

213-040

DGUV Information 213-040



Gefahrstoffe bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser

kommit**mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Diese DGUV Information wurde im Sachgebiet Gefahrstoffe im Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie in Zusammenarbeit mit dem Sachgebiet Bäder im Fachbereich Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege der DGUV erarbeitet.

Ausgabe: Juni 2020

DGUV Information 213-040
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen Webcode: p213040

Bildnachweis

Titelbild: © Jacob Lund/stock.adobe.com
Abb. 1–4, 6, 9–13: © KUVB
Abb. 5: © H.ZWEI.S Werbeagentur GmbH
Abb. 7–8: © DGUV

Gefahrstoffe bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Vorbemerkungen	5	2.3	Laugen..... 53
1 Allgemeiner Teil	6	2.3.1	Natriumhydroxid (Natronlauge), 30–50%ige Lösung 53
1.1 Gefahrstoffe bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser.....	6	2.3.2	Calciumhydroxidsuspension („Kalkmilch“) 55
1.2 Verantwortung und Pflichten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.....	9	2.4	Flockungsmittel 59
1.2.1 Verantwortung und Pflichten der Arbeitgeber.....	9	2.5	Filtrierhilfsstoffe..... 63
1.2.2 Verantwortung und Pflichten der Beschäftigten.....	9	2.5.1	Aktivkohle..... 63
1.3 Allgemeine Anforderungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.....	9	2.5.2	Kieselgur..... 64
1.3.1 Gefährdungsbeurteilung.....	9	Anhang	
1.3.2 Gefahrstoffermittlung und Gefahrstoffverzeichnis.....	9	Anhang 1: Glossar (Begriffe und Abkürzungen).....	68
1.4 Festlegung von Schutzmaßnahmen.....	10	Anhang 2: Betriebsanweisungsentwürfe.....	71
1.4.1 Ersatzstoffe und Ersatzverfahren.....	10	Anhang 3: Formblatt für das Gefahrstoffverzeichnis.....	77
1.4.2 Technische Schutzmaßnahmen.....	10	Anhang 4: Aufbau der H- und P-Sätze gemäß CLP-Verordnung.....	78
1.4.3 Organisatorische Maßnahmen.....	10	4.1 Gefahrenhinweise – Hazard Statements (H-Sätze).....	78
1.4.4 Bereithaltung und Lagerung von Gefahrstoffen.....	11	4.2 Sicherheitshinweise – Precautionary Statements (P-Sätze).....	78
1.4.5 Persönliche Schutzausrüstungen.....	12	Anhang 5: Liste der Gefahrenhinweise (H-Sätze) und Sicherheitshinweise (P-Sätze).....	79
1.4.6 Hygienische Maßnahmen.....	13	5.1 Liste der Gefahrenhinweise (H-Sätze).....	79
1.4.7 Arbeitsmedizinische Vorsorge.....	14	5.2 Liste der Sicherheitshinweise (P-Sätze).....	83
1.5 Betriebsanweisung und Unterweisung.....	14	Anhang 6: Kennzeichnung von Chemikalienschutzhandschuhen.....	88
1.5.2 Erstellung der Betriebsanweisung.....	14	Anhang 7: Literatur.....	90
1.5.3 Unterweisung.....	15		
2 Gefahrstofflexikon	16		
2.1 Chlorungs- und Oxidationsmittel.....	16		
2.1.1 Chlorgas (Cl ₂).....	16		
2.1.2 Natriumhypochloritlösung mit mehr als 10 % aktivem Chlor (NaOCl).....	22		
2.1.3 Calciumhypochlorit mit mehr als 39 % aktivem Chlor (Ca(OCl) ₂).....	27		
2.1.4 Chlordioxidlösung (ClO ₂ · nH ₂ O).....	32		
2.1.5 Trichlorisocyanursäure (C ₃ Cl ₃ N ₃ O ₃).....	35		
2.1.6 Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat (C ₃ Cl ₂ N ₃ NaO ₃ · 2H ₂ O).....	39		
2.1.7 Ozon (O ₃).....	43		
2.2 Säuren.....	46		
2.2.1 Salzsäure 30–36%ig (HCl).....	47		
2.2.2 Schwefelsäure 30–38,5 %ig (H ₂ SO ₄).....	50		

Vorbemerkungen

Bei der Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung wird eine Vielzahl von Chemikalien und Hilfsstoffen eingesetzt, von denen Gefahren für die Gesundheit der Beschäftigten sowie für die Umwelt ausgehen (Gefahrstoffe). Eine wichtige Voraussetzung für das Ergreifen wirkungsvoller Schutzmaßnahmen ist das Wissen um die möglichen Gefahren, die von diesen Gefahrstoffen ausgehen.

In zahlreichen Vorschriften werden Regelungen zu Tätigkeiten mit Gefahrstoffen getroffen. Hierzu zählen unter anderem die Gefahrstoffverordnung sowie die einschlägigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe.

Mit dieser DGUV Information sollen für Arbeitsplätze im Bereich der Wasseraufbereitung in Bädern – ergänzend zur DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“ – die Regelungen speziell für die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zusammengefasst und verständlich dargestellt werden.

Diese DGUV Information richtet sich an

- Unternehmensleitungen und Vorgesetzte, die für die Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen bei den Tätigkeiten mit Gefahrstoffen verantwortlich sind.
- Sicherheitsbeauftragte, Personal- und Betriebsräte sowie Beschäftigte in Bädern (z. B. Meister und Meisterinnen sowie Fachangestellte für Bäderbetriebe), für die die Tätigkeit mit gefahrstoffhaltigen Produkten zum Arbeitsalltag gehört.

und an

- Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Betriebsärzte und Betriebsärztinnen sowie Aufsichtspersonen, die sich über die Bandbreite der Gefahrstoffe, die bei der Wasseraufbereitung in Bädern Verwendung finden, informieren wollen.

Diese DGUV Information will

- informieren über die Gefahrstoffe, die bei der Wasseraufbereitung in Bädern zum Einsatz kommen und die möglichen Gesundheitsgefahren, die von ihnen ausgehen.
- hinweisen auf die gesetzlichen Verpflichtungen, die sich aus Tätigkeiten mit Gefahrstoffen am Arbeitsplatz ergeben.
- unterstützen durch die Darstellung geeigneter Schutzmaßnahmen, die sich in der Praxis bereits bewährt haben.

Im ersten Teil der DGUV Information werden zuerst die wichtigsten Maßnahmen zur praxisgerechten Umsetzung der Gefahrstoffverordnung vorgestellt.

Im zweiten Teil finden Sie ein Gefahrstofflexikon, das die sicherheitsrelevanten Eigenschaften von Wasseraufbereitungschemikalien schematisch aufführt. Im Einzelnen handelt es sich dabei um

- Chlorungs- und Oxidationsmittel, z. B. Chlorgas, Ozon.
- pH-Korrektoren, sauer (pH-Senker), z. B. Schwefelsäure, Salzsäure.
- pH-Korrektoren, basisch (pH-Heber), z. B. Natriumlauge, Calciumhydroxid.
- Flockungsmittel, z. B. Polyaluminiumchlorid (PAC), Eisen-III-chlorid.
- Filtrierhilfsstoffe, z. B. Filtersande und -kiese, Aktivkohlen.

Auf Reinigungs- und Flächendesinfektionsmittel wird in dieser DGUV Information nicht eingegangen.

Den Anhang leitet ein Glossar ein, das die wichtigsten verwendeten Begriffe erklärt. Darüber hinaus findet sich dort eine Sammlung von Musterbetriebsanweisungen für die wichtigsten Stoffe bzw. Stoffgruppen. Diese Vorlagen müssen noch an die betrieblichen Gegebenheiten angepasst und ggf. um betriebsspezifische Angaben ergänzt werden. Zusätzlich enthält der Anhang die Vorlage für ein Gefahrstoffverzeichnis, eine Liste der Gefahren- und Sicherheitshinweise (H- und P-Sätze) sowie Informationen zur Kennzeichnung von Chemikalienschutzhandschuhen und eine Liste weiterführender Literatur.

1 Allgemeiner Teil

1.1 Gefahrstoffe bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser

1.1.1 Was sind Gefahrstoffe?

Arbeitsstoffe sind dann Gefahrstoffe, wenn sie bestimmte Eigenschaften aufweisen, z. B. gefährliche physikalisch-chemische Eigenschaften, gesundheitsgefährliche Eigenschaften für den Menschen sowie umweltgefährdende (ökotoxische) Eigenschaften. Gefahrstoffe sind somit alle Stoffe (Reinstoffe) oder Gemische (Gemenge oder Lösungen von Stoffen), die die Gesundheit oder die Sicherheit der Beschäftigten gefährden können bzw. Erzeugnisse (zum Beispiel Spanplatten), aus denen Gefahrstoffe freigesetzt werden können.

Das europäische Chemikalienrecht regelt die Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen und Gemischen in der CLP-Verordnung (Classification, Labelling, Packaging of Chemicals). Danach bezeichnen „Gefahrenklassen“ die Art der physikalischen Gefahr, der Gefahr für die menschliche Gesundheit bzw. der Gefahr für die Umwelt, die von einem Stoff oder Gemisch ausgeht. Innerhalb jeder Gefahrenklasse sind Abstufungen in Abhängigkeit von der Schwere der Gefahr vorgesehen, „Gefahrenkategorien“ genannt.

Stoffe und Gemische sind als gefährlich eingestuft, wenn sie mindestens einer Gefahrenklasse zugeordnet werden können.

Gefahrstoffe können auch bei der Herstellung oder Verwendung von Stoffen/Erzeugnissen entstehen, so z. B. Holzstaub bei der zerspanenden Bearbeitung von Holz, Schweißrauch beim Schweißen, Dieselmotoremissionen bei der Verbrennung von Dieselmotorkraftstoff.

Bei der Chlorierung von Badebeckenwasser entstehen z. B. aufgrund des Harnstoffeintrags durch die Badegäste Chloramine, wobei das Trichloramin am flüchtigsten ist und für den typischen „Hallenbadgeruch“ sorgt.

Tabelle 1 Gefahrenklassen

Eigenschaften	Gefahrenklasse	Gefahrenkategorien
Physikalische und physikalisch-chemische Gefahren	explosive Stoffe oder Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoff	instabil, explosiv Unterklasse 1.1-1.6
	selbstzersetzliche Stoffe oder Gemische	Typ A, B, C, D, E, F, G
	organische Peroxide	Typ A, B, C, D, E, F, G
	entzündbare Gase	Kat. 1, Kat. 2
	entzündbare Aerosole	Kat. 1, Kat. 2
	entzündbare Flüssigkeiten	Kat. 1, Kat. 2, Kat. 3
	entzündbare Feststoffe	Kat. 1, Kat. 2
	pyrophore Flüssigkeiten	Kat. 1
	pyrophore Feststoffe	Kat. 1
	selbsterhitzungsfähige Stoffe oder Gemische	Kat. 1, Kat. 2
	Stoffe oder Gemische, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln	Kat. 1, Kat. 2, Kat. 3
	oxidierende Gase	Kat. 1
	oxidierende Flüssigkeiten	Kat. 1, Kat. 2, Kat. 3
	oxidierende Feststoffe	Kat. 1, Kat. 2, Kat. 3
	Gase unter Druck	verdichtetes Gas verflüssigtes Gas tiefkalt verflüssigtes Gas gelöstes Gas
	korrosiv gegenüber Metallen	Kat. 1
	Gesundheitsgefahren	akute Toxizität (nach Aufnahmeweg oral, dermal, inhalativ)
Ätz- bzw. Reizwirkung auf die Haut		Kat. 1A, Kat. 1B, Kat. 1C, Kat. 2
schwere Augenschädigung oder -reizung		Kat. 1, Kat. 2
spezifische Zielorgantoxizität (einmalige Exposition)		Kat. 1, Kat. 2
spezifische Zielorgantoxizität (einmalige Exposition) • Atemwegsreizung • narkotisierende Wirkungen		Kat. 3
spezifische Zielorgantoxizität (wiederholte Exposition)		Kat. 1, Kat. 2
Aspirationsgefahr		Kat. 1
Sensibilisierung der Haut		Kat. 1A, Kat. 1B
Sensibilisierung der Atemwege		Kat. 1A, Kat. 1B
Krebserzeugend		Kat. 1A, Kat. 1B, Kat. 2
Reproduktionstoxizität		Kat. 1A, Kat. 1B, Kat. 2 Zusatzkategorie für Wirkungen auf bzw. über Laktation
Keimzellmutagenität		Kat. 1A, Kat. 1B, Kat. 2
Umweltgefahren	akut gewässergefährdend	Kat. 1
	chronisch gewässergefährdend	Kat. 1, Kat. 2, Kat. 3, Kat. 4
	Die Ozonschicht schädigend	Kat. 1

Informationsquellen für Gefahrstoffe

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

- die chemische Bezeichnung des Stoffes oder bei Gemischen der Handelsname
- die Gefahrenpiktogramme mit dem Signalwort „Gefahr“ oder „Achtung“
- Gefahrenhinweise (H-Sätze)
- Sicherheitshinweise (P-Sätze)
- Name, Anschrift und Telefonnummer des Lieferanten

Auch Gemische, die nicht gekennzeichnet sind, können Gefahrstoffe enthalten, da unterhalb bestimmter Konzentrationsgrenzen die Kennzeichnungspflicht entfällt. In diesen Fällen sind erforderlichenfalls Informationen vom Lieferanten oder von anderen Fachleuten einzuholen, um die Gefährdungsbeurteilung durchführen zu können.

Alle Gefahrstoffe bzw. alle Gebinde müssen identifizierbar sein. Die Anforderung an die Kennzeichnung gilt auch für selbst hergestellte Gemische. Beim Umfüllen in kleinere Behälter muss die Kennzeichnung übernommen werden.

Umfangreichere Informationen zu Gefahrstoffen, wie z. B. zur Einstufung und Kennzeichnung mit Piktogrammen und H-Sätzen, enthalten die Sicherheitsdatenblätter, die der Lieferant zur Verfügung stellen muss. Bei fehlenden Sicherheitsdatenblättern sind diese beim Lieferanten anzufordern. In den Fällen, in denen kein Sicherheitsdatenblatt zur Verfügung gestellt werden muss (z. B. wenn das Produkt selbst kein Gefahrstoff ist), hat der Lieferant den anwendenden Betrieben die Informationen auszuhändigen, die dieser für eine Gefährdungsbeurteilung benötigt.

Die Auswahl der P-Sätze für die Kennzeichnung trifft der Lieferant je nach Anwendungsfall in eigener Verantwortung. Deshalb können für denselben Stoff die P-Sätze je nach Anwendungsfall und Lieferant variieren. Aus diesem Grund wurde im Gefahrstofflexikon dieser DGUV Information auf die Angabe der P-Sätze verzichtet. Hinweise zu den erforderlichen Schutzmaßnahmen sind in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

In Anhang 4 ist der Aufbau der H- und P-Sätze erklärt, Anhang 5 enthält die Liste der H- und P-Sätze.

1.2 Verantwortung und Pflichten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

1.2.1 Verantwortung und Pflichten der Arbeitgeber

Die Verantwortung für die Umsetzung des Gefahrstoffrechts in einem Betrieb liegt bei den Arbeitgebenden (Kommunale Körperschaft, Unternehmen). Die Arbeitgeberverantwortung sollte schriftlich an die jeweilige Leitung des Bades delegiert werden. Diese kann die fachliche Verantwortung für den Arbeitsschutz schriftlich an die Führungskräfte in den einzelnen Arbeitsbereichen übertragen. Die Organisations- und Aufsichtsverantwortung verbleibt aber in jedem Fall bei den Arbeitgebenden.

1.2.2 Verantwortung und Pflichten der Beschäftigten

Nicht nur die Arbeitgeber und die Vorgesetzten, auch die Beschäftigten sind gesetzlich verpflichtet, für ihre eigene Sicherheit und die anderer Beschäftigter im jeweiligen Arbeitsbereich durch entsprechendes Verhalten Sorge zu tragen.

Zu den Pflichten der Beschäftigten gehört es,

- die Weisungen der Arbeitgebenden zum Zwecke der Unfallverhütung zu befolgen,
- Gefahrstoffe nur bestimmungsgemäß zu verwenden,
- die zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung zu benutzen und
- sicherheitstechnische Mängel unverzüglich zu melden und falls möglich zu beseitigen.

1.3 Allgemeine Anforderungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

Die Anforderungen der einschlägigen Vorschriften des Gefahrstoffrechts richten sich an die Arbeitgebenden. Sie sind für die Durchführung der notwendigen Maßnahmen verantwortlich. Im Anhang 1 der TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ ist in einem Ablaufschema ein Vorschlag für eine Vorgehensweise bei der Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen dargestellt. Auf die Möglichkeit, fachliche Verantwortung an Führungskräfte zu übertragen, wurde bereits in Kapitel 1.2 eingegangen.

1.3.1 Gefährdungsbeurteilung

Vor Beginn der Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in einem Betrieb muss die Unternehmensleitung eine Gefährdungsbeurteilung vornehmen. Sie kann sich hierbei von einer fachkundigen Person (z. B. Betriebsarzt oder Betriebsärztin, Fachkraft für Arbeitssicherheit) beraten lassen. Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung muss dokumentiert und bei maßgeblichen Veränderungen (z. B. bei einer Neubewertung der verwendeten Gefahrstoffe, bei Änderungen des Arbeitsverfahrens) muss die Gefährdungsbeurteilung aktualisiert werden. Tätigkeiten mit Gefahrstoffen dürfen erst nach erfolgter Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Diese Broschüre soll als Hilfestellung für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung dienen.

1.3.2 Gefahrstoffermittlung und Gefahrstoffverzeichnis

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung müssen zunächst die im Betrieb verwendeten Gefahrstoffe erfasst werden. Die Erfassung kann arbeitsplatz- oder arbeitsbereichsbezogen erfolgen. Es ist empfehlenswert, diese Ermittlungen unter Einbeziehung der innerbetrieblichen Fachleute, also der Fachkräfte für Arbeitssicherheit, der Betriebsärzte und Betriebsärztinnen und der einzelnen Abteilungs- oder Bereichsverantwortlichen durchzuführen. Die so ermittelten Gefahrstoffe müssen in einem Gefahrstoffverzeichnis dokumentiert werden. Das Verzeichnis muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Gefahrstoffes

- Hinweis auf das jeweilige Sicherheitsdatenblatt
- Gefahrenklasse und -kategorie
- Gefahrenhinweise (H-Sätze)
- Größenordnung der vorhandenen Menge
- Arbeitsbereich, Lagerort

Das Verzeichnis muss allen Beschäftigten zugänglich sein. Die Angaben können schriftlich festgehalten oder auch auf elektronischen Datenträgern gespeichert werden. Das Verzeichnis ist auf dem aktuellen Stand zu halten und mindestens jährlich zu überprüfen. Ein Formblatt für ein Gefahrstoffverzeichnis ist in Anhang 3 enthalten.

1.4 Festlegung von Schutzmaßnahmen

In Abhängigkeit vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung müssen geeignete Schutzmaßnahmen festgelegt werden. Lässt sich aus der Gefährdungsermittlung das Auftreten gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher ausschließen, so ist zu ermitteln, ob die Belastungen für die Beschäftigten mit den vorgesehenen Schutzmaßnahmen minimiert worden sind. Als Wirkungskontrolle können Gefahrstoffmessungen erforderlich sein.

1.4.1 Ersatzstoffe und Ersatzverfahren

An erster Stelle der Schutzmaßnahmen steht der Ersatz von Stoffen oder Verfahren, die eine Gefahr für Mensch oder Umwelt darstellen, durch weniger gefährliche. So sind Teilvakuumanlagen durch Vollvakuumanlagen nach DIN 19606 „Chlorgasdosieranlagen zur Wasseraufbereitung – Anlagenaufbau und Betrieb“ zu ersetzen.

1.4.2 Technische Schutzmaßnahmen

Technische Maßnahmen sind dann erforderlich, wenn Ersatzstoffe und Ersatzverfahren nicht zur Verfügung stehen oder nach Einführung von Ersatzstoffen und Ersatzverfahren weiterhin mit einem Freiwerden von Gefahrstoffen zu rechnen ist.

Technische Maßnahmen sind z. B. der Einsatz geschlossener Anlagen oder Punktabsaugungen im Technikraum. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen muss regelmäßig, mindestens jedoch alle 3 Jahre, überprüft werden. Hinweise auf erforderliche Lüftungs- und Absaugungsmaßnahmen werden im Lexikonteil gegeben.

1.4.3 Organisatorische Maßnahmen

Grundsätzlich sind bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen folgende organisatorische Maßnahmen durchzuführen:

- Begrenzung der Anzahl der Beschäftigten, die den Gefahrstoffen ausgesetzt sind.
- Vermeidung der Exposition unbeteiligter Personen, z. B. durch Trennung gefahrstoffbelasteter Bereiche von anderen Bereichen.
- Minimierung der Expositionszeiten.
- Getrennte Aufbewahrung von Straßen- und verschmutzter Arbeitskleidung, um eine Gefährdung durch Kontamination der Straßenkleidung zu vermeiden.
- Verschüttete Gefahrstoffe mit geeigneten Bindemitteln aufnehmen und einer geordneten Beseitigung zuführen. Das geeignete Bindemittel ist im jeweiligen Sicherheitsdatenblatt unter Abschnitt 6 „Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung“ aufgeführt. Weitere Hinweise sind in den jeweiligen Unterkapiteln des Kapitels 2 „Gefahrstofflexikon“ in dieser DGUV Information enthalten.
- Nicht mehr benötigte Gefahrstoffe sind sachgerecht zu entsorgen.

- Die Unternehmensleitung hat dafür zu sorgen, dass zur Ersten Hilfe und zur Rettung aus Gefahr die erforderlichen Einrichtungen und Sachmittel sowie das erforderliche Personal zur Verfügung stehen. Insbesondere muss die erforderliche Anzahl an Erste-Hilfe-Personal ausgebildet werden und vor Ort verfügbar sein sowie die erforderliche Erste-Hilfe-Ausrüstung zur Verfügung stehen.
- Arbeitsunfälle bei Tätigkeiten mit gefährlichen chemischen Stoffen können spezielle Maßnahmen der Ersten Hilfe erfordern, die nicht Gegenstand der allgemeinen Erste-Hilfe-Ausbildung sind. Für diese Maßnahmen ist eine Zusatzausbildung des Erste-Hilfe-Personals und der Betriebs-sanitäter und -sanitäterinnen erforderlich, die die Absprache mit dem Betriebsarzt bzw. Betriebsärztin und die Berücksichtigung der betriebs-spezifischen Gegebenheiten voraussetzt. Beispiel: Nach Einatmen reizender Gase und Stäube ist ein Lungenödem möglich.

Weitere Hinweise auf geeignete organisatorische Maßnahmen werden im Lexikonteil gegeben.

1.4.4 Bereithaltung und Lagerung von Gefahrstoffen

Die Bereithaltung ist von der Lagerung von Gefahrstoffen am Verwendungsort zu unterscheiden. Als Bereithaltung gilt, wenn Gefahrstoffbehälter an den zur Entnahme vorgesehenen Stellen als Reservebehälter an Entnahmeeinrichtungen angeschlossen sind oder zum baldigen Anschluss aufgestellt sind, soweit dies für den Fortgang der Arbeiten erforderlich ist. So ist zum Beispiel der Chlorgasraum ein Betriebsraum und kein Lagerraum für Gefahrstoffe.

Gefahrstoffe sind so zu lagern, dass sie die menschliche Gesundheit und die Umwelt nicht gefährden und ein Missbrauch oder ein Fehlgebrauch nach Möglichkeit verhindert wird. Dabei sind folgende Grundsätze der TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ immer zu beachten:

- Gefahrstoffe dürfen grundsätzlich nur an dafür vorgesehenen Orten gelagert werden, z. B. Lagerraum bzw. Lagerbereiche. Davon ausgenommen sind Kleinmengen oder bereitgehaltene Gefahrstoffe. Die Mengengrenzen sind von den Eigenschaften der jeweiligen Stoffe abhängig. Nähere Angaben hierzu sind im Lexikonteil enthalten.
- Gefahrstoffe dürfen grundsätzlich nicht in Verkehrswegen, Pausen-, Bereitschafts- und Sanitäräumen gelagert werden.
- Gefahrstoffe müssen so gelagert werden, dass sie für Unbefugte nicht zugänglich sind.
- Gefahrstoffe dürfen nur in Behältern aufbewahrt werden, die aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden Beanspruchungen standhalten. Insbesondere müssen sie so beschaffen sein, dass vom Inhalt nichts ungewollt nach außen gelangen kann. Außerdem müssen die Gefahrstoffgebände vorschriftsmäßig nach Gefahrstoffverordnung und TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ gekennzeichnet sein. Originalgefäße entsprechen in der Regel diesen Anforderungen. Originalgefäße unterliegen jedoch auch einem Alterungsprozess und sollten deshalb regelmäßig einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es besteht die Gefahr der Versprödung oder Verformung durch Diffusion, wenn Gefahrstoffe in nicht dafür vorgesehenen Kunststoffbehältern aufbewahrt werden.
- Gebinde sind stets verschlossen aufzubewahren.
- Gefahrstoffe dürfen wegen der Verwechslungsgefahr nicht in Lebensmittelbehältern oder Getränkeflaschen aufbewahrt oder gelagert werden.
- Behälter sind nach der Entnahme von Gefahrstoffen wieder fest zu verschließen.
- Behälter mit flüssigen Gefahrstoffen zur Wasseraufbereitung müssen in eine Auffangeinrichtung gestellt werden.
- Einander ähnliche, leicht zu verwechselnde handelsübliche Gebinde für Chemikalien, die heftig oder unter Freisetzung von gefährlichen Gasen miteinander reagieren können, sind örtlich getrennt (sortenrein) zu lagern. Die Behältnisse der einzelnen Gefahrstoffe sollen farblich unterscheidbar sein. Dies gilt z. B. für Isocyanursäureverbindungen und Hypochlorite und deren wässrige Lösungen, wie Natriumhypochloritlösung und Salzsäure.

Darüber hinaus können weitergehende Anforderungen der TRGS 510 erforderlich sein. Diese sind dann ggf. im fachspezifischen Teil ausgeführt.

1.4.5 Persönliche Schutzausrüstungen

Wenn trotz technischer und organisatorischer Maßnahmen eine Gefährdung der Beschäftigten durch Gefahrstoffe nicht ausgeschlossen werden kann, müssen zusätzlich persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt und benutzt werden. In der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“ ist die erforderliche Schutzausrüstung in Kapitel 5.14 näher ausgeführt. Das Benutzen von belastender persönlicher Schutzausrüstung darf jedoch keine ständige Maßnahme sein. Beschädigte oder anderweitig unbrauchbar gewordene Schutzausrüstung darf nicht weiter verwendet werden und ist zu ersetzen!

Zu den wichtigsten Schutzausrüstungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zählen: Augen-, Atem-, Hand- und Hautschutz sowie Schutzkleidung und Fußschutz.

Augenschutz

Besteht die Gefahr, dass bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen mit einer Gefährdung der Augen zu rechnen ist, so ist geeigneter Augenschutz zu benutzen. Bewährt haben sich Gestellbrillen mit Seitenschutz, Korbbrillen und Gesichtsschutzschirme. Im Lexikonteil werden Tätigkeiten aufgeführt, bei denen Augenschutz benutzt werden muss.

Atemschutz

Ergibt die Gefährdungsbeurteilung, dass Grenzwerte überschritten werden können, ist geeigneter Atemschutz zur Verfügung zu stellen und zu benutzen.

Die Beschäftigten sind vor Beginn der Tätigkeit anhand von praktischen Übungen im Tragen von spezieller persönlicher Schutzausrüstung (z. B. Atemschutzgeräten) zu unterweisen. Hinweise zur Auswahl geeigneter Atemschutzgeräte und -filter sind im Lexikonteil und in der DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ enthalten.

Die Beschäftigten haben den ordnungsgemäßen Zustand der Atemschutzgeräte vor jeder Benutzung auf sichere Funktion und erkennbare Mängel hin zu prüfen. Liegen offensichtliche Mängel vor, dürfen diese nicht mehr benutzt werden. Atemschutzmasken besitzen häufig Dichtlippen und Ventile aus Gummi. Diese können verspröden. Darüber hinaus sind Atemschutzgeräte halbjährlich von einer befähigten Person auf ihren einwandfreien Zustand zu prüfen (siehe DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“).

Die Lagerfristen und Gebrauchsdauer von Atemschutzfiltern sind hierbei zu beachten. Filter von Atemschutzgeräten sind nur dann sicher wirksam, wenn sie vor Ablauf der Lagerfrist (vom Hersteller auf dem Filter angegeben) ersetzt werden. Sie sind spätestens sechs Monate nach dem Öffnen, sofern sie nicht bereits vorher erschöpft sind, zu ersetzen. Das Öffnungsdatum ist auf dem Filter zu vermerken.

Die Arbeitgeber haben sicherzustellen, dass Träger bzw. Trägerinnen von Atemschutzgeräten hierfür geeignet sind (DGUV Vorschrift 1). Träger bzw. Trägerinnen von Atemschutzgeräten sind, abhängig von der Art des Atemschutzgerätes, gemäß der arbeitsmedizinischen Regel AMR 14.2 „Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen“ einer arbeitsmedizinischen Vorsorge zuzuführen.

Schutzkleidung und Fußschutz

Bei allen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, bei denen mit Hautkontakt zu rechnen ist, müssen geeignete Schutzkleidung und Fußschutz benutzt werden. Die Auswahl des geeigneten Materials ist von den verwendeten Gefahrstoffen abhängig und muss daher auf den Einzelfall abgestimmt werden. Als Material ist PVC sowohl für Schürzen als auch für Schutzstiefel geeignet. Weitere Hinweise sind im Lexikonteil zu finden.

Schutzhandschuhe

Bei der Arbeit in Einrichtungen der Wasseraufbereitung wird die Haut der Hände auf verschiedene Art und Weise belastet, z. B. durch Arbeiten mit Säuren und Laugen bzw. mit säure- oder laugenhaltigen Produkten (reizende bzw. ätzende Stoffe). Bei allen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, bei denen mit Hautkontakt zu rechnen ist, müssen Chemikalienschutzhandschuhe getragen werden, siehe Anhang 6. Die Auswahl des geeigneten Handschuhmaterials ist von

den verwendeten Gefahrstoffen abhängig und muss daher auf den Einzelfall abgestimmt werden. Hinweise sind im Lexikonteil zu finden. Für die in der Wasseraufbereitung verwendeten Chemikalien mit Ausnahme der Gase (Chlor und Ozon) sind Chemikalienschutzhandschuhe z. B. aus Nitrilkautschuk (Materialstärke mindestens 0,35 mm) geeignet.

Hautschutzmittel

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

Hautschutzmittel können bei wiederholtem kurz- oder längerfristigem Kontakt gegenüber milden Irritantien (H312, H315, EUH66) eingesetzt werden. Hautschutzmittel schützen nicht vor Einwirkungen ätzender, akut toxischer, sensibilisierender und hautresorptiver, krebserzeugender, keimzellmutagener und reproduktionstoxischer Gefahrstoffe. Daher ist bei der Handhabung von Wasseraufbereitungschemikalien das Tragen geeigneter Chemikalienschutzhandschuhe unbedingt erforderlich.

Weitere Informationen liefert die DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln“.

1.4.6 Hygienische Maßnahmen

Grundsätzlich sind bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen folgende hygienische Maßnahmen einzuhalten:

- Für die Schutz- und Arbeitskleidung zur Wasseraufbereitung einerseits und Straßenkleidung andererseits muss eine getrennte Aufbewahrungsmöglichkeit vorhanden sein.
- Auch bei geringfügigen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ist geeignete persönliche Schutzausrüstung zu tragen.
- Mit Gefahrstoffen verunreinigte Arbeitskleidung (z. B. Arbeitskittel) muss vor dem Betreten von Publikumsbereichen, der Kantine oder Cafeteria usw. abgelegt werden.
- In Arbeitsbereichen, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, darf nicht gegessen, getrunken oder geraucht werden.
- In Technikräumen, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, oder in zumutbarer Nähe, muss eine Waschgelegenheit vorhanden sein (z. B. ein Waschbecken, ausgestattet mit Hautreinigungsmitteln und Einmalhandtüchern).
- Die Hautreinigung sollte schonend erfolgen. Die Verwendung spezieller Hautreinigungsmittel, die neben waschaktiven Substanzen Reibe- oder gar Lösemittel enthalten, sollten nur dann verwendet werden, wenn dies unumgänglich ist.
- Werden bei den Tätigkeiten in der Wasseraufbereitung konsequent Chemikalienschutzhandschuhe getragen, ist die Anwendung spezieller Hautreinigungsmittel oft nicht erforderlich.
- Nach Hautreinigungsmaßnahmen und nach Arbeitsende ist die Anwendung von Hautpflegemitteln sinnvoll und notwendig. Diese werden zur Förderung der Regeneration der Haut eingesetzt. Hautpflege ist nur dann wirksam, wenn sie regelmäßig angewendet wird.
- Die Auswahl der Hautpflegemittel ist von der beruflichen Belastung der Hände abhängig. Wichtigstes Kriterium ist der Fettanteil des Mittels. Eine durch die berufliche Tätigkeit stark ausgetrocknete und fettarme Haut benötigt ein Hautpflegemittel mit einem höheren Fettanteil als eine Haut, die nur gering belastet und nicht ausgetrocknet ist.
- Hautreinigungs- und Hautpflegemittel sollten aus hygienischen Gründen den Beschäftigten in Spendern angeboten werden. Die Verwendung von Dosen, Tiegel etc. führt allzu leicht dazu, dass der Inhalt verschmutzt und verkeimt.

Es ist sinnvoll, unter Mitwirkung des Betriebsarztes oder der Betriebsärztin für jeden Arbeitsbereich im Bäderbetrieb einen Hand- und Hautschutzplan zu erstellen, der für die verschiedenen Arbeiten die geeigneten Schutzhandschuhe und Hautreinigungs- bzw. Hautpflegemittel enthält.

Bei Unverträglichkeiten gegenüber Schutzhandschuhen sowie Hautreinigungs- und Hautpflegemitteln ist unbedingt der Betriebsarzt oder die Betriebsärztin aufzusuchen.

1.4.7 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Im Regelfall ist bei Tätigkeiten mit den beschriebenen Wasseraufbereitungschemikalien keine arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge notwendig. Allerdings können Beschäftigte jederzeit eine arbeitsmedizinische Wunschvorsorge in Anspruch nehmen.

Trägern bzw. Trägerinnen von Atemschutzgeräten der Gruppe 1 (z. B. Partikelfilter P1 und P2) ist nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge eine Angebotsvorsorge anzubieten, bei Atemschutzgeräten der Gruppen 2 und 3 (alle Gasfilter, Partikelfilter P3) ist eine Pflichtvorsorge zu veranlassen, siehe auch Arbeitsmedizinische Regel AMR 14.2 „Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen“.

Bei Atemschutzgeräten ohne Gerätegruppe, z. B. gebläseunterstützte Atemschutzgeräte, ist keine arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge oder Angebotsvorsorge erforderlich.

1.5 Betriebsanweisung und Unterweisung

1.5.1 Betriebsanweisung

Die Unternehmensleitung ist verpflichtet, arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisungen zu erstellen, in der auf die bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt werden. Auf die sachgerechte Entsorgung entstehender gefährlicher Abfälle ist hinzuweisen. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form und in der Sprache der Beschäftigten abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. In der Betriebsanweisung sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über die Erste Hilfe zu treffen. Bei der Erstellung der Betriebsanweisungen können Fachkraft für Arbeitssicherheit und Betriebsarzt oder Betriebsärztin den Arbeitgebenden bzw. den Vorgesetzten wertvolle Unterstützung liefern.

1.5.2 Erstellung der Betriebsanweisung

Es gibt eine Reihe von PC-Programmen, mit denen Betriebsanweisungen erstellt werden können (z. B. WINGIS für Reiniger und Desinfektionsmittel).

Sie enthalten Entwürfe von Betriebsanweisungen, in denen für die unten genannten Gliederungspunkte alle notwendigen stoffbezogenen Informationen eingearbeitet sind.

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

Diese Entwürfe müssen noch arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen ergänzt werden! Dies gilt auch für die im Anhang 2 dieser DGUV Information abgedruckten Musterbetriebsanweisungen.

Die notwendigen Ergänzungen erfordern keine besonderen Gefahrstoffkenntnisse, sondern lediglich die Kenntnis des Betriebes und der jeweiligen Tätigkeiten.

Aus diesem Grund können folgende Ergänzungen leicht eingearbeitet werden:

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

Wenn diese Ergänzungen erfolgt sind, muss die zuständige Abteilungs- oder Bereichsleitung die Betriebsanweisung für ihren Bereich in Kraft setzen. Sie hat auch dafür Sorge zu tragen, dass die Betriebsanweisungen den Mitarbeitenden zur Verfügung stehen und eingesehen werden können.

Zusätzlich sind in der Betriebsanweisung gemäß Gefahrstoffverordnung auch verfahrenstechnische Vorgaben gemäß DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“ in den Abschnitten „Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln“ sowie „Verhalten im Gefahrfall“ zu ergänzen.

1.5.3 Unterweisung

Die Beschäftigten, die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchführen, müssen anhand der Betriebsanweisung über die auftretenden Gefahren sowie über die Schutzmaßnahmen unterwiesen werden. Die Unterweisungen müssen vor Beginn der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen. Eine besondere Aufmerksamkeit gilt der Unterweisung von neuen Mitarbeitenden. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisungen sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Insbesondere bei verändertem Produkteinsatz oder Änderung des Arbeitsverfahrens ist eine erneute Unterweisung durchzuführen.

Die Arbeitgebenden haben sicherzustellen, dass im Rahmen der Unterweisung eine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung durchgeführt wird, bei der die Beschäftigten über die arbeitsmedizinische Vorsorge unterrichtet und auf die besonderen Gesundheitsgefahren bei Tätigkeiten mit bestimmten Gefahrstoffen hingewiesen werden.

Nicht jede Unterweisung muss folglich sehr ausführlich und zeitraubend sein. Prinzipiell ist es viel wichtiger, konkrete Anweisungen öfter zu wiederholen und schon vermitteltes Wissen wieder aufzufrischen. Grundlegende Kenntnisse hingegen sollten ohne Zeitdruck in Form eines ausführlichen Gespräches den Beschäftigten nahegebracht werden und von den Unterwiesenen mit Unterschrift bestätigt werden.

2 Gefahrstofflexikon

Das Gefahrstofflexikon enthält die in der Praxis am häufigsten verwendeten Wasseraufbereitungschemikalien und beschreibt diese mit Angaben zu:

- Erscheinungsformen
- physikalisch-chemischen Eigenschaften
- gefährlichen Zersetzungsprodukten und Reaktionen
- Unverträglichkeiten und zu Gesundheitsgefahren
- Einstufung und Kennzeichnung der Stoffe
- Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW)
- Maßnahmen zur sicheren Handhabung
- Verhalten bei Betriebsstörungen

Die Angaben zu Arbeitsplatzgrenzwerten, Spitzenbegrenzung, Risiko der Fruchtschädigung entstammen der TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, Fassung vom 29.03.2019. Mit „*“ gekennzeichnete Angaben sind anderen Quellen entnommen.

2.1 Chlorungs- und Oxidationsmittel

Nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) muss das Schwimm- und Badebeckenwasser so beschaffen sein, dass durch seinen Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht erfolgt. Um diese gesetzliche Anforderung zu erfüllen, muss das Schwimm- und Badebeckenwasser entsprechend aufbereitet und unter Einsatz von Chlorungs- und Oxidationsmitteln desinfiziert werden.

2.1.1 Chlorgas (Cl₂)

Einsatz in der Wasseraufbereitung

Das in Bädern am häufigsten eingesetzte Verfahren zur Desinfektion von Schwimm- und Badebeckenwasser ist das Chlorgasverfahren. Anlagentechnisch wird Chlorgas aus Druckbehältern entnommen (Chlorgasanlage), in Wasser gelöst und als Chlorlösung dem Filtrat zu dosiert. Aus Sicherheitsgründen sind die Druckbehälter (Chlorgasflaschen oder Chlorgasfässer) der Chlorgasanlage in einem speziellen Raum (Chlorgasraum, siehe Abbildung 1) untergebracht, der mit einem Chlorgaswarngerät überwacht wird.

Chlorgas kommt verflüssigt in Druckgasflaschen und -fässern unter einem Druck von 6,7 bar (bei 20 °C) in den Handel.



Abb. 1 Chlorgasraum

Tabelle 2 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Chlorgas	CAS-Nr.: 7782-50-5
Erscheinungsform	grünlich-gelbes, stechend riechendes Gas
Schmelzpunkt	-101 °C
Siedepunkt	-34 °C (1013 hPa)
Zersetzungstemperatur	entfällt
Dichte (flüssig)	1,56 g/cm ³ (-34 °C)
Dichteverhältnis zu Luft	2,48
pH-Wert	wässrige Lösungen von Chlor („Chlorwasser“) reagieren stark sauer
Geruchsschwelle	0,02–1 ml/m ³

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte

Chlor ist ein sehr reaktionsfähiges Element, das außer mit Edelgasen, Sauerstoff und Stickstoff so gut wie mit allen Elementen sehr heftig reagiert. So sind z. B. Gemische von Chlorgas mit Wasserstoff („Chlorknallgas“) innerhalb bestimmter Konzentrationsgrenzen explosionsfähig. Zur Zündung genügt Sonnenlicht. Auch mit vielen organischen und anorganischen Verbindungen reagiert Chlorgas heftig unter Wärmeentwicklung.

Chlorgas ist in Wasser löslich, die Lösungen reagieren stark sauer. Chlorgas wirkt deswegen besonders in feuchtem Zustand stark korrodierend auf die meisten Metalle. Bei Erhitzung über 170 °C reagiert auch trockenes Chlorgas mit bestimmten Stählen unter Feuererscheinung (Chloreisenbrand). Deshalb Vorsicht bei Feuerarbeiten in der Nähe von Druckgasbehältern oder im Brandfall!

Unterhalb 10 °C bildet Chlor mit Wasser feste Chlorhydratkristalle, die zum Verstopfen von Leitungen, Ventilen etc. führen können.

Chlor bildet insbesondere bei Rückverflüssigung, Eindringen von Feuchtigkeit in die Chlorversorgung und Rückfluss von Wasser in die chlorgasführenden Leitungen aus der Korrosion von Stahl und Messing in der Vakuumleitung die sogenannte „Chlorbutter“. Chlorbutter enthält u. a. Metallchloride, je nach Werkstoff z. B. Eisen(II)-chlorid und Nickel(II)-chlorid aus Stahl oder Zinkchlorid und Kupfer(II)-chlorid aus Messing und deren Hydroxide und Oxide. Bei Verwendung von Stahl ist die dort gebildete pastöse Chlorbutter gelb-braun, bei Messing eher blau-grünlich.





Der Einsatz von Filtern von Atemschutzgeräten mit Aktivkohle ist nur bis zum Erreichen der zweiten Alarmschwelle möglich.

Gesundheitsgefahren

Bereits bei sehr niedrigen Konzentrationen (wenige ml/m³) wirkt Chlorgas reizend auf die Schleimhäute von Nase, Mund und Rachen sowie auf die Augen. Es verursacht neben Tränenfluss und Husten bei längerer Einwirkung Bluthusten, Erstickungserscheinungen und Atemnot.

Bei Konzentrationen von 5 bis 15 ml/m³ treten diese Symptome bereits nach kurzer Zeit auf; in schweren Fällen kann es zu einem gefährlichen Stimmritzenkrampf kommen. Nach einer Latenzzeit von 3 bis 7 Stunden sind Lungenentzündungen evtl. auch Lungenödeme möglich.

Tabelle 3 Einstufung und Kennzeichnung

Gefahrenklasse/ Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm / Signalwort
Oxidierende Gase, Kategorie 1;	H270: Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel	
Gase unter Druck, verflüssigtes Gas;	H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren	
Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; Augenreizung, Kategorie 2; Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3;	H330: Lebensgefahr bei Einatmen H315: Verursacht Hautreizungen H319: Verursacht schwere Augenreizung. H335: Kann die Atemwege reizen.	
Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1;	H400: Sehr giftig für Wasserorganismen	
		„Gefahr“

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Kennzeichnung Gebinde

Die Kennzeichnung der Chlorgasflaschen erfolgt nach CLP-Verordnung und Transportrecht. Die farbliche Ausführung der Flaschenschulter erfolgt nach DIN EN 1089 Teil 3 „Ortsbewegliche Gasflaschen – Gasflaschen-Kennzeichnung (ausgenommen Flüssiggas LPG) Teil 3: Farbcodierung“ in Gelb (RAL 1018), siehe Abbildung 2.



Abb. 2 Kennzeichnung von Chlorgasflaschen

Arbeitsplatz, -bereich

Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Anhang 1 der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“. Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 4).

Tabelle 4 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich

Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Bei Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas ist das Sicherheitszeichen „Warnung vor giftigen Stoffen“ am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Chlorgasbehälter verwendet werden. Bei ortsveränderlichen Chlorungseinrichtungen ist das Schild an der Einrichtung anzubringen.
	Bei Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas ist das Sicherheitszeichen „Warnung vor Gasflaschen“ am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Chlorgasbehälter verwendet werden.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Chlorgas verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist bei Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas an der Chlorungseinrichtung anzubringen.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo Druckgasbehälter bewegt werden oder beim Chlorgasflaschenwechsel.
	Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo Behälter oder Druckgasbehälter bewegt werden.

Tabelle 5 Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für Chlorgas

AGW*	Spitzenbegrenzung*	Risiko der Fruchtschädigung*
0,5 ml/m ³ bzw. 1,5 mg/m ³	1 (I)	Y

* Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

Entnahme und Bereithaltung

In Bädern erfolgt die Entnahme und Bereithaltung von Chlorgasbehältern (Chlorgasflaschen und Chlorgasfässern) zum Betrieb von Chlorgasanlagen im Chlorgasraum. Die baulichen Anforderungen an den Chlorgasraum sind in der DGUV Information 207-023 „Prüfliste für Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas und deren Aufstellungsräumen in Bädern“ sowie in der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“ enthalten.

Neben den baulichen Anforderungen sind in dieser Regel folgende wesentliche betriebliche Anforderungen enthalten:

- Der Aufenthalt von Personen in Chlorgasräumen ist auf das für Wartung, Kontrolle sowie Betrieb erforderliche Maß zu beschränken.
- In Chlorgasräumen dürfen nur die für den Betrieb einer Chlorungsanlage unter Verwendung von Chlorgas erforderlichen Einrichtungen vorhanden sein, z. B. dürfen keine Liegestühle, sonstigen Chemikalien, Wasserspielgeräte usw. gelagert werden.
- In Chlorgasräumen dürfen nicht mehr als die dreifache Anzahl (gefüllt oder entleert) der zur Entnahme angeschlossenen ortsbeweglichen Chlorgasbehälter bereitgehalten werden.
- Bei jedem Chlorgasbehälterwechsel sind die Anschlussdichtungen zu erneuern. Die dabei offenstehenden Gewindeanschlüsse (Vakuumregler) sind mit einem Stopfen zu verschließen. Die chlorgasführenden Verbindungsleitungen einschließlich der Anschlüsse, sind mit einem geeigneten Prüfreagens (Ammoniaklösung) auf Dichtheit zu prüfen. Die Ammoniaklösung selbst darf dabei keinesfalls auf Teile der Chlorungseinrichtung aufgebracht werden.
- Ventile von Chlorgasbehältern müssen von Dichtungsmitteln, die mit Chlor reagieren (z. B. Ölen und Fetten), freigehalten werden. Geeignete Dichtungsmittel sind fluorierte Öle oder Fette.
- Das Auswechseln von Chlorgasbehältern darf nur unter Verwendung von Atemschutzgeräten erfolgen.
- Chlorgasflaschen dürfen nur stehend entleert oder bereitgehalten werden und sind einzeln gegen Umstürzen zu sichern.
- Chlorgasbehälter sind entsprechend ihres Füllungsgrades, z. B. mit Hinweisschildern mit der Aufschrift „voll“ bzw. „leer“, zu kennzeichnen.
- Flaschenventile dürfen nur von Hand und ohne Hilfsmittel betätigt werden. Chlorgasbehälter mit festsitzenden Flaschenventilen sind entsprechend gekennzeichnet an den Abfüllbetrieb zurückzusenden.
- Zum Abdichten undichter Ventile sind z. B. spezielle gasdichte Ventilschutzkappen mit Ventil (Notfallset) an gut erreichbarer Stelle im Chlorgasraum bereitzustellen.
- Ventile von nicht angeschlossenen Chlorgasbehältern sind gegen Beschädigung und Verschmutzung, z. B. mit einer Ventilverschlussmutter und Ventilschutzkappe, zu sichern.
- Zum Transport von Chlorgasbehältern sind geeignete Transportmittel, z. B. Flaschentransportwagen und Hebezeuge zur Verfügung zu stellen und zu benutzen.
- Ein Abtransport undichter Chlorgasbehälter darf nur mit geeigneten Bergungsbehältern erfolgen. Diese Behälter werden vom Transport-, Unfall-, Informations- und Hilfeleistungssystem der deutschen chemischen Industrie (TUIS) und von Chlorgasherstellern bereitgehalten. Nähere Informationen sind vom Lieferanten der Chlorgasbehälter erhältlich.
- Bei Außerbetriebnahme und Instandhaltungsarbeiten an Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas, insbesondere an deren Leitungen, sind diese gegen Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, z. B. durch Verschließen des Vakuumregelventils mit einem Stopfen. Bei Wiederinbetriebnahme ist eine Dichtheitsprüfung vorzunehmen.
- Anschlussleitungen für Chlorgasbehälter einschließlich der dazugehörigen Verschraubungen und Sammelleitungen sind regelmäßig zu prüfen und bei Beschädigungen, Korrosion oder Versprödung unverzüglich zu erneuern.
- Die Chlorgasanlage sowie das Chlorgaswarngerät müssen regelmäßig durch eine befähigte Person geprüft werden. Die Chlorgasbeseitigungseinrichtung kann von einer unterwiesenen Person geprüft werden. Bewährte Prüfabstände sind 12 Monate bei der Chlorgasanlage und beim Chlorgaswarngerät bzw. 6 Monate bei der Chlorgasbeseitigungseinrichtung (siehe Ziffer 7.1 der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“).

Lagerung

Für Räume, die zur Lagerung von Chlorgasbehältern dienen, ist die TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ anzuwenden. Chlorgasräume sind möglichst so zu dimensionieren, dass genügend angeschlossene und bereitgehaltene Chlorgasbehälter (gefüllt oder entleert) untergebracht werden können und somit kein separater Lagerraum erforderlich ist.

Maßnahmen bei Chlorgasaustritt

Bei einem Chlorgasaustritt dürfen Beschäftigte den Chlorgasraum nur mit geeignetem Atemschutzgerät (Vollmaske mit Kombinationsfilter B2P2 oder ein Gebläse unterstütztes Filtergerät mit Kombinationsfilter TH3B2P) betreten. Zum Abdichten undichter Flaschenventile sind spezielle gasdichte Ventilschutzkappen (Notfallset) geeignet.

Maßnahmen bei Chlorgasausbruch

Bei Chlorgasausbruch ist eine automatische Alarmweiterleitung (Hauptalarm = Alarmschwelle 2) an eine ständig besetzte Stelle erforderlich, wenn das Warnsignal vom Betriebspersonal nicht wahrgenommen werden kann (z. B. außerhalb der Betriebszeiten) oder bei Abwesenheit des nach Kapitel 5.2 der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“ unterwiesenen Personals. Für das Verhalten bei Chlorgasausbruch ist ein Chlorgasalarmplan präventiv zu erstellen, in dem alle notwendigen Maßnahmen für diesen Fall festgelegt sind. Der Chlorgasalarmplan sollte kurz und übersichtlich sein. Er muss für alle Beschäftigte einsehbar an einer geeigneten Stelle ausgehängt oder ausgelegt sein. Die Beschäftigten sind regelmäßig durch Übungen zu unterweisen.

Der Chlorgasalarmplan sollte folgende Informationen enthalten:

- Der Chlorgasraum darf nur mit Chemikalienvollschutzanzug (CSA) und mit Umluft unabhängigem Atemschutzgerät betreten werden.
- Die Chlorgasbeseitigungsanlage ist in Betrieb zu nehmen, wenn sie nicht bereits über das Chlorgaswarngerät aktiviert wurde.
- Die Feuerwehr ist zu informieren, Tel-Nr.: 112.
- Die Lüftungsanlage soll abgeschaltet werden, wenn sich die Luftansaugöffnungen für die Hallenbadlüftung im Gefahrenbereich befinden.
- Gefahrenbereiche um den Chlorgasraum sind unter Berücksichtigung der Windrichtung zu evakuieren und der Zutritt durch Unbefugte ist zu verhindern.
- In besonderen Fällen sind unmittelbar angrenzende Einrichtungen (z. B. Schulen) zu warnen.
- Zufahrtswege für Einsatzfahrzeuge sind frei zu machen und Rettungskräfte sind einzuweisen.

Der Bäderbetrieb oder die Verantwortlichen haben sich im Vorfeld mit den Einsatzkräften abzustimmen und haben dabei wie folgt vorzugehen:

- Gemeinsame Ortsbegehung
- Festlegung des Zufahrtsweges zum Chlorgasraum
- Informationen der Einsatzkräfte über das Gefahrenpotenzial, z. B. Anzahl und Lage der Chlorgasbehälter
- Information zur Vorgehensweise, z. B. Zugänglichkeit, Außerbetriebnahme der Chlorgasanlage und Notfallausrüstung
- Evakuierungsbereiche und Sammelplätze sind festzulegen.

Maßnahmen bei Bränden

Chlorgasbehälter sind durch Feuer und Wärmestrahlung gefährdet, weil dabei eine unzulässige Druckerhöhung und eine Reaktion des Chlors mit dem Behältermaterial auftreten kann (s. o.). Im Brandfall sind deshalb Chlorgasbehälter sofort mit Wasser zu kühlen, z. B. mit der Wasserberieselungsanlage.

Entsorgung

Chlorgasbehälter mit abgelaufenem Prüfdatum, mit offensichtlichen Korrosionsschäden oder mit feststehenden Flaschenventilen sind entsprechend zu kennzeichnen und nach Rücksprache mit dem Lieferanten von diesem abholen zu lassen. Dieser entscheidet, ob Bergebehälter eingesetzt werden müssen.

Persönliche Schutzausrüstung

Beim Chlorgasbehälterwechsel und bei Tätigkeiten im Zusammenhang mit Chlorgasaustritten ist eine Vollmaske mit Kombinationsfilter B2P2 oder ein Gebläse unterstütztes Filtergerät mit Kombinationsfilter TH3B2P zu tragen. Für die Atemschutzgeräte zum Wechseln der Chlorgasbehälter sind geeignete Ersatzfilter außerhalb der Chlorgasräume, jedoch leicht erreichbar, staub- und feuchtigkeitgeschützt aufzubewahren.

Bei Chlorgasausbrüchen ist ein Chemikalienschutzanzug (CSA) mit Umluft unabhängigem Atemschutzgerät zu tragen (siehe auch Kapitel 1.4.5 und 1.4.7).

Beim Transport bzw. beim Wechsel von Chlorgasbehältern sind Schutzschuhe mindestens der Kategorie S1, besser der Kategorie S2 und Schutzhandschuhe (z. B. Lederhandschuhe) zu tragen.

Erste Hilfe

Allgemeines

Alle Personen, die mit Chlorgas umgehen, müssen über die Gesundheitsgefahren unterrichtet sein und über das Verhalten bei Arbeitsunfällen unterwiesen werden (Muster-Betriebsanweisung „Chlor“ im Anhang 2).

Bei Verdacht auf Chlorgasvergiftung ist die verunglückte Person aus dem Gefahrenbereich zu bringen. Die helfenden Personen haben sich hierbei vor Eigenkontakt mit Chlor zu schützen (Atemschutzgerät). Es ist unverzüglich ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen. Dem Arzt bzw. der Ärztin sind der chemische Stoff „Chlor“ sowie die bereits durchgeführten Maßnahmen anzugeben.

Augen

Auge sofort unter Schutz des nicht betroffenen Auges ausgiebig mehrere Minuten mit fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person der augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Nach Einatmen von Chlorgas sind die Verletzten aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft oder in einen gut durchlüfteten Raum zu bringen. Sie sind ruhig zu lagern und vor Wärmeverlust zu schützen. Bei Bewusstlosigkeit ist eine stabile Seitenlagerung erforderlich und für ärztliche Behandlung zu sorgen. Bei Atembeschwerden ist für ärztliche Behandlung zu sorgen.

Haut

Durchtränkte oder von Gas durchsetzte Kleider sind sofort zu entfernen. Betroffene Hautstellen sind gründlich mit sehr viel Wasser abzuspülen, dann mit sterilem Verbandsmaterial abzudecken. Verletzte sind ruhig zu lagern und vor Wärmeverlust zu schützen. Bei Bewusstlosigkeit ist eine stabile Seitenlagerung erforderlich und für ärztliche Behandlung zu sorgen.

2.1.2 Natriumhypochloritlösung mit mehr als 10 % aktivem Chlor (NaOCl)

Natriumhypochloritlösung ist auch unter dem Namen Natronbleichlauge, Chlorbleichlauge oder Chlorlauge bekannt.

Einsatz in der Wasseraufbereitung

In kleineren Hallenbädern wird oft Natriumhypochlorit als Desinfektionsmittel eingesetzt, siehe Abbildung 3. Handelsüblich sind verbrauchsfertige Lösungen mit 150 g/l Aktiv-Chlor (wirksames Chlor) in 35 Kilogramm-Gebinden. Die verbrauchsfertige Lösung wird mittels einer Dosierpumpe direkt aus dem Liefergebilde dem Filtrat zu dosiert. Mit zunehmender Lagerdauer und Raumtemperatur reduziert sich der Gehalt an wirksamen Chlor. Der tägliche Verlust an wirksamen Chlor beträgt bei einer Raumtemperatur von 15 °C etwa 0,35 g/l und bei 20 °C bereits 1,1 g/l.



Abb. 3 Natriumhypochloritverfahren

Wird Natriumhypochlorit am Verwendungsort durch Elektrolyse mit Kochsalz hergestellt, ist der Anteil an wirksamen Chlor mit 2–9 g/l im Einzelfall bis zu 35 g/l wesentlich geringer als in der handelsüblichen und verbrauchsfertigen Lösung.

Tabelle 6 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Natriumhypochloritlösung	CAS-Nummer: 7681-52-9
Erscheinungsform	schwach gelbgrün gefärbte, chlorähnlich riechende Lösung
Schmelzbereich	–30° C bis –20° C
Dichte (flüssig)	1,20 bis 1,25 g/ml
pH-Wert	ca. 9,7
Geruchsschwelle	0,02–1 ml/m ³ (Chlor)

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte

Natriumhypochlorit reagiert mit Säuren (z. B. Salzsäure) und sauren Salzen (z. B. Aluminiumsulfat) unter Chlorgasentwicklung.

Natriumhypochlorit reagiert heftig mit Isocyanursäureverbindungen sowie mit Ammoniak unter Bildung von explosionsgefährlichem Stickstofftrichlorid.



Licht und Schwermetalle beschleunigen die Zersetzung von Natriumhypochlorit zu Natriumchlorid und Sauerstoff (Druckaufbau in gasdichten Behältern!). Als Nebenprodukte entstehen dabei Chlor und Chlordioxid. Parallel dazu findet eine Temperatur- und pH-abhängige Umlagerung zu Natriumchlorid und Natriumchlorat statt. Die Desinfektionswirkung nimmt dadurch ab.

Gesundheitsgefahren

Natriumhypochlorit wirkt ätzend auf Haut, Augen und Schleimhäute.

Tabelle 7 Einstufung und Kennzeichnung

Natriumhypochloritlösung mit mehr als 10% aktivem Chlor






Gefahrenklasse / Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm / Signalwort
Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B Schwere Augenschädigung, Kategorie 1	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	
Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 2	H400: Sehr giftig für Wasserorganismen H411: Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
	Ergänzende Gefahrenhinweise EUH031: Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase	
		„Gefahr“

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Arbeitsplatz, -bereich

Die Kennzeichnung in Bädern erfolgt gemäß Anhang 1 der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“. Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 8).

Tabelle 8 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich

Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumhypochloritlösungen verwendet werden.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumhypochloritlösungen verwendet werden.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumhypochloritlösungen offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumhypochloritlösungen offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. Behälter bewegt werden.
	Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumhypochloritlösungen offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzschürze benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumhypochloritlösungen offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.
Behälter und Geräte nicht wechselweise benutzen Natriumhypochlorit + Säure → giftiges Chlorgas Lebensgefahr!	Bei ortsfesten Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Natriumhypochlorit ist dieses Schild an den Einrichtungen und in Lager- und Umfüllräumen anzubringen, in denen Natriumhypochlorit verwendet wird.

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

Für die Beurteilung der inhalativen Exposition bei Tätigkeiten mit Chlorbleichlauge ist die Leitkomponente Chlorgas heranzuziehen (s. Tabelle 9).

Tabelle 9 Arbeitsplatzgrenzwert

AGW* für Chlor	Spitzenbegrenzung*	Risiko der Fruchtschädigung*
0,5 ml/m ³ bzw. 1,5 mg/m ³	1 (I)	Y

* Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

Lagerung

Lagerräume und Lagerbereiche sind gegen den Zutritt Unbefugter zu sichern. Um ein Auskristallisieren der Lösungen zu verhindern, sind die Räume frostfrei zu halten. Andererseits soll die Lagertemperatur 20°C nicht überschreiten, um die rasche Zersetzung von Natriumhypochlorit zu verhindern.

Natriumhypochloritlösungen dürfen nur im Originalbehälter aufbewahrt werden.

Die Behälter müssen nach Gefahrstoffverordnung gekennzeichnet sein. Natriumhypochloritlösung ist nur begrenzt lagerfähig, da sie sich in Chlor, Chlorwasserstoff und Sauerstoff zersetzt. Erwärmung oder Sonneneinstrahlung beschleunigt die Zersetzung unter Druckaufbau. Deshalb sind die Behälter vor direkter Sonneneinstrahlung und Erwärmung zu schützen.

Behälter mit Natriumhypochloritlösung müssen in eine Auffangeinrichtung (z. B. Auffangwanne) eingestellt werden.

Bei Lagerung in ortsfesten Tanks gelten die Anforderungen der TRGS 509 „Lagern von Gefahrstoffen in ortsfesten Anlagen sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter“.

In unmittelbarer Nähe dürfen keine Stoffe oder Gemische gelagert werden, die mit Natriumhypochlorit gefährlich reagieren können, z. B. Säuren und saure Flockungsmittel.

Maßnahmen beim Gebrauch

Natriumhypochloritlösung darf nicht in die Kanalisation gelangen. Deshalb sind Gebinde beim Gebrauch in eine Auffangwanne zu stellen. Zur Vermeidung von gefährlichen Reaktionen dürfen Behälter, Dosierpumpen, Leitungen für Natriumhypochloritlösungen nicht wechselseitig für andere Flüssigkeiten verwendet werden. Diese Einrichtungen sind entsprechend dem Inhaltsstoff zu kennzeichnen.

Zur Vermeidung einer Fehlbefüllung von Dosiertanks sind geeignete Vorrichtungen erforderlich, zum Beispiel Links-gewinde, verschließbarer farblich gekennzeichneter Anschlussstutzen (siehe Abbildung 4). Den Befüllvorgang müssen Fahrzeugführende und Lagerpersonal nach dem 4-Augen-Prinzip kontrollieren. Es wird empfohlen vor Beginn des Befüllvorgangs mittels pH-Messstreifen die angelieferte Charge zu überprüfen.



Abb. 4 Verwechslungssichere Einfüllstutzen

Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen

Ausgelaufene Mengen sind mit sehr viel Wasser in die Kanalisation zu spülen.

Zur Beseitigung darf der Gefahrenbereich nur mit geeigneter persönlicher Schutzausrüstung (Atem-, Augen-, Hand- und Körperschutz) betreten werden. Anschließend ist der Raum zu lüften und verschmutzte Gegenstände und der Boden sind zu reinigen.

Maßnahmen bei Bränden

Die wässrige Lösung brennt nicht und ist nicht brandfördernd. Beim Erhitzen von Gebinden erfolgt eine Drucksteigerung mit Berstgefahr. Behälter sind deshalb, wenn möglich, aus der Gefahrenzone zu bringen oder mit Sprühstrahl (Wasser) zu kühlen.

Entsorgung

Ausgelaufene Mengen sind mit sehr viel Wasser in die Kanalisation zu spülen.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Natriumhypochloritlösung möglich ist, z. B. Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:

- Gesichtsschutz.
- Chemikalienschutzhandschuhe z. B. aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von mindestens 0,35 mm.
- Stiefel mit hohem Schaft und Kunststoffschürze aus PVC.

Erste Hilfe

Augen

Auge sofort (Laugen ätzen besonders rasch!) ausgiebig unter Schutz des nicht betroffenen Auges mindestens 10 Minuten mit fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person einer augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Nach Einatmen von Chlor die verletzte Person unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft oder in einen gut durchlüfteten Raum bringen. Ruhig lagern und vor Wärmeverlust schützen. Bei Bewusstlosigkeit Lagerung in stabiler Seitenlage. Bei Atembeschwerden für ärztliche Behandlung sorgen.

Haut

Kontaminierte Kleider sofort entfernen. Betroffene Hautstellen gründlich mit sehr viel Wasser abspülen. Bei sichtbaren oder empfundenen Reizungen und in jedem Fall nach massivem Kontakt betroffene Hautpartien mit sterilem Verbandmaterial abdecken und für ärztliche Behandlung sorgen.

2.1.3 Calciumhypochlorit mit mehr als 39% aktivem Chlor (Ca(OCl)₂)

Einsatz in der Wasseraufbereitung

Calciumhypochlorit wird meist in sehr kleinen Bädern, z. B. in Lehrschwimmbecken oder in Hotelschwimmbädern als Desinfektionsmittel eingesetzt, siehe Abbildung 5. Calciumhypochlorit ist im Handel als Granulat oder in Tablettenform erhältlich. Es enthält 65–70% aktives bzw. wirksames Chlor. Am Verwendungsort wird das Granulat in einem Ansetz- und Dosierbehälter mit Wasser zu einer 1–3% Calciumhypochlorit-Lösung gebracht, die mittels Dosierpumpen dem Filtrat zugeführt wird.



Abb. 5 Calciumhypochloritverfahren

Tabelle 10 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Calciumhypochlorit	CAS-Nummer: 7778-54-3
Erscheinungsform	grauweißes Pulver oder Granulat mit chlorähnlichem Geruch
Schmelzpunkt	der Stoff zersetzt sich beim Erhitzen
Siedepunkt	entfällt
Zersetzungstemperatur	ab 177 °C
Dichte	2,35 g/cm ³
pH-Wert	wässrige Lösungen von Calciumhypochlorit reagieren stark alkalisch (pH > 12)
Geruchsschwelle	0,02–1 ml/m ³ (Chlor)

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte

Calciumhypochlorit spaltet beim Erhitzen über 177 °C Sauerstoff und Chlor ab.

Calciumhypochlorit reagiert mit Säuren (z. B. Salzsäure) und Lösungen saurer Salze (z. B. Aluminiumsulfat) unter Chlorgasentwicklung. Ebenso entsteht in geringen Mengen Chlorgas durch Zutritt von Luftfeuchtigkeit. Calciumhypochlorit reagiert heftig mit Isocyanursäureverbindungen sowie mit Ammoniak unter Bildung von explosionsgefährlichem Stickstofftrichlorid.

Calciumhypochlorit selbst brennt nicht, erhöht jedoch die Brandgefahr bei Kontakt mit brennbaren Stoffen und kann einen Brand erheblich fördern.

Gesundheitsgefahren

Calciumhypochlorit wirkt ätzend auf Haut, Augen und Atemwege.

Tabelle 11 Einstufung und Kennzeichnung

Gefahrenklasse/ Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm / Signalwort
Oxidierende Feststoffe, Kategorie 2;	H272: Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel	
Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B	H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	
Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken;	H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken	
Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1	H400: Sehr giftig für Wasserorganismen H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
	Ergänzende Gefahrenhinweise EUH031: Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase	
		„Gefahr“

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Arbeitsplatz, -bereich

Die Kennzeichnung in Bädern erfolgt gemäß Anhang 1 der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“. Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 12).

Tabelle 12 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich

Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Calciumhypochlorit verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor brandfördernden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Calciumhypochlorit verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Calciumhypochlorit verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Calciumhypochlorit verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Calciumhypochlorit offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Augenschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Calciumhypochlorit offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit einer Staubentwicklung von Calciumhypochlorit zu rechnen ist, sofern keine wirksame Absaugung vorhanden ist.
Behälter und Geräte nicht wechselweise benutzen Calciumhypochlorit + Säure → giftiges Chlorgas Lebensgefahr!	Bei ortsfesten Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Calciumhypochlorit ist dieses Schild an den Einrichtungen und in Lager- und Umfüllräumen anzubringen, in denen Calciumhypochlorit verwendet wird.

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

Für die Beurteilung der inhalativen Exposition bei Tätigkeiten mit Calciumhypochlorit ist als Leitkomponente Chlorgas heranzuziehen (s. Tabelle 13).

Tabelle 13 Arbeitsplatzgrenzwert

AGW* für Chlor	Spitzenbegrenzung*	Risiko der Fruchtschädigung*
0,5 ml/m ³ bzw. 1,5 mg/m ³	1 (I)	Y

* Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

Lagerung

Es sind die Vorschriften nach TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ zu beachten. Bis zu einer Lagermenge von 50 kg gelten die Anforderungen nach Nr. 4.2 der TRGS 510. Ab einer Lagermenge von 50 kg bis zu 200 kg müssen zusätzlich die Anforderungen nach Nr. 4.3 der TRGS 510 eingehalten werden. Insbesondere muss der Technikraum/Lageraum gut durchlüftet sein, es besteht Rauchverbot und Nahrungs- sowie Genussmittel dürfen nicht aufgenommen werden. Bis zu einer Menge von 200 kg ist damit in der Regel die Lagerung im Technikraum ohne besondere bauliche Maßnahmen möglich.

Über 200 kg sind zusätzlich die Anforderungen nach den Nr. 5 und 9 der TRGS 510 einzuhalten (z. B. feuerbeständige Bauweise) und damit ist die Lagerung in einem separaten Lagerraum des Technikbereichs erforderlich.

Calciumhypochlorit ist zur Vermeidung einer raschen Zersetzung trocken und kühl, möglichst unter 25 °C, zu lagern. Die Behälter sind verschlossen zu halten.

In unmittelbarer Nähe dürfen keine Stoffe oder Gemische gelagert werden, die mit Calciumhypochlorit gefährlich reagieren können, z. B. Säuren, Trichlorisocyanursäure und Natriumdichlorisocyanurat, und brennbare Stoffe.

Maßnahmen beim Gebrauch

Der Einsatz von geschlossenen Systemen zum Erzeugen der Calciumhypochloritlösung ist vorzuziehen.

Bei offenem Umgang mit festem Calciumhypochlorit (z. B. beim Umfüllen, beim Ansetzen von Lösungen) können gesundheitsschädliche Stäube auftreten. Zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren sind in diesen Fällen bei stationären Anlagen wirksame Absaugeinrichtungen, bei nicht stationärer Verwendung geeignete Atemschutzgeräte einzusetzen. Calciumhypochloritlösung darf nicht in die Kanalisation gelangen. Behälter mit Calciumhypochloritlösung sind deshalb mit einer Auffangwanne zu sichern.

Sofern nicht verfahrenstechnisch notwendig, dürfen zur Vermeidung von gefährlichen Reaktionen Behälter, Dosierpumpen, Leitungen für Calciumhypochloritlösungen nicht wechselseitig für andere Flüssigkeiten verwendet werden. Diese Einrichtungen sind entsprechend dem Inhaltsstoff zu kennzeichnen.

Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen

Verschütteter Stoff darf nicht in den Vorratsbehälter zurückgegeben werden. Kleinmengen sind mit sehr viel Wasser in die Kanalisation zu spülen. Zur Beseitigung größerer Mengen darf der Gefahrenbereich nur mit geeigneter persönlicher Schutzausrüstung (Atem-, Augen-, Hand- und Körperschutz) betreten werden. Den Stoff vorsichtig aufnehmen und in einem geschlossenen Kunststoffbehälter der geordneten Entsorgung zuführen.

Größere Mengen nicht in die Kanalisation spülen, sondern mechanisch aufnehmen, dabei Staubentwicklung vermeiden und PSA tragen! Anschließend den Raum lüften und verschmutzte Gegenstände und Boden reinigen.

Maßnahmen bei Bränden

Stoff selbst brennt nicht, wirkt aber auch durch Abspaltung von Sauerstoff brandfördernd. Drucksteigerung und Berstgefahr der Gebinde beim Erhitzen. Behälter deshalb wenn möglich aus der Gefahrenzone bringen oder mit Sprühstrahl (Wasser) kühlen. Beim Löschen Umluft unabhängiges Atemschutzgerät tragen.

Entsorgung

Sonderabfallentsorgung nach örtlichen Vorschriften beachten.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Calciumhypochlorit möglich ist, z. B. Umfüllen oder Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen, für andere Bereiche wird auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung eine analoge Schutzausrüstung empfohlen:

- Gestellbrille mit Seitenschutz oder Gesichtsschutz.
- Bei offenem Umgang ohne Absaugung Vollmaske mit Kombinationsfilter B2P2 oder Gebläse unterstütztes Filtergerät mit Kombinationsfilter TH3B2P.
- Chemikalienschutzhandschuhe z. B. aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von mindestens 0,35 mm.

Erste Hilfe**Augen**

Auge sofort (Laugen ätzen besonders rasch!) unter Schutz des nicht betroffenen Auges ausgiebig mindestens 10 Minuten mit fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person einer augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Nach Einatmen von Chlor die verletzte Person unter Selbstschutz (z. B. Atemschutzvollmaske mit Kombinationsfilter B2P2 bei starker Staubentwicklung) aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft oder in einen gut durchlüfteten Raum bringen. Ruhig lagern und vor Wärmeverlust schützen. Bei Bewusstlosigkeit Lagerung in stabiler Seitenlage. Bei Atembeschwerden für ärztliche Behandlung sorgen.

Haut

Kontaminierte Kleidung sofort entfernen. Betroffene Hautstellen gründlich mit sehr viel Wasser abspülen und für ärztliche Behandlung sorgen.

2.1.4 Chlordioxidlösung ($\text{ClO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

Einsatz in der Wasseraufbereitung

Im Säure-Natriumchlorit-Verfahren entsteht Chlordioxid (siehe Abbildung 6). Bei diesem Verfahren wird Chlordioxidlösung zur Desinfektion von Brauch- und Prozesswasser durch Reaktion von Natriumchloritlösung (7,5 %) und Salzsäure (9 %) mit einem Gehalt von bis zu 2 g Chlordioxid pro Liter Lösung erzeugt. Dieses Verfahren wird vorwiegend in Bädern zur Legionellen-Prophylaxe und bei Behebung einer Filterverkeimung eingesetzt.

Chlordioxidgas kann beim verbotswidrigen Vermischen von Natriumchloritlösung mit Säure frei werden.



Abb. 6 Chlordioxid nach dem Salzsäure-Natriumchloritverfahren

Tabelle 14 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Chlordioxidlösung (2 g/L)	CAS-Nummer: 10049-04-4
Erscheinungsform:	gelbe Flüssigkeit
Untere Explosionsgrenze (UEG)	300 g/m ³ für Chlordioxidgas
Dichteverhältnis zu Luft	2,33 für Chlordioxidgas
pH-Wert	wässrige Lösungen von Chlordioxid („Chlorwasser“) reagieren sauer
Geruchsschwelle	0,1 ml/m ³ = 0,28 mg/m ³

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte des Ausgangsstoffs Natriumchloritlösung

Die Natriumchloritlösung ist stabil, wenn sie nicht verunreinigt wird. Eintrocknetes Natriumchlorit entwickelt beim Erhitzen über 170 °C, bei Schlag oder Reibung Sauerstoff. Parallel erfolgt eine Umsetzung zu Natriumchlorid und Natriumchlorat, das sich dann weiter unter Sauerstoffabspaltung zersetzt.

Festes Natriumchlorit z. B. eingetrocknet aus Lösungen, ist ein starkes Oxidationsmittel, das mit vielen oxidierbaren Stoffen (z. B. Papier, Natur- und viele Kunstfasern, Holz, Ölen) sehr heftig, teilweise unter Feuererscheinung oder unter Verpuffung reagieren kann.

Mit Säuren oder sauren Lösungen (z. B. Flockungsmittel!) entsteht explosionsgefährliches, akut toxisches Chlordioxid.

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte der Chlordioxidlösung

Chlordioxidlösung reagiert heftig bis explosionsartig mit oxidierbaren Stoffen.

Bei Konzentrationen über 28 g/l können Chlordioxidlösungen spontan zerfallen.

Reines Chlordioxidgas zersetzt sich explosionsartig in Chlor und Sauerstoff. Eine Verdünnung mindert die Explosionsneigung; bei Konzentrationen unter 10 Vol. % (ca. 300 g/m³) in Gasen, mit denen Chlordioxid nicht reagiert (z. B. Luft, Stickstoff, Kohlendioxid) besteht keine Explosionsgefahr mehr.

Mit einer kritischen Chlordioxidkonzentration muss beispielsweise über einer wässrigen Chlordioxidlösung mit einer Konzentration von mehr als 8 g/l Chlordioxid (bei einer Temperatur von 20 °C) gerechnet werden (z. B. bei falscher Dosierung der Natriumchloritlösung mit der Salzsäure).

Gesundheitsgefahren

Chlordioxid ruft starke Reizerscheinungen im Bereich der Schleimhäute von Augen und Atemorganen hervor, Erstickungsgefühl, Hustenanfälle, mitunter Erbrechen, Bindehautentzündung, starke Kopfschmerzen, in schweren Fällen Lungenödem mit Atemnot, Sauerstoffmangelerscheinung und Kreislaufversagen. Bei kurzzeitiger Einwirkung sehr hoher Konzentrationen drohen Stimmritzenkrampf bzw. reflektorischer Atem- oder Herzstillstand und Nervenschädigungen (z. B. Augenmuskellähmungen).

Tabelle 15 Einstufung und Kennzeichnung von Natriumchloritlösung (7,5 %)




Gefahrenklasse / Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm / Signalwort
Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B Schwere Augenschädigung, Kategorie 1	H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	
Akute Toxizität, Kategorie 4	H312: Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt H332: Gesundheitsschädlich bei Einatmen	
	Ergänzende Gefahrenhinweise EUH032: Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase	
		„Gefahr“

Tabelle 16 Einstufung und Kennzeichnung von Salzsäure 9 %

Gefahrenklasse / Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm / Signalwort
Metallkorrosiv, Kategorie 1	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein	
		„Achtung“

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Arbeitsplatz, -bereich

Als Gas oder konzentrierte Lösung kann Chlordioxid nur bei Störfällen frei werden. In diesem Fall ist das Gas explosionsgefährlich, akut toxisch, ätzend und umweltgefährlich.

Folgende Kennzeichnung gilt für einen Arbeitsbereich mit einer Säure-Natriumchlorit-Anlage. Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Anhang 1 der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“. Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 17).

Tabelle 17 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich








Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor giftigen Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Chlordioxidlösung verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumchloritlösung bzw. Salzsäure verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumchloritlösung bzw. Salzsäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumchloritlösungen bzw. Salzsäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. Behälter bewegt werden.
	Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumchloritlösung bzw. Salzsäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzschürze benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumchloritlösungen bzw. Salzsäure offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.
Behälter und Geräte nicht wechselweise benutzen. Natriumchloritlösung + Säure → giftiges Chlordioxidgas Lebensgefahr!	Bei ortsfesten Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Natriumchlorit ist dieses Schild an den Einrichtungen und in Lager- und Umfüllräumen anzubringen, in denen Natriumchlorit verwendet wird.

Tabelle 18 Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für Chlordioxidgas

AGW*	Spitzenbegrenzung*	Risiko der Fruchtschädigung*
0,1 ml/m ³ bzw. 0,28 mg/m ³	1 (I)	–

* Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

Maßnahmen bei Gasaustritt/Verhalten im Gefahrfall

Bei Gasaustritt, z. B. bei unbeabsichtigter Stofffreisetzung durch Vermischen von Natriumchloritlösung mit Säure, ist der gefährdete Bereich zu räumen und die betroffene Umgebung zu warnen. Es besteht Lebensgefahr bei Freiwerden des Chlordioxidgases. Zur Beseitigung des gefährlichen Zustandes darf der Gefahrenbereich nur mit geeigneten Schutzmaßnahmen (Atemschutzgerät, Vollmaske oder gebläseunterstützt mit Gasfilter B, Kennfarbe grau sowie Augen-, Hand- und Körperschutz) betreten werden.

Erste Hilfe

Augen

Auge sofort unter Schutz des nicht betroffenen Auges ausgiebig mindestens 10 Minuten mit fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person einer augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Nach Einatmen von Chlordioxid die verletzte Person unter Selbstschutz (Atemschutz!) aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft oder in einen gut durchlüfteten Raum bringen. Ruhig lagern und vor Wärmeverlust schützen. Bei Bewusstlosigkeit Lagerung in stabiler Seitenlage. Auch bei völliger Beschwerdefreiheit ist nach Einatmen von Chlordioxid für ärztliche Beratung bzw. Behandlung zu sorgen.

Haut

Mit Chlordioxid oder seiner wässrigen Lösung in Kontakt gekommene Kleidung sofort entfernen, Haut mit viel Wasser gründlich spülen und für ärztliche Behandlung sorgen.

2.1.5 Trichlorisocyanursäure (C₃Cl₃N₃O₃)

Einsatz in der Wasseraufbereitung

Trichlorisocyanursäure (andere Bezeichnung: Symclosen) enthält ca. 90 % aktives Chlor und ist im Fachhandel als Granulat, Pulver oder in Tablettenform erhältlich.

Trichlorisocyanursäure ist nicht als Desinfektionsmittel nach DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“ gelistet, da mit diesem Desinfektionsmittel keine exakte Chlormessung mit der in öffentlichen Bädern erforderlichen und vorhandenen Mess- und Regeltechnik möglich ist. Ein Einsatz ist in kleinen Bädern und Wasserbecken ohne Mess- und Regeltechnik möglich.

Handelsname, z.B. **Desinfektions-Tabs**
enthält 98% Trichlorisocyanursäure
CAS-Nr. 87-90-1





Kann Brand verstärken, Oxydationsmittel. Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Verursacht schwere Augenreizungen. Kann die Atemwege reizen. Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.

Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnung bereithalten.

Einatmen von Staub vermeiden. Schutzhandschuhe tragen.

BEI VERSCHLUCKEN: Bei Unwohlsein GIFT-INFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Inhalt gemäß der lokalen Vorschriften der Entsorgung zuführen.

„Gefahr“

Füllgewicht: 5 kg

Chemie-Firma, Straße. 12345 Stadt, Telefon +49(0)1234-555-67

Abb. 7
Musteretikett

Tabelle 19 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Trichlorisocyanursäure	CAS-Nummer: 87-90-1
Erscheinungsform	weißes Granulat oder Tabletten mit stechendem Geruch nach Chlor
Schmelzpunkt	der Stoff zersetzt sich beim Erhitzen
Siedepunkt	entfällt
Zersetzungstemperatur	225 bis 230 °C
Dichte	2,07 g/cm ³
Dichteverhältnis zu Luft	entfällt
Löslichkeit in Wasser bei 20 °C	12 g/l
pH-Wert	2,0 bis 2,7 (10 g/l; 20 °C)
Geruchsschwelle	Chlor: 0,02–1 ml/m ³




Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte

Trichlorisocyanursäure spaltet beim Erhitzen Chlor ab. Es bildet mit Wasser (Luftfeuchtigkeit kann bereits ausreichend sein) oder mit Säuren Chlorgas. Trichlorisocyanursäure reagiert heftig mit Hypochloriten (z. B. Calciumhypochlorit) unter Bildung von explosionsgefährlichem Stickstofftrichlorid. Trichlorisocyanursäure reagiert ebenso heftig mit oxidierbaren Stoffen und kann Brände verstärken.

Gesundheitsgefahren

Trichlorisocyanursäure reizt die Augen, Haut und Atemwege.

Tabelle 20 Einstufung und Kennzeichnung

Gefahrenklasse / Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm / Signalwort
Oxidierende Feststoffe, Kategorie 2	H272: Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel.	
Schwere Augenreizung, Kategorie 2	H319: Verursacht schwere Augenreizung	
Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken	H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.	
Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3	H335: Kann die Atemwege reizen.	
Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1	H400: Sehr giftig für Wasserorganismen H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.	
	Ergänzende Gefahrenhinweise EUH031: Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.	
		„Gefahr“

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Der Stoff wird bei der Wasseraufbereitung in der Regel in Form von Gemischen eingesetzt, die ein geringeres Gefahrenpotential aufweisen können (siehe entsprechende Sicherheitsdatenblätter) und dementsprechend anders eingestuft und gekennzeichnet sein können.

Arbeitsplatz, -bereich

Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Anhang 1 der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“. Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 21).

Tabelle 21 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich

Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Allgemeines Warnzeichen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor brandfördernden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Trichlorisocyanursäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Augenschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Trichlorisocyanursäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit einer Staubbildung von Trichlorisocyanursäure zu rechnen ist, sofern keine geeignete Absaugung die Gefährdung wirksam beseitigt.
Behälter und Geräte nicht wechselweise benutzen! Chlorcyanurat + Hypochlorit ...⇒ explosives Stickstofftrichlorid! Chlorcyanurat + Säure ...⇒ giftiges Chlorgas! Lebensgefahr!	Bei ortsfesten Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Trichlorisocyanursäure (Chlorcyanurat) ist dieses Schild an den Einrichtungen und in Lager- und Umfüllräumen anzubringen, in denen Trichlorisocyanursäure verwendet wird.

Tabelle 22 Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

AGW*	Spitzenbegrenzung*	Risiko der Fruchtschädigung*
Kein AGW festgesetzt. Bei einem Betriebsunfall ist der AGW für Chlor zu überwachen: 0,5 ml/m ³ bzw. 1,5 mg/m ³	1 (I)	Y

* Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

Lagerung

Um Verwechslungen zu vermeiden, ist Trichlorisocyanursäure nur in vorschriftsmäßig gekennzeichneten Originalgebinden trocken und bei Temperaturen unter 25 °C aufzubewahren.

Es sind die Vorschriften nach TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ zu beachten. Bis zu einer Lagermenge von 50 kg gelten die Anforderungen nach Nr. 4.2 der TRGS 510. Über einer Lagermenge von 50 kg bis zu 200 kg müssen zusätzlich die Anforderungen nach Nr. 4.3 der TRGS 510 eingehalten werden. Insbesondere muss der Technikraum/Lageraum gut durchlüftet sein, es besteht Rauchverbot und Nahrungs- sowie Genussmittel dürfen nicht eingenommen werden. Bis zu einer Menge von 200 kg ist damit in der Regel die Lagerung im Technikraum ohne besondere bauliche Maßnahmen möglich.

Über 200 kg sind zusätzlich die Anforderungen nach den Nr. 5 und 9 der TRGS 510 einzuhalten (z. B. feuerbeständige Bauweise) und damit ist die Lagerung in einem separaten Lagerraum des Technikbereichs erforderlich.

Besondere Maßnahmen sind bei der Zusammenlagerung mit Stoffen (z. B. Hypochlorite, Säuren) zu treffen, die mit Trichlorisocyanursäure gefährlich reagieren. In diesem Fall wird empfohlen diese Stoffe im Lager getrennt aufzubewahren.

Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen

Verschüttete Trichlorisocyanursäure ist trocken unter möglichst geringer Staubentwicklung aufzunehmen und sachgerecht zu entsorgen. Verschüttete Restmengen dürfen nicht zurück in das Vorratsgefäß, den Ausguss oder in die Mülltonne gegeben werden.

Maßnahmen bei Bränden

Trichlorisocyanursäure ist nicht brennbar, wirkt aber brandfördernd. Beim Erhitzen entwickelt sich u. a. Chlor. Beim Löschen ist deshalb ein Umluft unabhängiges Atemschutzgerät zu benutzen.

Löschmittel

Geeignete Löschmittel sind Kohlendioxid oder Pulver. Nicht geeignet sind Wasser oder Schaum wegen Reaktion zu gefährlichen Stoffen wie z. B. Chlor.

Entsorgung

Restmengen sollten möglichst aufgebraucht werden, ansonsten sind sie der zuständigen Stelle zur Abfallbeseitigung zu übergeben.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Trichlorisocyanursäure möglich ist, z. B. beim Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:

- Gestellbrille mit Seitenschutz oder Gesichtsschutz.
- Vollmaske (gleichzeitig Augenschutz) mit Kombinationsfilter B2P2 oder Gebläse unterstütztes Filtergerät mit Kombinationsfilter TH3B2P sind bei Staubentwicklung notwendig, wenn keine geeignete Absaugung die Gefährdung wirksam beseitigt.
- Chemikalienschutzhandschuhe z. B. aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von mindestens 0,35 mm.
- Stiefel und Kunststoffschürze aus PVC beim Umgang mit Trichlorisocyanursäurelösung.

Auch bei Tätigkeiten mit trichlorisocyanursäurehaltigen Gemischen in Tablettenform können reizende und akut toxische Stäube auftreten, so dass auch dabei das Tragen Persönlicher Schutzausrüstung dringend anzuraten ist.

Erste Hilfe

Bei Zutritt von Wasser entsteht Chlor. Es sind dann zusätzlich die Erste-Hilfe-Maßnahmen für Chlor zu berücksichtigen.

Augen

Auge unter Schutz des unverletzten Auges sofort mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person der augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Die verletzte Person unter Selbstschutz (z. B. Atemschutzvollmaske mit Kombinationsfilter B2P2 bei starker Staubentwicklung) aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen, ruhig lagern und vor Unterkühlung schützen. Bei Anzeichen von Atemwegsreizungen für ärztliche Behandlung sorgen.

Haut

Benetzte Kleidung entfernen. Betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen und für ärztliche Behandlung sorgen.

2.1.6 Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat ($C_3Cl_2N_3NaO_3 \cdot 2H_2O$)

Einsatz in der Wasseraufbereitung

Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat (andere Bezeichnung: Troclosennatrium-Dihydrat) enthält ca. 60 % aktives Chlor und ist im Fachhandel als Granulat, Pulver oder in Tablettenform erhältlich.

Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat ist nicht als Desinfektionsmittel nach DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“ gelistet, da mit diesem Desinfektionsmittel keine exakte Chlormessung mit der in öffentlichen Bädern erforderlichen und vorhandenen Mess- und Regeltechnik möglich ist. Daher wird Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat in der Wasseraufbereitung nur in kleinen Bädern ohne Mess- und Regeltechnik (z. B. Privatbäder) eingesetzt.

Handelsname, z.B.

Chlor-Tabs zur Desinfektion

enthält 100% Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat
CAS-Nr. 51580-086-0




Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Verursacht schwere Augenreizungen. Kann die Atemwege reizen. Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung. Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.

Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnung bereithalten. Einatmen von Staub vermeiden. Schutzhandschuhe tragen.

Achtung BEI VERSCHLUCKEN: Bei Unwohlsein GIFT-INFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Inhalt gemäß der lokalen Vorschriften der Entsorgung zuführen.

Füllgewicht: 5 kg

Chemie-Firma, Straße. 12345 Stadt, Telefon +49(0)1234-555-67

Abb. 8
Musteretikett

Tabelle 23 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat	CAS-Nummer: 51580-86-0
Erscheinungsform	weißes Pulver oder Granulat mit stechendem Chlorgeruch
Schmelzpunkt	240 bis 250 °C unter Zersetzung
Siedepunkt	entfällt
Schüttdichte	0,95 bis 0,98 g/cm ³
Dichteverhältnis zu Luft	entfällt
Wasserlöslichkeit bei 25 °C	250 g/l
pH-Wert	6,7 (10 g/l; 20 °C)
Geruchsschwelle	Chlor: 0,02–1 ml/m ³



Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte

Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat spaltet beim Erhitzen Chlor ab. Es bildet mit Wasser (Luftfeuchte kann bereits ausreichend sein) oder mit Säuren Chlorgas. Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat reagiert heftig mit Hypochloriten (z. B. Calciumhypochlorit) unter Bildung von explosionsgefährlichem Stickstofftrichlorid.

Gesundheitsgefahren

Reizende Wirkung des Staubes auf Augen und Atemwege. Bei Zutritt von Feuchtigkeit entwickelt sich Chlor!

Tabelle 24 Einstufung und Kennzeichnung

Gefahrenklasse / Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm / Signalwort
Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken	H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.	
Augenreizung, Kategorie 2	H319: Verursacht schwere Augenreizung.	
Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3	H335: Kann die Atemwege reizen.	
Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1	H400: Sehr giftig für Wasserorganismen H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.	
	Ergänzende Gefahrenhinweise EUH031: Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.	
		„Achtung“

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Arbeitsplatz, -bereich

Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Anhang 1 der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“. Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 25).

Tabelle 25 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich

Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Allgemeiner Warnhinweis“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Augenschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit einer Staubentwicklung von Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat zu rechnen ist, sofern keine geeignete Absaugung die Gefährdung wirksam beseitigt.
Behälter und Geräte nicht wechselweise benutzen! Chlorcyanurat-Dihydrat + Hypochlorit ...☞ explosionsgefährliches Stickstofftrichlorid! Chlorcyanurat-Dihydrat + Säure ...☞ giftiges Chlorgas! Lebensgefahr!	Bei ortsfesten Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat (Chlorcyanurat) ist dieses Schild an den Einrichtungen und in Lager- und Umfüllräumen anzubringen, in denen Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat verwendet wird.

Tabelle 26 Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

AGW*	Spitzenbegrenzung*	Risiko der Fruchtschädigung*
Kein AGW festgesetzt. Bei einem Betriebsunfall ist der AGW für Chlor zu überwachen: 0,5 ml/m ³ bzw. 1,5 mg/m ³	1 (I)	Y

* Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

Lagerung

Um Verwechslungen zu vermeiden, ist Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat nur in vorschriftsmäßig gekennzeichneten Originalgebinden trocken und bei Temperaturen unter 25 °C aufzubewahren.

Bei der Lagerung sind die Bestimmungen nach Nummer 4.2 der TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ zu beachten.

Besondere Maßnahmen sind bei der Zusammenlagerung mit Stoffen (z. B. Hypochlorite, Säuren) zu treffen, die mit Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat gefährlich reagieren. In diesem Fall wird empfohlen diese Stoffe im Lager getrennt aufzubewahren.

Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen

Verschüttetes Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat ist trocken unter möglichst geringer Staubentwicklung aufzunehmen und sachgerecht zu entsorgen. Verschüttete Restmengen dürfen nicht zurück in das Vorratsgefäß, in den Ausguss oder in die Mülltonne gegeben werden.

Maßnahmen bei Bränden

Der Stoff ist nicht brennbar und nicht als brandfördernd gekennzeichnet, entfaltet aber bei Erhitzung eine gewisse brandfördernde Wirkung. Beim Erhitzen entwickelt sich u. a. Chlor. Beim Löschen ist deshalb ein Umluft unabhängiges Atemschutzgerät zu benutzen.

Löschmittel

Geeignete Löschmittel sind Kohlendioxid und Pulver. Nicht geeignet sind Wasser oder Schaum wegen Reaktion zu gefährlichen Stoffen wie z. B. Chlor.

Entsorgung

Restmengen sollten möglichst aufgebraucht werden, ansonsten sind sie der zuständigen Stelle zur Abfallbeseitigung zu übergeben.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat möglich ist, z. B. beim Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:

- Gestellbrille mit Seitenschutz oder Gesichtsschutz.
- Atemschutzvollmaske (gleichzeitig Augenschutz) mit Kombinationsfilter B2P2 oder ein Gebläse unterstütztes Filtergerät mit Kombinationsfilter TH3B2P ist bei Staubentwicklung notwendig, wenn keine geeignete Absaugung die Gefährdung wirksam beseitigt.
- Chemikalienschutzhandschuhe z. B. aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von mindestens 0,35 mm.
- Stiefel und Kunststoffschürze aus PVC beim Umgang mit Natriumdichlorisocyanurat-Dihydratlösungen.

Auch bei Tätigkeiten mit Gemischen in Tablettenform, die Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat enthalten, können reizende und akut toxische Stäube auftreten, so dass auch dabei das Tragen Persönlicher Schutzausrüstung dringend anzuraten ist.

Erste Hilfe

Bei Zutritt von Wasser wird Chlor abgespalten. Es sind dann zusätzlich die Erste-Hilfe-Maßnahmen für Chlor zu berücksichtigen.

Augen

Auge unter Schutz des unverletzten Auges sofort mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person der augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Verletzte Person unter Selbstschutz (z. B. Atemschutzvollmaske mit Kombinationsfilter B2P2 bei starker Staubentwicklung) aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen, ruhig lagern und vor Unterkühlung schützen. Bei Anzeichen von Atemwegsreizungen für ärztliche Behandlung sorgen.

Haut

Benetzte Kleidung entfernen. Betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen und für ärztliche Behandlung sorgen.

2.1.7 Ozon (O₃)

Einsatz in der Wasseraufbereitung

In Bädern werden Wasseraufbereitungsverfahren mit Ozon eingesetzt (siehe DIN 19643 Teil 3 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 3: Verfahrenskombinationen mit Ozonung“). Dabei wird Ozon in einer Hochspannungsanlage (Ozonerzeugungsanlage, siehe Abbildung 9) vor Ort hergestellt und dem aufzubereitenden Wasser als Oxidationsmittel zugeführt.

Die Ozonanlage besteht aus folgenden Bestandteilen: Ozonerzeugungsanlage, Vermischungseinrichtung, Reaktionsbehälter und Restozonentfernungsanlage.

In Aufstellungsräumen von Ozonanlagen muss ein Ozon-Gaswarngerät installiert sein, dass bei Erreichen der Alarmschwelle die Ozonerzeugung stoppt.



Abb. 9 Ozonerzeugungsanlage

Tabelle 27 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Ozon	CAS-Nummer: 10028-15-6
Erscheinungsform	farbloses, unangenehm stechend riechendes Gas
Schmelzpunkt	-192,5 °C
Siedepunkt	-111,9 °C
Zersetzungstemperatur	chemisch instabil, zerfällt unter bestimmten Randbedingungen bereits bei Zimmertemperatur
Dichte (Gas)	2,15g/L 0°C)
Dichteverhältnis zu Luft	1,66
pH-Wert	entfällt
Geruchsschwelle	0,02 ml/m ³

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte

Ozon ist nicht beständig und zerfällt zu Sauerstoff. Die Zerfallsgeschwindigkeit hängt ab von Konzentration, Temperatur und Lichtverhältnissen sowie von katalytisch wirkenden Stoffen, z. B. Metalloxiden.

Ozon ist ein starkes Oxidationsmittel und fördert die Verbrennung außerordentlich. Organische Stoffe, wie Gummi, werden schon durch Ozon in niedrigen Konzentrationen zerstört.

Gesundheitsgefahren

Ozon wirkt bereits in sehr niedrigen Konzentrationen stark reizend auf die Augen. Husten- und Niesreiz, Tränenbildung und Kopfschmerzen treten auf. Geringfügig höhere Konzentrationen bewirken bereits nach wenigen Minuten Einwirkungsdauer starke Reizungen der Schleimhäute in den Atemwegen, die zu Bronchialspasmen (starkem Hustenreiz) führen. Es treten Atembeschwerden auf, die die Anzeichen eines toxischen Lungenödems besitzen. Personen, die häufig oder lange Zeit der Einwirkung niedriger Ozonkonzentrationen ausgesetzt sind, können an chronischen Bronchialleiden erkranken. Höhere Ozonkonzentrationen führen zu Bewusstlosigkeit, Lungenblutungen und zum Tod.




Kennzeichnung

Ozon wird am Verbrauchsort erzeugt und nicht in Behälter abgefüllt. Eine Behälterkennzeichnung mit Piktogrammen, H- und P-Sätzen entfällt demzufolge. Ozonführende Leitungen müssen mit dem Namen „Ozon“ und einem Pfeil zur Angabe der Durchflussrichtung gekennzeichnet sein.

Arbeitsplatz, -bereich

Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Anhang 2 der DGUV Regel 103-001 und 103-015 „Richtlinien für die Verwendung von Ozon zur Wasseraufbereitung“. Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 28).

Tabelle 28 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich

Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor giftigen Stoffen“ ist an Zugängen zu Aufstellungsräumen von Ozonanlagen anzubringen.
	Das Sicherheitszeichen „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ ist an Zugängen zu Aufstellungsräumen von Ozonanlagen anzubringen.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem eine Ozonanlage betrieben wird.
Ozonanlage!	Dieses Zusatzzeichen ist an Zugängen zu Aufstellungsräumen von Ozonanlagen anzubringen.

Einstufung

Ozon ist nach TRGS 905 als krebserzeugend Kategorie 2 (Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben) eingestuft.

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

Wegen der Einstufung als krebserzeugend wurde kein AGW festgelegt. Anstelle des AGW kann ein internationaler Grenzwert¹ in Höhe von 0,1 ml/m³ zur Arbeitsplatzbeurteilung herangezogen werden.

Befinden sich in Aufstellungsräumen von Ozonanlagen keine ständigen Arbeitsplätze darf die Alarmschwelle des Ozon-Gaswarngerätes das Fünffache des internationalen Grenzwertes nicht überschreiten.

Lagerung

Ozon wird am Verbrauchsort erzeugt, verbraucht und nicht gelagert.

Maßnahmen bei Gasaustritt

Bei Ozongeruch ist bereits vor Erreichen der Alarmschwelle die Ozonerzeugungsanlage abzuschalten (Not-Aus-Schalter betätigen). Der gefährdete Bereich ist zu räumen und die betroffene Umgebung ist zu warnen. Ozon zerfällt in kürzester Zeit. Deshalb kann nach einer kurzen Wartezeit der Aufstellungsraum unter Selbstschutz betreten werden, um die Ozonkonzentration in der Luft zu bestimmen (z. B. mittels direktanzeigenden Prüfröhrchen). Gegebenenfalls ist der Raum anschließend zu lüften.

Maßnahmen bei Bränden

Ozon ist ein brandförderndes Gas. Ozon brennt nicht, erhöht jedoch die Feuergefahr und kann einen bestehenden Brand erheblich fördern.

¹ Siehe Liste internationaler Grenzwerte (LIG) des IFA, Webcode: d6247

Löschmittel

Als Löschmittel darf wegen der elektrischen Gefährdung am Hochspannungsteil der Anlage kein Wasser verwendet werden! Geeignet sind z. B. Kohlendioxid oder ABC-Pulver, die für den Einsatz an Hochspannungsanlagen über 1000 Volt zugelassen sind (siehe hierzu auch VDE 0132 „Brandbekämpfung im Bereich elektrischer Anlagen“).

Entsorgung

Das ozonhaltige Abgas wird im Normalbetrieb in der Restozon-Entfernungsanlage entsorgt.

Persönliche Schutzausrüstung

Beschäftigte haben Atemschutzgeräte anzulegen, bevor sie Räume betreten, in denen eine Ozonansammlung vorhanden oder zu vermuten ist (Selbstschutz). Für jede an der Ozonanlage beschäftigte Person ist ein namentlich gekennzeichnetes ozonbeständiges Atemschutzgerät als Vollmaske mit wirksamem B2P2-Filter zur Verfügung zu stellen.

Die Atemschutzgeräte dürfen nicht im Gefahrenbereich der Ozonanlage aufbewahrt werden (z. B. wegen Versprödungsgefahr).

Erste Hilfe

Augen

Nach Augenkontakt, erkenntlich an Brennen, Tränen und Sehbeeinträchtigung, sind die Augen mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser zu spülen. Anschließend die verletzte Person der augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Verletzte Person unter Selbstschutz (Atemschutz) aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen. Verletzte Person ruhig lagern, vor Unterkühlung schützen und für ärztliche Behandlung sorgen.

Haut

Ozonwirkung auf und Ozonaufnahme durch die Haut finden praktisch nicht statt. Maßnahmen der Ersten Hilfe ergeben sich nicht.

2.2 Säuren

Einsatz in der Wasseraufbereitung

Bei der Wasseraufbereitung wird eine Reihe von Säuren als „pH-Senker“ verwendet, siehe Abbildung 10. Die am meisten eingesetzten Säuren sind Salzsäure und Schwefelsäure in unterschiedlicher Konzentration, weshalb diese im Folgenden eingehender behandelt werden. Als pH-Senker werden üblicherweise 30–36%ige Salzsäure oder 30–38,5%ige Schwefelsäure eingesetzt.

In sicherheitstechnischer Hinsicht unterscheiden sich diese beiden Säuren nur wenig. Bemerkenswert ist der Unterschied hinsichtlich ihrer Flüchtigkeit: Während Salzsäure (außer nach Reaktion mit umliegenden Materialien) nach einer gewissen Zeitspanne rückstandsfrei abtrocknet, verdunstet Schwefelsäure nicht. Spritzer oder Pfützen verdünnter Schwefelsäure können sich sogar aufkonzentrieren und dadurch aggressiver werden. Sie müssen deshalb besonders gründlich weggespült werden oder mit Säurebinder aufgenommen werden.



Abb. 10 Dosierstation mit Säure

2.2.1 Salzsäure 30–36%ig (HCl)

Tabelle 29 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Salzsäure	CAS-Nummer: 7647-01-0
Erscheinungsform	wasserhelle bis gelbliche, stechend riechende Flüssigkeit. Höher konzentrierte Lösungen bilden an der Luft Nebel („rauchende Salzsäure“)
Schmelzpunkt	ca. -50°C
Siedepunkt	$> 80^{\circ}\text{C}$
Zersetzungstemperatur	entfällt
Dichte (flüssig)	1,15 g/ml (20°C)
Dichteverhältnis zu Luft	Chlorwasserstoffgas: 1,3
pH-Wert	< 1
Geruchsschwelle	$< 1 \text{ ml/m}^3$

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte



Salzsäure entwickelt beim Erwärmen Chlorwasserstoffgas oder -nebel. Sie wirkt stark korrodierend bzw. auflösend auf viele Metalle unter Wasserstoffentwicklung (Knallgas!). Salzsäure reagiert heftig mit Natriumhypochlorit, Calciumhypochlorit, Trichlorisocyanursäure und Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat unter Bildung von Chlorgas. Mit Natriumchlorit reagiert Salzsäure unter Bildung von Chlordioxid. Sie reagiert heftig mit Laugen.

Umfüllvorrichtungen für Salzsäure sind eindeutig zu kennzeichnen und dürfen nicht wechselseitig benutzt werden, um gefährliche Reaktionen mit anderen Chemikalien auszuschließen.

Gesundheitsgefahren

Flüssigkeit und Dämpfe wirken stark ätzend auf Haut, Schleimhäute, Augen und Atemwege.

Tabelle 30 Einstufung und Kennzeichnung

Gefahrenklasse / Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm / Signalwort
Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B Schwere Augenschädigung, Kategorie 1	H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	
Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.	 „Gefahr“
Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3	H335: Kann die Atemwege reizen.	

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Arbeitsplatz, -bereich

Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Anhang 1 der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“. Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 31).

Tabelle 31 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich






Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Salzsäure verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Salzsäurelösung verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Bereichen anzubringen, wo mit Salzsäurelösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Bereichen anzubringen, wo mit Salzsäurelösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Bereichen anzubringen, wo mit Salzsäurelösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. wenn Behälter bewegt werden.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzschürze benutzen“ ist an den Bereichen anzubringen, wo mit Salzsäurelösung offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.

Tabelle 32 Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

AGW* für Chlorwasserstoff (Salzsäuregas)	Spitzenbegrenzung *	Risiko der Fruchtschädigung*
2 ml/m ³ bzw. 3 mg/m ³	2 (I)	Y

* Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

Lagerung

Die Behälter sind dicht geschlossen zu halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufzubewahren, der für Unbefugte nicht zugänglich ist. Von Laugen und Chlorungchemikalien ist Salzsäure getrennt zu lagern.

Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen

Kleine Mengen an Salzsäure können mit viel Wasser verdünnt und in die Kanalisation weggespült werden. Größere Mengen an Salzsäure sind mit Kalkmilchsuspension zu neutralisieren und mit viel Wasser wegzuspülen. Auf Selbstschutz ist zu achten (siehe Persönliche Schutzausrüstung im Kapitel 2.3.2 „Calciumhydroxidsuspension“)

Maßnahmen bei Bränden

Behälter sind mit Sprühwasser zu kühlen. Dämpfe und Nebel mit Sprühwasser niederschlagen. Bei Berührung von Salzsäure mit unedlen Metallen besteht Explosionsgefahr (Knallgasbildung).

Löschmittel

Keine Einschränkung.

Entsorgung

Salzsäure kann in kleinen Mengen (Restmengen in Gebinden) mit viel Wasser verdünnt und neutralisiert in die Kanalisation gespült werden.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Säuren möglich ist, z. B. Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:

- Gesichtsschutz.
- Chemikalienschutzhandschuhe z. B. aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von mindestens 0,35 mm.
- Stiefel und Kunststoffschürze aus PVC.

Erste Hilfe**Augen**

Auge unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person einer augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Verletzte Person aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen, ruhig lagern, vor Unterkühlung schützen. Bei Atembeschwerden ärztliche Behandlung veranlassen.

Haut

Schnellstmöglich benetzte Kleidung entfernen, betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Für ärztliche Behandlung sorgen.

2.2.2 Schwefelsäure 30–38,5 %ig (H₂SO₄)

Schwefelsäure ist auch als Batteriesäure bekannt.

Tabelle 33 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Schwefelsäure	CAS-Nummer: 7664-93-9
Erscheinungsform	farblose, geruchlose viskose Flüssigkeit
Schmelzpunkt	Erstarrungspunkt –35 bis –60 °C
Siedepunkt	Siedebereich 108 bis 114 °C
Zersetzungstemperatur	> 300 °C
Dichte (flüssig)	1,22 bis 1,29 g/ml (20 °C)
Dichteverhältnis zu Luft	entfällt
pH-Wert	< 1
Geruchsschwelle	geruchlos

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte

Schwefelsäure entwickelt bei Erhitzen über 300 °C Schwefeltrioxid und Schwefeldioxid.


Schwefelsäure wirkt stark korrodierend bzw. auflösend auf viele Metalle unter Wasserstoffentwicklung (Knallgas!) und zersetzt organische Stoffe, wie Pappe, Holz und Textilien unter Schwarzfärbung (Verkohlung). Schwefelsäure reagiert heftig mit Natriumhypochlorit, Calciumhypochlorit, Trichlorisocyanursäure und Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat unter Bildung von Chlorgas. Mit Natriumchlorit reagiert Schwefelsäure unter Bildung von Chlordioxid. Sie reagiert heftig mit Laugen.

Umfüllvorrichtungen für Schwefelsäure sind eindeutig zu kennzeichnen und dürfen nicht wechselseitig benutzt werden, um gefährliche Reaktionen mit anderen Chemikalien auszuschließen.

Gesundheitsgefahren

Schwefelsäure wirkt stark ätzend auf Haut, Schleimhäute, Augen und kann die Atemwege reizen.

Tabelle 34 Einstufung und Kennzeichnung

Gefahrenklasse/ Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm / Signalwort
Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A Schwere Augenschädigung, Kategorie 1	H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	
Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein	
		„Gefahr“

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Arbeitsplatz, -bereich

Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Anhang 1 der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“. Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 35).

Tabelle 35 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich







Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Schwefelsäure verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Schwefelsäure verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Bereichen anzubringen, wo mit Schwefelsäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Bereichen anzubringen, wo mit Schwefelsäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Bereichen anzubringen, wo mit Schwefelsäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. wenn Behälter bewegt werden.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzschürze benutzen“ ist an den Bereichen anzubringen, wo mit Schwefelsäure offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.

Tabelle 36 Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

AGW*	Spitzenbegrenzung*	Risiko der Fruchtschädigung*
0,1 mg/m ³	1	Y

* Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

Lagerung

Die Behälter sind dicht geschlossen zu halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufzubewahren, der für Unbefugte nicht zugänglich ist. Von Laugen und Chlorungsmitteln ist Schwefelsäure getrennt zu lagern.

Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen

Kleine Mengen an Schwefelsäure können mit viel Wasser verdünnt und in die Kanalisation gespült werden.

Größere Mengen an Schwefelsäure sind mit Kalkmilchsuspension zu neutralisieren und mit viel Wasser wegzuspülen. Auf Selbstschutz ist zu achten (siehe Persönliche Schutzausrüstung im Kapitel 2.3.2 „Calciumhydroxidsuspension“)

Maßnahmen bei Bränden

Die Behälter sind mit Sprühwasser zu kühlen. Dämpfe und Nebel sind mit Sprühwasser nieder zu schlagen. Bei Berührung von Schwefelsäure mit unedlen Metallen besteht Explosionsgefahr (Knallgasbildung).

Löschmittel

Keine Einschränkung.

Entsorgung

Kleine Mengen an Schwefelsäure können mit viel Wasser verdünnt und in die Kanalisation gespült werden.

Bei der Neutralisierung ist zu beachten, dass die Schwefelsäure in das Wasser gegeben wird und nicht umgekehrt, wegen der starken Wärmeentwicklung.

„Erst das Wasser, dann die Säure – sonst geschieht das Ungeheure!“

Säurebeladene Chemikalienbinder sind der zuständigen Stelle zur Abfallentsorgung zu übergeben.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Säuren möglich ist, z. B. Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:

- Gesichtsschutz.
- Chemikalienschutzhandschuhe z. B. aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von mindestens 0,35 mm.
- Stiefel und Kunststoffschürze aus PVC.

Erste Hilfe

Augen

Auge unter Schutz des unverletzten Auges mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person einer augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Verletzte Person aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen, ruhig lagern, vor Unterkühlung schützen. Bei Atembeschwerden umgehend ärztliche Behandlung veranlassen.

Haut

Schnellstmöglich benetzte Kleidung entfernen, betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Für ärztliche Behandlung sorgen.

2.3 Laugen

Einsatz in der Wasseraufbereitung

In der Wasseraufbereitung werden Laugen als „pH-Heber“ verwendet. Die am meisten eingesetzten Laugen sind Natriumhydroxid und Calciumhydroxid sowie ihre wässrigen Lösungen (Ätznatronlösung oder Natronlauge) bzw. Suspensionen (Löschkalksuspension oder Kalkmilch). Die üblichen Handelsformen sind 30–50 %ige Lösungen.

2.3.1 Natriumhydroxid (Natronlauge), 30–50%ige Lösung

Tabelle 37 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Natriumhydroxid	CAS-Nummer: 1310-73-2
Erscheinungsform	farblose, stark ätzende Lösung
Schmelzpunkt	ca. 12 °C (50 % Natronlauge)
Siedepunkt	117 °C
Dichte (flüssig)	1,3
pH-Wert	ca. 14
Geruchsschwelle	geruchlos


Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte

Natronlauge wirkt stark korrodierend (stärker als Calciumhydroxid) bzw. auflösend auf manche unedle Metalle (z. B. Zink, Aluminium) unter Entwicklung von Wasserstoff (Knallgas!). Natronlauge reagiert heftig mit Säuren unter Erwärmung. Es besteht Spritzgefahr, wenn (lokal) der Siedepunkt der Lösung erreicht wird! Natriumhydroxid beschleunigt die Zersetzung von Wasserstoffperoxid, die stürmisch erfolgen kann.

Gesundheitsgefahren

Sowohl festes Natriumhydroxid als auch die wässrigen Lösungen wirken stark ätzend auf Haut, Schleimhäute und Augen. Die ätzende Wirkung erfolgt schneller und tiefgreifender als bei Säuren, da Laugen den schützenden Fettfilm der Haut zerstören (!). Für die Augen besteht die Gefahr irreparabler Schäden, die bis zur Erblindung führen können.

Tabelle 38 Einstufung und Kennzeichnung

Gefahrenklasse/ Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm/ Signalwort
Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A Schwere Augenschädigung, Kategorie 1	H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.	
Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.	
		„Gefahr“







Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Arbeitsplatz, -bereich

Die DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“ behandelt keine Tätigkeiten mit Natriumhydroxid. Es empfiehlt sich, eine analoge Kennzeichnung im Arbeitsbereich wie bei Säuren anzubringen. Abhängig von den Angaben im jeweiligen Sicherheitsdatenblatt kann ggf. das Warnschild „Warnung vor ätzenden Stoffen“ entfallen.

Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 39).

Tabelle 39 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich

Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natronlauge verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natronlauge verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natronlauge offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natronlauge offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natronlauge offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. wenn Behälter bewegt werden.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzschürze benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natronlauge offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW): nicht festgelegt.

Lagerung

Die Behälter sind dicht geschlossen zu halten und an einem für Unbefugte nicht zugänglichen Ort aufzubewahren. Von Säuren, unedlen Metallen und Wasserstoffperoxid ist Natronlauge fernzuhalten.

Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen

Verschüttete Natronlauge ist mit Chemikalienbinder, notfalls mit trockenem Sand aufzunehmen. Kleine Mengen können mit verdünnter Salzsäure neutralisiert und mit viel Wasser weggespült werden.

Maßnahmen bei Bränden

Die Behälter sind mit Sprühwasser zu kühlen. Dämpfe und Nebel sind mit Sprühwasser niederschlagen. Bei Berührung von Laugen mit unedlen Metallen (z. B. Aluminium) besteht Explosionsgefahr (Knallgasbildung).

Löschmittel

Bei Natronlauge besteht keine Einschränkung. Die Löschmittel sind auf den Umgebungsbrand abzustellen.

Entsorgung

Laugen können in kleinen Mengen mit viel Wasser in die Kanalisation gespült werden. Laugenbeladene Chemikalienbinder sind der zuständigen Stelle zur Abfallentsorgung zu übergeben.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Laugen möglich ist, z. B. Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:

- Gesichtsschutz.
- Chemikalienschutzhandschuhe z. B. aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von mindestens 0,35 mm.
- Stiefel und Kunststoffschürze aus PVC.

Erste Hilfe**Augen**

Auge schnellstmöglich (Erblindungsgefahr!) unter Schutz des unverletzten Auges mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person einer augenärztlichen Behandlung zuführen. Spülung möglichst während des Transports fortsetzen.

Atmungsorgane

Verletzte Person unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen, Verletzte Person ruhig lagern, vor Unterkühlung schützen. Bei Atembeschwerden umgehend ärztliche Behandlung veranlassen.

Haut

Feststoffreste mit Zellstoff oder Textilmaterial schnell von der Haut entfernen. Schnellstmöglich benetzte Kleidung entfernen. Betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen und für ärztliche Behandlung sorgen.

2.3.2 Calciumhydroxidsuspension („Kalkmilch“)

Calciumhydroxid ist wenig in Wasser löslich, weshalb es oft als Suspension („Kalkmilch“) zum Einsatz kommt. Calciumhydroxid nimmt ebenfalls aus der Luft Kohlendioxid auf unter Bildung von Calciumcarbonat, wodurch die alkalische Wirkung verloren geht.

Tabelle 40 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Calciumhydroxid	CAS-Nummer: 1305-62-0
Erscheinungsform	nicht brennbarer und nicht brandfördernder Feststoff (meist in Pulverform, mit wenig Wasser auch als stichfeste Masse), der aus Calciumoxid („Branntkalk“) durch Versetzen mit Wasser entsteht („Löschkalk“).
Schmelzpunkt	entfällt
Siedepunkt	entfällt
Zersetzungstemperatur	spaltet bei 580°C Wasser ab unter Bildung von Calciumoxid
Dichte (flüssig)	2,24
Wasserlöslichkeit bei 20 °C	1,7 g/l
pH-Wert	12,6 (gesättigte Lösung)
Geruchsschwelle	geruchlos

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte



Calciumhydroxid zersetzt sich bei 580 °C in Calciumoxid und Wasser.

Festes Calciumhydroxid löst sich in Wasser unter starker Erwärmung. Spritzgefahr! Kalkmilch wirkt stark korrodierend bzw. auflösend auf manche unedle Metalle (z. B. Zink, Aluminium) unter Entwicklung von Wasserstoff (Knallgas!). Calciumhydroxid reagiert heftig mit Säuren unter Erwärmung. Es besteht Spritzgefahr, wenn (lokal) der Siedepunkt der Lösung erreicht wird!

Gesundheitsgefahren

Sowohl festes Calciumhydroxid als auch die wässrigen Lösungen reizen die Haut und die Atemwege. Bei den Augen besteht die Gefahr irreparabler Schäden, die bis zur Erblindung führen können.

Tabelle 41 Einstufung und Kennzeichnung

Gefahrenklasse/ Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm/ Signalwort
Schwere Augenschädigung, Kategorie 1	H318: Verursacht schwere Augenschäden.	
Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2	H315: Verursacht Hautreizungen	
Spezifische Zielorgantoxizität Kategorie 3	H335: Kann die Atemwege reizen	
		„Gefahr“

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Arbeitsplatz, -bereich

Die DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“ behandelt keine Tätigkeiten mit Calciumhydroxid. Es empfiehlt sich, eine analoge Kennzeichnung im Arbeitsbereich wie bei Säuren anzubringen. Abhängig von den Angaben im jeweiligen Sicherheitsdatenblatt kann ggf. das Warnschild „Warnung vor ätzenden Stoffen“ entfallen.

Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 42).

Tabelle 42 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich








Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Calciumhydroxid verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Calciumhydroxid verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Calciumhydroxid offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Calciumhydroxid offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Calciumhydroxid offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. wenn Behälter bewegt werden.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzschürze benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Calciumhydroxid offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.
	Bei Tätigkeiten mit festem Calciumhydroxid ist wegen der Staubentwicklung anstelle des Gesichtsschutzes eine Atemschutzvollmaske mit Filter P2 zu tragen.

Tabelle 43 Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

AGW*	Spitzenbegrenzung*	Risiko der Fruchtschädigung*
1 mg/m ³ (E)	2 (I)	–

* Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

Lagerung

Die Behälter sind dicht geschlossen zu halten und an einem für Unbefugte nicht zugänglichen Ort aufzubewahren. Von Säuren, unedlen Metallen und Wasserstoffperoxid ist Calciumhydroxid fernzuhalten.

Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen

Calciumhydroxid ist staubarm aufzunehmen und zu entsorgen. Kleine Mengen können mit viel Wasser weggespült werden.

Maßnahmen bei Bränden

Dämpfe und Nebel sind mit Sprühwasser niederzuschlagen. Bei Berührung von Laugen mit unedlen Metallen (z. B. Aluminium) besteht Explosionsgefahr (Knallgasbildung!).

Löschmittel

Bei Calciumhydroxid besteht keine Einschränkung. Die Löschmittel sind auf den Umgebungsbrand abzustellen.

Entsorgung

Laugen können in kleinen Mengen mit viel Wasser in die Kanalisation gespült werden.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Kalkmilch möglich ist, z. B. Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:

- Gesichtsschutz.
- Chemikalienschutzhandschuhe z. B. aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von mindestens 0,35 mm.
- Stiefel und Kunststoffschürze aus PVC.

Bei Tätigkeiten mit festem Calciumhydroxid ist wegen der Staubentwicklung anstelle des Gesichtsschutzes eine Atemschutzvollmaske mit Filter P2 zu tragen.

Erste Hilfe

Augen

Auge schnellstmöglich (Erblindungsgefahr!) unter Schutz des unverletzten Auges mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person einer augenärztlichen Behandlung zuführen. Spülung möglichst während des Transports fortsetzen.

Atmungsorgane

Verletzte Person unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen, ruhig lagern und vor Unterkühlung schützen. Bei Atembeschwerden ärztliche Behandlung veranlassen.

Haut

Feststoffreste mit Zellstoff oder Textilmaterial schnell von der Haut entfernen. Schnellstmöglich benetzte Kleidung entfernen. Betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen und für ärztliche Behandlung sorgen.

2.4 Flockungsmittel

Einsatz in der Wasseraufbereitung

In Bädern werden dem aufzubereitenden Wasser (Rohwasser) vor der Filtration Flockungsmittel zu gesetzt, um feinteilige Verunreinigungen im Rohwasser in einen besser filtrierfähigen Zustand zu bringen (siehe Abbildung 11). Die gängigen Flockungsmittel nach DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“ sind in der folgenden Tabelle aufgeführt (s. Tabelle 44).



Abb. 11
Behälter mit Flockungsmitteln
bei der Entnahme

Tabelle 44 Gängige Flockungsmittel nach DIN 19643 zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser

Flockungsmittel	Aluminiumsulfat	Aluminiumchlorid	Natriumaluminat	Polyaluminiumhydroxidchlorid (PAC)	Polyaluminiumhydroxidchloridsulfat (PACS)	Eisen(III)chlorid	Eisen(III)chloridsulfat
Norm	(DIN EN 15031)				(DIN EN 15797)		
CAS-Nr.	10043-01-3	1327-41-9	1302-42-7	1327-41-9	39290-78-3	7705-08-0	12410-14-9
Lieferform	ca. 28 % Lsg. farblose, geruchlose Flüssigkeit	30–40 % Lsg. gelbe, stechende Flüssigkeit	25–80 % Lsg. farblose Flüssigkeit	10–25 % Lsg. hellgelbe klare Flüssigkeit	10–25 % Lsg. farblose, geruchlose Flüssigkeit	30–45 % Lsg., braune Flüssigkeit	25–50 % Lsg. braune Flüssigkeit
pH-Wert	2–2,7	1	13	2,7	3,1	< 1	< 1

Tabelle 45 Einstufung und Kennzeichnung

Flockungsmittel	Aluminiumsulfat	Aluminiumchlorid	Natriumaluminat	Polyaluminiumhydroxidchlorid (PAC)	Polyaluminiumhydroxidchloridsulfat (PACS)	Eisen(III)-chlorid	Eisen(III)-chloridsulfat
Gefahrenklasse/ Gefahrenkategorie	Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1 Schwere Augenschädigung Kategorie 1;	Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; Schwere Augenschädigung, Kategorie 1;	Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1 Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; Hautätzend, Kategorie 1A	Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1 Schwere Augenschädigung, Kategorie 1;	Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1 Schwere Augenschädigung, Kategorie 1;	Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1 Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; Akut Tox. Kategorie 4; Hautreizung, Kategorie 2	Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1 Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; Akut Tox. Kategorie 4; Hautätzend, Kategorie 1B
Gefahrenhinweise (H-Satz)	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H318: Verursacht schwere Augenschäden.	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H318: Verursacht schwere Augenschäden	H290: K ann gegenüber Metallen korrosiv sein H318: Verursacht schwere Augenschäden	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken H315: Verursacht Hautreizungen H318: Verursacht schwere Augenschäden	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
Piktogramm							
Signalwort	Gefahr	Gefahr	Gefahr	Gefahr	Gefahr	Gefahr	Gefahr

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte

Flockungsmittel werden im Bäderbereich in der Regel in Form von Lösungen bezogen und dem Rohwasser zudosiert. Die verwendeten Flockungsmittel sind bis auf Natriumaluminat stark sauer und wirken damit wie starke Säuren (z. B. Salzsäure, Schwefelsäure), also z. B. Korrosion unedler Metalle unter Wasserstoffentwicklung. Darüber hinaus dürfen diese Flockungsmittel nicht mit Chlorungschemikalien, wie z. B. Chlorbleichlauge, wegen der damit verbundenen Chlorgasfreisetzung in Verbindung gebracht werden. Natriumaluminat wirkt wegen seiner Basizität wie Natronlauge.

Gesundheitsgefahren

Alle Flockungsmittel wirken ätzend auf Augen, Haut, Schleimhäute. Zu beachten ist, dass Natriumaluminat-Lösungen den Fettfilm der Haut zerstören und eine wesentlich schnellere und intensivere Ätzwirkung haben.







Arbeitsplatz, -bereich

Umfüllvorrichtungen sind eindeutig zu kennzeichnen und nicht wechselweise zu verwenden.

Die DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“ behandelt keine Tätigkeiten mit Flockungsmitteln. Es empfiehlt sich, eine analoge Kennzeichnung im Arbeitsbereich wie bei Säuren anzubringen. Abhängig von den Angaben im jeweiligen Sicherheitsdatenblatt kann ggf. das Warnschild „Warnung vor ätzenden Stoffen“ entfallen.

Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten (s. Tabelle 46).

Tabelle 46 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich

Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Flockungsmittel verwendet werden.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Flockungsmittel verwendet werden.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Flockungsmitteln offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Flockungsmitteln offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.
	Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Flockungsmitteln offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. wenn Behälter bewegt werden.
	Das Sicherheitszeichen „Schutzschürze benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Flockungsmitteln offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.

Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)

Für die behandelten Flockungsmittel wurden bisher keine eigenen AGW festgesetzt.

Lagerung

Die Flockungsmittel sind in Originalgebinden an einem für Unbefugte unzugänglichen Bereich in Auffangwannen zu lagern. Die Flockungsmittel sind getrennt von den Chlorungschemikalien zu lagern.

Maßnahmen bei Auslaufen, Verschütten

Kleine Leckagemengen sind mit viel Wasser in die Kanalisation zu spülen. Größere Mengen sind erst zu neutralisieren (saure Lösungen z. B. mit Kalkmilch).

Maßnahmen bei Bränden

Flockungsmittel und ihre Lösungen brennen nicht und unterhalten nicht die Verbrennung. Wenn möglich sind sie aus dem Gefahrenbereich zu bringen (Drucksteigerung mit Berstgefahr beim Erhitzen).

Löschmittel

Abhängig vom Umgebungsbrand.

Entsorgung

Restmengen sind am besten aufzubrechen, ansonsten sind sie an den Lieferanten zurückzugeben.

Persönliche Schutzausrüstung

Es empfiehlt sich insbesondere bei Arbeiten an Dosiereinrichtungen und Impfleitungen eine analoge Schutzausrüstung wie beim Umgang mit Salzsäure bzw. Natronlauge anzulegen:

- Gesichtsschutz.
- Chemikalienschutzhandschuhe z. B. aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von mindestens 0,35 mm.
- Stiefel und Kunststoffschürze aus PVC.

Erste Hilfe

Augen

Auge schnellstmöglich unter Schutz des unverletzten Auges mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Anschließend die verletzte Person der augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Eine Beeinträchtigung der Atemwege, die Erste-Hilfe-Maßnahmen erfordert, ist in der Regel beim Umgang mit Flockungsmitteln im Bereich Wasseraufbereitung nicht zu erwarten. Je nach der Reaktion der Lösungen (sauer oder alkalisch) sind ggf. die Erste-Hilfe-Maßnahmen für Salzsäure oder Natronlauge anzuwenden.

Haut

Benetzte Kleidung entfernen. Betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Bei anhaltender Reizung für ärztliche Behandlung sorgen.

2.5 Filtrierhilfsstoffe

Die hauptsächlich verwendeten Filtrierhilfsstoffe im Bereich der Wasseraufbereitung sind Aktivkohle, Filtersande und -kiese, Dolomit und Kieselgur. Alle diese Materialien mit Ausnahme der Aktivkohle können Anteile an kristallinem Siliziumdioxid enthalten (beim Hersteller oder Lieferanten erfragen, die Sicherheitsdatenblätter geben darüber oft nicht ausreichend Auskunft!). Diese werden beim Menschen wirksam, wenn sie in Staubform in die tieferen Atemwege gelangen. Die Gesundheitsgefahren, die mit diesen mineralischen Stoffen verbunden sind, sind deshalb vergleichbar und die daraus resultierenden Schutzmaßnahmen dieselben. Es wird deshalb im Folgenden neben der Aktivkohle exemplarisch Kieselgur behandelt.

2.5.1 Aktivkohle

In der Regel kommt Kornkohle als Auflage im Filter zum Einsatz. Alternativ kann Aktivpulverkohle mit einem pH-Wert 1 als Suspension dem Rohwasser zudosiert werden (PAK-Verfahren, siehe Abbildung 12).

Schutzmaßnahmen

Tätigkeiten mit Aktivkohle müssen so durchgeführt werden, dass Expositionen minimiert werden. Eine geeignete Maßnahme zum Vermeiden einer Staubexposition gegenüber Aktivkohle sind z. B. das Anfeuchten, das Absaugen direkt aus den Säcken oder das Öffnen der Säcke unter Wasser. Eine Minimierung kann durch eine örtliche Absaugung an der Einfüllöffnung erreicht werden.

Bezüglich verunreinigter Haut, Arbeitskleidung und Arbeitsbereich ist besonders auf Hygiene zu achten. Verstaubte Hautpartien sind mit Wasser und Seife bzw. tensidhaltigem Reinigungs- oder Waschmittel zu säubern. Aktivkohle weist eine gewisse Sauerstoffzehrung auf, so dass es über größeren Partien zur Sauerstoffverarmung kommen kann.



Abb. 12 PAK-Verfahren

Tabelle 47 Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

AGW**	Spitzenbegrenzung**	Risiko der Fruchtschädigung**
1,25 mg/m ³ A-Staub*	8 (A)	–
10 mg/m ³ E-Staub*	2 (E)	

* Allgemeiner Staubgrenzwert nach TRGS 900

** Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

2.5.2 Kieselgur

Tabelle 48 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Kieselgur gebrannt	CAS-Nummer: 68855-54-9
Erscheinungsform	weißes bis hellgraues, in Wasser praktisch unlösliches Pulver
Schmelzpunkt	> 800 °C
Siedepunkt	entfällt
Zersetzungstemperatur	s.o.
Dichte (flüssig)	2,35 g/cm ³
Dichteverhältnis zu Luft	–
pH-Wert (100g/l)	entfällt
Geruchsschwelle	geruchlos

Gefährliche Reaktionen und Zersetzungsprodukte

Keine.



Abb. 13
Abgesaugter Behälter
mit Kieselgur

Gesundheitsgefahren

Das in Bädern verwendete Kieselgur ist gebrannt und enthält damit Anteile an Quarz und Cristobalit.


Tätigkeiten, bei denen Beschäftigte alveolengängigem quarz- und cristobalithaltigem Staub ausgesetzt sind, gelten als krebserzeugend. Nach derzeitigem Kenntnisstand besteht ein nennenswertes Krebsrisiko jedoch nur in Verbindung mit einer Silikose. Eine Silikose tritt gewöhnlich nur nach Einwirkung so hoher Dosen auf, wie sie in Bädern bei weitem nicht erreicht werden. Allerdings müssen aus Vorsorgegründen die Expositionen minimiert werden.

Schutzmaßnahmen

Die Tätigkeiten mit Kieselgur (Einbringen des Kieselgurs in den Dosierbehälter bzw. Zudosieren aus dem Dosierbehälter) müssen so durchgeführt werden, dass Expositionen minimiert werden. Dieses kann durchgeführt werden, z. B. durch:

1. Einbringen des Kieselgurs in den Dosierbehälter mit Leitstrahlsaugmischer: Bei dieser Art der Dosierung kann die Exposition gegenüber Kieselgurstäuben vermieden werden durch das Absaugen von Kieselgur direkt aus den Säcken mit einer Sauglanze und das Zuführen in den Dosierbehälter unterhalb der Wasservorlage (Leitstrahlsaugmischer).
2. Manuelles Dosieren unter örtlicher Absaugung an der Einfüllöffnung des Dosierbehälters (siehe auch Abbildung 13). Die Eingabe mittels Schaufel muss bei geringer Fallhöhe möglichst nahe über der Wasservorlage im Dosierbehälter erfolgen. Bei einer Eingabe durch Hineinschütten ist der Sack möglichst nahe an der Einfüllöffnung des Gefäßbrandes zu entleeren.
Eine weitere Möglichkeit ist das Öffnen der Säcke im Dosierbehälter unter Wasser.
3. Nach dem Stand der Staubminderungstechnik kann die Kieselgursuspension aus dem Dosierbehälter mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe abgesaugt werden.

Tabelle 49 Einstufung und Kennzeichnung von gebranntem Kieselgur





Gefahrenklasse/ Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise (H-Satz)	Piktogramm / Signalwort
Spezifische Zielorgantoxizität wiederholte Exposition, Kategorie 2	H373: Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.	 „Achtung“

Zur Kennzeichnung gehören auch die entsprechenden P-Sätze.

Arbeitsplatz, -bereich

Die DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“ schreibt für Arbeitsbereiche, in denen mit Kieselgur umgegangen wird, keine Arbeitsplatzkennzeichnung vor. Die Angaben zu den graphischen Symbolen, Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ enthalten. Es empfiehlt sich folgende Kennzeichnung (s. Tabelle 50):

Tabelle 50 Kennzeichnung Arbeitsplatz, -bereich

Sicherheitszeichen	Bemerkung
	Das Sicherheitszeichen „Allgemeines Warnzeichen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Kieselgur verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Kieselgur verwendet wird.
	Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit einer Staubeentwicklung von Kieselgur zu rechnen ist, sofern keine wirksame Absaugung vorhanden ist.
	Das Sicherheitszeichen „Augenschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Kieselgur offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW):

Bei der Beurteilung der Exposition gegenüber gebranntem Kieselgur sind sowohl der amorphe Anteil (AGW für gebrannte Kieselgur s.u.) als auch der kristalline Quarzanteil (Summe an Cristobalit und Quarz) zu ermitteln und zu beurteilen (s. Tabelle 51).

Tabelle 51 Arbeitsplatzgrenzwert

AGW**	Spitzenbegrenzung**	Risiko der Fruchtschädigung**
0,3 mg/m ³ A-Staub*	8	Y

* Gilt nur für den amorphen Anteil.

Für die kristallinen Anteile von Kieselgur (Quarz und Cristobalit) gilt der Beurteilungsmaßstab von 0,05 mg/m³, A-Staub.

** Begriffe siehe Anhang 1 „Glossar“

Lagerung

Kieselgur wird gewöhnlich in 25-kg-Papiersäcken angeliefert. Bei der Anlieferung der Papiersäcke sind diese auf mögliche Beschädigung zu prüfen. Eventuell beschädigte Säcke sind zuzukleben. Die Originalgebinde sind im Lagerraum trocken zu lagern. Der Lagerraum ist sauber zu halten, ausgetretene Kleinmengen an Kieselgur sind feucht aufzunehmen.

In Bereichen, in denen mit Kontaminationen mit Kieselgur zu rechnen ist, dürfen keine Nahrungs- und Genussmittel aufbewahrt und eingenommen werden.

Maßnahmen bei Verschütten

Verschüttete Mengen sind unter Selbstschutz (Atemschutz) und weitgehender Vermeidung von Staubeentwicklung aufzunehmen und anschließend am besten wieder zu verwenden. Sonst anfeuchten und in einen verschlossenen, vorschriftsmäßig gekennzeichneten Behälter geben. Der betroffene Bereich ist gründlich zu reinigen.

Maßnahmen bei Bränden

Kieselgur brennt nicht und wirkt nicht brandfördernd. Kieselgur kann bei starker Hitzeeinwirkung seinen Anteil an kristallinem Siliziumdioxid erhöhen. Daher ist die Brandstelle nur mit persönlicher Schutzausrüstung und möglichst feucht zu räumen und zu reinigen.

Löschmittel

Die Löschmittel sind auf den Umgebungsbrand abzustellen.

Entsorgung

Kieselgur ist möglichst vollständig zu verwenden, ansonsten ist sie in verschlossenen und vorschriftsmäßig in gekennzeichneten Behältern zu entsorgen. Leere Säcke sollten unter Verwendung von Atemschutz unmittelbar nach der Entleerung zusammengerollt und anschließend in einem großen Plastiksack entsorgt werden.

Persönliche Schutzausrüstungen und Arbeitshygiene

- Bei offenem Umgang mit Kieselgur, z. B. Eingabe von Kieselgur in das Dosiergefäß: Schutzbrille.
- Halbmasken mit Partikelfilter der Kategorie 2 bzw. filtrierende Halbmasken FFP2.
- Verunreinigte Arbeitskleidung ist zu wechseln und gründlich zu waschen.

Erste Hilfe**Augen**

Kieselgurstaub in den Augen wird im Allgemeinen durch den dadurch ausgelösten Tränenfluss ausgeschwemmt. Bei Fremdkörpergefühl das Auge mit fließendem Wasser ausgiebig spülen. Bei anhaltenden Reizerscheinungen die verletzte Person der augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Bei Atembeschwerden die betroffene Person an die frische Luft bringen, bei anhaltenden Beschwerden der ärztlichen Behandlung zuführen.

Haut

Baldmöglichst mit Wasser und Seife reinigen.

Anhang 1

Glossar (Begriffe und Abkürzungen)

Glossar (Begriffe und Abkürzungen)	
Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)	Der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind.
Betriebsanweisung	Die Arbeitgebenden haben eine Betriebsanweisung zu erstellen, in der die beim Umgang mit Gefahrstoffen auftretenden Gefahren für Mensch und Umwelt sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt werden; auf die sachgerechte Entsorgung entstehender gefährlicher Abfälle (einschließlich Reststoffe) ist hinzuweisen. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form und in der Sprache der Beschäftigten abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. In der Betriebsanweisung sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über die Erste Hilfe zu treffen.
Befähigte Person	Befähigte Person ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fach-Kenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt. Siehe Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 1203 „Befähigte Personen“.
Bereithaltung	Als Bereithaltung gilt, wenn gefüllte ortsbewegliche Druckgasbehälter an den zur Entnahme vorgesehenen Stellen als Reservebehälter an Entnahmeeinrichtungen angeschlossen sind (Ventil des ortsbeweglichen Druckgasbehälters ist noch geschlossen) oder zum baldigen Anschluss aufgestellt sind, soweit dies für den Fortgang der Arbeiten erforderlich ist oder wenn ortsbewegliche Druckgasbehälter zum Füllen bereitgestellt werden.
CAS-Nummer	Identifikationsnummer des „Chemical Abstracts Service“
Chlorgasausbruch*	Bei Verwendung von Chlorgas das Freiwerden größerer Chlorgasmengen. Ein Chlorgasausbruch kann z. B. bei Undichtigkeiten an der Chlorungseinrichtung auftreten.
Chlorgasaustritt*	Bei Verwendung von Chlorgas das unbeabsichtigte Freiwerden geringer Chlorgasmengen. Ein Chlorgasaustritt kann z. B. beim Flaschenwechsel auftreten.
Chlorgasbehälter*	Obergriff für Chlorgasflaschen und Chlorgasfässer
Chlorgasbeseitigungseinrichtung*	Einrichtung, die im Falle eines Chlorgasausbruchs bei Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas das austretende Chlorgas sicher und wirksam beseitigt.
Chlorgasführende Teile von Chlorungseinrichtungen*	Teile einer Chlorungseinrichtung unter Verwendung von Chlorgas, aus denen bedingt durch den Überdruck beim Öffnen oder bei Leckagen Chlorgas entweichen kann.
Chlorgasräume*	Räume, in denen sich chlorgasführende Teile von Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas befinden und Chlorgasbehälter verwendet werden.
Chlorung*	Chlorung im Sinne der DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“ ist der Zusatz von Chlorungchemikalien in Wasser zum Zwecke der Desinfektion sowie der Oxidation von schädlichen oder störenden Wasserinhaltsstoffen.
Chlorungchemikalien*	Gase, Feststoffe oder Lösungen, die bei Zugabe in Wasser oder durch Umsetzung mit anderen Chemikalien desinfizierend wirkende Chlorverbindungen freisetzen. Zu den Chlorungchemikalien gehören z. B. Chlorgas, Natriumhypochloritlösung, Calciumhypochlorit, Natriumchlorit und Trichlorisocyanursäure. Die im Wasser wirksamen Chlorverbindungen sind hypochlorige Säure und Chlordioxid.

Glossar (Begriffe und Abkürzungen)	
Chlorungseinrichtungen*	Zusammenschluss verfahrenstechnischer Einrichtungen, die zur Chlorung von Wasser verwendet werden. <ul style="list-style-type: none"> • Zu einer Chlorungseinrichtung gehören insbesondere: • In Gebrauch befindliche Behälter für Chemikalien und Chlor, z. B. Chlorgasbehälter, • Geräte zur Erzeugung chlorhaltiger Lösungen, • Misch-, Absperr-, Regel-, Dosier-, Mess- und Sicherheitseinrichtungen, • Leitungen.
Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas*	Einrichtungen, bei denen Chlor verwendet wird.
Dichte	Verhältnis der Masse eines gasförmigen, flüssigen oder festen Stoffes zu seinem Volumen
Dichteverhältnis (bei Gasen; Luft = 1)	Gase mit einem Dichteverhältnis zu Luft größer (kleiner) 1 sind „schwerer“ („leichter“) als Luft und reichern sich deshalb in Bodennähe (Deckennähe) an.
Elektrolyse-Chlorungseinrichtungen*	Einrichtungen, in denen Hypochloritlösung oder Chlor durch Elektrolyse einer Chloridlösung, von Salzsäure oder von chloridhaltigem Schwimmbadwasser erzeugt wird.
Entnahme	Als Entnahme gilt, wenn Druckgasbehälter zur Entnahme angeschlossen sind und Gase entnommen werden.
Fachkundige Person	Die Arbeitgeber können die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung auch an eine oder mehrere fachkundige Personen delegieren. Sie müssen sicherstellen, dass die für sie tätig werdenden Personen über die notwendigen Kenntnisse verfügen und alle für die Gefährdungsbeurteilung erforderlichen Unterlagen und Informationen zur Verfügung stellen. Zum Erwerb der notwendigen Kenntnisse siehe DGUV Grundsatz 313-003 in Anhang 7
Geruchsschwelle Wahrnehmungswert Erkennungswert	Individuell stark streuende Mindestkonzentration, bei der ein Stoff mit der Nase wahrgenommen bzw. erkannt (identifiziert) werden kann.
H-Satz	Gefahrenhinweis nach CLP-Verordnung
Lagerung	Lagerung ist das Aufbewahren zur späteren Verwendung sowie zur Abgabe an andere. Es schließt die Bereitstellung zur Beförderung ein, wenn die Beförderung nicht innerhalb von 24 Stunden nach der Bereitstellung oder am darauffolgenden Werktag erfolgt. Ist dieser Werktag ein Samstag, so endet die Frist mit Ablauf des nächsten Werktags. Als Lagern gilt, wenn Druckgasbehälter in Vorrat gehalten werden. Als Lagern gilt nicht, wenn Chlorgasbehälter im Chlorgasraum zur Entnahme angeschlossen sind oder zur baldigen Entleerung angeschlossen werden (Bereithaltung).
pH-Wert	Maß für die sauren oder basischen Eigenschaften einer (wässrigen) Lösung: <ul style="list-style-type: none"> • Neutrale Lösungen, die weder saure noch basische Eigenschaften haben, z. B. reines Wasser oder Kochsalzlösung, weisen einen pH-Wert von 7 auf. • Säuren haben pH-Werte unter 7, wobei mit steigender Säurestärke der pH-Wert sinkt (starke Säuren z. B. pH 1). • Laugen haben pH-Werte über 7, wobei mit steigender Laugenstärke der pH-Wert steigt (starke Laugen z. B. pH 14).
P-Sätze	Sicherheitshinweise nach CLP-Verordnung
Risiko der Fruchtschädigung (Schwangerschaft)	Mit der Bemerkung „Y“ werden Stoffe ausgewiesen, bei denen ein Risiko der Fruchtschädigung bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes und des biologischen Grenzwertes (BGW) nicht befürchtet zu werden braucht. Die Bemerkung „Z“ wird für Stoffe vergeben, für die ein Risiko der Fruchtschädigung auch bei Einhaltung des AGW und des BGW nicht ausgeschlossen werden kann.

Glossar (Begriffe und Abkürzungen)	
Sicherheitsdatenblatt	<p>Das Sicherheitsdatenblatt ist dazu bestimmt, dem berufsmäßigen Anwender die bei Tätigkeiten mit Stoffen und Gemische notwendigen Daten und Umgangsempfehlungen zu vermitteln, um die für den Gesundheitsschutz, die Sicherheit am Arbeitsplatz und den Schutz der Umwelt erforderlichen Maßnahmen treffen zu können.</p> <p>Das Sicherheitsdatenblatt enthält unter anderem folgende wichtige Angaben:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stoff-/Gemisch- und Lieferantenbezeichnung / relevante Verwendungen 2. Mögliche Gefahren / Einstufung / Kennzeichnung 3. Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen 4. Erste-Hilfe-Maßnahmen 5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung 6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung 7. Handhabung und Lagerung (Schutzmaßnahmen) 8. Expositionsbegrenzung (Grenzwerte)/Persönliche Schutzausrüstung 9. Physikalische und chemische Eigenschaften 10. Stabilität und Reaktivität (z. B. unverträgliche Materialien) 11. Angaben zur Toxikologie (Wirkungen) 12. Angaben zur Ökologie 13. Hinweise zur Entsorgung 14. Angaben zum Transport 15. Vorschriften 16. Sonstige Angaben.
Spitzenbegrenzung von Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW)	<p>Bei der Festlegung von Expositionsspitzen werden die Stoffe gemäß ihrer toxikologischen Wirkung in der TRGS 900 in folgende zwei Kategorien eingeteilt:</p> <p>Kategorie I Stoffe bei denen die lokale Wirkung grenzwert- bestimmend ist oder atemwegssensibilisierende Stoffe</p> <p>Kategorie II Resorptiv wirksame Stoffe</p>
TRGS	<p>Technische Regeln für Gefahrstoffe. TRGS konkretisieren die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung.</p>
Technikräume	<p>Technikräume sind Räume in denen Wasseraufbereitungsanlagen oder Teile davon vorhanden sind (z. B. Filtrräume)</p>

* aus DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“

Anhang 2

Betriebsanweisungsentwürfe

Betriebsanweisung Nr.:

gemäß § 14 Gefahrstoffverordnung

Betrieb: Bad

Arbeitsbereich: Chlorgasraum

Tätigkeit: Flaschenwechsel

Chlor

Akut toxisches, ätzendes, stechend riechendes, gelbgrünes Gas, in Flaschen oder Fässern unter Druck verflüssigt.

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Lebensgefahr bei Einatmen. Verursacht Hautreizungen. Verursacht schwere Augenreizung. Kann die Atemwege reizen.
- Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel.
- Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.
- Sehr giftig für Wasserorganismen



Signalwort: Gefahr



Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Flaschen (auch leere) nur mit Wagen transportieren. Chlorgasflaschen standsicher aufstellen und einzeln mit Kette/Bügel sichern. Bei jedem Flaschenwechsel Dichtung erneuern, Anschlüsse auf Dichtheit prüfen. Wasservorlage im Bodenablauf ggf. ergänzen.



- **Atemschutz:** Beim Flaschenwechsel Vollmaske mit Filter B2P2 tragen.
- Filter spätestens 6 Monate nach Öffnung erneuern, Filterverfalldatum beachten!
- Vor Benutzung auf Dichtheit prüfen.



- **Handschutz:** Lederhandschuhe beim Chlorgasflaschentransport bzw. Chlorgasflaschenwechsel tragen.
- **Fußschutz:** Sicherheitsschuhe mindestens der Kategorie S1 tragen.



Verhalten im Gefahrenfall

Bei Chlorgasaustritt (Undichtigkeiten am Flaschenventil), gasdichte Ventilschutzkappe mit Ventil verwenden. Dabei Atemschutz tragen (s.o.)
Bei Chlorgasausbruch gemäß Chlorgasalarmplan vorgehen.



Notruf: 112

Erste Hilfe

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



Nach Augenkontakt: Auge unter Schutz des unverletzten Auges sofort mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen. Immer Augenarzt aufsuchen!

Nach Einatmen: Verletzte Person unter Selbstschutz aus der Gefahrenzone bringen, ruhig lagern, warm halten. Bei Atembeschwerden für notärztliche Behandlung sorgen.

Ersthelfer/Ersthelferin:

Sachgerechte Entsorgung

Leere Flaschen mit Umhängeschild „Leer“ kennzeichnen. Nur im Chlorgasraum – gegen Umfallen gesichert aufbewahren. Bei undichten oder beschädigten Flaschen sofort Gaslieferanten verständigen.

Datum:

Unterschrift:

Betriebsanweisung Nr.:

Betrieb: **Bad**

gemäß § 14 Gefahrstoffverordnung

Arbeitsbereich: **Technikraum**

Tätigkeit: Verdünnen, Umfüllen

Natriumhypochlorit > 10 % Chlor

Chlorbleichlauge mit mehr als 15 % aktivem Chlor

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
- Natriumhypochlorit reagiert mit Säuren (z. B. Salzsäure) und sauren Salzen (z. B. Aluminiumsulfat) unter Chlorgasentwicklung.
- Natriumhypochlorit reagiert heftig mit Isocyanursäureverbindungen sowie mit Ammoniak unter Bildung von explosionsgefährlichem Stickstofftrichlorid.
- Licht und Schwermetalle beschleunigen die Zersetzung von Natriumhypochlorit zu Natriumchlorid und Sauerstoff (Druckaufbau in gasdichten Behältern!). Als Nebenprodukte entstehen dabei Chlor und Chlordioxid.
- Sehr giftig für Wasserorganismen.



Signalwort: Gefahr

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Nie mit Säuren in Verbindung bringen – Chlorgasbildung!
- Behälter dicht geschlossen halten. Getrennt von Säuren lagern.
- **Augenschutz:** Gesichtsschutz tragen.
- **Handschutz:** Chemikalienschutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm tragen.
- **Fußschutz:** Stiefel aus PVC tragen.
- **Körperschutz:** Kunststoffschürze aus PVC tragen
- Während der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.



Verhalten im Gefahrenfall

Ausgelaufene Mengen sind mit sehr viel Wasser in die Kanalisation zu spülen.
Bei großflächigem Verschütten oder bei Fehlbedienung (z. B. Chlorgasbildung durch Zugabe von Säure) Atemschutz mit Filter B2P2 verwenden.
Im Brandfall Behälter mit Wasserstrahl kühlen.



Notruf: 112

Erste Hilfe

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



Nach Augenkontakt: Auge unter Schutz des unverletzten Auges sofort mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen. Immer Augenarzt/Augenärztin aufsuchen!

Nach Einatmen: Verletzte Person unter Selbstschutz aus der Gefahrenzone bringen, ruhig lagern, warm halten. Bei Atembeschwerden für notärztliche Behandlung sorgen.

Ersthelfer/Ersthelferin:

Sachgerechte Entsorgung

Ausgelaufene Mengen sind mit sehr viel Wasser in die Kanalisation zu spülen.

Datum:

Unterschrift:

Betriebsanweisung Nr.:Betrieb: **Bad**

gemäß § 14 Gefahrstoffverordnung

Arbeitsbereich: **Technikraum****Tätigkeit: Verdünnen, Umfüllen**

Salzsäure 30%ige Lösung

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
- Entwickelt beim Erwärmen Chlorwasserstoffgas oder -nebel. Kann die Atemwege reizen.
- Wirkt stark korrodierend bzw. auflösend auf viele Metalle unter Wasserstoffentwicklung (Knallgas!).
- Reagiert heftig mit Natriumhypochlorit, Calciumhypochlorit, Trichlorisocyanursäure und Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat (Chlorgas!). Reagiert mit Natriumchlorit (Chlordioxid!). Sie reagiert heftig mit Laugen unter Wärmeentwicklung.
- Grundwassergefährdend WGK 1.

**Signalwort:** Gefahr

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Behälter sind dicht geschlossen zu halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufzubewahren, der für Unbefugte nicht zugänglich ist. Getrennt von Laugen, unedlen Metallen und Chlorungschemikalien lagern.
- Einatmen von Dämpfen und Aerosolen vermeiden. Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden!



- Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen vermeiden. Beim Auflösen oder Verdünnen immer zuerst das Wasser dann die Säure zugeben.
- Während der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.
- **Augenschutz:** Gesichtsschutz tragen.
- **Handschutz:** Chemikalienschutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm tragen.
- **Fußschutz:** Stiefel aus PVC tragen.
- **Körperschutz:** Kunststoffschürze aus PVC tragen



Verhalten im Gefahrenfall

Verschmutzte und durchtränkte Kleidung sofort wechseln.

Bei Beseitigung von ausgelaufenem/verschüttetem Produkt immer Gesichtsschutz, Schutzhandschuhe und Stiefel tragen (s.o.).

Kleine Mengen an Salzsäure können mit viel Wasser verdünnt und in die Kanalisation weggespült werden.

Größere Mengen sind mit Kalkmilchsuspension zu neutralisieren und mit viel Wasser wegzuspülen.

Im Brandfall Behälter mit Wasserstrahl kühlen. Dämpfe und Nebel mit Sprühwasser niederschlagen.

Notruf: 112

Erste Hilfe

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

Nach Augenkontakt: Auge unter Schutz des unverletzten Auges sofort mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen. Immer für augenärztliche Behandlung sorgen!

Nach Einatmen: Verletzten aus der Gefahrenzone bringen, ruhig lagern, warm halten. Bei Atembeschwerden für notärztliche Behandlung sorgen.

Haut: Schnellstmöglich benetzte Kleidung entfernen, betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Für ärztliche Behandlung sorgen.

Ersthelfer/Ersthelferin:



Sachgerechte Entsorgung

Salzsäure kann in kleinen Mengen (Restmengen in Gebinden) mit viel Wasser verdünnt und neutralisiert in die Kanalisation gespült werden.

Datum:

Unterschrift:

Betriebsanweisung Nr.:

gemäß § 14 Gefahrstoffverordnung

Betrieb: **Bad**Arbeitsbereich: **Technikraum****Tätigkeit: Verdünnen, Umfüllen**

Schwefelsäure 30–38,5 %ige Lösung

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Wirkt stark ätzend auf Haut, Schleimhäute, Augen.
- Entwickelt bei Erhitzen über 300 °C Schwefeltrioxid und Schwefeldioxid.
- Wirkt stark korrodierend bzw. auflösend auf viele Metalle unter Wasserstoffentwicklung (Knallgas!).
- Zersetzt organische Stoffe, wie Pappe, Holz und Textilien unter Schwarzfärbung (Verkohlung).
- Reagiert heftig mit Natriumhypochlorit, Calciumhypochlorit Trichlorisocyanursäure und Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat (Chlorgas!). Reagiert mit Natriumchlorit (Chlordioxid!).
- Reagiert heftig mit Laugen.

Signalwort: Gefahr

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Behälter sind dicht geschlossen zu halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufzubewahren, der für Unbefugte nicht zugänglich ist. Getrennt von Laugen, unedlen Metallen und Chlorungschemikalien lagern.



- Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen vermeiden. Beim Auflösen oder Verdünnen immer zuerst das Wasser dann die Säure zugeben.

- Aerosolbildung vermeiden. Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden!

- Während der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.

- **Augenschutz:** Gesichtsschutz tragen.

- **Handschutz:** Chemikalienschutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm tragen.

- **Fußschutz:** Stiefel aus PVC tragen.

- **Körperschutz:** Kunststoffschürze aus PVC tragen



Verhalten im Gefahrenfall

Verschmutzte und durchtränkte Kleidung sofort wechseln.

Bei Beseitigung von ausgelaufenem/verschüttetem Produkt immer Gesichtsschutz, Schutzhandschuhe und Stiefel tragen (s. o.).

Kleine Mengen an Schwefelsäure können mit viel Wasser verdünnt und in die Kanalisation gespült werden. Größere Mengen an Schwefelsäure sind mit Kalkmilchsuspension zu neutralisieren und mit viel Wasser wegzuspülen.

Im Brandfall Behälter mit Wasserstrahl kühlen. Dämpfe und Nebel mit Sprühwasser niederschlagen.

Notruf: 112

Erste Hilfe

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

Nach Augenkontakt: Auge unter Schutz des unverletzten Auges sofort mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen. Immer für augenärztliche Behandlung sorgen!

Nach Einatmen: Verletzte Person aus der Gefahrenzone bringen, ruhig lagern, warm halten. Umgehend für notärztliche Behandlung sorgen.

Haut: Schnellstmöglich benetzte Kleidung entfernen, betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Für ärztliche Behandlung sorgen.

Ersthelfer/Ersthelferin:



Sachgerechte Entsorgung

Salzsäure kann in kleinen Mengen (Restmengen in Gebinden) mit viel Wasser verdünnt und neutralisiert in die Kanalisation gespült werden.

Datum:

Unterschrift:

Betriebsanweisung Nr.:Betrieb: **Bad**

gemäß § 14 Gefahrstoffverordnung

Arbeitsbereich: **Technikraum****Tätigkeit: Verdünnen, Umfüllen**

Natronlauge (Natriumhydroxid 30–50 %ige Lösung)

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Verursacht schwere Verätzungen der Haut, der Augen und der Schleimhäute. Für die Augen besteht die Gefahr irreparabler Schäden.
- Natronlauge wirkt stark korrodierend bzw. auflösend auf manche unedle Metalle (z. B. Zink, Aluminium) unter Entwicklung von Wasserstoff (Knallgas!).
- Reagiert heftig mit Säuren unter Erwärmung.
- Beschleunigt die Zersetzung von Wasserstoffperoxid, die stürmisch erfolgen kann.

Signalwort: Gefahr

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Behälter sind dicht geschlossen zu halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufzubewahren, der für Unbefugte nicht zugänglich ist. Von Säuren, unedlen Metallen und Wasserstoffperoxid ist Natronlauge fernzuhalten.

- Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen vermeiden. Beim Auflösen oder Verdünnen immer zuerst das Wasser dann die Lauge zugeben.



- Aerosolbildung vermeiden. Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden!

- Während der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.

- **Augenschutz:** Gesichtsschutz tragen.

- **Handschutz:** Chemikalienschutzhandschuhe aus Nitrilkauschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm tragen.

- **Fußschutz:** Stiefel aus PVC tragen.

- **Körperschutz:** Kunststoffschürze aus PVC tragen



Verhalten im Gefahrenfall

Verschmutzte und durchtränkte Kleidung sofort wechseln.

Bei Beseitigung von ausgelaufenem/verschüttetem Produkt immer Gesichtsschutz, Schutzhandschuhe und Stiefel tragen (s. o.).

Verschüttete Natronlauge ist mit Chemikalienbinder, notfalls mit trockenem Sand aufzunehmen.

Kleine Mengen können mit verdünnter Salzsäure neutralisiert und mit viel Wasser weggespült werden.

Im Brandfall Behälter mit Wasserstrahl kühlen. Dämpfe und Nebel mit Sprühwasser niederschlagen.

Notruf: 112

Erste Hilfe

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

Nach Augenkontakt: Auge schnellstmöglich (Erblindungsgefahr!) unter Schutz des unverletzten Auges mindestens 10 Minuten unter fließendem bei gespreizten Lidern Wasser spülen. Anschließend verletzte Person einer augenärztlichen Behandlung zuführen. Spülung möglichst während des Transports fortsetzen.

Nach Einatmen: Verletzte Person aus der Gefahrenzone bringen, ruhig lagern, warm halten. Umgehend für notärztliche Behandlung sorgen.

Haut: Schnellstmöglich benetzte Kleidung entfernen, betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Für ärztliche Behandlung sorgen.

Ersthelfer/Ersthelferin:

Sachgerechte Entsorgung

Laugen können in kleinen Mengen mit viel Wasser in die Kanalisation gespült werden.

Laugenbeladene Chemikalienbinder sind der zuständigen Stelle zur Abfallentsorgung zu übergeben.

Datum:

Unterschrift:

Betriebsanweisung Nr.:

Betrieb: **Bad**

gemäß § 14 Gefahrstoffverordnung

Arbeitsbereich: **Technikraum**

Tätigkeit: Verdünnen, Umfüllen

Eisen (III)-chlorid, 40 %ige Lösung

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Verursacht schwere Augenschäden. Verursacht Hautreizungen. Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
- Der Lösung ist meist Salzsäure zugesetzt (am stechenden Geruch erkennbar).
- Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.
- Reagiert mit starken Oxidationsmitteln und mit starken Laugen unter heftiger Wärmeentwicklung.



Signalwort: Gefahr

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Behälter dicht geschlossen halten und an einem für Unbefugte nicht zugänglichen Ort aufbewahren. Von starken Oxidationsmitteln und starken Laugen fernhalten.
- Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen vermeiden.
- Einatmen von Dämpfen und Aerosolbildung vermeiden. Berührung mit Augen und Haut vermeiden!



- Während der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.
- **Augenschutz:** Gesichtsschutz tragen.
- **Handschutz:** Chemikalienschutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm tragen.
- **Fußschutz:** Stiefel aus PVC tragen.
- **Körperschutz:** Kunststoffschürze aus PVC tragen



Verhalten im Gefahrenfall

Verschmutzte und durchtränkte Kleidung sofort wechseln.

Notruf: 112

Bei Beseitigung von ausgelaufenem/verschüttetem Produkt immer Gesichtsschutz, Schutzhandschuhe und Stiefel tragen (s. o.).

Kleine Leckagemengen sind mit viel Wasser in die Kanalisation zu spülen.

Größere Mengen sind vorher mit Kalkmilch zu neutralisieren.

Im Brandfall Behälter mit Wasserstrahl kühlen.

Erste Hilfe

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



Nach Augenkontakt: Auge unter Schutz des unverletzten Auges mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Anschließend verletzte Person einer augenärztlichen Behandlung zuführen.

Haut: Schnellstmöglich benetzte Kleidung entfernen, betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Für ärztliche Behandlung sorgen.

Ersthelfer/Ersthelferin:

Sachgerechte Entsorgung

Restmengen sind aufzubrauchen, ansonsten sind sie an den Lieferanten zurückzugeben.

Datum:

Unterschrift:

Anhang 3

Formblatt für das Gefahrstoffverzeichnis
(gemäß TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, Abschnitt 5.8)

Gefahrstoffverzeichnis (Muster)									
Unternehmen		...		Erstellt		Überprüft			
Betrieb:				am (Datum):		am (Datum):			
Arbeitsbereich:				von (Name):		von (Name):			
Lfd. Nr.	Bezeichnung des Stoffes oder Gemisches, ggf. zusätzlich chemischer Name	Einstufung nach Gefahrstoffrecht			Menge/ Monat oder Jahr (kg, Liter, T)	Arbeitsbereich/ Lager	Sicherheitsdatenblatt (Lieferant, Datum, Ablageort)		
		Gefahrenklasse	Gefahrenkategorie	Gefahrenhinweise H-Sätze/EUH-Sätze					
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

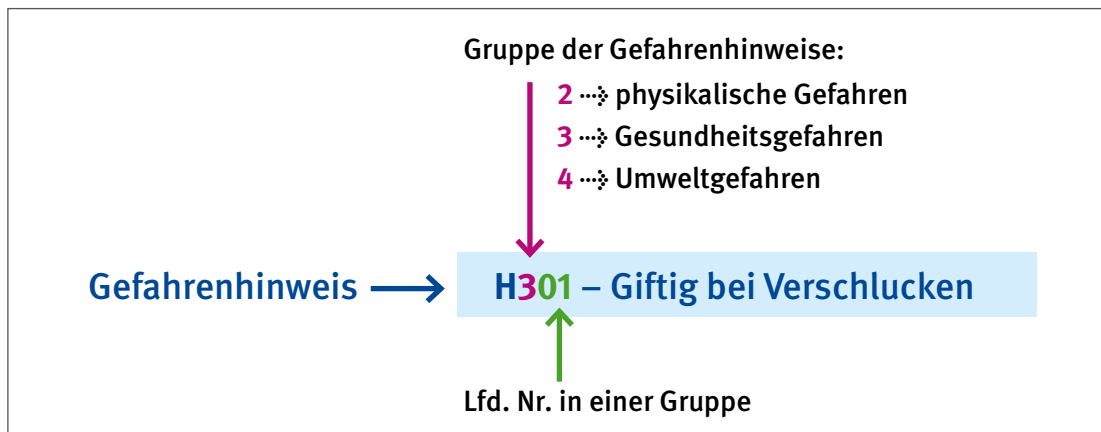
Anhang 4

Aufbau der H- und P-Sätze gemäß CLP-Verordnung

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

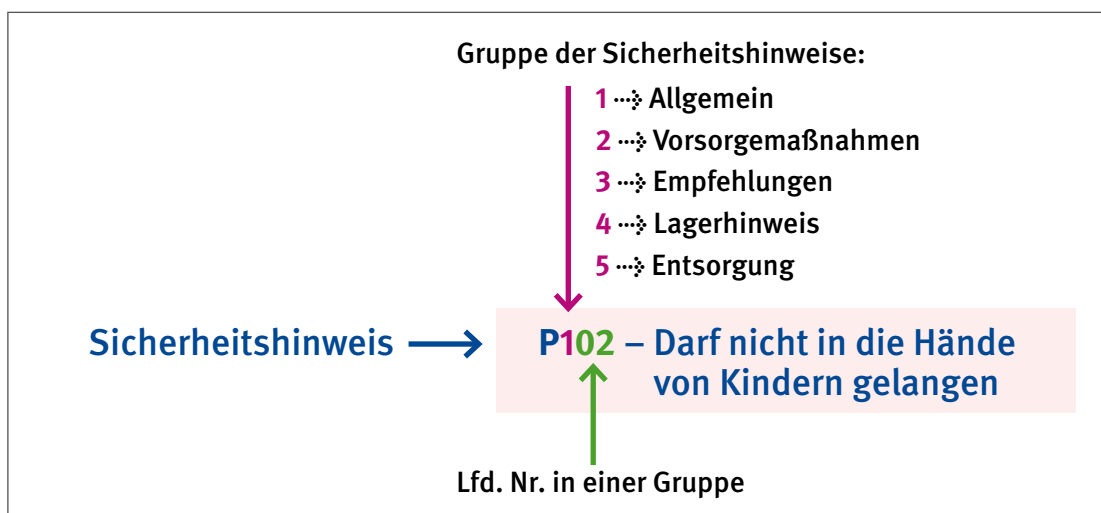
4.1 Gefahrenhinweise – Hazard Statements (H-Sätze)

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



4.2 Sicherheitshinweise – Precautionary Statements (P-Sätze)

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



Anhang 5

Liste der Gefahrenhinweise (H-Sätze) und Sicherheitshinweise (P-Sätze)

5.1 Liste der Gefahrenhinweise (H-Sätze)

Kodierung	Gefahrenhinweise
H200-Reihe:	Physikalische Gefahren
H200	Instabil, explosiv.
H201	Explosiv, Gefahr der Massenexplosion.
H202	Explosiv; große Gefahr durch Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H203	Explosiv; Gefahr durch Feuer, Luftdruck oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H204	Gefahr durch Feuer oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H205	Gefahr der Massenexplosion bei Feuer.
H220	Extrem entzündbares Gas.
H221	Entzündbares Gas.
H222	Extrem entzündbares Aerosol.
H223	Entzündbares Aerosol.
H224	Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar.
H225	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.
H226	Flüssigkeit und Dampf entzündbar.
H228	Entzündbarer Feststoff.
H229	Behälter steht unter Druck: kann bei Erwärmung bersten.
H230	Kann auch in Abwesenheit von Luft explosionsartig reagieren.
H231	Kann auch in Abwesenheit von Luft bei erhöhtem Druck und/oder erhöhter Temperatur explosionsartig reagieren.
H240	Erwärmung kann Explosion verursachen.
H241	Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen.
H242	Erwärmung kann Brand verursachen.
H250	Entzündet sich in Berührung mit Luft von selbst.
H251	Selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten.
H252	In großen Mengen selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten.
H260	In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können.
H261	In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase.
H270	Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel.
H271	Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel.
H272	Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel.
H280	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.

H281	Enthält tiefgekühltes Gas; kann Kälteverbrennungen oder -verletzungen verursachen.
H290	Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.
H300-Reihe:	Gesundheitsgefahren
H300	Lebensgefahr bei Verschlucken.
H301	Giftig bei Verschlucken.
H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H304	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
H310	Lebensgefahr bei Hautkontakt.
H311	Giftig bei Hautkontakt.
H312	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt.
H314	Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
H315	Verursacht Hautreizungen.
H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
H318	Verursacht schwere Augenschäden.
H319	Verursacht schwere Augenreizung.
H330	Lebensgefahr bei Einatmen.
H331	Giftig bei Einatmen.
H332	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.
H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
H335	Kann die Atemwege reizen.
H336	Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
H340	Kann genetische Defekte verursachen <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H350	Kann Krebs erzeugen <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H350i*	Kann bei Einatmen Krebs erzeugen.
H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H360	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen <konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H360F	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.

H360D	Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
H360FD	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
H360Fd	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H360Df	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H361	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen <konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H361f	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H361d	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H361fd	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H362	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.
H370	Schädigt die Organe <oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H371	Kann die Organe schädigen <oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H372	Schädigt die Organe <alle betroffenen Organe nennen> bei längerer oder wiederholter Exposition <Expositionsweg angeben, wenn schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H373	Kann die Organe schädigen <alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt> bei längerer oder wiederholter Exposition <Expositionsweg angeben, wenn schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>.
H300+H310	Lebensgefahr bei Verschlucken oder Hautkontakt.
H300+H330	Lebensgefahr bei Verschlucken oder Einatmen.
H310+H330	Lebensgefahr bei Hautkontakt oder Einatmen.
H300+H310+H330	Lebensgefahr bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.
H301+H311	Giftig bei Verschlucken oder Hautkontakt.
H301+H331	Giftig bei Verschlucken oder Einatmen.
H311+H331	Giftig bei Hautkontakt oder Einatmen.
H301+H311+H331	Giftig bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.
H302+H312	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken oder Hautkontakt.
H302+H332	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken oder Einatmen.
H312+H332	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt oder Einatmen.
H302+H312+H332	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.

H400-Reihe:	Gefahrenhinweise für Umweltgefahren
H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.
H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H413	Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung.
H420	Schädigt die öffentliche Gesundheit und die Umwelt durch Ozonabbau in der äußeren Atmosphäre.

Ergänzende Gefahrenmerkmale

	Physikalische Eigenschaften
EUH001	In trockenem Zustand explosiv.
EUH014	Reagiert heftig mit Wasser.
EUH018	Kann bei Verwendung explosionsfähige/entzündbare Dampf/Luft-Gemische bilden.
EUH019	Kann explosionsfähige Peroxide bilden.
EUH044	Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss.
	Gesundheitsgefährliche Eigenschaften
EUH029	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase.
EUH031	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.
EUH032	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.
EUH066	Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.
EUH070	Giftig bei Berührung mit den Augen.
EUH071	Wirkt ätzend auf die Atemwege.

Ergänzende Kennzeichnungselemente/Informationen über bestimmte Gemische

EUH201	Enthält Blei. Nicht für den Anstrich von Gegenständen verwenden, die von Kindern gekaut oder gelutscht werden könnten.
EUH201A*	Achtung! Enthält Blei.
EUH202	Cyanacrylat. Gefahr. Klebt innerhalb von Sekunden Haut und Augenlider zusammen. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
EUH203	Enthält Chrom (VI). Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH204	Enthält Isocyanate. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH205	Enthält epoxidhaltige Verbindungen. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

EUH206	Achtung! Nicht zusammen mit anderen Produkten verwenden, da gefährliche Gase (Chlor) freigesetzt werden können.
EUH207	Achtung! Enthält Cadmium. Bei der Verwendung entstehen gefährliche Dämpfe. Hinweise des Herstellers beachten. Sicherheitsanweisungen einhalten.
EUH208	Enthält <Name des sensibilisierenden Stoffes>. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH209	Kann bei Verwendung leicht entzündbar werden.
EUH209A	Kann bei Verwendung entzündbar werden.
EUH210	Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.
EUH401	Zur Vermeidung von Risiken für Mensch und Umwelt die Gebrauchsanleitung einhalten.

5.2 Liste der Sicherheitshinweise (P-Sätze)

Kodierung	Sicherheitshinweise – Allgemeines
P101	Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnungsetikett bereithalten.
P102	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
P103	Vor Gebrauch Kennzeichnungsetikett lesen.
	Sicherheitshinweise – Prävention
P201	Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen.
P202	Vor Gebrauch alle Sicherheitshinweise lesen und verstehen.
P210	Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen.
P211	Nicht gegen offene Flamme oder andere Zündquelle sprühen.
P220	Von Kleidung und anderen brennbaren Materialien fernhalten.
P222	Keinen Kontakt mit Luft zulassen.
P223	Keinen Kontakt mit Wasser zulassen.
P230	Feucht halten mit ...
P231	Inhalt unter inertem Gas/... handhaben und aufbewahren.
P232	Vor Feuchtigkeit schützen.
P233	Behälter dicht verschlossen halten.
P234	Nur in Originalverpackung aufbewahren.
P235	Kühl halten.
P240	Behälter und zu befüllende Anlage erden.
P241	Explosionsgeschützte [elektrische/Lüftungs-/Beleuchtungs-/...] Geräte verwenden.
P242	Funkenarmes Werkzeug verwenden.

P243	Maßnahmen gegen elektrostatische Entladungen treffen.
P244	Ventile und Ausrüstungsteile öl- und fettfrei halten.
P250	Nicht schleifen/stoßen/reiben/...
P251	Nicht durchstechen oder verbrennen, auch nicht nach Gebrauch.
P260	Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen.
P261	Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden.
P262	Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen.
P263	Berührung während Schwangerschaft und Stillzeit vermeiden.
P264	Nach Gebrauch ... gründlich waschen.
P270	Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen.
P271	Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.
P272	Kontaminierte Arbeitskleidung nicht außerhalb des Arbeitsplatzes tragen.
P273	Freisetzung in die Umwelt vermeiden.
P280	Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.
P282	Schutzhandschuhe mit Kälteisolierung und zusätzlich Gesichtsschild oder Augenschutz tragen.
P283	Schwer entflammbare oder flammhemmende Kleidung tragen.
P284	[Bei unzureichender Belüftung] Atemschutz tragen.
P231 + P232	Inhalt unter inertem Gas/... handhaben und aufbewahren. Vor Feuchtigkeit schützen.
Sicherheitshinweise – Reaktion	
P301	BEI VERSCHLUCKEN:
P302	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT:
P303	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar):
P304	BEI EINATMEN:
P305	BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN:
P306	BEI KONTAKT MIT DER KLEIDUNG:
P308	BEI Exposition oder falls betroffen:
P310	Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P311	GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P312	Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P313	Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P314	Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P315	Sofort ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P320	Besondere Behandlung dringend erforderlich (siehe ... auf diesem Kennzeichnungsetikett).

P321	Besondere Behandlung (siehe ... auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P330	Mund ausspülen.
P331	KEIN Erbrechen herbeiführen.
P332	Bei Hautreizung:
P333	Bei Hautreizung oder -ausschlag:
P334	In kaltes Wasser tauchen [oder nassen Verband anlegen].
P335	Lose Partikel von der Haut abbürsten.
P336	Vereiste Bereiche mit lauwarmem Wasser auftauen. Betroffenen Bereich nicht reiben.
P337	Bei anhaltender Augenreizung:
P338	Eventuell Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.
P340	Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.
P342	Bei Symptomen der Atemwege:
P351	Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen.
P352	Mit viel Wasser/...waschen.
P353	Haut mit Wasser abwaschen [oder duschen].
P360	Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P361	Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen.
P362	Kontaminierte Kleidung ausziehen.
P363	Kontaminierte Kleidung vor erneutem Tragen waschen.
P364	Und vor erneutem Tragen waschen.
P370	Bei Brand:
P371	Bei Großbrand und großen Mengen:
P372	Explosionsgefahr.
P373	KEINE Brandbekämpfung, wenn das Feuer explosive Stoffe/Gemische/Erzeugnisse erreicht.
P375	Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P376	Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P377	Brand von ausströmendem Gas: Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlos beseitigt werden kann.
P378	... zum Löschen verwenden.
P380	Umgebung räumen.
P381	Bei Undichtigkeit alle Zündquellen entfernen.

P390	Verschüttete Mengen aufnehmen, um Materialschäden zu vermeiden.
P391	Verschüttete Mengen aufnehmen.
P301 + P310	BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/.../ anrufen.
P301 + P312	BEI VERSCHLUCKEN: Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P302 + P334	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: In kaltes Wasser tauchen [oder nassen Verband anlegen].
P302 + P352	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Mit viel Wasser/...waschen.
P304 + P340	BEI EINATMEN: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.
P306 + P360	BEI KONTAKT MIT DER KLEIDUNG: Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P308 + P311	BEI Exposition oder falls betroffen: GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P308 + P313	BEI Exposition oder falls betroffen: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P332 + P313	Bei Hautreizung: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P333 + P313	Bei Hautreizung oder-ausschlag: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P336 + P315	Vereiste Bereiche mit lauwarmem Wasser auftauen. Betroffenen Bereich nicht reiben. Sofort ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P337 + P313	Bei anhaltender Augenreizung: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P342 + P311	Bei Symptomen der Atemwege: GIFTINFORMATIONSZENTRUM/ Arzt/... anrufen.
P361 + P364	Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen und vor erneutem Tragen waschen.
P362 + P364	Kontaminierte Kleidung ausziehen und vor erneutem Tragen waschen.
P370 + P376	Bei Brand: Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P370 + P378	Bei Brand: ... zum Löschen verwenden.
P301+P330+P331	BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen.
P302+P335+P334	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Lose Partikel von der Haut abbürsten. In kaltes Wasser tauchen [oder nassen Verband anlegen].
P303+P361+P353	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen [oder duschen].
P305+P351+P338	BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.
P370+P380+P375	Bei Brand: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P371+P380+P375	Bei Großbrand und großen Mengen: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P370+P372+P380+P373	Bei Brand: Explosionsgefahr. Umgebung räumen. KEINE Brandbekämpfung, wenn das Feuer explosive Stoffe/Gemische/ Erzeugnisse erreicht.
P370+P380+P375[+P378]	Bei Brand: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen. [... zum Löschen verwenden.]

Sicherheitshinweise – Aufbewahrung	
P401	Aufbewahren gemäß ...
P402	An einem trockenen Ort aufbewahren.
P403	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P404	In einem geschlossenen Behälter aufbewahren.
P405	Unter Verschluss aufbewahren.
P406	In korrosionsbeständigem/... Behälter mit korrosionsbeständiger Innenauskleidung aufbewahren.
P407	Luftspalt zwischen Stapeln oder Paletten lassen.
P410	Vor Sonnenbestrahlung schützen.
P411	Bei Temperaturen nicht über ... °C/...°F aufbewahren.
P412	Nicht Temperaturen über 50 °C/122 °F aussetzen.
P413	Schüttgut in Mengen von mehr als ... kg/... lbs bei Temperaturen nicht über ... °C/... °F aufbewahren.
P420	Getrennt aufbewahren.
P402 + P404	An einem trockenen Ort aufbewahren. In einem geschlossenen Behälter aufbewahren.
P403 + P233	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Behälter dicht verschlossen halten.
P403 + P235	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Kühl halten.
P410 + P403	Vor Sonnenbestrahlung schützen. An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P410 + P412	Vor Sonnenbestrahlung schützen und nicht Temperaturen über 50 °C/122 °F aussetzen.
Sicherheitshinweise – Entsorgung	
P501	Inhalt/Behälter ... zuführen.
P502	Informationen zur Wiederverwendung oder Wiederverwertung beim Hersteller oder Lieferanten erfragen.

Anhang 6

Kennzeichnung von Chemikalienschutzhandschuhen

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

- das „Erlenmeyerkolben“-Piktogramm mit zugehörigen Kennbuchstaben für die verwendeten Prüfchemikalien sowie die Prüfnorm,
- die Handschuhbezeichnung,
- die Handschuhgröße,
- der Handschuhhersteller
- ggf. weitere Piktogramme.

Chemikalienschutzhandschuhe müssen gemäß DIN EN ISO 374-1 gegenüber einer Reihe von Prüfchemikalien geprüft werden, siehe Tabelle 51.

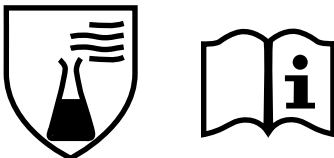
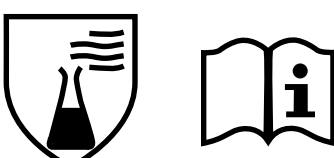
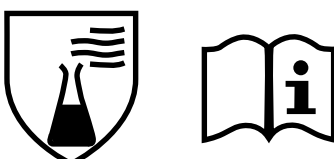
Tabelle 51 Prüfchemikalien gemäß EN ISO 374-1:2018

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

In Abhängigkeit von der Anzahl der getesteten Prüfchemikalien und der Dauer der jeweiligen Durchbruchzeit¹ werden drei Typen von Chemikalienschutzhandschuhen unterschieden:

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

Tabelle 52 Typen von Chemikalienschutzhandschuhen nach DIN EN ISO 374-1

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

Anhang 7

Literatur

Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel oder Internet

z. B. <http://www.gesetze-im-internet.de>,
<http://www.baua.de>

- Infektionsschutzgesetz (IfSG)
- Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)
- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV)
- ASR A 1.3 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
- Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)
- TRGS 201 – Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- TRGS 400 – Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- TRGS 401 – Gefährdung durch Hautkontakt
- TRGS 407 – Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung
- TRGS 460 – Vorgehensweise zur Ermittlung des Standes der Technik, Praxisbeispiele zur TRGS 460, Nr. 3 „Desinfektion von Schwimm- und Badebeckenwasser)
- TRGS 509 – Lagern von Gefahrstoffen in ortsfesten Anlagen sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter
- TRGS 510 – Lagern von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
- TRGS 745/TRBS 3145 – Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren

- TRGS 900 – Arbeitsplatzgrenzwerte
- TRGS 905 – Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe
- TRGS 906 – Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV

DGUV Regelwerk für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

Unfallverhütungsvorschriften

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“

Regeln

- DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“
- DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“
- DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“
- DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“
- DGUV Regel 103-015/103-001 „Richtlinien für die Verwendung von Ozon zur Wasseraufbereitung“

Informationen

- DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln“
- Merkblatt M 020 „Chlor“ der BG RCI (medienshop.bgrci.de)

Grundsätze

- DGUV Grundsatz 313-003 „Grundanforderungen an spezifische Fortbildungsmaßnahmen als Bestandteil der Fachkunde zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“

Normen

Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH,

Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, <http://www.beuth.de>

- DIN 19606 Chlorgasdosieranlagen zur Wasseraufbereitung – Anlagenaufbau und Betrieb, 2018-07-00
- DIN 19627 Ozonerzeugungsanlagen zur Wasseraufbereitung, 2018-01-00
- DIN 19643 Aufbereitung und Desinfektion von Schwimm- und Badebeckenwasser, 2012-11-00
- DIN EN 1089 Teil 3 „Ortsbewegliche Gasflaschen – Gasflaschen-Kennzeichnung (ausgenommen Flüssiggas LPG) Teil 3: Farbcodierung“, 2011-10-00
- DIN EN 15031: Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser –
- Flockungsmittel auf Aluminiumbasis, 2013-08-00
- DIN EN 15797: Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Flockungsmittel auf Eisenbasis, 2010-04-00

DVGW-Arbeitsblätter

Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH,

Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, <http://www.beuth.de>

- W 213 Teile 1 bis 5 Filtrationsverfahren zur Partikelentfernung, 2005-06
- W 217 Flockung in der Wasseraufbereitung, 1987-09
- W 218 Flockung in der Wasseraufbereitung, Teil 2: Flockungstestverfahren, 1998-11
- W 225 Ozon in der Wasseraufbereitung, 2015-06
- W 622 Dosieranlagen für Flockungsmittel und Flockungshilfsmittel, 2016-09
- W 623 Dosieranlagen für Desinfektionsmittel bzw. Oxidationsmittel – Dosieranlagen für Chlor und Hypochlorite, 2013-03

- W 624 Dosieranlagen für Desinfektionsmittel und Oxidationsmittel – Bereitungs- und Dosieranlagen für Chlordioxid, 2015-12

- W 626 Dosieranlagen für Natriumhydroxid, 2000-12

Weitere Informationen

- GESTIS-Stoffdatenbank: <http://www.dguv.de>
Webcode: d11892
- Informationsstelle für Sicherheitsdatenblätter ISI:
Webcode: d6130
- Sicherheitshinweise Umgang mit Chlorgasflaschen, Industriegasverband e.V. (IGV) <http://www.industriegasverband.de/igv/sicherheitshinweise/SHW-Chlor-2012.pdf>
- Schweizerische Blätter für Arbeitssicherheit: Unfallverhütung und Arbeitsschutz bei der Wasseraufbereitung (SBA-Nr. 143), Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, 6002 Luzern.

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de