich sein, die Unterweisung durch praktische Vorführung einzelner Maßnahmen vor Ort und durch Einüben seitens der Beschäftigten unter sachkundiger Anleitung zu ergänzen, z. B. das richtige An- und Ausziehen von Chemikalienschutzhandschuhen, durch Anlegen von Schutzanzügen, von Atemschutzgeräten, durch Übungen für den Schadensfall und Feuerlöschübungen. (107) (104)

Es empfiehlt sich, den Erfolg einer Unterweisung zu kontrollieren, z. B. durch Beantworten arbeitsplatzspezifischer Fragen.

Weiterhin kann eine eingehende Arbeits- und Sicherheitsabsprache vor Ort erforderlich sein.

8.3 Instandhaltung, Arbeiten in Behältern und engen Räumen

Verschiedene Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Abbrucharbeiten in oder an Anlagenteilen, Apparaturen oder Einrichtungen, die in Kontakt zu Säuren oder Laugen gekommen sind, dürfen nur mit schriftlicher Erlaubnis (Erlaubnisschein), nach Anordnung der entsprechenden Schutzmaßnahmen und nach mündlicher Unterweisung der Beschäftigten durchgeführt werden.

Dazu gehören z. B.:

- Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen, (112)
- Feuerarbeiten, z. B. Schweißen, Schneiden, Löten, Anwärmen, wenn sich Feuer- und Explosionsgefahren nicht restlos beseitigen lassen,
- Arbeiten, bei denen mit dem Austritt gasförmiger Säuren oder Laugen zu rechnen ist.

In der Erlaubnis sind die notwendigen Schutzmaßnahmen festzulegen, z. B. vollständige Entleerung der Apparatur, Prüfung auf mögliche Produktreste, personenbezogene Schutzmaßnahmen beim Öffnen, Reinigen und Spülen mit geeigneten Mitteln oder Konzentrationsmessungen (Freimessung). Mit den Tätigkeiten darf erst begonnen werden, nachdem die aufsichtführende Person festgestellt hat, dass die schriftlich festgelegten Maßnahmen umgesetzt worden sind.

Vor dem Beginn von Instandhaltungsarbeiten ist dafür zu sorgen, dass

- Antriebe für gefahrbringende Bewegungen ausgeschaltet und gegen irrtümliches Wiedereinschalten gesichert sind (z. B. durch Lockout-Tagout-Verfahren),
- unter Überdruck stehende Anlagen und deren Teile drucklos gemacht sind,
- Armaturen und Versorgungsleitungen ab- oder blindgeflanscht sind, sofern durch Betätigen Gefährdungen für das Instandhaltungspersonal auftreten können,
- bei Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen keine Gefährdung durch Sauerstoffmangel, Sauerstoffüberschuss oder eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ausgeht.

Im Einzelfall sind weitere Schutzmaßnahmen zu treffen.

Wegen der gesundheitsschädigenden Wirkung von Säuren und Laugen sollen auch alle übrigen Instandhaltungs- und Abbrucharbeiten nur nach Erteilung einer schriftlichen Erlaubnis durchgeführt werden. Dadurch ist sichergestellt, dass alle im Einzelfall erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen sind. Die Funktion und Wirksamkeit der technischen Schutzmaßnahmen müssen von der Unternehmerin oder vom Unternehmer nach festzulegenden Fristen regelmäßig, mindestens jedoch alle drei Jahre, durch befähigte Personen überprüft werden. Das Ergebnis der Prüfung ist aufzuzeichnen.


Einzelheiten zu Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen sind festgelegt in der DGUV-Regel 113-004 „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“. (112)

8.4 Kennzeichnung

Die Gebinde von Säuren und Laugen werden vom Lieferant gemäß der CLP-Verordnung (Verordnung (EG) 1272/2008) unter anderem mit GHS-Piktogrammen, Gefahren- und Sicherheitshinweisen und Signalwort gekennzeichnet. (2)


	
<p>Piktogramm GHS07 für u. a.:⁴</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reizung der Haut, Kategorie 2 • Augenreizung, Kategorie 2 • Spezifische Zielorgan-Toxizität (Atemwegsreizung), Kategorie 3 	<p>Piktogramm GHS05 für:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hautätzend, Kategorie 1A, 1B, 1C • Schwere Augenschädigung, Kategorie 1 • Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1

Beispiel für die Kennzeichnung eines reizenden Stoffes bzw. Gemisches:

 Achtung 1 Kg	<p>Calciumchlorid (Index: 017-013-00-2)</p> <p>Verursacht schwere Augenreizung.</p> <p>Augenschutz tragen.</p> <p>BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.</p> <p>Bei anhaltender Augenreizung: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.</p>
<p>EYS AG · Muster Allee · 12345 Beispieldorf · Telefon: 0123 456789</p>	

Beispiel für die Kennzeichnung eines ätzenden Stoffes bzw. Gemisches:

4 Darüber hinaus kann das Piktogramm GHS07 für weitere Eigenschaften stehen, z. B. Sensibilisierung der Haut (Kat. 1, 1A oder 1B), Akute Toxizität (Kat. 4)

 Gefahr 1 Kg	<p>Natriumhydroxid (Index: 011-002-00-6)</p> <p>Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.</p> <p>Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.</p> <p>Schutzhandschuhe und Augenschutz tragen.</p> <p>BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.</p> <p>Bei Exposition oder falls betroffen: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.</p>
VCS SE · Beispielstraße · 67890 Musterau · Telefon: 098 7654321	

Zur Kennzeichnung von hautätzenden oder metallkorrosiven Stoffen bei Transporten auf öffentlichen Verkehrswegen wird der Gefahrzettel 8 verwendet. Dieser Gefahrzettel kann bei Einzelverpackungen das GHS-Piktogramm GHS05 „Ätzwirkung“, ersetzen. Für weitere Informationen zum Thema Gefahrguttransport und Kennzeichnung siehe DGUV Information 213-052 „Beförderung gefährlicher Güter“ (Merkblatt A 013 der BG RCI). (86) (66)

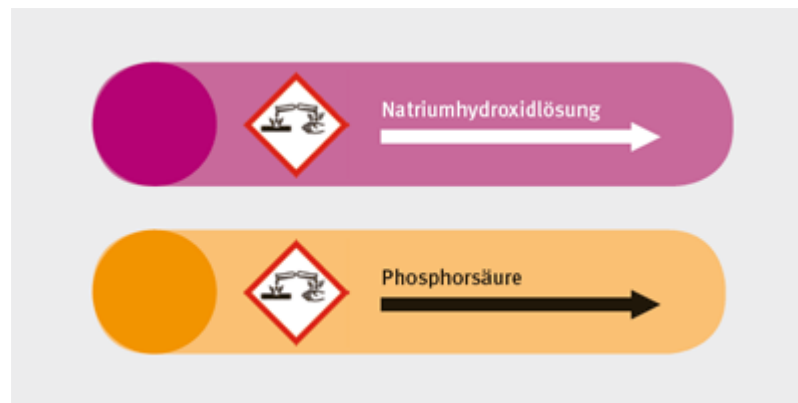


Um- und abgefüllte Behälter, Leitungen und Apparaturen müssen innerbetrieblich so gekennzeichnet sein, dass mindestens die enthaltenen Gefahrstoffe sowie die davon ausgehenden Gefahren eindeutig identifizierbar sind (Name des Stoffes sowie GHS-Piktogramm). Hierbei weist lila Farbe (RAL 4008) auf Laugen und orange Farbe (RAL 2010) auf Säuren hin (Anhang 3 der TRGS 201). Bei Rohrleitungen muss die Flussrichtung gekennzeichnet werden, siehe auch Abbildungen 19 und 20. Die TRGS 201 konkretisiert für die innerbetriebliche Kennzeichnung die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung. Nähere Informationen zum Thema Kennzeichnung von Gefahrstoffen mit vielen praktischen Beispielen sind in der DGUV-Information 213-082 „Gefahrstoffe mit GHS-Kennzeichnung – Was ist zu tun?“ (Merkblatt M 060) zu finden. (19) (126) (86)

Abbildung 19: Kennzeichnung von Rohrleitungen



Abbildung 20: Beispiele für die Kennzeichnung von Rohrleitungen mit ätzenden Stoffen nach TRGS 201 und ASR A1.3 (19) (11)



8.5 Hygiene

Technische, organisatorische und personenbezogene Schutzmaßnahmen sollen Gefährdungen der Beschäftigten durch Säuren und Laugen verhindern. Hygienemaßnahmen unterstützen dies, da durch sie die Berührung von Augen, Haut und Kleidung mit Kontaminationen vermieden wird.

Der Arbeitsplatz und die Arbeitsmittel sind sauber zu halten, Verunreinigungen sind unverzüglich mit geeigneten Mitteln zu beseitigen.

Zum Schutz der Beschäftigten vor Hauterkrankungen bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen sind Schutzhandschuhe zu tragen (siehe Abschnitt 9.3). In Ergänzung zu den Betriebsanweisungen zeigt der Hand- und Hautschutzplan die Anwendung von Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemitteln vor, während und nach der Arbeit. Empfehlungen dazu gibt z. B. die DGUV Information 212-017 „Allgemeine Präventionsleitlinie Hautschutz – Auswahl, Bereitstellung und Benutzung“ oder das Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“ der BG RCI. (120) (70)

Für Beschäftigte, bei denen bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen eine Gefährdung durch Haut- oder Augenkontakt besteht oder Grenzwerte überschritten werden, müssen getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für Arbeits- bzw. Schutzkleidung und Straßenkleidung als zusätzliche Maßnahme zur Verfügung gestellt werden. Labormäntel und -kleidung sollen im Labor gelassen werden. Nach Arbeitsende ist die Kleidung zu wechseln. (18)

Arbeitskleidung, Schutzkleidung und persönliche Schutzausrüstungen, die durch Gefahrstoffe verschmutzt oder durchtränkt sind, müssen umgehend gewechselt und gründlich gereinigt oder erforderlichenfalls vernichtet werden. Um den Aufwand bei der Entsorgung zu verringern, sollten Kleidung und Schutzausrüstungen vor dem Vernichten ebenfalls gereinigt werden. Verantwortlich für die Reinigung der Schutzkleidung ist der Unternehmer bzw. die Unternehmerin. (18)

Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hat sicherzustellen, dass die Beschäftigten in Bereichen, in denen sie Gefahrstoffen ausgesetzt sind, weder essen, trinken oder sonstige Genussmittel zu sich nehmen. Es sind stattdessen Möglichkeiten zu schaffen, Nahrungsmittel und Getränke gefahrlos aufbewahren und konsumieren zu können. In Laboratorien, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausgeübt werden, dürfen Lebens- und Genussmittel generell nicht hineingebracht werden. (18) (29) (62)

Gefahrstoffe dürfen nicht in der Nähe von Nahrungs-, Genuss-, Arznei- und Futtermitteln und deren Zusatzstoffen aufbewahrt oder gelagert werden. (26)

8.6 Arbeitsmedizinische Vorsorge (7)

Trotz technischer, organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen können Gesundheitsschäden durch Gefahrstoffe nicht in allen Fällen mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Daher ist unter Umständen eine arbeitsmedizinische Vorsorge erforderlich, um Beeinträchtigungen der Gesundheit rechtzeitig zu erkennen und ihnen vorbeugen zu können. Grundlage einer angemessenen arbeitsmedizinischen Vorsorge ist die betriebliche Gefährdungsbeurteilung.

Ist damit zu rechnen, dass Beschäftigte durch bestimmte Gefahrstoffe exponiert sind, so sind nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV), im Zusammenhang mit den im Anhang genannten Anlässen, arbeitsmedizinische Vorsorgen zu veranlassen (Pflichtvorsorge) oder den Beschäftigten anzubieten (Angebotsvorsorge). Darüber hinaus ist ihnen Wunschvorsorge zu ermöglichen. (7)

Eine Pflichtvorsorge muss vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend in regelmäßigen Abständen veranlasst werden. Der Unternehmer oder die Unternehmerin darf eine Tätigkeit nur ausüben lassen, wenn der oder die Beschäftigte an der Pflichtvorsorge teilgenommen hat.

Eine Angebotsvorsorge muss vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend in regelmäßigen Abständen angeboten werden. Wird das Angebot von der oder dem Beschäftigten nicht wahrgenommen, ist der Unternehmer oder die Unternehmerin weiterhin verpflichtet, regelmäßig Angebotsvorsorge anzubieten.

Zu beachten ist, dass der Unternehmer oder die Unternehmerin nach Beendigung bestimmter Tätigkeiten, bei denen nach längerer Latenzzeit Gesundheitsstörungen auftreten können, nachgehende Vorsorge anzubieten hat. Die Anlässe für nachgehende Vorsorge sind im Anhang der ArbMedVV aufgeführt, so beispielsweise für Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Gefahrstoffen oder Gemischen, die als krebserzeugend oder keimzellmutagen der Kategorie 1 A oder 1 B im Sinne der Gefahrstoffverordnung eingestuft sind. Am Ende des Beschäftigtenverhältnisses kann der Unternehmer oder die Unternehmerin diese Verpflichtung auf den zuständigen gesetzlichen Unfallversicherungsträger übertragen. Dazu werden die erforderlichen Unterlagen in Kopie überlassen, sofern die Beschäftigten einwilligen.

Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat den Beschäftigten auf ihren Wunsch hin arbeitsmedizinische Vorsorge zu ermöglichen. Der Anspruch besteht nur dann nicht, wenn aufgrund der Beurteilung der Arbeitsbedingungen und der getroffenen Schutzmaßnahmen nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen ist. (8)

Neben der Exposition gegenüber Gefahrstoffen ist auch der Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen zu beachten: Das Tragen flüssigkeitsdichter Handschuhe gilt wegen des Schwitzens im Handschuh als Feuchtarbeit. Werden regelmäßig mehr als vier Stunden/Schicht Feuchtarbeit verrichtet, so ist eine arbeitsmedizinische Vorsorge zu veranlassen (Pflichtvorsorge). Wenn regelmäßig mehr als zwei Stunden Feuchtarbeit pro Schicht verrichtet wird, ist eine Angebotsvorsorge anzubieten.

Für Trägerinnen und Träger von Atemschutzgeräten ist ebenfalls eine Vorsorge zu veranlassen (Atemschutzgeräte der Gruppen 2 und 3 nach AMR 14.2) oder anzubieten (Gruppe 1). (9)

Mit der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge ist ein Facharzt oder eine Fachärztin für Arbeitsmedizin oder eine Ärztin oder ein Arzt mit Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“ zu beauftragen.

Dem Arzt oder der Ärztin sind alle erforderlichen Auskünfte über die Arbeitsplatzverhältnisse, insbesondere über den Anlass der arbeitsmedizinischen Vorsorge und die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung, zu erteilen und die Begehung des Arbeitsplatzes zu ermöglichen. Ihm oder ihr ist auf Verlangen Einsicht in die von der Unternehmerin bzw. dem Unternehmer geführte Vorsorgekartei zu gewähren.

Die arbeitsmedizinische Vorsorge beinhaltet ein ärztliches Beratungsgespräch mit Anamnese einschließlich Arbeitsanamnese sowie körperliche oder klinische Untersuchungen, soweit diese für die individuelle Aufklärung und Beratung erforderlich sind und der oder die Beschäftigte diese Untersuchungen nicht ablehnt.

Mit einer Vorsorgebescheinigung teilt der Betriebsarzt oder die Betriebsärztin der Unternehmerin oder dem Unternehmer sowie dem oder der Beschäftigten mit, wann und aus welchem Anlass bzw. aus welchen Anlässen eine arbeitsmedizinische Vorsorge stattgefunden hat und wann die nächste arbeitsmedizinische Vorsorge notwendig ist. Die Vorsorgebescheinigung enthält keine Angaben zu medizinischen Befunden und Diagnosen oder Aussagen zur gesundheitlichen Bedenklichkeit oder Unbedenklichkeit der Tätigkeit für die jeweilige Person.

Weitere Fragen beantwortet die Schrift aus der kurz&bündig-Reihe der BG RCI KB 011-1 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung“. Für die Festlegung, ob eine Pflichtvorsorge, Angebotsvorsorge oder nachgehende Vorsorge notwendig ist, kann das KB 011-2 „Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe“ verwendet werden. (76) (77)

8.7 Beschäftigungsbeschränkungen und -verbote

Beschäftigungsbeschränkungen und -verbote sind z. B. zu beachten, wenn Jugendliche, werdende oder stillende Mütter besonders gefährliche Tätigkeiten oder mit bestimmten Gefahrstoffen Tätigkeiten ausüben sollen.

Jugendliche ab 15 Jahren dürfen nach Jugendarbeitsschutzgesetz nur dann Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausführen, wenn diese zum Erreichen des Ausbildungszieles erforderlich, ein eventueller Arbeitsplatzgrenzwert unterschritten ist und die Aufsicht durch eine fachkundige Person sowie betriebsärztliche und sicherheitstechnische Betreuung gewährleistet ist. (45)

An jedem Arbeitsplatz muss immer beurteilt werden, ob für werdende oder stillende Mütter eine Gefährdung durch Gefahrstoffe vorliegt. Eine unverantwortbare Gefährdung muss ausgeschlossen sein. Das Mutterschutzgesetz nennt in den §§ 11 und 12 bestimmte Tätigkeiten, die für schwangere und stillende Frauen unzulässig sind, z. B. Tätigkeiten mit reproduktionstoxischen Gefahrstoffen. Schwangere Frauen dürfen zudem keinen Gefahrstoffen ausgesetzt werden, die als akut toxisch Kategorie 1–3 eingestuft sind (z. B. Flusssäure, Salpetersäure, Ammoniak, Ameisensäure). (46)

8.8 Zugangsbeschränkung

Das Betreten von Anlagen und Arbeitsbereichen, in denen eine erhöhte Gefährdung der Beschäftigten besteht, sollen nur für die Beschäftigten zugänglich sein, die sie zur Ausübung ihrer Arbeit oder zur Durchführung

bestimmter Aufgaben betreten müssen. Sie müssen mit ausreichenden Schutzmaßnahmen ausgestattet sein. Andere Personen dürfen diese nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Unternehmers bzw. der Unternehmerin oder dessen bzw. deren Beauftragten (z. B. Betriebsleiter/in) betreten. Entsprechende Hinweisschilder sind anzubringen, wie z. B. Verbotsschilder D-P006: Zutritt für Unbefugte verboten. (18) (11)

Abbildung 21:
Verbotsschilder D-P006: Zutritt für Unbefugte verboten



In genehmigungsbedürftigen Lagern nach Nummer 9.3 des Anhangs der 4. BImSchV mit mehr als den dort genannten Mengenschwellen (bei Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung gemäß § 10 BImSchG oder vereinfachtes Verfahren gemäß § 19 BImSchG) ist eine besondere Sicherung bei der Lagerung vorzusehen, z. B. durch: (49)

- Ausführung des Lagerraums in fester Bauweise (z. B. Steine über 120 mm, Beton über 100 mm Wandstärke, geeignete Gefahrgut-Container) mit fensterlosen Außenwänden oder vergitterten Fenstern sowie mit einbruchhemmenden Türen mit Sicherheitsschlössern,
- Ausführung des Lagerraums wie in 1., aber mit Fenstern und Türen, die durch Einbruchmeldeanlagen (EMA) oder durch Bewegungsmelder hinter den Öffnungen überwacht werden; die EMA müssen dann an eine ständig besetzte Alarmzentrale melden,
- Ständige Überwachung durch einen Werkschutz oder eine Überwachungsgesellschaft oder Wachpersonal,
- Einfriedung des Lagerbereiches mit einem Sicherheitszaun mit Übersteigschutz und einer Höhe von mindestens 2,5 m sowie ausreichender Beleuchtung der Anlage und ständiger Überwachung durch einen Werkschutz oder eine Überwachungsgesellschaft oder Wachpersonal,
- Einfriedung des Lagerbereichs wie unter Ziffer 4, aber elektronische Überwachung mit Meldung zu einer ständig besetzten Alarmzentrale oder
- Sicherung von Behältern durch Entnahmesicherung sowie Einfriedung des Behälter- bzw. Werkgeländes.

9 Personenbezogene Schutzmaßnahmen

Wenn eine Gefährdung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen trotz Substitution oder Ausschöpfens aller technischer und organisatorischer Maßnahmen nicht ausgeschlossen oder auf ein Mindestmaß verringert werden kann, müssen unverzüglich geeignete persönliche Schutzausrüstungen (PSA) durch die Unternehmerin bzw. den Unternehmer zur Verfügung gestellt werden. Hierbei hat der Unternehmer bzw. die Unternehmerin darauf zu achten, dass die persönlichen Schutzausrüstungen den Beschäftigten in ausreichender Zahl zur persönlichen Verwendung zur Verfügung gestellt werden. (18) (61)

Bei der Auswahl von persönlichen Schutzausrüstungen sollen sicherheitstechnische und arbeitsmedizinische Expertisen berücksichtigt werden.

Die persönlichen Schutzausrüstungen sind grundsätzlich für den Gebrauch durch eine Person bestimmt und müssen den Beschäftigten individuell passen. Erfordern die Umstände eine Benutzung durch verschiedene Beschäftigte, hat die Unternehmerin bzw. der Unternehmer dafür zu sorgen, dass keine Gesundheitsgefahren oder hygienische Probleme auftreten. (52)

Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hat außerdem dafür Sorge zu tragen, dass persönliche Schutzausrüstungen entsprechend bestehender Tragezeitbegrenzungen und Gebrauchsdauern bestimmungsgemäß benutzt werden. Die Beschäftigten müssen bei Bedarf die zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzausrüstungen bestimmungsgemäß benutzen, regelmäßig auf ihren ordnungsgemäßen Zustand prüfen und festgestellte Mängel unverzüglich dem Unternehmer bzw. der Unternehmerin melden. (61)

Die persönlichen Schutzausrüstungen müssen Schutz gegenüber der zu verhütenden Gefährdung bieten, ohne selbst eine größere Gefährdung mit sich zu bringen. Sie müssen für die Bedingungen am Arbeitsplatz geeignet sein sowie den ergonomischen Anforderungen und den gesundheitlichen Erfordernissen der Beschäftigten entsprechen. (52)

Benutzen die Beschäftigten mehrere persönliche Schutzausrüstungen gleichzeitig, sind diese so aufeinander abzustimmen, dass sie sich in ihren Schutzwirkungen nicht gegenseitig beeinträchtigen. (52)

Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer stellt sicher, dass die persönlichen Schutzausrüstungen sachgerecht aufbewahrt, vor Gebrauch geprüft, nach Gebrauch gereinigt und bei Bedarf ausgebessert oder ausgetauscht werden, sodass sie jederzeit in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand sind. (18) (52)

Das Tragen von belastenden persönlichen Schutzausrüstungen darf keine ständige Maßnahme sein. (18)

Für jede bereitgestellte persönliche Schutzausrüstung hat der Unternehmer bzw. die Unternehmerin erforderliche Informationen für die Benutzung bereitzuhalten, z. B. als Betriebsanweisung. Die Informationen sollten dabei für die Beschäftigten in verständlicher Form und Sprache vorliegen. (52)

Des Weiteren hat die Unternehmerin bzw. der Unternehmer die Beschäftigten darin zu unterweisen, wie die persönlichen Schutzausrüstungen sicherheitsgerecht benutzt werden sollen. (52)

Benutzen die Beschäftigten persönliche Schutzausrüstungen der Kategorie III, die gegen tödliche Gefahren oder bleibende Gesundheitsschäden schützen sollen (z. B. Atemschutzgeräte), so hat die Unternehmerin bzw. der Unternehmer eine Unterweisung mit Übungen durchzuführen. (61)

Einzelheiten zu persönlichen Schutzausrüstungen enthält das Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“ der BG RCI. (64)

9.1 Atemschutz (107)

Der Unternehmer bzw. die Unternehmerin hat dafür zu sorgen, dass durch die Atemluft der Beschäftigten keine Beeinträchtigung der Gesundheit eintreten kann.

Die Bereitstellung und Benutzung von Atemschutz muss erfolgen, wenn eine Gefährdung der Beschäftigten besteht, z. B. wenn Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) bzw. Biologische Grenzwerte (BGW) nicht eingehalten werden, bei Reparaturarbeiten und bei unkontrollierten Betriebszuständen. (18)

Atemschutzgeräte werden dort angewandt, wo andere Schutzmaßnahmen nicht möglich oder nicht sinnvoll eingesetzt werden können.

Bei der Benutzung ist die DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ zu beachten. (107)

Außerdem ist zu beachten, dass es sich bei Atemschutzgeräten um komplexe persönliche Schutzausrüstungen handelt. Daher sind besondere Kenntnisse und Fähigkeiten erforderlich, die durch Unterweisungen und Übungen erlangt werden können.

Die Benutzung von Atemschutzgeräten stellt immer eine zusätzliche Belastung dar. Bei der Auswahl ist der Grundsatz „So viel Schutz wie nötig, so wenig Belastung wie möglich“ zu berücksichtigen. Dem kann z. B. durch

die Verwendung einer Haube statt einer Vollmaske als Atemanschluss oder eines gebläseunterstützten Gerätes statt eines nicht gebläseunterstützten Gerätes Rechnung getragen werden.

Für Nutzende von Atemschutzgeräten, denen arbeitsmedizinische Vorsorge, z. B. nach dem Grundsatz G 26 „Atemschutzgeräte“, anzubieten ist, bzw. bei denen sie erforderlich ist, müssen Tragezeitbegrenzungen berücksichtigt werden (Anhang 2 DGUV Regel 112-190). (128) (107)

In Abhängigkeit von der Art der Säuren und Laugen, der Konzentration und dem Sauerstoffgehalt der Umgebungsatmosphäre können verschiedene Atemschutzgeräte geeignet sein:

1. Filtergeräte (abhängig von der Umgebungsatmosphäre)

Filtergeräte können Atemanschlüsse mit trennbaren Filtern mit oder ohne Gebläseunterstützung oder filtrierende Atemanschlüsse haben. Die Filter von Filtergeräten können gegen Partikel (Partikelfilter), gegen Gase/ Dämpfe (Gasfilter) oder Partikeln und Gase/Dämpfe (Kombinationsfilter) schützen.

Dabei sind die Anwendungsvoraussetzungen der DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ einzuhalten. Zu beachten sind außerdem die maximalen Einsatzkonzentrationen und -zeiten. (107)

Die Bereithaltung von Fluchtgeräten (Fluchtfiltergeräte) wird empfohlen, wenn giftige oder lebensgefährliche Stoffe (z. B. Ammoniak, Blausäure, Flusssäure) im Störfall in gefährlicher Konzentration im Arbeitsbereich auftreten können. Fluchtgeräte dürfen nicht zur Arbeit, sondern ausschließlich zur Selbstrettung eingesetzt werden.

2. Isoliergeräte (unabhängig von der Umgebungsatmosphäre)

Isoliergeräte bestehen aus einem Atemanschluss und einem Luftversorgungssystem. Isoliergeräte sind z. B. Frischluft-Schlauchgeräte oder Pressluftatmer.

Diese müssen im Allgemeinen verwendet werden bei Sauerstoffkonzentrationen unter 17 %, bei Konzentrationen an Gefahrstoffen in der Umgebungsatmosphäre, für die Filtergeräte nicht mehr geeignet sind, oder wenn unklare Bedingungen herrschen, d. h. keine Kenntnisse über die Gefahrstoff- und Sauerstoffkonzentrationen vorliegen, bei Gasausbrüchen, unkontrollierten Betriebszuständen oder Störungen.

9.2 Augen- und Gesichtsschutz (109)

Bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen sind die Augen und das Gesicht besonders gefährdet – schon geringe Mengen können beispielsweise den Verlust der Sehkraft zur Folge haben.

Zum Schutz der Augen und des Gesichts gibt es z. B.:

- Gestellbrillen mit Seitenschutz, Anwendung finden diese z. B. bei Überwachungstätigkeiten im Betrieb und Labor.
- Korbbrillen, wenn mit verspritzenden Flüssigkeiten zu rechnen ist, z. B. beim Abfüllen von Flüssigkeiten und Beseitigen von kleineren Störungen.
- Vollmasken, wenn augenschädigende Gase, Dämpfe oder Aerosole auftreten können, z. B. beim Beseitigen von Störungen.
- Schutzschirme und Visiere, z. B. bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen über Augenhöhe. Hierbei sollte jedoch zusätzlich eine Gestellbrille mit Seitenschutz oder eine Korbbrille getragen werden, vor allem dann, wenn über Kopf gearbeitet wird.

Abbildung 22: Augenschutz beim automatischen Abfüllen einer Säure



Es gilt zu beachten, dass handelsübliche Korrektionsbrillen keine Schutzwirkung besitzen. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung muss festgelegt werden, ob für die Beschäftigten eine Überbrille ausreicht oder ob eine Korrektions-Schutzbrille erforderlich ist. Das Tragen von Überbrillen wird als sinnvoll angesehen bei gelegentlichem kurzzeitigem Aufenthalt im Gefahrenbereich (z. B. ohne längere Tätigkeiten) oder bei Besuchenden. Probleme bei Überbrillen sind die Gefahr des Beschlagens und ein geringerer Tragekomfort. Ergibt die Gefährdungsbeurteilung, dass Schutzbrillen mit korrigierenden Sicherheitsgläsern notwendig sind, hat der Unternehmer bzw. die Unternehmerin diese zur Verfügung zu stellen.

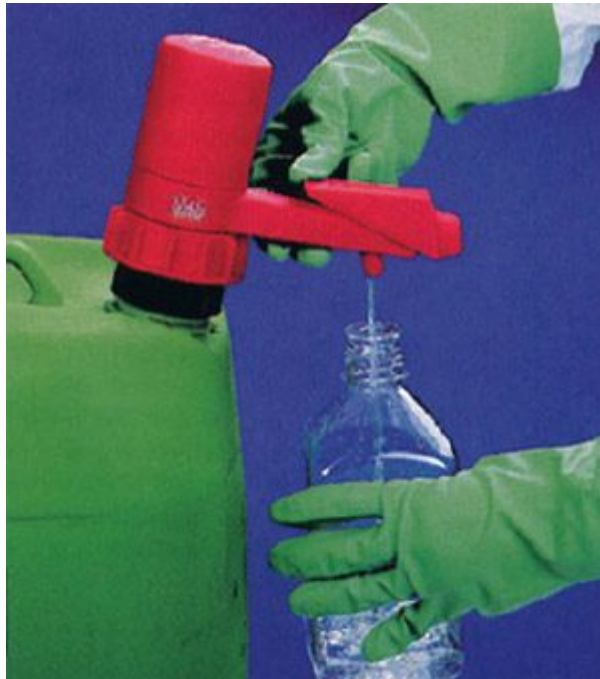
9.3 Hand- und Hautschutz

Die Haut kann am Arbeitsplatz durch zahlreiche Gefährdungen belastet werden. Neben den klassischen mechanischen, physikalischen, biologischen und chemischen Gefährdungen können darüber hinaus auch Gefährdungen durch zu häufiges Händewaschen, Verwendung aggressiver Hautreinigungsmittel oder auch Arbeiten im feuchten Milieu – dazu gehört auch das Tragen flüssigkeitsdichter Handschuhe – die Haut belasten.

Können diese Gefährdungen nicht durch Optimierung der Prozesse weitgehend eliminiert werden, ist das Tragen von persönlichen Schutzausrüstungen oder auch die Anwendung personenbezogener Schutzmaßnahmen erforderlich.

Die in der Gefährdungsermittlung erkannten Gefährdungen der Haut erfordern Maßnahmen zum Schutz. Diese münden nach Auswahl geeigneter Handschuhe oder Hautmittel zunächst in die Erstellung eines Hand- und Hautschutzplans (Muster z. B. im Merkblatt A 023 oder im Downloadcenter der BG RCI). Darüber hinaus können arbeitsmedizinische Vorsorgen erforderlich sein (z. B. Feuchtarbeit, Umgang mit krebserzeugenden oder hautresorptiven Stoffen). (70) (103)

Abbildung 23: Umfüllen mit Schutzhandschuhen



9.3.1 Verwendung von Schutzhandschuhen

Schutzhandschuhe sind bei Tätigkeiten mit Säuren und Laugen unverzichtbar.

Das Tragen von Schutzhandschuhen selbst kann eine Gefährdung darstellen. So ist z. B. bei flüssigkeitsdichten Handschuhen das Problem des zunehmenden Feuchtigkeitsstaus im Handschuh.

Bei starker Schweißbildung können Unterziehhandschuhe aus Baumwolle oder gerbstoffhaltige Hautschutzmittel der Hauterweichung vorbeugen. Unterziehhandschuhe und flüssigkeitsdichte Handschuhe sind zusammen bei Feuchtegefühl gegen trockene Paare zu tauschen, unter Umständen mehrfach in der Schicht.

Schutzhandschuhe, die von innen oder außen in Kontakt mit Gefahrstoffen gekommen sind, müssen sachgerecht entsorgt werden. Je nach Herstellerangaben können anderweitig verschmutzte Handschuhe gereinigt werden, wenn sie weiterverwendet werden sollen.

Informationen zu geeigneten Handschuhmaterialien sind beispielsweise in den Sicherheitsdatenblättern der Lieferanten, in den Gefahrstoffinformationssystemen GESTIS der DGUV oder GisChem der BG RCI und BGHM, Wingis-online oder dem Portal Hand- und Hautschutz der BG ETEM zu finden. Dabei sind bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen die unter Laborbedingungen festgestellten Durchbruchzeiten nicht identisch mit der maximalen Tragedauer. Diese kann z. B. durch mechanische oder thermische Einflüsse erheblich kürzer als die vom Handschuhhersteller ausgelobte Durchbruchzeit sein. Nach TRGS 401 kann ein Drittel der unter Normbedingungen (nach der mittlerweile zurückgezogenen DIN EN 374-3) ermittelten Durchbruchzeit als Verwendungszeit angesetzt werden, falls diese Information nicht durch den Chemikalien- oder Handschuhhersteller zur Verfügung gestellt wird. (135) (130) (136) (138) (21) (125)

9.3.2 Verwendung von Hautmitteln

Hautmittel sind Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel. Hautmittel können Stoffe enthalten, die selbst die Haut schädigen. So sind z. B. bestimmte Duftstoffe oder Konservierungsmittel für die Ausbildung von Sensibilisierungen der Haut bekannt.

Hautschutzmittel werden vor Aufnahme der Tätigkeit bzw. Wiederaufnahme nach Pausen oder Händewaschen auf die Haut aufgetragen. In erster Linie schützen Hautschutzmittel gegenüber Schmutz oder Feuchtigkeit und sie erleichtern die Hautreinigung. Keinesfalls schützen Hautschutzmittel vor Gefahr- oder Biostoffen. Auch die Anwendung unter Schutzhandschuhen kann aufgrund einer möglichen Beeinträchtigung der Materialeigenschaften nicht allgemein empfohlen werden.

Hautreinigungsmittel sollten idealerweise auf den zu erwartenden Verschmutzungsgrad ausgewählt werden. Hautreinigungsmittel beinhalten in der Regel waschaktive Substanzen, die selbst einerseits eine Reizwirkung und andererseits eine hautentfettende Wirkung haben. Umso aggressiver ein Reinigungsmittel ist, desto schneller wird damit ein Reinigungseffekt erzielt, aber umso stärker wird auch die Haut belastet. Daher ist ein möglichst mildes Hautreinigungsmittel zu wählen. Auch zu häufiges Händewaschen selbst ist daher eine Hautgefährdung. Reibemittelhaltige Produkte oder spezielle lösemittelhaltige Reinigungsprodukte sollten nur ausnahmsweise für spezielle Verschmutzungen ausgewählt und verwendet werden.

Hautpflegemittel werden nach der Arbeit auf die gereinigte Haut aufgetragen. Die Haut hat zwar natürliche Regenerationsmechanismen, allerdings werden diese durch die Hautbelastungen ständig überfordert und es kommt zur Entfettung und Austrocknung der Haut. Pflegeprodukte unterstützen daher die Regeneration der Haut, indem verlorene Hautfeuchtigkeit und Fette ersetzt werden. Allerdings dürfen sie nicht vor der Arbeit mit Gefahrstoffen aufgetragen werden, da sie gegebenenfalls zu einer unerwünschten Aufnahme von Stoffen in den Körper führen könnten.

Weiterführende Informationen und Arbeitshilfen haben viele Unfallversicherungsträger branchenspezifisch in ihrem Medienangebot, z. B.

- Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“, (70)
- Kurz & bündig KB 002 „Hand- und Hautschutz“, (74)
- Sicherheitskurzgespräch SKG 023 „Hautschutz“, (103)
- DGUV Information 212-007 „Chemikalienschutzhandschuhe“. (119)

9.4 Körper- und Fußschutz (106) (108)

Die Auswahl des geeigneten Körper- und Fußschutzes ist auf die Arbeitsstoffe und Arbeitsverfahren abzustimmen. Neben dem Schutz vor verschiedenen Säuren und Laugen sind mechanische und ergonomische Anforderungen dabei zu berücksichtigen.

Einzelheiten zu Auswahl und Benutzung enthalten z. B. die TRGS 401 „Gefährdungen durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“ und das Merkblatt A 008 „Persönliche Schutzausrüstungen“ der BG RCI. (21) (64)

In Abhängigkeit von dem Ausmaß der möglichen Gefährdung sind zusätzlich z. B. Schürzen, Stiefel und Vollschutzanzüge (flüssigkeitsdichte und gegebenenfalls gasdichte Chemikalienschutzanzüge) aus geeigneten Materialien zu tragen.

Schutzanzüge sind nach jeder Verwendung zu prüfen, besonderes Augenmerk sollte dabei auf die Materialversprödung gerichtet werden.

Hinweise zur Auswahl geben die DGUV Regeln 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“ und 112-191 „Benutzung von Fuß- und Knieschutz“. (106) (108)

10 Notfallprävention

10.1 Planung von Notfallmaßnahmen

Betriebsstörungen, Unfälle und Notfälle sind unerwartete Ereignisse und lassen sich auch bei sicherer Technik und sorgfältiger Arbeit nicht völlig ausschließen. Die Ereignisse können externe (Unwetter, Überschwemmung, Brand in benachbartem Betrieb,) oder interne (Unfall, Sabotage,) Ursachen haben und zu Folgeproblemen führen.

Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hat Notfallmaßnahmen festzulegen, die beim Eintreten von Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen zur Anwendung kommen. (18) (61)

Zu den Vorbereitungen auf unerwartete Ereignisse gehören:

- Organisation der Ersten Hilfe,
- Bereitstellung von Rettungsgeräten und Transportmitteln,
- Einrichtungen für den Notfall, wie z. B. Augen- und Körpernotduschen,
- Vorhalten von persönlichen Schutzausrüstungen und gegebenenfalls speziellen Sicherheitseinrichtungen und Arbeitsmitteln für die Rettungskräfte,
- Bereitstellung und Wartung von Feuerlöscheinrichtungen,
- Qualifizierung von Ersthelferinnen und -helfern, sowie Brandschutz- bzw. Evakuierungshelfern und -helferinnen,
- Aufstellung eines Flucht- und Rettungsplans. Aufbau eines (Früh-)Warn- und Alarmierungssystems,
- Festlegung von Verantwortlichkeiten und Kommunikationskanälen für das Eintreten eines Notfalls,
- Vorbereiten von Maßnahmen zum Eindämmen der Schäden.

Es sollten Szenarien zum Auftreten unerwarteter Ereignisse aufgestellt werden. Ein Notfallplan wird aufgestellt, der die wahrscheinlichsten Notfallszenarien beinhaltet. (104)

Es sind in regelmäßigen Abständen Sicherheitsübungen durchzuführen, wie sich die Beschäftigten im Gefahr- oder Katastrophenfall in Sicherheit bringen oder gerettet werden können. (6) (10) (18)

Die Informationen über die Notfallmaßnahmen müssen auch den Unfall- und Notfalldiensten zur Verfügung stehen. Es ist sinnvoll, auch das Zusammenspiel interner und externer Notfallkräfte (z. B. Feuerwehr) zu planen und regelmäßig zu trainieren.

Es ist empfehlenswert, neben dem Arbeitsschutzmanagement auch das Notfallmanagement in die betrieblichen Managementsysteme systematisch zu integrieren. (104)

Informationen zur Notfallprävention bieten verschiedene Schriften der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung, u. a.:

- DGUV Information 205-001 „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“, (114)
- DGUV Information 205-003 „Aufgaben, Qualifikation, Ausbildung und Bestellung von Brandschutzbeauftragten“, (115)

- DGUV Information 208-050 „Notfallmanagement beim Umschlag und innerbetrieblichen Transport von Gefahrgütern und gefährlichen Stoffen“, (117)
- Praxishilfe-Ordner „Gerüstet für den Notfall“ der BG RCI, (104)
- Broschüre „Zwischenfall, Notfall, Katastrophe – Leitfaden für die Sicherheits- und Notfallorganisation“ der VBG. (123)

Darüber hinaus sind weitere Vorgaben aus anderen Rechtsbereichen zu beachten, z. B.

- Störfall-Verordnung (12. BImSchV), (50)
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG), (53)
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV), (54)
- Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie (LöRüRI). (56)

10.2 Maßnahmen für den Notfall

10.2.1 Erste-Hilfe-Einrichtungen

Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat dafür zu sorgen, dass das Erste-Hilfe-Material jederzeit schnell erreichbar und leicht zugänglich in geeigneten Behältnissen, gegen schädigende Einflüsse geschützt, in ausreichender Menge bereit gehalten sowie rechtzeitig ergänzt und erneuert wird. (61)

10.2.2 Löscheinrichtungen

Zum Löschen von Bränden sind Feuerlöscheinrichtungen entsprechend der Art und Größe des Betriebes bereitzustellen, regelmäßig zu prüfen und funktionsfähig zu erhalten. Einzelheiten beschreibt die Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“. (12)

Feuerlöscheinrichtungen sind deutlich und dauerhaft zu kennzeichnen, soweit die Feuerlöscheinrichtungen nicht automatisch oder zentral von Hand betätigt werden. Selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen, bei deren Einsatz Gefahren für die Beschäftigten auftreten können, müssen mit selbsttätig wirkenden Warneinrichtungen ausgerüstet sein.

Feuerlöscher müssen an gut sichtbaren und im Brandfall leicht zugänglichen Stellen angebracht sein. Eine ausreichende Anzahl von Beschäftigten ist mit der Handhabung von Feuerlöscheinrichtungen vertraut zu machen. Siehe dazu auch DGUV Information 205-023 „Brandschutzhelfer – Ausbildung und Befähigung“. (116)

10.2.3 Vorbereiten von Maßnahmen zum Eindämmen von Schäden

Die Ausbreitung von flüssigen Gefahrstoffen sowie das Eindringen in Boden, Kanalisation und Oberflächenwasser ist zu verhindern, z. B. durch Flüssigkeitssperren. In vielen Betrieben hat sich das Bereithalten von transportablen Gullyabdeckungen verbunden mit einem absoluten Halteverbot über Gullys bewährt.

10.2.4 Fluchtwege (13)

Es muss gewährleistet sein, dass sich die Beschäftigten bei Gefahr unverzüglich über Fluchtwege und Notausgänge in Sicherheit bringen und schnell gerettet werden können. Die Anforderungen an Fluchtwege, wie Länge, Breite, Höhe und Anforderungen an Treppen und Türen, sind in der ASR A2.3 „Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan“ aufgeführt. Zu den Fluchtwegen zählen auch die Rettungswege nach Bauordnungsrecht, sofern diese selbstständig begangen werden können. (13)

Fluchtwege und Notausgänge sind deutlich erkennbar und dauerhaft zu kennzeichnen. Sie sind ständig freizuhalten.

Ein zweiter Fluchtweg wird erforderlich bei z. B. Produktions- oder Lagerräumen mit einer Fläche von mehr als 200 m², bei Geschossen mit einer Grundfläche von mehr als 1.600 m² oder aufgrund anderer spezifischer Vorschriften.

10.2.5 Flucht und Rettungsplan (13)

Wenn die Lage, Ausdehnung und Art der Nutzung (z. B. Vorhandensein von Gefährdungen, hoher Anteil ortsunkundiger Personen) der Arbeitsstätte dies erfordern, muss der Unternehmer bzw. die Unternehmerin einen Flucht- und Rettungsplan aufstellen. Der Flucht- und Rettungsplan ist an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. Dadurch soll sichergestellt sein, dass sich die Beschäftigten bei unmittelbarer erheblicher Gefahr durch sofortiges Verlassen der Arbeitsplätze in Sicherheit bringen können.

Details enthält die ASR A2.3 „Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan“. (13)

10.2.6 (Früh-)Warnsystem und Alarmierung

Ein Warnsystem ist sinnvoll, um das Auftreten einer erhöhten Gefährdung frühzeitig anzuzeigen. Dazu eignen sich Gaswarngeräte, Rauchmelder, Die Alarmierung kann z. B. geschehen über das betriebseigene Telefonnetz und die Rundsprechanlage, Sirenen, Gasmeldeeinrichtungen oder über die Betriebsfeuermelder. Je nach Szenario kann ein unabhängiges Kommunikationssystem notwendig sein. (93) (94)

Wie, von wem und an wen die Meldung abzufassen ist, muss vorher genau festgelegt werden, um Missverständnisse zu vermeiden.

10.2.7 Ausrüstung für Notfälle

Persönliche Schutzausrüstungen, erforderliche spezielle Sicherheitseinrichtungen und Arbeitsmittel sind für den Notfall bereitzustellen. Der Gefahrenbereich darf nur mit ausreichenden persönlichen Schutzausrüstungen betreten werden (z. B. mit von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkenden Atemschutzgeräten, Chemikalienschutzanzug).

Sicherheitseinrichtungen und Arbeitsmittel, die für den Notfall vorgehalten werden können sind z. B. Messgeräte, Pumpen, Hebezeuge, mobile Wasserschleier (Wassersprühnebel, Dampfsperre).

Bei Anlagen im Freien mit ätzenden und reizenden Gasen empfiehlt es sich, an geeigneten Stellen gut sichtbare Windrichtungsanzeigen aufzustellen.

10.2.8 Notduschen

Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die es ermöglichen, bei Haut- und Augenkontakt die durch Säuren oder Laugen benetzten Stellen sofort mit reichlich fließendem Wasser zu spülen.

Notduschen sind dort vorzusehen, wo die Gefahr des Austretens großer Mengen reizender oder ätzender Stoffe bzw. die Gefahr großflächiger Verätzungen besteht, z. B. an Abfüllstellen in Tanklagern. In Gefahrstoff-Laboratorien sind sowohl Augen- als auch Körpernotdusche Pflicht.

Körpernotduschen und Augennotduschen sind regelmäßig, mindestens monatlich, auf ihre Funktion zu prüfen und dabei gründlich zu spülen, um eine Verkeimung zu verhindern.

Vorzugsweise sind mit Trinkwasser gespeiste Augennotduschen vorzusehen. Augenspülflaschen sind als Notbehelf anzusehen und daher nur in Ausnahmefällen als Alternative zulässig. Bei Augenspülflaschen ist auf das Verfallsdatum zu achten oder bei Verwendung von Trinkwasser ebenfalls ein regelmäßiger Austausch vorzusehen. (129)

10.3 Verhalten bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen

Treten Säuren oder Laugen bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen unerwartet und in möglicherweise gefährlicher Konzentration oder Menge aus, so sind Maßnahmen nach der Betriebsanweisung, gegebenenfalls dem Flucht- und Rettungsplan bzw. dem Alarm- und Gefahrenabwehrplan durchzuführen:

- Warnung der betroffenen Beschäftigten.
 - Gegebenenfalls ist der Warnbereich in Windrichtung zu erweitern.
- Gefährdeten Betriebsbereich räumen und absperren. Unbeteiligte Personen fernhalten.
 - Beim Verlassen des Gefahrenbereiches möglichst Atemschutzgeräte z. B. Selbstretter (FluchtfILTERgeräte) verwenden. Quer zur Windrichtung flüchten.
- Alarmierung der Feuerwehr und Rettungskräfte.
- Verletzte aus dem Gefahrenbereich bringen (auf Selbstschutz achten).
- Beschäftigte in der Umgebung warnen.
- Versuchen, das weitere Austreten reizenden bzw. ätzenden Stoffen zu unterbinden.
- Für bessere Durchlüftung sorgen, wenn dies nicht zu einer Erhöhung der Gefährdung führt.
- Einsatz von Wasserschleiern/Wassersprühnebel oder Dampfsperre zum Niederschlagen gasförmiger Säuren oder Laugen.

Weitere Notfallmaßnahmen zur Minderung der Ereignisse und Wiederherstellung der normalen Betriebssituation sind zu ergreifen.

Es dürfen nur diejenigen Beschäftigten im betroffenen Bereich bleiben, deren Anwesenheit für in diesem Zusammenhang notwendige Tätigkeiten unbedingt erforderlich sind. Der Gefahrenbereich darf nur mit geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen betreten werden (z. B. mit von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkenden Atemschutzgeräten, gasdichter Chemikalienschutzanzug). Ungeschützte Beschäftigte dürfen nicht im betroffenen Bereich verbleiben.

Anlagen sind gemäß den Notabstellvorschriften in einen sicheren Zustand zu fahren.

Im Brandfall ist der Brandherd stets in Windrichtung zu bekämpfen.

Vor Aufhebung der Absperrung ist sicherzustellen, dass die Grenzwerte unterschritten werden. Gegebenenfalls sind orientierende Messungen durchzuführen.

11 Erste Hilfe

11.1 Allgemeines

Alle Personen, die mit Säuren oder Laugen umgehen, müssen über die notwendigen Erste-Hilfe-Maßnahmen und über das Verhalten bei Arbeitsunfällen unterwiesen werden.

Die von den Unfallversicherungsträgern anerkannten Anleitungen zur Ersten Hilfe sind entsprechend dem jeweiligen Gefährdungsgrad an geeigneten Stellen auszuhängen.

Über jede Erste-Hilfe-Leistung sind unter Beachtung des Datenschutzes Aufzeichnungen zu führen, beispielsweise in einem Meldeblock, in einem Verbandbuch oder auch elektronisch, und 5 Jahre lang aufzubewahren. (61)

Bei Verdacht auf eine Gesundheitsschädigung durch Säuren oder Laugen muss die/der Betroffene den Gefahrenbereich verlassen bzw. aus dem Gefahrenbereich gebracht werden. Die Helferinnen und Helfer haben sich dabei vor Kontakt mit reizenden und ätzenden Stoffen zu schützen (Atemschutz, Schutzhandschuhe, usw.).

Ärztliche Hilfe ist unverzüglich in Anspruch zu nehmen. Der Ärztin oder dem Arzt sind Angaben zum Stoff (z. B. Sicherheitsdatenblatt) und die bereits durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen anzugeben. Dafür eignet sich z. B. ein Unfallleitblatt (Muster unter downloadcenter.bgrci.de).

Um wirksame Hilfe leisten zu können, ist eine vorausschauende Absprache über spezielle Gefährdungen zwischen Betrieb und Krankenhaus oder Notdienst zu empfehlen, z. B. bei Tätigkeiten mit Flusssäure. (79)

Grundsätzliche Maßnahmen, die Gegenstand der Erste-Hilfe-Ausbildung sind, wie „Stabile Seitenlage“, „Herz-Lungen-Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“, werden in dieser Schrift nicht angesprochen. (113)

Im Einzelfall können spezielle Erste-Hilfe-Maßnahmen erforderlich sein. Hinweise hierauf sind z. B. im Gefahrstoffinformationssystem GESTIS, in Sicherheitsdatenblättern oder in den für verschiedene Gefahrstoffe vorliegenden Stoffmerkblättern der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie enthalten. (135) Z. B. 78–85

11.2 Generell

- Für Körperruhe sorgen.
- Vor Wärmeverlust schützen.
- Beruhigend auf verletzte Person einwirken.
- Ärztliche Behandlung.

11.3 Augen

- Auge unter Schutz des unverletzten Auges sofort ausgiebig bei geöffneten Augenlidern mit Wasser spülen.
- Steriler Schutzverband.

11.4 Atmungsorgane

- Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich retten.
- Bei Atemstillstand künstliche Beatmung, nach Möglichkeit mit einer Atemhilfe (z. B. Beatmungsbeutel). Auf jeden Fall Einatmen von Gefahrstoffen vermeiden.
- Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen.

11.5 Haut


- Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen. Auf Selbstschutz achten.
- Haut mit viel Wasser spülen.
- Wunden keimfrei bedecken.

11.6 Verschlucken

- Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes.
- Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen.

Anhang: Spezielle Säuren und Laugen (135) (2) (36) (37)

Ammoniak

GHS-Piktogramme (gasförmig)	
– Signalwort	Gefahr

- H-Sätze	H221, H280, H314, H331, H400
- Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nach TRGS 900	20 ml/m ³ (ppm)/14 mg/m ³ , Spitzenbegrenzung: 2(l)

Ammoniak (NH₃) ist ein farbloses, stechend riechendes Gas, welches leichter als Luft ist. Ammoniak ist giftig, ätzend und korrosiv. Unter einer Temperatur von -33 °C oder unter Druck wird es flüssig.

Ammoniak ist sehr gut wasserlöslich. Die wässrige Ammoniaklösung wird auch als Ammoniakwasser, Ammoniaklauge oder Salmiakgeist bezeichnet. Konzentrierte Ammoniaklösung ist eine farblose, stechend riechende, flüchtige Flüssigkeit, die zudem stark alkalisch reagiert. Der Siedepunkt der Lösung liegt bei 37,7 °C.


Ammoniak und Ammoniaklösungen verursachen Verätzungen und können dabei Atemwege, Augen und Haut bis zur Zerstörung schädigen. Verätzungen am Auge können zum Verlust der Sehfähigkeit führen.

Aufgrund der akuten und chronischen Gesundheitsgefahren, die von Ammoniak ausgehen, ist beim Umgang die Bildung von Dämpfen und Nebeln zu vermeiden.

Mit oxidierenden Gasen bildet es explosive Gemische, z. B. bilden Ammoniakdämpfe mit Luft explosionsfähige Atmosphäre (UEG: 15 Vol.-%, OEG: 28 Vol.-%).

Bei hoher Gefährdung durch Hautkontakt ist möglichst in geschlossenen Anlagen zu arbeiten.

Cyanwasserstoff (Blausäure)

GHS-Piktogramme	
- Signalwort	Gefahr
- H-Sätze	H224, H300 + H310 + H330, H314, H410
- Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nach TRGS 900	0,9 ml/m ³ (ppm)/1 mg/m ³ , Spitzenbegrenzung: 5(II)

Cyanwasserstoff (HCN) ist eine bei 25,7 °C siedende, farblose bis leicht gelbliche und hochentzündliche Flüssigkeit mit charakteristischem Geruch. Er reagiert in Wasser schwach sauer und ist wie die meisten seiner Salze (Cyanide) lebensgefährlich.

Arbeiten mit Cyanwasserstoff und Cyaniden sind grundsätzlich in geschlossenen Anlagen durchzuführen, soweit es das Verfahren zulässt. Soweit ein Austreten durch technischen Maßnahmen nicht sicher verhindert werden kann, ist durch Absaugvorrichtungen an den Austritts- oder Entstehungsstellen ein gefahrloses Abführen sicherzustellen. Für Ausbrüche von Cyanwasserstoff sind Einrichtungen zur Erzeugung von Wasserschleiern bereitzuhalten.


In Laboratorien dürfen Arbeiten, bei denen Cyanwasserstoff auftreten kann, grundsätzlich nur in Laborabzügen ausgeführt werden. Die Frontschieber sind bei solchen Arbeiten geschlossen zu halten.

Cyanide und deren Lösungen dürfen nicht ungewollt mit Säuren in Kontakt kommen, um die Bildung von Cyanwasserstoff zu vermeiden.

In Ausnahmesituationen (z. B. unbeabsichtigte Stofffreisetzung, Störungen, Reparaturarbeiten) ist das Tragen von Atemschutz (Filtergerät mit Gasfilter B, Kennfarbe grau) erforderlich. In Anlagen, in denen mit Cyanwasserstoff umgegangen wird bzw. sich Cyanwasserstoff bilden kann, sollten Atemschutzgeräte, die die Flucht aus dem Gefahrenbereich ermöglichen, ständig mitgeführt werden.

Bei Konzentrationen über der Anwendungsgrenze von Filtergeräten, bei Sauerstoff gehalten unter 17 Vol% oder bei unklaren Bedingungen ist ein Isoliergerät zu verwenden.

Fluorwasserstoff (Flusssäure)

GHS-Piktogramme (gasförmig)	
– Signalwort	Gefahr
– H-Sätze	H300 + H310 + H330, H314, H330, EUH071
– Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nach TRGS 900	1 ml/m ³ (ppm)/0,83 mg/m ³ , Spitzenbegrenzung: 2(l)
– Biologischer Grenzwert (BGW) nach TRGS 903	Parameter Fluorid 7 mg/g Kreatinin (Urin, Schichtende), 4 mg/g Kreatinin (Urin, vor nächster Schicht)

Fluorwasserstoff (HF) ist eine bei ca. 20 °C siedende, farblose, an feuchter Luft stark rauchende Flüssigkeit. Der Geruch ist äußerst stechend. Fluorwasserstoff ist eine starke Säure und in jedem Verhältnis mit Wasser mischbar. Wässrige Lösungen werden als Flusssäure oder Fluorwasserstoffsäure bezeichnet.

Fluorwasserstoff, Flusssäure und viele Fluoride sind lebensgefährlich und wirken lokal ätzend. Sie durchdringen rasch die Haut, zerstören tiefere Gewebeschichten und können auch resorptiv durch chemische Bindung an Calcium- und Magnesiumionen und Hemmung lebenswichtiger Enzyme zu akut bedrohlichen Stoffwechselstörungen oder Störungen der Leber-, bzw. Nieren-, Herz- und Lungenfunktion führen.

Charakteristisch ist die Ätzwirkung von Glas. Daher kann Flusssäure ebenso wie Fluorwasserstoff nicht in Glasgefäßen aufbewahrt werden.

Tätigkeiten mit Fluorwasserstoff und Flusssäure sind grundsätzlich in geschlossenen Anlagen durchzuführen, soweit es das Verfahren zulässt. Soweit ein Austreten durch technischen Maßnahmen nicht sicher verhindert werden kann, ist durch Absaugvorrichtungen an den Austritts- oder Entstehungsstellen ein gefahrloses Abführen sicherzustellen. Für Ausbrüche von Fluorwasserstoff sind Einrichtungen zur Erzeugung von Wasserschleiern bereitzuhalten.

In Laboratorien dürfen Arbeiten, bei denen fluoridhaltige Dämpfe auftreten können, grundsätzlich nur in Laborabzügen ausgeführt werden. Die Frontschieber sind bei solchen Arbeiten geschlossen zu halten.

In Ausnahmesituationen (z. B. unbeabsichtigte Stofffreisetzung, Störungen, Reparaturarbeiten) ist das Tragen von Atemschutz (Filtergerät mit Gasfilter B, Kennfarbe grau oder mit Gasfilter E, Kennfarbe gelb) erforderlich. In

Anlagen, in denen mit Fluorwasserstoff umgegangen wird bzw. sich Fluorwasserstoff bilden kann, sollten Atemschutzgeräte, die die Flucht aus dem Gefahrenbereich ermöglichen, ständig mitgeführt werden.


Bei Konzentrationen über der Anwendungsgrenze von Filtergeräten, bei Sauerstoff gehalten unter 17 Vol% oder bei unklaren Bedingungen ist ein Isoliergerät zu verwenden.

Gemäß des Anhangs Teil 1 Absatz 1 Punkt 1 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) muss bei Tätigkeiten mit anorganischen Fluorverbindungen, bei denen ein Hautkontakt nicht ausgeschlossen werden kann oder der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nicht eingehalten wird, arbeitsmedizinische Vorsorge (Pflichtvorsorge) veranlasst werden. Eine arbeitsmedizinische Vorsorge ist anzubieten (Angebotsvorsorge), sofern eine Exposition bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes nicht ausgeschlossen werden kann. Für die Durchführung wird der DGUV Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorge G 34 „Fluor oder seine anorganischen Verbindungen“ empfohlen. (7) (77) (128)

Zur Behandlung von Flusssäureverätzungen der Haut hat sich Calciumgluconatgel bewährt.

Einzelheiten zu Arbeiten mit Fluorwasserstoff und Flusssäure und zur Ersten Hilfe sind in der DGUV Information 213-071 „Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride“ (Merkblatt M 005 der BG RCI) beschrieben. In dieser Schrift wird auch der Flusssäurepass beschrieben, der vor dem Hintergrund der mit Latenzzeit einsetzenden gesundheitsschädigenden Wirkung von den Personen mit sich getragen werden sollte, die Tätigkeiten mit Flusssäure ausüben. (79)

Phenol

GHS-Piktogramme	
– Signalwort	Gefahr
– H-Sätze	H301, H311, H314, H331, H341, H373, H411
– Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nach TRGS 900	2 ml/m ³ (ppm)/8 mg/m ³ , Spitzenbegrenzung: 2(II)
– Biologischer Grenzwert (BGW) nach TRGS 903	120 mg/g Kreatinin

Phenol (C₆H₅OH) kristallisiert in farblosen Nadeln, die sich an der Luft allmählich rot färben und zerfließen. Der Schmelzpunkt von 41 °C wird durch Wasser stark abgesenkt (2 % Wasser: 33 °C; 6 % Wasser: 20 °C). Der Siedepunkt liegt bei 182 °C.

Phenol ist unbegrenzt mit Ethanol, Diethylether sowie Wasser bei Temperaturen über 65,3 °C mischbar. Unterhalb 65,3 °C weist das System Phenol/Wasser eine Mischungslücke auf. Wässrige Lösungen reagieren schwach sauer.

Phenol reagiert mit starken Oxidationsmitteln, starken Säuren und starken Laugen unter heftiger Wärmeentwicklung. Es polykondensiert unter heftiger Wärmeentwicklung bei Kontakt mit z. B. Formaldehyd oder Butadien in Gegenwart von Katalysatoren. Bei unkontrollierten Reaktionen besteht Explosionsgefahr.

Phenole und seine Derivate, wie Kresole und Xylenole, wirken ätzend. Auf der Haut erzeugen diese Stoffe weiße, später braun-schwarz verfärbte Gewebeerstörungen. Nach anfänglichem Brennen tritt lokale Gefühllosigkeit der Haut ein. Es besteht die Gefahr, dass benetzte Stellen nicht genügend beachtet werden. Auch verdünnte Lösungen der genannten Stoffe führen bei wiederholter Berührung mit der Haut zu Verätzungen mit den beschriebenen Folgen.

Die Stoffe werden insbesondere in flüssiger oder verdünnter (gelöster) Form durch die Haut aufgenommen. Dabei treten Vergiftungen durch Aufnahme (Resorption) auch durch unverletzte Haut auf. Selbst die Benetzung verhältnismäßig kleiner Hautflächen, etwa einer Hand oder eines Armes, mit Phenol oder Kresolen kann zu schweren Gesundheitsschäden, unter Umständen sogar mit tödlichem Ausgang, führen.

Auch das Einatmen von Dämpfen oder Stäuben oder das Verschlucken dieser Stoffe kann zu Vergiftungen führen. Anzeichen einer Vergiftung sind: Geruch der Atemluft nach Phenol und blau-grüne Verfärbung des Urins.

Auch Überempfindlichkeitsreaktionen sind beschrieben worden.

Bei Kontakt ist in jedem Fall unverzüglich ärztliche Hilfe zu veranlassen. Aufgrund der besonderen Gefährdung sind in der Regel bei Einwirken von Phenol, Kresolen oder Xylenolen zusätzliche Maßnahmen und Mittel der Ersten Hilfe notwendig. Diese Maßnahmen verlangen von der Ersthelferin oder dem Ersthelfer bestimmte Kenntnisse und Fähigkeiten, die in der Grundausbildung nicht vermittelt werden.


Da schnell die Aufnahme durch die Haut erfolgt, ist bei allen Maßnahmen zur Ersten Hilfe eine rasche Entfernung von entscheidender Bedeutung. Wesentlich ist, dass kontaminierte Haut- oder Haarpartien unverzüglich mit viel Wasser, z. B. unter einer Notdusche, abgespült werden, bis PEG 300, PEG 400 oder PEG 300/Ethanol 2:1 als Dekontaminationsmittel zur Verfügung steht. Ein kräftiges Abreiben mittels eines Tuches oder Tupfers ist nicht zweckmäßig, da die Gefahr besteht, dass das Phenol einmassiert und damit noch schneller aufgenommen wird. Nach dem Auftragen des gewählten Dekontaminationsmittels ist ein erneutes Abspülen mit viel Wasser erforderlich.

Kleinstkontaminationen (lediglich einzelne, sehr kleine Spritzer) können durch vorsichtiges Auftragen (vorzugsweise durch Übergießen) eines der genannten Dekontaminationsmittel und anschließendem Abspülen mit viel Wasser entfernt werden.

Das oben beschriebene Vorgehen ist mehrfach zu wiederholen. Die Dekontamination sollte insgesamt über mindestens 20 Minuten erfolgen.

Weitere Informationen gibt das Merkblatt M 018 der BG RCI „Phenol, Kresole und Xylenole“. (81)

Salpetersäure

GHS-Piktogramme	
– Signalwort	Gefahr

- H-Sätze	H272, H290, H314, H331, EUH071
- Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nach TRGS 900	1 ml/m ³ (ppm)/2,6 mg/m ³

Reine Salpetersäure (HNO₃) ist eine farblose Flüssigkeit, die bei 86 °C siedet. Sie ist eine starke Mineralsäure und mit Wasser in jedem Verhältnis mischbar. Konzentrierte Salpetersäure ist zudem ein starkes Oxidationsmittel und wirkt stark ätzend. Es verursacht je nach Konzentration und Dauer der Einwirkung lokale Reizungen bis zu schweren, schlecht heilenden Verätzungen. Großflächige Hautverätzungen können zum Tode, Augenverätzungen zum Verlust der Sehfähigkeit führen. Längere Exposition gegenüber Salpetersäure kann zur Erosion der Zähne führen (Berufskrankheiten-Nummer 1312). (42)

Salpetersäuredämpfe enthalten immer durch Zersetzung freiwerdende gesundheitsgefährdende Stickstoffoxide.

Arbeiten mit konzentrierter Salpetersäure sind grundsätzlich in geschlossenen Anlagen durchzuführen, soweit es das Verfahren zulässt. Soweit ein Austreten durch technische Maßnahmen nicht sicher verhindert werden kann, ist durch Absaugvorrichtungen an den Austritts- oder Entstehungsstellen ein gefahrloses Abführen sicherzustellen.

In Laboratorien dürfen Arbeiten, bei denen salpetersäurehaltige Dämpfe oder Stickstoffoxide in gefährlicher Konzentration auftreten können, grundsätzlich nur in Laborabzügen ausgeführt werden. Die Frontschieber sind bei solchen Arbeiten geschlossen zu halten.


Organisches Material mit großer Oberfläche entzündet sich bei Kontakt mit Salpetersäure von selbst.

Aufgrund der Entzündungs- und Explosionsgefahr muss der ungewollte Kontakt von konzentrierter Salpetersäure mit brennbaren Materialien (z. B. Sägespäne, Putzwolle, Textilien, Metallpulver, organische Lösemittel) vermieden werden.

Abbildung 24: IBC mit Salpetersäure



Schwefelsäure

GHS-Piktogramm	
- Signalwort	Gefahr
- H-Sätze	H290, H314
- Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nach TRGS 900	0,1 mg/m ³ in der einatembaren Fraktion, Spitzenbegrenzung: 1(l)


Schwefelsäure (H₂SO₄) wird auch als Schwefeltrioxid-Monohydrat, Dihydrosulfat oder Monothionsäure bezeichnet. Schwefelsäure mit zusätzlich gelöstem Schwefeltrioxid (SO₃) wird als Oleum bezeichnet.

Schwefelsäure ist eine farblose, geruchlose, stark feuchtigkeitsanziehende Flüssigkeit. Der Stoff ist vollständig löslich in Wasser, Ethanol und wasserlöslichen organischen Lösemitteln. Schwefelsäure dient u. a. zum Herstellen von Düngemitteln und zur Glasfabrikation. Verdünnte Schwefelsäure (30–38 %) wird als Batteriesäure in Autobatterien verwendet.

Konzentrierte Schwefelsäure wirkt durch eine starke Affinität zu Wasser und hohe Oxidationskraft extrem destruktiv auf organische Materialien (bis zur Verkohlung). Dagegen entspricht die Wirkung verdünnter Schwefelsäure der anorganischer Säuren vergleichbarer Stärke.

Schon Spritzer konzentrierter Schwefelsäure verursachen insbesondere am Auge massive Schädigungen. Schwefelsäure verursacht schwere Verätzungen, die einer Verbrennung ähneln. Mit einer inhalativem Aufnahme von Schwefelsäure ist hauptsächlich beim Vorliegen von Aerosolen zu rechnen.

Schwefelwasserstoff

GHS-Piktogramme (gasförmig)	
- Signalwort	Gefahr
- H-Sätze	H220, H280, H330, H335, H340
- Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nach TRGS 900	5 ml/m ³ (ppm)/7,1 mg/m ³ , Spitzenbegrenzung: 2(l)

Schwefelwasserstoff (H₂S) ist ein farbloses, lebensgefährliches und extrem entzündbares Gas. Der Siedepunkt liegt bei –60 °C. Es reagiert in Wasser schwach sauer und bildet mit Metallen Metallsulfide bzw. Metallhydrogensulfide. Mit Luft (Sauerstoff) bildet Schwefelwasserstoff ein explosives Gemisch (UEG: 4,3 Vol-%,

OEG: 45,5 Vol-%). Schwefelwasserstoff ist ein starkes Reduktionsmittel. Daher tritt mit Oxidationsmitteln (z. B. Peroxiden, Chloraten, Ammoniak) je nach Reaktionsbedingungen eine stürmische Reaktion unter Entzündung, Explosion oder sogar Detonation ein. Auch viele organischen Verbindungen (z. B. Alkohole, Aldehyde) reagieren mit Schwefelwasserstoff sehr heftig.

Im niedrigen Konzentrationsbereich übt der unangenehme Geruch nach faulen Eiern, der im Mittel ab 0,02 ppm Schwefelwasserstoff bemerkbar wird, eine gute Warnwirkung aus. Allerdings kommt es bei anhaltender Exposition vorübergehend zur Adaptation. Ab etwa 100 ppm fällt die Geruchswahrnehmung infolge einer Lähmung des Geruchssinns aus. Bereits ab 500 ppm hat Schwefelwasserstoff eine lebensbedrohliche Wirkung auf das zentrale Nervensystem und das Herz.

Schwefelwasserstoff entsteht aus Sulfiden bei Kontakt mit Säuren. Daher dürfen Sulfide und deren Lösungen nicht ungewollt mit Säuren in Kontakt kommen, um die Bildung von Schwefelwasserstoff zu vermeiden.

Bei Anwesenheit von Luft und Feuchtigkeit greift Schwefelwasserstoff nahezu alle Metalle an. Ungeeignet als Werkstoffe sind daher u. a. Silber, Kupfer, Mangan, Blei und ihre Legierungen. Geeignet sind z. B. Glas, Email, Edelstahl und fast alle nichtmetallischen Werkstoffe.

In Laboratorien dürfen Arbeiten, bei denen Schwefelwasserstoff auftreten kann, grundsätzlich nur in Laborabzügen ausgeführt werden. Die Frontschieber sind bei solchen Arbeiten geschlossen zu halten.

In Ausnahmesituationen (z. B. unbeabsichtigte Stofffreisetzung, Störungen, Reparaturarbeiten) ist das Tragen von Atemschutz (Filtergerät mit Gasfilter B, Kennfarbe grau) erforderlich. In Anlagen, in denen mit Schwefelwasserstoff umgegangen wird bzw. sich Schwefelwasserstoff bilden kann, sollten Atemschutzgeräte, die die Flucht aus dem Gefahrenbereich ermöglichen, ständig mitgeführt werden.

Bei Konzentrationen über der Anwendungsgrenze von Filtergeräten, bei Sauerstoffgehalten unter 17 Vol-% oder bei unklaren Bedingungen ist ein Isoliergerät zu verwenden.

Bei Arbeiten mit Schwefelwasserstoff ist eine arbeitsmedizinische Vorsorge, z. B. nach dem DGUV Grundsatz für arbeitsmedizinische Untersuchungen G11, zu veranlassen (Pflichtvorsorge) oder anzubieten (Angebotsvorsorge). (7) (77) (128)

Literaturverzeichnis

Verbindliche Rechtsnormen sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde bzw. des zuständigen Unfallversicherungsträgers (z. B. Berufsgenossenschaft) erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Von Technischen Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften) und DGUV Regeln kann abgewichen werden, wenn in der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert ist, dass die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Keine verbindlichen Rechtsnormen sind DGUV Informationen, Merkblätter, DIN-/VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Fundstellen im Internet

Die Schriften der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1 700 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten.

Weitere Informationen unter www.kompendium-as.de.

Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter www.bgrci.de/praevention und fachwissen.bgrci.de.

Detaillinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI sowie Bestellung siehe medienshop.bgrci.de

Ausgewählte Merkblätter, Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und DGUV Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen stehen im Downloadcenter Prävention unter downloadcenter.bgrci.de zur Verfügung.

Unfallverhütungsvorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze und viele DGUV Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter publikationen.dguv.de zu finden.

1. Veröffentlichungen der Europäischen Union im Amtsblatt der Europäischen Union

Bezugsquelle: Bundesanzeiger-Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln
Freier Download unter eur-lex.europa.eu/de/index.htm

- (1) Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2018/675
- (2) Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2018/1480
- (3) Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2014/33/EU
- (4) Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt
- (5) Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen

2. Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquellen: Buchhandel

Freier Download unter www.gesetze-im-internet.de (Gesetze und Verordnungen) bzw. www.baua.de (Technische Regeln)

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

- (7) Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) mit zugehörigen Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR) und Arbeitsmedizinischen Empfehlungen (AME), insbesondere:
 - (8) AME: Wunschvorsorge
 - (9) AMR 14.2: Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen
 - (10) Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR), insbesondere:
 - (11) ASR A1.3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
 - (12) ASR A2.2: Maßnahmen gegen Brände
 - (13) ASR A2.3: Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan
 - (14) ASR A3.6: Lüftung
 - (15) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), insbesondere
 - (16) TRBS 1112: Instandhaltung
 - (17) TRBS 1201: Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
 - (18) Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere:
 - (19) TRGS 201: Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
 - (20) TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
 - (21) TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
 - (22) TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
 - (23) TRGS 420: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition
 - (24) TRGS 500: Schutzmaßnahmen
 - (25) TRGS 509: Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter
 - (26) TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
 - (27) TRGS 512: Begasungen
-

- (28) TRGS 522: Raumdesinfektion mit Formaldehyd
- (29) TRGS 526: Laboratorien
- (30) TRGS 555: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten
- (31) TRGS 600: Substitution
- (32) TRGS 720: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
- (33) TRGS 721: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
- (34) TRGS 722: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- (35) TRGS 800: Brandschutzmaßnahmen
- (36) TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte
- (37) TRGS 903: Biologische Grenzwerte (BGW)
- (38) TRGS 905: Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe
- (39) TRGS 906: Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV
- (40) TRGS 907: Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen
- (41) TRGS 910: Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen
- (42) Berufskrankheiten-Verordnung (BKV)
- (43) Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)
- (44) Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens und über die Abgabe bestimmter Stoffe, Gemische und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV)
- (45) Gesetz zum Schutz der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG)
- (46) Gesetz zum Schutz von Müttern bei der Arbeit, in der Ausbildung und im Studium (Mutterschutzgesetz – MuSchG)
- (47) Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgutbeförderungsgesetz – GGBefG)
- (48) Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) mit hierzu erlassenen Verordnungen, insbesondere

- (49) Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV)
- (50) Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung – 12. BImSchV)
- (51) Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft)
- (52) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung – PSA-BV)
- (53) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG)
- (54) Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)
- (55) Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung – AbwV)
- (56) Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie – LÖRüRL)
- (57) Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL)
- (58) Verordnung über das Einleiten oder Einbringen von Abwasser in öffentliche Abwasseranlagen (Indirekteinleitungsverordnung – IndV)
- (59) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV)
- (60) Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG)

3. Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Grundsätze, DGUV Informationen, Merkblätter und sonstige Schriften der Unfallversicherungsträger

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de oder Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de, verkauf@jedermann.de

Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

- (61) DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention
- (62) DGUV Information 213-850: Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen; www.laborrichtlinien.de
- (63) DGUV Information 213-050: Gefahrgutbeauftragte (Merkblatt A 002)

- (64) Merkblatt A 008: Persönliche Schutzausrüstungen
- (65) DGUV Information 213-051: Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (Merkblatt A 010)
- (66) DGUV Information 213-052: Beförderung gefährlicher Güter (Merkblatt A 013)
- (67) DGUV Information 213-012: Gefahrgutbeförderung in Pkw und in Kleintransportern (Merkblatt A 014)
- (68) Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel
- (69) Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog
- (70) Merkblatt A 023: Hand- und Hautschutz
- (71) Merkblatt A 026: Unterweisung – Gefährdungsorientierte Handlungshilfe
- (72) Merkblatt A 027: Mutterschutz im Betrieb
- (73) Merkblatt A 029: Fremdfirmenmanagement – Ein Leitfaden für die Praxis
- (74) kurz & bündig KB 002: Hand- und Hautschutz
- (75) kurz & bündig KB 008: Gefahrgut im Pkw und Kleintransporter – Kleinmengen
- (76) kurz & bündig KB 011-1: Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 1: Grundlagen und Hinweise zur Durchführung
- (77) kurz & bündig KB 011-2: Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV – Teil 2: Ermittlung der Vorsorgeanlässe
- (78) DGUV Information 213-069: Organische Peroxide (Merkblatt M 001)
- (79) DGUV Information 213-071: Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride (Merkblatt M 005)
- (80) DGUV Information 213-072: Lösemittel (Merkblatt M 017)
- (81) Merkblatt M 018: Phenol, Kresole und Xylenole
- (82) Merkblatt M 020: Chlor
- (83) DGUV Information 213-078: Polyurethane, Isocyanate (Merkblatt M 044)
- (84) DGUV Information 213-080: Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (Merkblatt M 053)
- (85) DGUV Information 213-081: Styrol, Polyesterharze und andere styrolhaltige Gemische (Merkblatt M 054)
- (86) DGUV Information 213-082: Gefahrstoffe mit GHS-Kennzeichnung – Was ist zu tun? (Merkblatt M 060)

- (87) DGUV Information 213-084: Lagerung von Gefahrstoffen (Merkblatt M 062)
 - (88) DGUV Information 213-085: Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen (Merkblatt M 063)
 - (89) DGUV Information 213-053: Schlauchleitungen – Sicherer Einsatz (Merkblatt T 002)
 - (90) Merkblatt T 005: Fassmerkblatt – Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden
 - (91) DGUV Information 213-054: Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen (Merkblatt T 008)
 - (92) DGUV Information 213-055: Retten aus Behältern, Silos und engen Räumen (Merkblatt T 010)
 - (93) DGUV Information 213-056: Gaswarneinrichtungen und -geräte für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff – Einsatz und Betrieb (Merkblatt T 021)
 - (94) DGUV Information 213-057: Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb (Merkblatt T 023)
 - (95) Merkblatt T 025: Umfüllen von Flüssigkeiten
 - (96) DGUV Information 213-857: Laborabzüge – Bauarten und sicherer Betrieb (Merkblatt T 032)
 - (97) DGUV Information 213-855: Gefährdungsbeurteilung im Labor (Merkblatt T 034)
 - (98) Merkblatt T 049: Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen
 - (99) Merkblatt T 058: Öffnen von Rohrleitungen
 - (100) DGUV Information 213-063: Exotherme chemische Reaktionen – Grundlagen (Merkblatt R 001)
 - (101) DGUV Information 213-064: Maßnahmen der Prozesssicherheit in verfahrenstechnischen Anlagen (Merkblatt R 002)
 - (102) DGUV Information 213-067: Thermische Sicherheit chemischer Prozesse (Merkblatt R 004)
 - (103) Sicherheitskurzgespräche (SKG), z. B. SKG 023: Hautschutz
 - (104) Praxishilfe-Ordner: Gerüstet für den Notfall
- Bezugsquelle: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Glinkastraße 40, 10117 Berlin
Freier Download unter publikationen.dguv.de
- (105) DGUV Regel 109-002: Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
 - (106) DGUV Regel 112-189: Benutzung von Schutzkleidung

- (107) DGUV Regel 112-190: Benutzung von Atemschutzgeräten
 - (108) DGUV Regel 112-191: Benutzung von Fuß- und Knieschutz
 - (109) DGUV Regel 112-192: Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz
 - (110) DGUV Regel 112-195: Benutzung von Schutzhandschuhen
 - (111) DGUV Regel 113-001: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)
 - (112) DGUV Regel 113-004: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
 - (113) DGUV Information 204-007: Handbuch zur Ersten Hilfe
 - (114) DGUV Information 205-001: Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz
 - (115) DGUV Information 205-003: Aufgaben, Qualifikation, Ausbildung und Bestellung von Brandschutzbeauftragten
 - (116) DGUV Information 205-023: Brandschutz Helfer – Ausbildung und Befähigung
 - (117) DGUV Information 208-050: Notfallmanagement beim Umschlag und innerbetrieblichen Transport von Gefahrgütern und gefährlichen Stoffen
 - (118) DGUV Information 209-073: Arbeitsplatzlüftung – Entscheidungshilfen für die betriebliche Praxis
 - (119) DGUV Information 212-007: Chemikalienschutzhandschuhe
 - (120) DGUV Information 212-017: Allgemeine Präventionsleitlinie Hautschutz – Auswahl, Bereitstellung und Benutzung
 - (121) DGUV Information 213-701 ff: Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU)
 - (122) DGUV Grundsatz 313-003: Grundanforderungen an spezifische Fortbildungsmaßnahmen als Bestandteil der Fachkunde zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- Bezugsquelle: Homepage oder Medienshop des jeweiligen Unfallversicherungsträgers
- (123) VBG-Fachwissen „Zwischenfall, Notfall, Katastrophe – Leitfaden für die Sicherheits- und Notfallorganisation“; www.vbg.de
 - (124) Broschüre: Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung, www.bgetem.de

5. DIN-Normen/VDI-, VDE-Bestimmungen

Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, www.beuth.de

(125) DIN EN 374-3:2003-12: Schutzhandschuhe gegen Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 3: Bestimmung des Widerstandes gegen Permeation von Chemikalien (zurückgezogen)

(126) DIN 2403:2014-06: Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflusstoff

6. Andere Schriften

Bezugsquelle: Buchhandel

(127) Lehnhäuser, Frank: Messtechnische Erfassung von Geschwindigkeitsfeldern bei Absaugöffnungen, Dipl.-Arb. FH Gießen, 1985

(128) DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen, 2014, 6. Auflage, Gentner Verlag, Stuttgart, ISBN 978-3-87247-756-9

7. Online-Datenbanken und Informationen im Internet

(129) Fachwissenportal der BG RCI, Fachwissen zu Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, fachwissen.bgrci.de, insbesondere:
– Leitlinie: Anforderungen an Spülflüssigkeiten zur Ersten Hilfe

(130) Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien GisChem der BG RCI und der BGHM unter www.gischem.de, mit verschiedenen Modulen, z. B. „GisChem- Interaktiv“ zur Erstellung eigener Betriebsanweisungen, „Gefahrstoffverzeichnis“ oder „Gemischrechner“ zur Einstufung von Gemischen nach der CLP-Verordnung.

(131) GefDokKMU, eine Software zur Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung in kleinen und mittleren Betrieben, freier Download unter downloadcenter.bgrci.de

(132) Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), www.dguv.de

(133) Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), www.dguv.de/ifa, u. a. BGIA-Report 5/2005: Lufttechnik in Industriehallen

(134) Spaltenmodell zur Suche nach Ersatzstoffen, www.dguv.de/ifa → Praxishilfen: Gefahrstoffe

(135) GESTIS – Gefahrstoffinformationssystem der DGUV, www.dguv.de/ifa/GESTIS

(136) WINGISonline – Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau), www.gisbau.de bzw. www.wingis-online.de

(137) Lernmodule „interAKTIV“; www.bgetem.de/medien-service/interaktiv-lernmodule-sicherheit-und-gesundheit-am-arbeitsplatz

(138) Portal Hand- und Hautschutz der BG ETEM: hautschutz.bgetem.de/

(139) Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), bmas.de

- (140) Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), www.baua.de
- (141) – Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG) mit Schutzleitfäden, Suchwort: „EMKG“ bzw. „Schutzleitfäden“
- (142) – Handlungsanleitung: Befüllen von Kanistern, Fässern und IBC mit organischen Flüssigkeiten
- (143) – Videos: Organische Flüssigkeiten sicher abfüllen
- (144) Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS), www.dakks.de
- (145) DECHEMA-Werkstoff-Tabelle, dechema.de/dwt.html
- (146) Verband der chemischen Industrie (VCI), www.vci.de, insbesondere Veröffentlichung „Vom Umgang mit schwefelsäureführenden Rohrleitungen bei Reparaturen“

Bildnachweis

Die in dieser Schrift verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung. Eine Produktempfehlung seitens der BG RCI wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Titelbild:

www.mbm-lehrmittel.de

Abbildungen 1–3, 5, 9–13, 18–19, 22 und 24:

Brenntag GmbH

Duisburg

Abbildung 6:

DuPont Performance Coatings GmbH & Co. KG

42285 Wuppertal

Abbildung 8:

Frank Lehnhäuser (siehe Quelle 127)

Abbildung 14:

FLUX-GERÄTE GMBH

75433 Maulbronn

Abbildung 15:

LU GmbH & Co. KG,

71679 Asperg

www.hugohaeffner.com

Abbildung 16:

BRAND GMBH + CO KG

97877 Wertheim

www.brand.de

Abbildung 23:

Otto Bürkle GmbH

79415 Bad Bellingen

Ausgabe 3/2019

Diese Schrift können Sie über den Medienshop
unter medienshop.bgrci.de beziehen.

Haben Sie zu dieser Schrift Fragen, Anregungen, Kritik?
Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie,
Prävention, KC Präventionsprodukte und -marketing, Referat Medien
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg
- E-Mail: praeventionsprodukte@bgrci.de
- Kontaktformular: www.bgrci.de/kontakt-schriften