Information

Gefahrstoffe bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser

Februar 2010
Herausgeber
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung (DGUV)

Mittelstraße 51
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Diese Broschüre wurde vom AK „Gefahrstoffe“
in Zusammenarbeit mit dem Sachgebiet „Bäder“
der Fachgruppe „Bildungswesen“ der DGUV erarbeitet.

Ausgabe Februar 2010

BGI/GUV-I 8688 zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger.
Die Adressen finden Sie unter www.dguv.de.
Information

Gefahrstoffe bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser
<table>
<thead>
<tr>
<th>Vorbemerkungen</th>
<th>Seite</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>1 Allgemeiner Teil</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1.1 Gefahrstoffe bei der Wasseraufbereitung</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td>1.1.1 Was sind Gefahrstoffe?</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td>1.1.2 Kennzeichnung</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td>1.1.3 Neues Einstufungs- und Kennzeichnungssystem</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td>1.1.4 Weitere Informationsquellen für Gefahrstoffe</td>
<td>9</td>
</tr>
<tr>
<td>1.2 Verantwortung und Pflichten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>1.2.1 Verantwortung und Pflichten des Arbeitgebers</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>1.2.2 Verantwortung und Pflichten der Arbeitnehmer</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>1.3 Allgemeine Anforderungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>1.3.1 Gefährdungsbeurteilung</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>1.3.2 Gefahrstoffermittlung und Gefahrstoffverzeichnis</td>
<td>11</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4 Festlegung von Schutzmaßnahmen</td>
<td>11</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.1 Ersatzstoffe und Ersatzverfahren</td>
<td>11</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.2 Technische Schutzmaßnahmen</td>
<td>11</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.3 Organisatorische Maßnahmen</td>
<td>12</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.4 Aufbewahrung und Lagerung</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.5 Persönliche Schutzausrüstungen</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.6 Augenschutz</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.7 Atemschutz</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.8 Schutzkleidung und Fußschutz</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.9 Hand- und Hautschutz</td>
<td>15</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.10 Hygienische Maßnahmen</td>
<td>16</td>
</tr>
<tr>
<td>1.4.11 Arbeitsmedizinische Vorsorge</td>
<td>16</td>
</tr>
<tr>
<td>1.5 Betriebsanweisung und Unterweisung</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1.5.1 Betriebsanweisung</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td>1.5.2 Erstellung der Betriebsanweisung</td>
<td>18</td>
</tr>
</tbody>
</table>
1.5.3 Unterweisung .............................................................................................................................................. 18

2 Gefahrstofflexikon .................................................................................................................................................... 19

2.1 Chlorungs- und Oxidationsmittel ......................................................................................................................... 19

2.1.1 Chlorgas (Cl₂) ............................................................................................................................................... 19

2.1.2 Natriumhypochloritlösung mit mehr als 10 % aktivem Chlor (NaOCl) ........................................... 26

2.1.3 Calciumhypochlorit mit mehr als 39 % aktivem Chlor (Ca(ClO₂) .................................................. 31

2.1.4 Natriumhypochloritlösung 24,5 Gew.- % (300g/l) (NaClO₂) ....................................................... 36

2.1.5 Chlordioxid (ClO₂) ..................................................................................................................................... 41

2.1.6 Trichlorisocyanursäure (C₃Cl₃N₃O₃) .............................................................................................. 46

2.1.7 Natriumdichlorisocyanuratdihydrat (C₃Cl₂N₃NaO₃·2H₂O) ........................................................ 51

2.1.8 Ozon (O₃) ....................................................................................................................................................... 56

2.1.9 Wasserstoffperoxid (35 %ige wäßrige Lösung; H₂O₂) ........................................................................ 60

2.2 Säuren .................................................................................................................................................................... 64

2.2.1 Salzsäure 30 %ig (HCl) ............................................................................................................................. 66

2.2.2 Schwefelsäure 30-38,5 %ig (H₂SO₄) ............................................................................................ 69

2.2.3 Kohlendioxid ................................................................................................................................................... 71

2.3 Laugen .................................................................................................................................................................... 75

2.4 Flockungsmittel ................................................................................................................................................ 81

2.5 Filtrierhilfsstoffe ............................................................................................................................................... 86

Anhang 1 Glossar (Begriffe und Abkürzungen) ........................................................................................................... 90

Anhang 2 Gefahrstoffmanagement - Ablaufschema ............................................................................................... 96

Anhang 3 Betriebsanweisungsentwürfe .................................................................................................................. 97

Anhang 4 Beispiel eines Gefahrstoffverzeichnisses ............................................................................................. 103

Anhang 5 Gegenüberstellung der alten und neuen Kennzeichnung ........................................................................ 110

Anhang 6 Aufbau der H- und P- Sätze nach der CLP-Verordnung ........................................................................... 111

Anhang 7 Literatur .......................................................................................................................................................... 112
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.


Mit dieser Broschüre sollen für Arbeitsplätze im Bereich der Wasseraufbereitung in Bädern die Regelungen speziell für den Umgang mit Gefahrstoffen zusammengefasst und verständlich dargestellt werden.

Diese Broschüre richtet sich an
• Unternehmensverantwortliche und Vorgesetzte, die für die Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen beim Umgang mit Gefahrstoffen verantwortlich sind.
• Sicherheitsbeauftragte, Personal- und Betriebsräte sowie Beschäftigte im Bereich Wasseraufbereitung, für die der Umgang mit gefahrstoffhaltigen Produkten zum Arbeitsalltag gehört.
• Aufsichtspersonen, Fachkräfte für Arbeitssicherheit sowie Betriebsärzte, die sich über die Bandbreite der Gefahrstoffe, die bei der Wasseraufbereitung Verwendung finden, informieren wollen.

Diese Broschüre will
• Informieren über die Gefahrstoffe, die bei der Wasseraufbereitung 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 Broschüre werden zuerst die wichtigsten Maßnahmen zur praxisgerechten Umsetzung der Gefahrstoffverordnung vorgestellt.

Im zweiten Teil finden Sie ein Gefahrstofflexikon, das die sicherheitsrelevanten Eigenschaften von Wasseraufbereitungsschemikalien schematisch aufführt. Im Einzelnen handelt es sich dabei um
• Chlorungs- und Oxidationsmittel, z. B. Chlorgas, Ozon.
• pH-Korrektoren, sauer (pH-Senker), z. B. Schwefelsäure, Kohlendioxid.
• pH-Korrektoren, basisch (pH-Heber), z. B. Natriumhydroxid, Calciumhydroxid.
- Flockungsmittel, z. B. Natriummeta-aluminat, Eisen-III-chlorid.
- Filtrierhilfsstoffe, z. B. Filtersande und -kiese, Aktivkohlen.

Auf Reinigungs- und Desinfektionsmittel wird nicht eingegangen, da diese Gegenstand folgender Broschüren sind:
- Regel „Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst“ (BGR 206).
- Information „Gebäudereinigungsarbeiten“ (BGI 659).

1 Allgemeiner Teil

1.1 Gefahrstoffe bei der Wasseraufbereitung

1.1.1 Was sind Gefahrstoffe?

| Gefahrstoffe sind Stoffe und Zubereitungen mit folgenden Eigenschaften: |
|-----------------------------|---------------------------------|
| R 26 R 27 R 28 | Sehr giftig sind Stoffe und Zubereitungen, die in sehr geringen Mengen vorübergehende oder bleibende Gesundheitsschäden hervorrufen oder zum Tode führen können, z. B. Ozon. |
| R 23 R 24 R 25 | Giftig sind Stoffe und Zubereitungen, die in geringen Mengen vorübergehende oder bleibende Gesundheitsschäden hervorrufen oder zum Tod führen können, z. B. Chlor. |
| R 20 R 21 R 22 | Gesundheitsschädlich sind Stoffe und Zubereitungen, die in größeren Mengen vorübergehende oder bleibende Gesundheitsschäden hervorrufen oder zum Tode führen können, z. B. viele Desinfektionsmittel. |
| R 34 R 35 | Ätzend sind Stoffe und Zubereitungen, die bei Berührung mit der Haut bzw. den Schleimhäuten zur Zerstörung des Körpergewebes führen können, z. B. Salzsäure über 25 %, Natronlauge über 2 %. |
| R 36 R 37 R 38 | Reizend sind Stoffe und Zubereitungen, die bei Berührung mit der Haut bzw. den Schleimhäuten Entzündungen hervorrufen können, z. B. Salzsäure zwischen 10 und 25 %, Natronlauge zwischen 0,5 und 2 %. |
| mit R 42 | Sensibilisierend sind Stoffe und Zubereitungen, die beim Einatmen (R42) oder bei der Aufnahme über die Haut (R43) Überempfindlichkeitsreaktionen hervorrufen können, z. B. schimmelpilzhaltiger Staub, Zierpflanzenbestandteile. |
### Gefahrstoffe sind Stoffe und Zubereitungen mit folgenden Eigenschaften:

<table>
<thead>
<tr>
<th>R-Nummer</th>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Beschreibung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R 60 R 61 oder R 64</td>
<td>Fortpflanzungsgefährdend</td>
<td>Stoffe und Zubereitungen, die nicht vererbbare Schäden der Nachkommen hervorrufen oder deren Häufigkeit erhöhen können oder eine Beeinträchtigung der männlichen oder weiblichen Fortpflanzungsfunktion oder -fähigkeit zur Folge haben können, Fortpflanzungsgefährdende Stoffe oder Zubereitungen kommen in der Regel bei der Wasseraufbereitung nicht vor.</td>
</tr>
<tr>
<td>R 46</td>
<td>Erbgutverändernd</td>
<td>Stoffe und Zubereitungen, die vererbbare Schäden hervorrufen, Erbgutverändernde Stoffe oder Zubereitungen kommen in der Regel bei der Wasseraufbereitung nicht vor.</td>
</tr>
<tr>
<td>R 12</td>
<td>Hochentzündlich</td>
<td>Gase oder flüssige Stoffe, deren Dämpfe mit der Umgebungs- luft explosionsfähige Gemische bilden, die bei Anwesenheit einer Zündquelle sehr leicht entzündet werden können (Flammpunkt unter 0 °C und Siedepunkt unter 35 °C), z. B. Wasserstoff, Kraftstoff für Ottomotoren, manche Deosprays.</td>
</tr>
<tr>
<td>R 11</td>
<td>Leichtentzündlich</td>
<td>Stoffe, deren Dämpfe mit der Umgebungsluft explosionsfähige Gemische bilden, die bei Anwesenheit einer Zündquelle leicht entzündet werden können (Flammpunkt unter 21 °C), z. B. Spiritus.</td>
</tr>
<tr>
<td>R 10</td>
<td>Entzündlich</td>
<td>Stoffe, deren Dämpfe mit der Umgebungsluft explosionsfähige Gemische bilden, die bei Anwesenheit einer Zündquelle entzündet werden können (Flammpunkt zwischen 21 °C und 55 °C), z. B. viele alkoholische Reiniger und Desinfektionsmittel, Aromazusätze.</td>
</tr>
<tr>
<td>R 7, R 8</td>
<td>Brandfördernd</td>
<td>Stoffe, die einen Brand ohne Luftzufuhr unterhalten können, z. B. Calciumhypochlorit, Natriumchlorit, Chlordioxid, Natrium dichlorisocyanurat, Trichlorisocyanursäure, Wasserstoffperoxid.</td>
</tr>
<tr>
<td>z. B. R 59</td>
<td>Umweltgefährlich</td>
<td>Stoffe, die auf Grund ihres Verhaltens in der Umwelt eine unmittelbare oder längerfristige Gefahr für die Struktur und das Funktionieren natürlicher Ökosysteme darstellen, z. B. Calciumhypochlorit, Chlor, Chlordioxid, Natriumdichlorisocyanurat.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Gefahrstoffe sind nicht nur Produkte der chemischen Industrie, die mit diesen Gefahrensymbolen gekennzeichnet sind, sondern auch Arbeitsstoffe ohne eine entsprechende Kennzeichnung, die aber auf Grund ihrer Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz verwendet werden oder dort vorhanden sind ein Risiko für die Sicherheit und die Gesundheit der Arbeitnehmer darstellen können. Im Bereich der Wasseraufbereitung kann dies beispielsweise erstickend wirkende Kohlensäure (Kohlendioxid) sein. Ein weiteres Beispiel sind Feuchtarbeiten, dabei kann Wasser die Haut bei regelmäßiger und langer Einwirkung vorschädigen. Tätigkeiten im Sinne der Gefahrstoffverordnung sind nicht nur das Verarbeiten von Gefahrstoffen, z. B. das Ansetzen von Chlorbleichlauge, sondern auch der Transport, die Lagerung sowie das Um- und Abfüllen.

1.1.2 Kennzeichnung
Gefahrstoffe müssen entsprechend der Gefahrstoffverordnung vom Hersteller gekennzeichnet werden.

Die Kennzeichnung (Gefahrstoffetikett) muss folgende Angaben enthalten:
1. Die chemische Bezeichnung des Stoffes oder der in der Zubereitung enthaltenen Stoffe.
4. Die Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze).
5. Die Sicherheitsratschläge (S-Sätze).
6. Name, Anschrift und Telefonnummer des Herstellers oder Vertreibers.

Diese Anforderung gilt auch für selbst hergestellte Zubereitungen. Beim Umfüllen in kleinere Behälter muss die Kennzeichnung übernommen werden.

1.1.3 Neues Einstufungs- und Kennzeichnungssystem

Für Stoffe ist vorgesehen, diese ab dem 1.12.2010 nur noch nach dem neuen Einstufungs- und Kennzeichnungssystem in den Handel zu bringen. Im Sicherheitsdatenblatt
wird allerdings zusätzlich zur neuen Einstufung und Kennzeichnung auch noch die nach den bisherigen Vorschriften enthalten sein.

Für Gemische (bisher als Zubereitungen bekannt) gilt eine Übergangsfrist bis zum 1.6.2015.

Folgende neue Kennzeichnungselemente werden eingeführt:
- Die gefährlichen Eigenschaften, Gefährlichkeitsmerkmale genannt, heißen nun Gefahrenklassen.
- Abhängig von der Schwere der Gefahr, unterteilt man eine jede Gefahrenklasse in mehrere Gefahrenkategorien.
- Je nach Höhe der Gefährdung wird zusätzlich noch ein Signalwort vergeben: Für die höheren Gefahrenkategorien wird „Gefahr“ verwendet, für die geringeren Gefahren „Achtung“.
- Die bisher bekannten R-Sätze (Gefahrenhinweise) und S-Sätze (Sicherheitsempfehlungen) werden ersetzt durch H-Sätze (Hazard Statements) und P-Sätze (Precautionary Statements).

Da zum Zeitpunkt der Drucklegung dieser Information noch keine neue Herstellerkennzeichnungen für die in der Wasseraufbereitung verwendeten Chemikalien vorlagen, werden im fachlichen Teil noch die Einstufungen und Kennzeichnungen nach dem bisherigen Gefahrstoffrecht verwendet. In Anhang 5 ist eine allgemeine Gegenüberstellung der alten und neuen Kennzeichnung dargestellt, in Anhang 6 ist der Aufbau der H- und P-Sätze erklärt.

1.1.4 Weitere Informationsquellen für Gefahrstoffe

Gefahrstoffe erkennt man in der Regel an der Kennzeichnung der Gebinde. Produkte können jedoch gefährliche Eigenschaften haben, ohne dass sie entsprechend gekennzeichnet werden müssen. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn Produkte („Zubereitungen“) gefährliche Komponenten unterhalb der Konzentrationsgrenzen ab denen eine Kennzeichnung erforderlich ist, enthalten.

Ausführliche Informationen zu Gefahrstoffen enthalten die EG-Sicherheitsdatenblätter, die der Hersteller oder Vertreiber zur Verfügung zu stellen hat. Bei fehlenden EG-Sicherheitsdatenblättern können diese beim Hersteller oder Vertreiber angefordert werden. In den Fällen, in denen kein EG-Sicherheitsdatenblatt zur Verfügung gestellt werden muss (z. B. wenn das Produkt selbst kein Gefahrstoff ist, bei der Verwendung des Produkts jedoch ein Gefahrstoff freigesetzt wird),
muss der Inverkehrbringer alle notwendigen Informationen zur Verfügung stellen, damit der Anwender eine Gefährdungsbeurteilung vornehmen kann.

Weitere Informationsquellen zu Gefahrstoffen sind in Anhang 7 aufgeführt.

1.2 Verantwortung und Pflichten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

1.2.1 Verantwortung und Pflichten des Arbeitgebers
Die Verantwortung für die Umsetzung des Gefahrstoffrechts in einem Betrieb liegt beim Arbeitgeber (Kommunale Körperschaft, Unternehmer). 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 beim Arbeitgeber.

1.2.2 Verantwortung und Pflichten der Arbeitnehmer
Nicht nur der Arbeitgeber und die Vorgesetzten, auch der Arbeitnehmer ist gesetzlich verpflichtet, für seine eigene Sicherheit und die seiner Kollegen durch entsprechendes Verhalten Sorge zu tragen.

Zu den Pflichten des Arbeitnehmers gehört es,

• die Weisungen des Arbeitgebers 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 den Arbeitgeber. Er ist für die Durchführung der notwendigen Maßnahmen verantwortlich. Im Ablaufschema für das Gefahrstoffmanagement (Anhang 2) sind die wesentlichen Verfahrensschritte zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung dargestellt. Auf die Möglichkeit, fachliche Verantwortung an Führungskräfte zu übertragen, wurde bereits in Kapitel 1.3 eingegangen.

1.3.1 Gefährdungsbeurteilung
Vor Beginn der Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in einem Betrieb muss der Arbeitgeber eine Gefährdungsbeurteilung vornehmen. Er kann sich hierbei von einer fachkundigen Person (z. B. Betriebsarzt, Fachkraft für Arbeitssicherheit) beraten lassen. Die Gefährdungsbeurteilung muss dokumentiert und bei maßgeblichen Veränderungen (z. B. bei einer Neubewertung der verwendeten Gefahrstoffe, bei Änderungen des Arbeitsverfahrens)
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 in einem ersten Schritt die im Betrieb verwendeten Arbeitsstoffe 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 der einzelnen Abteilungs- oder Bereichsleiter durchzuführen. Die ermittelten Gefahrstoffe müssen in einem Gefahrstoffverzeichnis dokumentiert werden. Das Verzeichnis muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Gefahrstoffes.
- Verweis auf das jeweilige Sicherheitsdatenblatt.

Es empfiehlt sich, zusätzlich sicherheitsrelevante Eigenschaften der einzelnen Gefahrstoffe in das Verzeichnis aufzunehmen, z. B.:

- Gefahrensymbol, -bezeichnung.
- Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze).
- Sicherheitsratschläge (S-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 Beispiel für ein Gefahrstoffverzeichnis ist in Anhang 4 enthalten.

1.4 Festlegung von Schutzmaßnahmen

In Abhängigkeit vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung müssen geeignete Schutzmaßnahmen festgelegt werden. Lässt sich aus der Gefährdungsbeurteilung 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 ist z. B. das Elektrolyseverfahren wenn möglich anderen Methoden der Chlorung vorzuziehen.

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 Freierwerden von Gefahrstoffen zu rechnen ist.

Zu den technischen Maßnahmen zählen z. B. der Einsatz geschlossener Anlagen, Absaugungen oder Lüftung durch raumlufttechnische Anlagen.

Die Wirksamkeit der technischen 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 beim Umgang mit Gefahrstoffen folgende organisatorische Maßnahmen durchzuführen:
- Begrenzung der Anzahl der Beschäftigten, die den Gefahrstoffen ausgesetzt sind.
- Vermeidung der Exposition Unbeteiligter, z. B. durch Trennung gefahrstoffbelasteter Bereiche von anderen Bereichen.
- Minimierung der Expositionszeiten, z. B. durch das Verlegen von Arbeiten, die mit einer hohen Gefahrstoffexposition verbunden sind, an das Schichtende.
- Getrennte Aufbewahrung von Straßen- und verschmutzter Arbeitskleidung, um eine Gefährdung durch Kontamination der Straßenkleidung zu vermeiden.
- Bereitstellung nur der für den Fortgang der Arbeiten am Arbeitsplatz benötigten Gefahrstoffmengen.
- Gebinde stets verschlossen aufbewahren.
- Nicht mehr benötigte Gefahrstoffe sind sachgerecht zu entsorgen.
- Der Unternehmer 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 Ersthelfern ausgebildet werden und vor Ort verfügbar sein sowie die erforderliche Erste-Hilfe-Ausrüstung zur Verfügung stehen.
speziell ausgebildeten Ersthelfern durchgeführt werden. Die Entscheidung über die Bereitstellung des Medikaments erfolgt durch den zuständigen Betriebsarzt.

Weitere Hinweise auf geeignete organisatorische Maßnahmen werden im Lexikonteil gegeben.

1.4.4 Aufbewahrung und Lagerung
Gefahrstoffe sind so aufzubewahren oder zu lagern, dass sie die menschliche Gesundheit und die Umwelt nicht gefährden und ein Missbrauch oder ein Fehlgebrauch nach Möglichkeit verhindert wird.

Dabei sind folgende Grundsätze zu beachten:
- Gefahrstoffe müssen so gelagert werden, dass sie für Unbefugte nicht zugänglich sind. Diese Forderung ist erfüllt, wenn die Lagerräume oder Schränke verschlossen sind.
- Gefahrstoffe dürfen nicht in Lebensmittelbehältern oder Getränkeflaschen aufbewahrt oder gelagert werden.
- Gefahrstoffe dürfen nicht in Lebensmittelbehältern oder Getränkeflaschen aufbewahrt oder gelagert werden.
- Gefahrstoffe dürfen nicht in Lebensmittelbehältern oder Getränkeflaschen aufbewahrt oder gelagert werden.
- Gefahrstoffe dürfen nicht in Lebensmittelbehältern oder Getränkeflaschen aufbewahrt oder gelagert werden.
- Behälter sind nach der Entnahme von Gefahrstoffen wieder fest zu verschließen.

1.4.5 Persönliche Schutzausrüstungen

Beschädigte oder anderweitig unbrauchbare gewordene Schutzausrüstung darf nicht weiter verwendet werden und ist zu ersetzen!
1.4.6 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.

1.4.7 Atemschutz


Für Träger von Atemschutzgeräten sind unter bestimmten Bedingungen arbeitsmedizini sche Vorsorgeuntersuchungen vorgeschrieben. Ob die erforderlichen Voraussetzungen hierfür gegeben sind, sollte in Absprache mit dem Betriebsarzt geklärt werden.

Hinweise zur Auswahl geeigneter Atemschutzgeräte und -filter sind im Lexikonteil und in den Regeln „Benutzung von Atem schutzgeräten“ (BGR/GUV-R 190) enthalten.

1.4.8 Schutzkleidung und Fußschutz
auch für Schutzstiefel geeignet. Weitere Hinweise sind im Lexikonteil zu finden.

1.4.9 Hand- und Hautschutz

**Schutzhandschuhe**


**Hautschutzmittel**


Die Auswahl von Hautschutzmitteln sollte unter Hinzuziehung von Arbeitsschutzexperten, wie z. B. Betriebsarzt, erfolgen. Es dürfen nur Hautschutzmittel verwendet werden, die einer Wirksamkeitsprüfung durch den Hersteller nach geltenden wissenschaftlichen und medizinischen Empfehlungen unterzogen wurden (siehe TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt: Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen“).

1.4.10 Hygienische Maßnahmen
Grundsätzlich sind beim Umgang mit Gefährstoffen 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 Gefährstoffen 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 den Räumen, 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 Schutzhandschuhe getragen, ist die Anwendung spezieller Hautreinigungsmittel oft nicht erforderlich.
- 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.


1.4.11 Arbeitsmedizinische Vorsorge
Im Regelfall sind bei Tätigkeiten mit den beschriebenen Wasseraufbereitungsschemi-

1.5 Betriebsanweisung und Unterweisung

1.5.1 Betriebsanweisung

Für den Fall eines Chlorgasausbruchs ist zusätzlich zu den Betriebsanweisungen die Erstellung eines Chlorgasalarmplans erforderlich. In diesem Alarmplan werden unter anderem die betriebsinternen Sofortmaßnahmen, Verhaltensregeln und die Alarmierung der Einsatz- und Rettungskräfte (z. B. Feuerwehr) festgelegt.

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 genannten Gliederungspunkte
- Gefahren für Mensch und Umwelt,
- Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln,
- Verhalten im Gefahrfall,
- Erste Hilfe und
- sachgerechte Entsorgung
alle notwendigen stoffbezogenen Informationen eingearbeitet sind.

Diese Entwürfe müssen arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen ergänzt werden!

Dies gilt auch für die im Anhang 3 dieser Broschüre 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 Mitarbeitern konkrete Hinweise für die Auswahl gibt!
- Unfalltelefonnummer und Angabe des Arztes oder der Klinik.
- Fluchtweg, falls besondere Bedingungen von den Beschäftigten zu beachten sind.
- Name und Telefonnummer des Ersthelfers.
- Betriebsbezogene Entsorgungshinweise.

Wenn diese Ergänzungen erfolgt sind, muss der zuständige Vorgesetzte die Betriebsanweisung für seinen Bereich in Kraft setzen. Er hat auch dafür Sorge zu tragen, dass die Betriebsanweisungen den Mitarbeitern zur Verfügung stehen und eingesehen werden können.

1.5.3 Unterweisung


Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass im Rahmen der Unterweisung eine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung durchgeführt wird, bei der die Beschäftigten über Angebots- und Pflichtuntersuchungen unterrichtet und auf die besonderen Gesundheitsgefahren bei Tätigkeiten mit bestimmten Gefahrstoffen hingewiesen werden.

2 Gefahrstofflexikon

Die folgenden Gefahrstoffinformationen werden nach folgenden Gesichtspunkten gegliedert:

**Eigenschaften**
- Erscheinungsform.
- Physikalisch-chemische Eigenschaften.
- Gefährliche Zersetzungsprodukte.
- Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten.
- Gesundheitsgefahren.

**Vorschriften**
- Kennzeichnung (Gebinde/Arbeitsplatz).
- Arbeitsplatzgrenzwert.
- Lagerung.
- Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen, Gasaustritt.
- Maßnahmen bei Bränden; Löschmittel.
- Entsorgung.
- Persönliche Schutzausrüstung.
- Erste Hilfe.

**Weitere Informationen**
Es werden nur die für den Bereich der Wasseraufbereitung relevanten Daten und Eigenschaften der Stoffe aufgeführt.


2.1 Chlorungs- und Oxidationsmittel

Nach § 37 Abs. 2 des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) muss das Schwimm- und Badebeckenwasser so beschaffen sein, dass durch seinen Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist. Um diese gesetzliche Anforderung zu erfüllen, muss das Schwimm- und Badebeckenwasser entsprechend aufbereitet und unter Einsatz von Chlorungs- und Oxidationsmittel 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 zudosiert. Aus Sicherheitsgründen sind die Druckbehälter (Chlorflaschen oder Chlorfässer) der Chlorgasanlage in einem speziellen Raum (Chlorgasraum, siehe Bild 1) untergebracht, der mit einem Chlorwarnsystem überwacht wird.

**Eigenschaften**

**Erscheinungsform**
Grünlich-gelbes, stechend riechendes Gas.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Synonyme:</th>
<th>Chlorgas</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>CAS-Nummer:</td>
<td>7782-50-5</td>
</tr>
<tr>
<td>EG-Nummer:</td>
<td>231-959-5</td>
</tr>
<tr>
<td>INDEX-Nummer:</td>
<td>017-001-00-7</td>
</tr>
<tr>
<td>Kemler-Zahl:</td>
<td>268</td>
</tr>
<tr>
<td>UN-Nr.:</td>
<td>1017</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Es kommt verflüssigt in Druckgasflaschen und -fässern unter einem Druck von 6,7 bar (bei 20 °C) in den Handel. Gefährliche Zersetzungsprodukte entfällt.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Physikalisch-chemische Eigenschaften</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
<td>-101 °C</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>-34 °C (1013 hPa)</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>1,56 g/cm³ (-34 °C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft</td>
<td>2,49</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>Wässrige Lösungen von Chlor („Chlorwasser“) reagieren stark sauer</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>0,02 - 1 ml/m³</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**

Chlor 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 140 °C reagiert auch trockenes Chlor mit C-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.

**Gesundheitsgefahren**

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

Bereits bei Konzentrationen von 4 ml/m³ wird Arbeiten als nicht mehr möglich angesehen. Die Grenze des Erträglichen wird mit 17 ml/m³ angegeben. Konzentrationen über 50 ml/m³ können dosisabhängig schnell zum Tod führen. Trockene Haut ist gegen Chlorgas weniger empfindlich.

**Vorschriften**

**Kennzeichnung Gebinde**

Die Kennzeichnungsvorschriften der Gefahrstoffverordnung sind für Druckgasbehälter ausgenommen. Deren Kennzeichnung erfolgt gemäß TRG 270 „Kennzeichnung der Druckgasbehälter“.


*Bild 2: Kennzeichnung von Chlorgasflaschen*
Bei Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas ist das Sicherheitszeichen „Warnung vor Gasflaschen“ 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.


Arbeitsplatz, -bereich

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="image1" alt="Warnung vor Gasflaschen" /></td>
<td>Bei Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas ist das Sicherheitszeichen „Warnung vor Gasflaschen“ am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Chlorgasbehälter verwendet werden. Bei ortsveränderlichen Chlorungseinrichtungen ist das Schild an der Einrichtung anzubringen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image2" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Bei Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas ist das Sicherheitszeichen „Warnung vor Gasflaschen“ am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Chlorgasbehälter verwendet werden.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image3" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Chlorgas verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image4" alt="Atemschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist bei Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas an der Chlorungseinrichtung anzubringen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image5" alt="Fußschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo Behälter oder Druckgasbehälter bewegt werden.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
**Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)</th>
<th>0,5 ml/m³ = 1,5 mg/m³</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Spitzenbegrenzung</td>
<td>1(I)</td>
</tr>
<tr>
<td>Schwangerschaft</td>
<td>Y</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Bereitstellung und Lagerung**


Neben den baulichen Anforderungen sind in dieser Regel folgende wesentlichen betrieblichen Anforderungen enthalten:

- Der Aufenthalt von Personen in Chlorasräumen ist auf das für Wartung, Kontrolle sowie Betrieb erforderliche Maß zu beschränken.
- In Chlorasräumen dürfen nur die für den Betrieb einer Chlorungsanlage unter Verwendung von Chlorgas erforderlichen Einrichtungen vorhanden sein, z.B. dürfen keine Liegestühle, sonstigen Chemikalien, Wasserspielgeräte u.s.w. gelagert werden.
- Bei jedem Chlorgasbehälterwechsel ist die Anschlussdichtung zu erneuern. Die chlorgasführenden Verbindungsleitungen einschließlich der Anschlüsse, sind mit einem geeigneten Prüfereagens (Dämpfe einer 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 bereitgestellt werden, und sind einzeln gegen Umstürzen zu sichern.
- Gelagerte Chlorgasflaschen sind entsprechend ihres Füllungsgrades, z.B. mit Hinweisschildern mit der Aufschrift „voll“ bzw. „leer“, zu kennzeichnen.
- Zum Abdichten undichter Ventile sind z.B. spezielle gasdichte Ventilschutzkappen mit Ventil an gut erreichbarer Stelle im Chlorgasraum bereitzustellen.
- 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 Bergungsbe-

- Anschlussleitungen für Chlorbehälter einschließlich der dazugehörigen Verschraubungen und Sammelleitungen sind regelmäßig zu prüfen und bei Beschädigungen, Korrosion oder Versprödung unverzüglich zu erneuern.
- Anschlussleitungen aus Kupfer zwischen Chlorbehälter und ortsfest verlegter Sammelleitung unterliegen aufgrund des häufigen Wechsels der Chlorbehälter einer erhöhten mechanischen Beanspruchung, die zu einem vorzeitigen Verschleiß führen kann. Daher sind die flexiblen Anschlussleitungen aus Kupfer mindestens alle zwei Jahre zu erneuern.

Für Räume, die ausschließlich zur Lagerung von Chlorbehältern dienen, ist die Technische Regel Druckgase TRG 280 „Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter – Betreiben von Druckgasbehältern“ anzuwenden.

**Maßnahmen bei Gasaustritt**

Bei einem Chlorgasaustritt darf der Beschäftigte den Chlorsaumraum nur mit geeignetem Atemschutz betreten. Zum Abdichten undichter Ventile sind spezielle gasdichte Ventilschutzkappen geeignet.

Bei einem Chlorgasausbruch sind die Maßnahmen gemäß Chlorgasalarmplan durchzuführen. Dazu gehören betriebspezifische Sofortmaßnahmen (z. B. Ausschaltung der Hallenbadluftrungs, Evakuierung und die Alarmierung der Einsatz- und Rettungskräfte. Einsatzkräfte sind insbesondere Feuerwehr, das Transport- Unfall-Informations- und Hilfeleistungssystem der deutschen chemischen Industrie (TUIS) sowie das Technische Hilfswerk (THW). Die vergasten Räume sollen nur von Einsatzkräften mit unabhängig von der Umgebungsluftwirksamen wirken Atemschutzgeräten und mit Chemikalien- schutzanzügen betreten werden. Den Ein-
satzkräften sind die erforderlichen Informationen zur Verfügung zu stellen.

Es wird empfohlen, gemeinsam mit den Einsatzkräften einen Einsatzplan zu erarbeiten und präventiv regelmäßig Unterweisungen und Übungen durchzuführen.

**Maßnahmen bei Bränden**
Mit Chlor gefüllte Druckgasflaschen und -fässer sind durch Feuer und Wärmestrahlung gefährdet, weil dabei eine unzulässige Druck erhöhung und eine Reaktion des Chlors mit dem Behältermaterial auftreten kann (s.o.). Im Brandfall sind deshalb mobile Behälter sofort aus der Gefahrenzone zu bringen, stationäre Behälter sofort mit Wasser zu kühlen.

**Löschmittel**
Keine Einschränkung; Wasser zur Kühlung s.o.

**Entsorgung**
Chlorgasbehälter mit abgelaufenem Prüfdatum, mit offensichtlichen Korrosionsschäden oder mit fest sitzenden Flaschenventilen sind nach Rücksprache mit dem Abfüllbetrieb entsprechend gekennzeichnet an diesen zurückzusenden. Dieser entscheidet, ob Überbehälter eingesetzt werden müssen.

**Persönliche Schutzausrüstung**

Beim Tätigkeiten mit Chlor in Flaschen oder Fässern sind Schutzhandschuhe mindestens der Kategorie S1, besser der Kategorie S2 zu tragen. Beim Flaschenwechsel empfiehlt sich der Gebrauch von Lederhandschuhen.

**Erste Hilfe**

**Allgemeines**
Alle Personen, die mit Chlor umgehen, müssen über die Gesundheitsgefahren unterrichtet sein und über das Verhalten bei Arbeitsunfällen unterwiesen werden (siehe Ziffer 1.6 „Betriebsanweisung und Unterweisung“).

ärztliche Hilfe leisten zu können, ist eine Absprache zwischen Betrieb, Betriebsarzt und Krankenhaus erforderlich.

Augen

Atmungsorgane


Haut
Durchtränkte oder von Gas durchsetzte Kleider sofort entfernen.

Betroffene Hautstellen gründlich mit sehr viel Wasser abspülen, dann mit sterilen Verbandsmaterial abdecken.

Ruhig lagern und vor Wärmeverlust schützen. Bei Bewusstlosigkeit Lagerung in stabiler Seitenlage.

Ärztliche Behandlung

Hinweise für den Arzt
Hat der Verunglückte Atemschutzgeräte mit Gasfiltern getragen, kann er Phosgen eingeatmet haben. Erste Hilfe-Maßnahmen enthält das Merkblatt „Phosgen“ (BGI 615).

Weitere Informationen
- GESTIS-Stoffdatenbank, Eintrag „Chlor“.
- „Informationen für die Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe“ (GUV-I 8504).
- Merkblatt “Chlor“ (BGI 596).
- Sicherheitshinweise – Umgang mit Chlor gasflaschen des Industriegaseverbandes IGV.

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

Einsatz in der Wasseraufbereitung
In kleineren Hallenbädern wird oft Natriumhypochlorit als Desinfektionsmittel eingesetzt, siehe Bild 3. Handelsüblich sind verbrauchsfertige Lösungen mit 150 g/l Aktiv-Chlor (wirksames Chlor) in 35 Liter-GBinden. Die verbrauchsfertige Lösung wird mittels einer Dosierpumpe direkt aus dem Liefergebinde dem Fitrat 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.
Wird Natriumhypochlorit am Verwendungsort durch Elektrolyse mit Kochsalz hergestellt ist der Anteil an wirksamen Chlor mit 2–9 g/l wesentlich geringer als in der handelsüblichen und verbrauchsfertigen Lösung.

### Eigenschaften

#### Erscheinungsform
Schwach gelbgrün gefärbte, chlorähnlich riechende Lösung.

#### Physikalisch-chemische Eigenschaften

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Eigenschaftswert</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzbereich</td>
<td>-30°C bis -20°C</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>Entfällt (Wasser: 100°C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>&gt; 40°C</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>1,22 bis 1,23 g/ml (25°C)</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>Ca. 12 (20°C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>0,02 · 1 ml/m³ (Chlor)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

#### Gefährliche Zersetzungsprodukte
Im Sonnenlicht Zersetzung zu Natriumchlorid und Sauerstoff; als Nebenprodukte entstehen Dichloroxid und Chlor.

#### Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten
Reagiert mit Säuren (z. B. Salzsäure) und sauren Salzen (z. B. Aluminiumsulfat) unter Chlorgasentwicklung.

Kann mit Isocyanursäurederivaten sowie mit Ammoniak, dessen Salzen und Derivaten heftig unter Bildung von hoch explosiblen Stickstofftrichlorid reagieren.


#### Gesundheitsgefahren
Wirkt ätzend auf Haut, Augen und Schleimhäute.
### Kennzeichnung Gebinde

**Natriumhypochloritlösung, > 10 % aktives Chlor**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Code</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R 31</td>
<td>Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase</td>
</tr>
<tr>
<td>R 34</td>
<td>Verursacht Verätzungen</td>
</tr>
<tr>
<td>S 1/2</td>
<td>Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren</td>
</tr>
<tr>
<td>S 28</td>
<td>Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel Wasser</td>
</tr>
<tr>
<td>S 45</td>
<td>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)</td>
</tr>
<tr>
<td>S 50</td>
<td>Nicht mischen mit (Säuren und sauren Lösungen z. B. von Flockungsmitteln, Isocyanursäurederivaten)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertreibers

### Arbeitsplatz, -bereich


<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="image" alt="Warnung vor ätzenden Stoffen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumhypochlorit-lösungen verwendet werden.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumhypochloritlösungen verwendet werden.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Schutzhandschuhe benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumhypochloritlösungen offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Sicherheitszeichen | Bemerkung
--- | ---
Das Sicherheitszeichen „Schutzkleidung benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumhypochloritlösungen offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.

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.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)</th>
<th>0,5 ml/m³ = 1,5 mg/m³</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Spitzenbegrenzung</td>
<td>I(I)</td>
</tr>
<tr>
<td>Schwangerschaft</td>
<td>Y</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Lagerung**
In unmittelbarer Nähe dürfen keine Stoffe oder Zubereitungen gelagert werden, die mit Natriumhypochlorit gefährlich reagieren können, z. B. Säuren.

**Maßnahmen beim Gebrauch**
Natriumhypochloritlösung darf nicht in die Kanalisation gelangen, Gebinde beim Gebrauch sind deshalb in eine Auffangwanne zu stellen.


**Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen**
Nur Kleinmengen mit sehr viel Wasser in die Kanalisation spülen.


**Maßnahmen bei Bränden**

**Löschmittel**
Keine Einschränkung; Wasser zur Vermeidung von Druckaufbau einsetzen, siehe vorstehende Ausführungen.

**Entsorgung**
Größere Mengen an mit Natriumhypochlorit kontaminiertem Bindemittel sind entsprechend den lokalen Vorschriften einer geordneten Beseitigung zuzuführen.

**Persönliche Schutzausrüstung**
Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Natriumhypochloritlösung möglich ist, z. B. Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:
- Gesichtsschutz.
- Empfohlen werden Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm. Weitere geeignete Handschuhmaterialien sind: Butylkautschuk (Butyl), Polychloropren (CR) und PVC jeweils in einer Stärke von 0,5 mm.
- Stiefel mit hohem Schaft und Kunststoffschürze aus PVC.
Erste Hilfe

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

Atmungsorgane

Bei Atembeschwerden für ärztliche Behandlung sorgen.

Haut
Durchtränkte oder von Gas durchsetzte 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.

Weitere Informationen
GESTIS-Stoffdatenbank, Eintrag „Natriumhypochlorit, Lösung mit Anteilen an aktivem Chlor“.

Informationen für die Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe (GUV-I 8504).

TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“, Anlage 4 „Technische und organisatorische Maßnahmen beim Umfüllen von Natriumhypochlorit-lösung“.

2.1.3 Calciumhypochlorit mit mehr als 39 % aktivem Chlor (Ca(OCl)_2)

Einsatz in der Wasseraufbereitung

| Synonyme: | keine gebräuchlich |
| CAS-Nummer: | 7778-54-3 |
| EG-Nummer: | 231-908-7 |
| INDEX-Nummer: | 017-012-00-7 |
| Kemler-Zahl: | 50 |
| UN-Nr. | 1748 |
**Eigenschaften**

**Erscheinungsform**
Grauweißes Pulver oder Granulat mit chlorähnlichem Geruch.

**Physikalisch-chemische Eigenschaften**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Werte</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
<td>100 °C</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>ab 180 °C</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte</td>
<td>2,35 g/cm³</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>Wässrige Lösungen von Calciumhypochlorit reagieren stark alkalisch</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>0,02 - 1 ml/m³ (Chlor)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**
Reagiert mit Säuren (z. B. Salzsäure) und Lösungen saurer Salze (z. B. Aluminiumsulfat) unter Chlorgasentwicklung.

Kann mit Isocyanursäurederivaten sowie mit Ammoniak, dessen Salzen und Derivaten heftig unter Bildung von hochexplosiblem Stickstofftrichlorid reagieren.

Bei Kontakt mit brennbaren Stoffen besteht Brand- und Explosionsgefahr verursachen.

Entwickelt in Gegenwart von Feuchtigkeit u.a. Chlorgas.

**Gesundheitsgefahren**
Wirkt ätzend auf Haut, Augen und Atemwege.

**Gefährliche Zersetzungsprodukte**
Abspaltung von Sauerstoff und Chlor beim Erhitzen über 180°C.
Vorschriften
Kennzeichnung Gebinde

Calciumhypochlorit; > 39 % CI Aktiv

| R8         | Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen |
| R22        | Gesundheitsgefährlich beim Verschlucken           |
| R31        | Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase |
| R34        | Verursacht Verätzungen                            |
| R50        | Sehr giftig für Wasserorganismen                 |
| S1/2       | Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren |
| S26        | Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren! |
| S36, 37, 39| Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen |
| S45        | Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen) |
| S61        | Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen/Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen |

Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertreibers

Arbeitsplatz, -bereich

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Calciumhypochlorit verwendet wird.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor brandfördernden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Calciumhypochlorit verwendet wird.</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)
Für die Beurteilung der inhalativen Exposition bei Tätigkeiten mit Calciumhypochlorit ist die Leitkomponente Chlorgas heranzuziehen.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="image" alt="Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Calciumhypochlorit verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Calciumhypochlorit verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Atemschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Calciumhypochlorit umgegangen wird, sofern keine geeignete Absaugung vorhanden ist.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Schutzhandschuhe benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Calciumhypochlorit offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Augenschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Augenschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Calciumhypochlorit offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Behälter und Geräte nicht wechselseitig benutzen" /></td>
<td>Bei ortsfesten Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Calciumhypochlorit ist dieses Schild an den Einrichtungen und in Lager- und Umfüllräumen anzubringen, in denen Calciumhypochlorit verwendet wird.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Arbeitsplatzgrenzwert Chlor</td>
<td>0,5 ml/m³ = 1,5mg/m³</td>
</tr>
<tr>
<td>Spitzenbegrenzung</td>
<td>1 (I)</td>
</tr>
<tr>
<td>Schwangerschaft</td>
<td>Y</td>
</tr>
</tbody>
</table>
**Lagerung**
Lagerräume und Lagerbereiche sind gegen den Zutritt Unbefugter zu sichern und müssen gut durchlüftet sein.

In vorgenannten Räumlichkeiten besteht Rauchverbot.

Das 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 Zubereitungen gelagert werden, die mit Calciumhypochlorit gefährlich reagieren können, z. B. Säuren, Trichlorisocyanursäure und Natriumdichlorisocyanurat und brennbare Stoffe. Für Mengen über 200 kg sind die Vorschriften nach TRGS 515 „Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern“ zu beachten.

**Maßnahmen beim Gebrauch**
Bei offenem Umgang mit festem Calciumhypochlorit sind bei stationären Anlagen entstehende Stäube wirksam abzusaugen, bei nicht stationärer Verwendung sind 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 Verschütteten, Auslaufen**

Nicht in die Kanalisation spülen!

Anschließend Raum lüften und verschmutzte Gegenstände und Boden reinigen.

**Maßnahmen bei Bränden**

**Löschmittel**
Keine Einschränkung; Wasser zur Vermeidung von Druckaufbau einsetzen, siehe oben.
Entsorgung
Sonderabfallentsorgung nach örtlichen Vor-
schriften.

Persönliche Schutzausrüstung
Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Konta-
mination 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 oder gebläseunterstütztes
• Empfohlen werden Schutzhandschuhe
   aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in
einer Stärke von 0,35 mm. Weitere geeig-
nete Handschuhmaterialien sind: Butyl-
   kautschuk (Butyl), Polychloropren (CR)
   und PVC jeweils in einer Stärke von
   0,5 mm.

Erste Hilfe
Augen
Auge sofort (Laugen ätzen besonders rasch!) unter Schutz des nicht betroffenen Auges
ausgiebig mindestens 10 Minuten mit flie-
ßendem Wasser spülen. Anschließend den
Verletzten einer augenärztlichen Behand-
lung zuführen.

Atmungsorgane
Nach Einatmen von Chlor Verletzten unter
Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich an
die frische Luft oder in einen gut durchlüfte-
ten Raum bringen. Ruhig lagern und vor Wär-
meverlust schützen. Bei Bewusstlosigkeit
Lagerung in stabiler Seitenlage.

Bei Atembeschwerden für ärztliche Behand-
lung sorgen.

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

Weitere Informationen
• GESTIS-Stoffdatenbank, Eintrag „Calcium-
   hypochlorit“.
• „Informationen für die Erste Hilfe bei
   Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe“
   (GUV-I 8504).

2.1.4 Natriumhypochloritlösung
24,5 Gew.-% (300g/l) (NaClO₂)

Einsatz in der Wasseraufbereitung
Diese Natriumchloritlösung wird als Aus-
gangsstoff für die Herstellung einer Chlor-
Chlordioxid-Lösung (Chlor-Chlordioxid-Ver-
fahren, siehe Bild 5) am Verwendungsort
benötigt. In diesem Verfahren wird Chlorgas
mit Natriumchlorit in einem Mischungsver-
hältnis von 10:1 zur Reaktion gebracht. Die
hergestellte Chlor-Chlordioxid-Lösung wird
zur Desinfektion dem Filtrat zugegeben.
Eigenschaften

Erscheinungsform
Schwach grünlichgelbe, fast geruchlose wässrige Lösung.

Physikalisch-chemische Eigenschaften

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Wert</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Beginn der Auskristallisation</td>
<td>-15 °C</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>100 °C (Wasser)</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>ab 150 °C</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>1,22 g/ml</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>12 bis 13 (20 °C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>0,1 ml/m³ = 0,28 mg/m³ (Chlordioxid)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Gefährliche Zersetzungsprodukte
Die Lösung ist stabil, wenn sie nicht verunreinigt wird. Eingetrocknetes Natriumchlorit entwickelt beim Erhitzen über 150 °C bei Schlag oder Reibung Sauerstoff. Parallel erfolgt eine Umsetzung zu Natriumchlorid und Natriumchlorat, das sich dann weiter unter Sauerstoffabspaltung zersetzt.

Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten
(Festes) Natriumchlorit, z. B. ausgetrocknet 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 (Flockungsmittel!) entsteht explosives, stark toxisches Chlordioxid.

**Gesundheitsgefahren**
Reine Natriumchloritlösung ist nur schwach ätzend. Durch den Laugenüberschuss wirkt die handelsübliche Lösung aber ätzend auf Haut, Schleimhäute und Augen. Die toxische Wirkung steht demgegenüber im Hintergrund.

**Vorschriften**
**Kennzeichnung Gebinde**
(Herstellerkennzeichnung)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Natriumchloritlösung 24,5 Gew % (300 g/l)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Hinweise auf besondere Gefahren</strong></td>
</tr>
<tr>
<td>R 8</td>
</tr>
<tr>
<td>R 22</td>
</tr>
<tr>
<td>R 32</td>
</tr>
<tr>
<td>R 34</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Sicherheitsratschläge</strong></td>
</tr>
<tr>
<td>S 3/7</td>
</tr>
<tr>
<td>S 14</td>
</tr>
<tr>
<td>S 36, 37, 39</td>
</tr>
<tr>
<td>S 27</td>
</tr>
<tr>
<td>S 43</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertreibers
Arbeitsplatz, -bereich

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor gesundheitsschädlichen Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumchloritlösung verwendet wird.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
|                   | Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumchloritlösung verwendet wird.
|                   | Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Natriumchloritlösung verwendet wird.
|                   | Das Sicherheitszeichen „Schutzkleidung benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Natriumchloritlösungen offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.

Lagerung
Natriumchloritlösungen dürfen nicht in der Nähe von brennbaren Stoffen (z. B. Fetten, Ölen, Papier, Textilien) gelagert werden.

Natriumchloritlösungen und Säuren müssen verwechslungssicher in getrennten Auffangwannen gelagert werden.

Rauchen und Umgang mit offenem Feuer (z. B. Schweißarbeiten) ist in Lagerräumen für Natriumchloritlösungen untersagt bzw. nur nach Treffen von besonderen Schutzmaßnahmen und anschließende Freigabe erlaubt.

Die Lagerräume für Natriumchloritlösungen sollen möglichst frostfrei ausgelegt sein.

Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen

Maßnahmen bei Bränden
Die wässrige Lösung brennt nicht. Festes Natriumchlorit, das durch Eintrocknen von Lösungen entsteht, ist jedoch brandfördernd.

Mit Drucksteigerung und Berstgefahr der Gebinde beim Erhitzen muss gerechnet werden. Behälter deshalb wenn möglich aus der Gefahrenzone bringen oder mit Sprühstrahl kühlen.

Löschmittel
Feuer nur mit Wasser bekämpfen, Schaum- und Pulverfeuerlöscher sind weitgehend wirksungslos.

Entsorgung
Nach Rücksprache mit dem Hersteller oder Lieferanten einer speziellen Behandlung zuführen.

Persönliche Schutzausrüstung
Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Natriumchloritlösung 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:
• Gesichtsschutz,
• Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/ Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm. Weitere geeignete Handschuhmaterialien sind: Butylkautschuk (Butyl), Polychloropren (CR) und PVC jeweils in einer Stärke von 0,5 mm,
• Stiefel mit hohem Schaft und Kunststoffschürze aus PVC.

**Erste Hilfe**

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

**Atmungsorgane**

**Haut**

**Weitere Informationen**
GESTIS-Stoffdatenbank, Eintrag „Natriumchloritlösung“.

Informationen für die Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe (GUV-I 8504).

**2.1.5 Chlordioxid (ClO₂)**

Bild 6: Chlordioxid nach dem Salzsäure-Natriumchloritverfahren
**Einsatz in der Wasseraufbereitung**


**Synonyme:**
keine üblich

**CAS-Nummer:**
10049-04-4

**EG-Nummer:**
233-162-8

**INDEX-Nummer:**
Gas: 006-089-00-2, Wässerige Lösung: 006-089-01-X

**Kemler-Zahl:**
keine

**UN-Nr.:**
keine

---

**Eigenschaften**

**Erscheinungsform**

Orangegelbes, stechend riechendes Gas, das bei der Wasseraufbereitung nur als verdünnte wässrige Lösung vorkommt. Da es aber beim verbotswidrigen Vermischen von Natriumchloritlösung mit Säure frei werden kann, wird im Folgenden auf die extrem gefährlichen Eigenschaften dieses Gases hingewiesen:

- Wässrige Chlordioxidlösungen neigen ab einem Gehalt von 30 g/l zum explosionsartigen Zerfall, weswegen Konzentrationen über 3 % technisch nicht realisiert werden.
- Gasförmiges Chlordioxid ist ab einer Konzentration von 300 g/m³ explosionsgefährlich. Mit dieser Gaskonzentration muss über wässrigen Lösungen mit einer Konzentration ab 8 g/l Chlordioxid bei 20°C gerechnet werden.
- Lösungen mit weniger als 3 g/l Chlordioxid sind nicht kennzeichnungspflichtig. Auch von diesen Lösungen geht jedoch eine Gefahr aus, da sich ein sehr giftiges Chlordioxid-Gasgemisch über der Lösung bilden kann. Dies ist beim Umgang mit Chlordioxid-Lösungen unbedingt zu beachten.

**Physikalisch-chemische Eigenschaften (Chlordioxidgas)**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Wert</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
<td>-59°C</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>10°C (1013 hPa)</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>ab ca. 45°C explosionsartige Zersetzung möglich</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft</td>
<td>2,33</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>Wässrige Lösungen von Chlordioxid („Chlorwasser“) reagieren sauer</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>0,1 ml/m³ = 0,28 mg/m³</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Gefährliche Zersetzungsprodukte (Chlordioxidgas)**

Chlor, Sauerstoff.
**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**

Gas und wässrige Lösung: Heftige bis explosionsartige Reaktion mit oxidierbaren Stoffen.

**Gas:** Explosionsartige Zersetzung in Chlor und Sauerstoff. 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.

**Wässrige Lösung:** Bei Konzentrationen über 28 g/l können Chlordioxidlösungen spontan zerfallen.

**Gesundheitsgefahren**


**Vorschriften**

**Kennzeichnung Gebinde**

Das Gas kommt im Rahmen der Wasseraufbereitung beim Natriumchlorit-Säure- bzw. Chlor-Chlordioxid-Verfahren nur als verdünnte wässrige Lösung im Reaktionsprozess vor und wird nicht als solche aufbewahrt. Die Kennzeichnung der Anlage, Rohrleitungen etc. erfolgt nach Maßgabe der Anlagenhersteller abhängig von den Konzentrationen der Inhaltsstoffe.

Als Reinstoff oder konzentrierte Lösung kommt Chlordioxid nur bei Störfällen vor. In diesem Fall ist es explosionsfähig, sehr giftig, ätzend und umweltgefährlich.
Arbeitsplatz, -bereich

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="image" alt="Warnung vor giftigen Stoffen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor giftigen Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Chlordioxidlösung verwendet wird. Bei ortsveränderlichen Chlorungseinrichtungen ist das Schild an der Anlage anzubringen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Chlordioxidlösung verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Atemschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Chlordioxid umgegangen wird, sofern keine geeignete Absaugung vorhanden ist.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Schutzhandschuhe benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Chlordioxid offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Arbeitsplatzgrenzwert (Chlordioxidgas)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Arbeitsplatzgrenzwert ClO₂</td>
</tr>
<tr>
<td>Spitzenbegrenzung</td>
</tr>
<tr>
<td>Schwangerschaft</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Lagerung**
Das Gas wird wegen seiner Explosionsgefährlichkeit nur als verdünnte wässrige Lösung für die sofortige Verwendung erzeugt. Eine Lagerung darf nicht erfolgen.
Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen, Gasaustritt

Bei Freiwerden größerer Mengen ist wie bei einem Chlorgasausbruch (siehe dort) zu verfahren. Chlordioxidgas kann dabei wie Chlor mit Sprühwasser niederschlagen werden. Es darf nur speziell geschultes und ausgerüstetes Personal eingesetzt werden.

Maßnahmen bei Bränden
Chlordioxid selbst ist nicht brennbar, wirkt aber brandfördernd. Explosionsartige Zersetzung bei Temperaturen ab 45 °C. Behälter und Anlagen mit Wasser kühlen, ausgetretenes Chlordioxidgas mit Sprühwasser niederschlagen.

Löschmittel
Wasser.

Entsorgung
Siehe unter Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen, Gasaustritt.

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

- Schutzhandschuhe aus Nitrilkauchuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm. Weitere geeignete Handschuhamaterialien sind: Butylkauchuk (Butyl), Polychloropren (CR) und PVC jeweils in einer Stärke von 0,5 mm.
- Stiefel mit hohem Schaf und Kunststoffschürze aus PVC.

Erste Hilfe
Augen
Auge sofort unter Schutz des nicht betroffenen Auges ausgiebig mindestens 10 Minuten mit fließendem Wasser spülen.

Anschließend den Verletzten einer augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane
voller Beschwerdefreiheit ist nach Einatmen von Chlordioxid ein Arzt zu rufen.

Haut

Hinweise für den Arzt

Weitere Informationen
- GESTIS-Stoffdatenbank, Einträge „Chlordioxid“ und „Chlordioxid-Lösung“.
- DVGW-Arbeitsblatt W 224 „Chlordioxid in der Wasseraufbereitung“.
- DVGW-Merkblatt W 624 „Dosieranlagen für Desinfektionsmittel und Oxidationsmittel: Dosieranlagen für Chlordioxid“.

2.1.6 Trichlorisocyanursäure (C₃Cl₃N₃O₃)

Einsatz in der Wasseraufbereitung
Trichlorisocyanursäure enthält ca. 90 % aktives Chlor und ist im Fachhandel als Granulat, Pulver oder in Tablettenform erhältlich, siehe Bild 7.

Eigenschaften

Erscheinungsform
Weißes Kristallpulver oder weiße Tabletten mit stechendem Geruch nach Chlor. Wenig löslich in Wasser (12 g/l, 20°C). Der Stoff wird bei der Wasseraufbereitung in der Regel in Form von Zubereitungen eingesetzt, die ein geringeres Gefahrenpotential aufweisen können (siehe entsprechende Sicherheitsdatenblätter) und dementsprechend anders eingestuft und gekennzeichnet sein können.

Physikalisch-chemische Eigenschaften

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Wert</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
<td>Der Stoff zersetzt sich beim Erhitzen</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>225 bis 230°C</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>2,07 g/cm³</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>2,0 bis 2,8 (10 g/l; 20°C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>Chlor: 0,02 · 1 ml/m³</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Gefährliche Zersetzungsprodukte
Spaltet beim Erhitzen Chlor ab.

Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten
Bildet bei Zutritt von wenig Wasser oder Säuren Chlorgas bzw. Stickstofftrichlorid.

Kann mit Hypochloriten (z. B. Calciumhypochlorit) heftig unter Bildung von explosiblen Stickstofftrichlorid reagieren.

Gesundheitsgefahren
Vorschriften
Kennzeichnung Gebinde

Trichlorisocyanursäure

<table>
<thead>
<tr>
<th>Hinweise auf besondere Gefahren</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R 8</td>
</tr>
<tr>
<td>R 22</td>
</tr>
<tr>
<td>R 31</td>
</tr>
<tr>
<td>R 36/37</td>
</tr>
<tr>
<td>R 50/53</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Sicherheitsratschläge

<table>
<thead>
<tr>
<th>S 8</th>
<th>Behälter trocken halten</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>S 26</td>
<td>Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren</td>
</tr>
<tr>
<td>S 41</td>
<td>Explosions- und Brandgase nicht einatmen</td>
</tr>
<tr>
<td>S 60</td>
<td>Dieses Produkt und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen</td>
</tr>
<tr>
<td>S 61</td>
<td>Freisetzung in die Umwelt vermeiden, besondere Anweisungen einholen/ Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertreibers
**Arbeitsplatz,-bereich**


<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="warnung.png" alt="Warnung vor gesundheitsgefährlichen Stoffen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor gesundheitsgefährlichen Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="brand.png" alt="Warnung vor brandfördernden Stoffen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor brandfördernden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="feuer.png" alt="Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="zutritt.png" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="atemschutz.png" alt="Atemschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Trichlorisocyanursäure offen umgegangen wird, sofern keine geeignete Absaugung vorhanden ist.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="handschuhe.png" alt="Schutzhandschuhe benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Trichlorisocyanursäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="augenschutz.png" alt="Augenschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Augenschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Trichlorisocyanursäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Lagerung (nicht im Arbeitsgang befindliche Mengen)
Um Verwechslungen zu vermeiden, Trichlorisocyanursäure und ihre Zubereitungen nur in vorschriftsmäßig gekennzeichneten Originalgebinden trocken und bei Temperaturen unter 25 °C aufbewahren.

Werden mehr als 200 kg brandfördernder Stoffe gelagert, sind die Bestimmungen der TRGS 515 „Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern“ zu beachten.

Trichlorisocyanursäure und ihre Zubereitungen dürfen unter anderen nicht oder nur unter besonderen Vorkehrungen mit folgenden Stoffen und Stoffgruppen zusammen gelagert werden:
- Verdichtete und verflüssigte Gase (Chlordruckgasflaschen).
- Druckgaspackungen (Spraydosen).
- brennbare flüssige und feste Stoffe (mit Ausnahmen).

Besondere Maßnahmen sind zu treffen, wenn Stoffe, mit denen Trichlorisocyanursäure gefährliche Reaktionen eingeht (z. B. Hypochlorite, Säuren), mit dieser zusammen gelagert werden müssen. In diesem Fall empfehlen sich z. B. getrennte Auffangwannen und auffallende, ggf. farblich unterstützte Kennzeichnung.

Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen
Kleinmengen sind trocken, aber unter möglichst geringer Staubentwicklung aufzunehmen und wenn möglich zu verwenden. Verschüttete Restmengen dürfen nicht in das Vorratsgefäss, den Ausguss oder die Mülltonne gegeben werden.

Maßnahmen bei Bränden

Löschmittel
Kohlendioxid, Trockenlöschmittel, nicht: Wasser, Schaum.

Entsorgung
Restmengen möglichst verwenden, wenn nicht möglich, der zuständigen Stelle zur Abfallbeseitigung übergeben.

Persönliche Schutzausrüstung
Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Trichlorisocynursäure möglich ist, z. B. beim Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:
- Gestellbrille mit Seitenschutz oder Gesichtsschutz.
- Bei offenem Umgang ohne Absaugung ist eine Vollmaske (gleichzeitig Augen-
schutz) oder gebläseunterstütztes Filtergerät mit Kombinationsfilter B2P2 notwendig.

- Empfohlen werden Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm. Weitere geeignete Handschuhmaterialien sind Butylkautschuk (Butyl), Polychloropren (CR) und PVC jeweils in einer Stärke von 0,5 mm.
- Stiefel mit hohem Schaft und Kunststoffschürze aus PVC.

Auch beim Umgang mit trichlorisocyanursäurehaltigen Zubereitungen in Tablettenform können reizende und gesundheitsgefährdende Stäube auftreten, so dass auch dabei das Tragen Persönlicher Schutzausrüstung dringend anzuraten ist.

**Erste Hilfe**

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

**Augen**

AUGE unter Schutz des unverletzten Auges 10 Minuten unter fließendem Wasser bei weitgespreizten Lidern spülen. Anschließend den Verletzten der augenärztlichen Behandlung zuführen.

**Atmungsorgane**


**Haut**


**Weitere Informationen**

GESTIS-Stoffdatenbank, Eintrag „Trichlorisocyanursäure“

2.1.7 Natriumdichlorisocyanurat-dihydrat (C₃Cl₂N₃NaO₃ · 2H₂O)
Einsatz in der Wasseraufbereitung
Natriumdichlorisocyanurat enthält ca. 60 % aktives Chlor und ist im Fachhandel als Granulat, Pulver oder in Tablettenform erhältlich, siehe Bild 8.


Das wasserfreie Salz weist stark brandfördernde, nach manchen Quellen sogar explosionsgefährliche Eigenschaften auf.

Eigenschaften
Erscheinungsform
Weißes Kristallpulver oder Granulat mit stechendem Chlorgeruch, das gut wasserlöslich ist (250 g/l, 25°C). Nur das wasserfreie Salz hat ausgeprägte brandfördernde Eigenschaften und ist entsprechend gekennzeichnet. Der Stoff wird aber bei der Wasseraufbereitung nur in Form des weniger brandfördernden Dihydrats und in der Regel als Bestandteil von Zubereitungen eingesetzt, die insgesamt ein geringeres Gefahrenpotential aufweisen (siehe entsprechende Sicherheitsdatenblätter) und dementsprechend anders eingestuft und gekennzeichnet sein können.

Physikalisch-chemische Eigenschaften

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaften</th>
<th>Werte</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
<td>240 bis 250°C unter Zersetzung</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>s.o.</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>Schüttdichte 0,95 bis 0,98 g/cm³</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>6,7 (10 g/l; 20°C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>Chlor: 0,02 - 1 ml/m³</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Gefährliche Zersetzungsprodukte
Spaltet beim Erhitzen unter anderem Chlor ab.
### Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten
Bildet beim Zutritt von wenig Wasser oder Säuren Chlorgas bzw. Stickstofftrichlorid.

Kann mit Hypochloriten (z.B. Calciumhypochlorit) heftig unter Bildung von explosiblem Stickstofftrichlorid reagieren.

Kann mit oxidierbaren (brennbaren) Stoffen heftig reagieren.

### Gesundheitsgefahren

### Vorschriften
Kennzeichnung Gebinde

<table>
<thead>
<tr>
<th>Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertreibers</th>
</tr>
</thead>
</table>

### Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat

<table>
<thead>
<tr>
<th>Hinweise auf besondere Gefahren</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R 22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken</td>
</tr>
<tr>
<td>R 31 Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase</td>
</tr>
<tr>
<td>R 36/37 Reizt die Augen und die Atmungsorgane</td>
</tr>
<tr>
<td>R 50/53 Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitsratschläge</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>S 8 Behälter trocken halten</td>
</tr>
<tr>
<td>S 26 Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren</td>
</tr>
<tr>
<td>S 41 Explosions- und Brandgase nicht einatmen</td>
</tr>
<tr>
<td>S 60 Dieses Produkt und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen</td>
</tr>
<tr>
<td>S 61 Freisetzung in die Umwelt vermeiden. besondere Anweisungen einholen/ Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Gefahrstofflexikon
**Arbeitsplatz, -bereich**


<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="image" alt="Warnung vor gesundheitsgefährlichen Stoffen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor gesundheitsgefährlichen Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Atemschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Trichlorisocyanursäure offen umgegangen wird, sofern keine geeignete Absaugung vorhanden ist.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Schutzhandschuhe benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Trichlorisocyanursäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Augenschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Augenschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Trichlorisocyanursäure offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

| | Bei ortsfesten Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Trichlorisocyanursäure ist dieses Schild an den Einrichtungen und in Lager- und Umfüllräumen anzubringen, in denen Trichlorisocyanursäure verwendet wird. |

---

**Gefahrstofflexikon**

- Behälter und Geräte nicht wechselweise benutzen
- Chlorcyanurat + Hypochlorit explosives Stickstoffchlorid
- Chlorcyanurat + Säure giftiges Chlorgas
- Lebensgefahr!
Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Arbeitsplatzgrenzwert ClO₂</th>
<th>Kein AGW festgesetzt. Im Störfall ist der AGW für Chlor zu überwachen.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Spitzenbegrenzung</td>
<td>siehe Chlor</td>
</tr>
<tr>
<td>Schwangerschaft</td>
<td>siehe Chlor</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Lagerung** (nicht im Arbeitsschutz befindliche Mengen)

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

Werden mehr als 200 kg brandfördernder Stoffe gelagert, sind die Bestimmungen der TRGS 515 „Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern“ zu beachten.

Natriumdichlorisocyanurat und seine Zubereitungen dürfen unter anderen nicht oder nur unter besonderen Vorkehrungen mit folgenden Stoffen und Stoffgruppen zusammen gelagert werden:

- Verdichtete und verflüssigte Gase (Chlor-gasflaschen).
- Druckgaspackungen (Spraydosen).
- brennbare flüssige und feste Stoffe (mit Ausnahmen).

Besondere Vorsicht ist zu üben, wenn Stoffe, mit denen Natriumdichlorisocyanurat gefährliche Reaktionen eingeht (z. B. Hypochlorite, Säuren), mit diesem zusammengelagert werden müssen. In diesem Fall empfehlen sich z. B. getrennte Auffangwannen und auffallende, ggf. farblich unterstützte Kennzeichnung.

**Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen**

Kleinmengen sind trocken, aber unter möglichst geringer Staubentwicklung aufzunehmen und wenn möglich zu verwenden. Verschüttete Restmengen dürfen nicht in das Vorratsgefäss, den Ausguss oder die Mülltonne gegeben werden.

**Maßnahmen bei Bränden**


**Löschmittel**

Kohlendioxid, Trockenlöschmittel, nicht: Wasser, Schaum.

**Entsorgung**

Restmengen möglichst verwenden, wenn nicht möglich, der zuständigen Stelle zur Abfallbeseitigung 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.**
- **Bei offenem Umgang ohne Absaugung ist eine Vollmaske (gleichzeitig Augenschutz) oder gebläseunterstütztes Filtergerät mit Kombinationsfilter B2P2 notwendig.**
- **Empfohlen werden Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm. Weitere geeignete Handschuhtmaterialeien sind: Butylkautschuk (Butyl), Polychloropren (CR) und PVC jeweils in einer Stärke von 0,5 mm.**
- **Stiefel mit hohem Schaft und Kunststoffschürze aus PVC.**

Auch beim Umgang mit natriumdichlorisocyanurathaltigen Zubereitungen in Tablettenform können reizende und gesundheitsgefährliche Stäube auftreten, so dass auch dabei das Tragen Persönlicher Schutzausrüstung dringend anzuraten ist.

**Erste Hilfe**

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

**Augen**

Auge unter Schutz des unverletzten Auges 10 Minuten unter fließendem Wasser bei weitgespreizten Lidern spülen. Anschließend den Verletzten der augenärztlichen Behandlung zuführen.

**Atmungsorgane**


**Haut**


**Weitere Informationen**

GESTIS-Stoffdatenbank, Eintrag „Natriumdichlorisocyanurat-Dihydrat“.

### 2.1.8 Ozon (O\textsubscript{3})

**Einsatz in der Wasseraufbereitung**

Synonyme: keine
CAS-Nummer: 10028-15-6
EG-Nummer: 233-069-2
INDEX-Nummer: keine
Kemler-Zahl: 268
UN-Nr. 1017

**Eigenschaften**

**Erscheinungsform**
Farbloses, unangenehm stechend riechendes Gas.

**Physikalisch-chemische Eigenschaften**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Wert</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
<td>-192,7°C</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>-110,5°C</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>Chemisch instabil, zerfällt unter bestimmten Randbedingungen bereits bei Zimmertemperatur</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>1,46 g/cm³ (-110,5°C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft</td>
<td>1,66</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>0,02 ml/m³</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Gefährliche Zersetzungsprodukte**
Ozon ist nicht beständig und zerfällt zu Sauerstoff. Die Geschwindigkeit hängt ab von Konzentration, Temperatur und katalytisch wirkenden Stoffen (Stickoxide, Chlor, Metalle, Metalloxide).

**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**

**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.

**Vorschriften**
**Kennzeichnung Gebinde**

**Arbeitsplatz, -bereich**
Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Anhang 2 der „Richtlinien für die Verwendung von Ozon zur Wasseraufbereitung“ (ZH 1/474/GUV-R 1/474).

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="image" alt="Ozonanlage" /></td>
<td>Dieses Zusatzzeichen ist an Zugängen zu Aufstellungsräumen von Ozonanlagen anzubringen.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Arbeitsplatzgrenzwert
Nach TRB 610 „Aufstellung von Druckbehältern zum Lagern von Gasen“ wurde Ozon als brandfördernd (O), sehr giftig (T+), ätzend (C) und chemisch instabil eingestuft.

Einstufung nach TRGS 905
K3-Krebserzeugend EG-Kategorie 3 (Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben).

Der MAK-Wert betrug bis zur Einstufung in die Kategorie K3 0,1 ml/m³. Bis zur Bekanntmachung eines Arbeitsplatzgrenzwertes in der TRGS 900 kann dieser Wert weiterhin für die Arbeitsplatzbeurteilung herangezogen werden.

Lagerung
Ozon wird am Verbrauchsort erzeugt und nicht gelagert.

Maßnahmen bei Gasaustritt

Maßnahmen bei Bränden
Brandförderndes Gas. Stoff selbst brennt nicht, erhöht jedoch die Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen und kann einen bestehenden Brand erheblich fördern.

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 in der Restozon-Entfernungsanlage entsorgt.

Persönliche Schutzausrüstung
Für jede an der Ozonanlage beschäftigte Person ist ein namentlich gekennzeichnetes ozonbeständiges Atemschutzgerät als Vollmaske mit wirksamem Filter zur Verfügung zu stellen. Wirksame Filter sind solche mit der Kennzeichnung Vollmaske mit Spezialfilter NO-P3 oder Spezial-Gasfilter CO.

Die Atemschutzgeräte dürfen wegen der Versprödungsgefahr nicht in den Räumen aufbewahrt werden, in denen Einrichtungen der Ozonanlage vorhanden sind. Beschäftigte haben Atemschutzgeräte anzulegen, bevor sie Räume betreten, in denen eine Ozonansammlung vorhanden oder zu vermuten ist.
Erste Hilfe

Augen
Nach Augenkontakt, kenntlich an Brennen, Tränen und Sehbeeinträchtigung, sind die Augen mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser bei weit gespreizten Lidern zu spülen. Anschließend den Verletzten der augenärztliche Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

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

Weitere Informationen
- GESTIS-Stoffdatenbank, Eintrag „Ozon“.
- Richtlinien für die Verwendung von Ozon zur Wasseraufbereitung (ZH 1/474/GUV-R 1/474).
- Informationen für die Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe (GUV-I 8504).

2.1.9 Wasserstoffperoxid (35 %ige wäßrige Lösung; H₂O₂)

Einsatz in der Wasseraufbereitung
Wasserstoffperoxidlösung wird in der Regel als 30- oder 35 %ige Lösung in Bädern vereinzelt zur Desinfektion von Beckenwasser verwendet. Außerdem können dadurch kurzfristig organische Verunreinigungen beseitigt werden.

Wasserstoffperoxid ist kein gelistetes Desinfektionsmittel nach DIN 19643, „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“, Teil 1 „Allgemeine Anforderungen“.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Synonyme:</th>
<th>Wasserstoffsuperoxid</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>CAS-Nummer:</td>
<td>7722-84-1</td>
</tr>
<tr>
<td>EG-Nummer:</td>
<td>231-765-0</td>
</tr>
<tr>
<td>INDEX-Nummer:</td>
<td>008-003-00-9</td>
</tr>
<tr>
<td>Kemler-Zahl:</td>
<td>559</td>
</tr>
<tr>
<td>UN-Nr.</td>
<td>2015</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Eigenschaften

Erscheinungsform
Mit Wasser in jedem Verhältnis mischbare, farblose Lösung. Die Lösung enthält gewöhnlich Stabilisatoren und kann sauer reagieren. Die Lösungen sind nicht brennbar, zeigen jedoch mit steigender Konzentration zunehmende brandfördernde Wirkung:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Physikalisch-chemische Eigenschaften</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
</tr>
</tbody>
</table>
**Gefährliche Zersetzungsmumkte**
Sauerstoff (Druckaufbau, Brandgefahr).

**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**

**Gesundheitsgefahren**

**Vorschriften**
**Kennzeichnung Gebinde**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Artikelnummer</th>
<th>Inhalt</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R 22</td>
<td>Gesundheitsschädlich beim Verschlucken</td>
</tr>
<tr>
<td>R 37/38</td>
<td>Reizt die Atmungsorgane und die Haut</td>
</tr>
<tr>
<td>R 41</td>
<td>Gefahr ernster Augenschäden</td>
</tr>
<tr>
<td>S 17</td>
<td>Von brennbaren Stoffen fernhalten</td>
</tr>
<tr>
<td>S 26</td>
<td>Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren</td>
</tr>
<tr>
<td>S 36/37/39</td>
<td>Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen</td>
</tr>
<tr>
<td>S 45</td>
<td>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertreibers
**Arbeitsplatz, -bereich**


Es empfiehlt sich jedoch, folgende Kennzeichnung anzubringen:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="image" alt="Warnung vor gesundheitsgefährlichen Stoffen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor gesundheitsgefährlichen Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Schutzhandschuhe benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Fußschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. wenn Behälter bewegt werden.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Gesichtsschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Schutzkleidung benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzkleidung benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)

<table>
<thead>
<tr>
<th>AGW:</th>
<th>nicht festgelegt</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>MAK-Wert*</td>
<td>0,5 ml/m³ bzw. 0,71 mg/m³</td>
</tr>
<tr>
<td>Überschreitungsfaktor*</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>Schwangerschaft*</td>
<td>Gruppe C</td>
</tr>
</tbody>
</table>

* Bis zur Bekanntmachung eines Arbeitsplatzgrenzwertes kann dieser Wert weiterhin für die Arbeitsplatzbeurteilung herangezogen werden.

Lagerung (nicht im Arbeitsgang befindliche Mengen)

Werden insgesamt mehr als 200 kg brandfördernder Stoffe gelagert, sind die Bestimmungen der TRGS 515 zu beachten.

Maßnahmen bei Auslaufen, Verschütten

Maßnahmen bei Bränden

Löschmittel
Keine Einschränkung, auf den Umgebungsbrand abstimmen.

Entsorgung
Kleinmengen mit viel Wasser in Kanalisation spülen. Wurden größere Mengen neutralisiert, Reaktionsprodukt mit Chemikalienbehälter aufnehmen und der örtlich zuständigen Stelle zur Entsorgung übergeben.

Persönliche Schutzausrüstung
Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Wasserstoffperoxidlösung möglich ist, z. B. Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:
- Gesichtsschutz.
- Empfohlen werden Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm. Weitere geeignete Handschuhamaterialien sind: Butylkautschuk (Butyl), Polychloropren (CR) und PVC jeweils in einer Stärke von 0,5 mm.
• Stiefel mit hohem Schaft und Kunststoffschürze aus PVC.

Erste Hilfe

Augen

Auge schnellstmöglich unter Schutz des unverletzten Auges mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser bei weit gespreizten Lidern spülen. Anschließend den Verletzten der augenärztliche Behandlung zuführen.

Bei Konzentrationen über 10 % sofortiger Transport in eine Augenklinik, Spülung während des Transportes möglichst fortsetzen.

Atmungsorgane

Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen, ruhig lagern, vor Unterkühlung schützen. Bei Atemwegreizungen für ärztliche Behandlung sorgen.

Haut

Benetzte Kleidung entfernen, Selbstschutz beachten. Betroffene Hautpartien mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser spülen. Bei Konzentrationen über 10 % in jedem Fall für ärztliche Behandlung sorgen.

Weitere Informationen

GESTIS-Stoffdatenbank, Eintrag „Wasserstoffperoxid, Lösung“.

2.2 Säuren

Einsatz in der Wasseraufbereitung


Bild 10: Behälter mit Säure bei der Entnahme

Abhängig von ihrer Konzentration werden Säuren unterschiedlich eingestuft und gekennzeichnet. Beispielsweise erfolgt die Einstufung und Kennzeichnung von Salzsäure wie folgt:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Säure</th>
<th>Konzentration</th>
<th>Einstufung</th>
<th>R-Sätze</th>
<th>S-Sätze</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Salzsäure</td>
<td>≥ 25 %</td>
<td>C</td>
<td>34-37</td>
<td>26-45</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>10 % ≤ C ≤ 25 %</td>
<td>Xi</td>
<td>36/37/38</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

R 34: Verursacht Verätzungen

R 37: Reizt die Atmungsorgane

R 36/37/38: Reizt die Augen, die Atmungsorgane und die Haut

S 26: Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren

S 45: Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)
2.2.1 Salzsäure 30 %ig (HCl)

**Physikalisch-chemische Eigenschaften**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Wert</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
<td>ca. -50°C</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>Siedebeginn 89°C (1013 hPa)</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>Entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>1,15 g/ml (20°C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)</td>
<td>Chlorwasserstoffgas: 1,3</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>&lt; 0,1 (20°C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>&lt; 1 ml/m³</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Eigenschaften**

**Erscheinungsform**
Wasserhelle bis gelbliche, stechend riechende Flüssigkeit. Konzentrierte Lösungen bilden an der Luft Nebel („rauchende Salzsäure“).

**Gefährliche Zersetzungsprodukte**
Entwickelt beim Erwärmen Chlorwasserstoffgas oder -nebel.

**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**
Wirkt stark korrodierend bzw. auflösend auf viele Metalle unter Wasserstoffentwicklung (Knallgas!).

Reagiert heftig mit Hypochloriten (z. B. Chlorbleichlauge, Chlorkalk) unter Bildung von Chlorgas.

Reagiert heftig mit Natriumchlorit unter Bildung von Chlordioxid.
Reagiert heftig mit Laugen.

**Gesundheitsgefahren**
Flüssigkeit und Dämpfe wirken stark ätzend auf Haut, Schleimhäute, Augen und Atemwege. Bei chronischer Einwirkung sind Zahnschäden möglich.

**Vorschriften**

**Kennzeichnung Gebinde**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Kennzahl</th>
<th>Bedeutung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R 34</td>
<td>Verursacht Verätzungen</td>
</tr>
<tr>
<td>R 37</td>
<td>Reizt die Atmungsorgane</td>
</tr>
<tr>
<td>S 26</td>
<td>Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren</td>
</tr>
<tr>
<td>S 45</td>
<td>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Synonyme: Chlorwasserstoffsäure
CAS-Nummer: 7647-01-0
EG-Nummer: 231-595-7
INDEX-Nummer: 017-002-01-X
Kemler-Zahl: 80
UN-Nr.: 1789

**Eigenschaften**

**Synonyme:**
Chlorwasserstoffsäure

**CAS-Nummer:** 7647-01-0

**EG-Nummer:** 231-595-7

**INDEX-Nummer:** 017-002-01-X

**Kemler-Zahl:** 80

**UN-Nr.:** 1789

**Eigenschaften**

**Erscheinungsform**
Wasserhelle bis gelbliche, stechend riechende Flüssigkeit. Konzentrierte Lösungen bilden an der Luft Nebel („rauchende Salzsäure“).

**Gefährliche Zersetzungsprodukte**
Entwickelt beim Erwärmen Chlorwasserstoffgas oder -nebel.

**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**
Wirkt stark korrodierend bzw. auflösend auf viele Metalle unter Wasserstoffentwicklung (Knallgas!).

Reagiert heftig mit Hypochloriten (z. B. Chlorbleichlauge, Chlorkalk) unter Bildung von Chlorgas.

Reagiert heftig mit Natriumchlorit unter Bildung von Chlordioxid.
Reagiert heftig mit Laugen.

**Gesundheitsgefahren**
Flüssigkeit und Dämpfe wirken stark ätzend auf Haut, Schleimhäute, Augen und Atemwege. Bei chronischer Einwirkung sind Zahnschäden möglich.

**Vorschriften**

**Kennzeichnung Gebinde**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Kennzahl</th>
<th>Bedeutung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R 34</td>
<td>Verursacht Verätzungen</td>
</tr>
<tr>
<td>R 37</td>
<td>Reizt die Atmungsorgane</td>
</tr>
<tr>
<td>S 26</td>
<td>Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren</td>
</tr>
<tr>
<td>S 45</td>
<td>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Synonyme:**
Chlorwasserstoffsäure

**CAS-Nummer:** 7647-01-0

**EG-Nummer:** 231-595-7

**INDEX-Nummer:** 017-002-01-X

**Kemler-Zahl:** 80

**UN-Nr.:** 1789

**Eigenschaften**

**Erscheinungsform**
Wasserhelle bis gelbliche, stechend riechende Flüssigkeit. Konzentrierte Lösungen bilden an der Luft Nebel („rauchende Salzsäure“).

**Gefährliche Zersetzungsprodukte**
Entwickelt beim Erwärmen Chlorwasserstoffgas oder -nebel.

**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**
Wirkt stark korrodierend bzw. auflösend auf viele Metalle unter Wasserstoffentwicklung (Knallgas!).

Reagiert heftig mit Hypochloriten (z. B. Chlorbleichlauge, Chlorkalk) unter Bildung von Chlorgas.

Reagiert heftig mit Natriumchlorit unter Bildung von Chlordioxid.
Reagiert heftig mit Laugen.

**Gesundheitsgefahren**
Flüssigkeit und Dämpfe wirken stark ätzend auf Haut, Schleimhäute, Augen und Atemwege. Bei chronischer Einwirkung sind Zahnschäden möglich.

**Vorschriften**

**Kennzeichnung Gebinde**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Kennzahl</th>
<th>Bedeutung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R 34</td>
<td>Verursacht Verätzungen</td>
</tr>
<tr>
<td>R 37</td>
<td>Reizt die Atmungsorgane</td>
</tr>
<tr>
<td>S 26</td>
<td>Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren</td>
</tr>
<tr>
<td>S 45</td>
<td>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertreibers
### Arbeitsplatz-, Bereich


<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="image1" alt="Warnung vor ätzenden Stoffen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Salzsäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image2" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image3" alt="Schutzhandschuhe benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %-iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image4" alt="Fußschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %-iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. wenn Behälter bewegt werden.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image5" alt="Gesichtsschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %-iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image6" alt="Schutzkleidung benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzkleidung benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %-iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
</tbody>
</table>


**Lagerung** (nicht im Arbeitsgang befindliche Mengen)
Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren, der für Unbefugte nicht zugänglich ist. Von Laugen, unedlen Metallen und Chlorungchemikalien fernhalten.

**Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen**

**Maßnahmen bei Bränden**

**Löschmittel**
Keine Einschränkung.

**Entsorgung**
Neutralisierte (pH um 7) Salzsäure/Schwefelsäure kann in kleinen Mengen mit viel Wasser in die Kanalisation gespült werden. Säurebeladenen Chemikalienbinder der zuständigen Stelle zur Abfallentsorgung übergeben.

**Persönliche Schutzausrüstung**
Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Säuren möglich ist, z. B. Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:
- Gesichtsschutz.
- Empfohlen werden Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm. Weitere geeignete Handschuhmaterialien sind: Butylkautschuk (Butyl), Polychloropren (CR) und PVC jeweils in einer Stärke von 0,5 mm.
- Stiefel mit hohem Schaft und Kunststoffschürze aus PVC.

**Erste Hilfe**

**Augen**
Auge unter Schutz des unverletzten Auges mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser bei weitgespreizten Lidern spülen. Milden Wasserstrahl direkt in das Auge richten, um Säurereste schnellstmöglich und vollständig zu entfernen.

Anschließend den Verletzten einer augenärztlichen Behandlung zuführen.

**Atmungsorgane**
Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen, Verletzten ruhig lagern, vor Unterkühlung schützen. Bei Atembeschwerden halb-
sitzende Position einnehmen lassen und umgehend ärztliche Behandlung veranlassen (Notarzt).

**Haut**

**Weitere Informationen**
GESTIS-Stoffdatenbank „Salzsäure“.

**2.2.2 Schwefelsäure 30-38,5 %ig (H₂SO₄)**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaften</th>
<th>Batteriesäure</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Synonyme:</td>
<td>Batteriesäure</td>
</tr>
<tr>
<td>CAS-Nummer:</td>
<td>7664-93-9</td>
</tr>
<tr>
<td>EG-Nummer:</td>
<td>231-639-5</td>
</tr>
<tr>
<td>INDEX-Nummer :</td>
<td>016-020-00-8</td>
</tr>
<tr>
<td>Kemler-Zahl:</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td>UN-Nr.</td>
<td>2796</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Erscheinungsform**
Farblose, geruchlose viskose Flüssigkeit

**Physikalisch-chemische Eigenschaften**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Wert/Bezeichnung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
<td>Erstarrungspunkt -35 bis -60 °C</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>Siedebereich 108 bis 114 °C (1013 hPa)</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>&gt;300 °C</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>1,22 bis 1,29 g/ml (20°C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>&lt;1 (20°C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>geruchlos</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Gefährliche Zersetzungsprodukte**
Entwickelt bei Erhitzen über 300 °C Schwefeltrioxid und Schwefeldioxid.

**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**
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 Hypochloriten (z. B. Chlorbleichlauge, Chlorkalk) unter Bildung von Chlorgas.

Reagiert heftig mit Natriumchlorit unter Bildung von Chlordioxid.

Reagiert heftig mit Laugen.
Gesundheitsgefahren

Vorschriften
Kennzeichnung Gebinde

<table>
<thead>
<tr>
<th>Salzsäure, ≥ 25 Gew. %</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>R 35</strong></td>
<td>Verursacht schwere Verätzungen</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>S 26</strong></td>
<td>Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>S 45</strong></td>
<td>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertreibers

Arbeitsplatz, -bereich

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="image" alt="Warnung vor ätzenden Stoffen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Salzsäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorsocyanursäure verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Schutzhandschuhe benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Fußschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. wenn Behälter bewegt werden.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
### Sicherheitszeichen

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35%iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Das Sicherheitszeichen „Schutzkleidung benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35%iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

### Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)</th>
<th>Wert</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>MAK-Wert*</td>
<td>0,1 mg/m³</td>
</tr>
<tr>
<td>Spitzenbegrenzung*</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>Schwangerschaft*</td>
<td>Gruppe C</td>
</tr>
</tbody>
</table>

*Bis zur Bekanntmachung eines Arbeitsplatzgrenzwertes kann dieser Wert für die Arbeitsplatzbeurteilung herangezogen werden.

Für die

- Lagerung.
- Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen, Gasaustritt.
- Maßnahmen bei Bränden; Löschmittel.
- Entsorgung.
- Persönliche Schutzausrüstung.
- Erste Hilfe.

gelten die gleichen Anforderungen wie für Salzsäure (siehe hierzu Ausführungen unter Abschnitt 2.2.1).

### Weitere Informationen

GESTIS-Stoffdatenbank „Schwefelsäure“.

#### 2.2.3 Kohlendioxid

**Einsatz in der Wasseraufbereitung**


<table>
<thead>
<tr>
<th>Synonyme:</th>
<th>„Kohlensäure“ (eigentlich Kohlensäureanhydrid), Kohlenstoffdioxid</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>CAS-Nummer:</td>
<td>124-38-9</td>
</tr>
<tr>
<td>EG-Nummer:</td>
<td>204-696-9</td>
</tr>
<tr>
<td>INDEX-Nummer:</td>
<td>keine</td>
</tr>
<tr>
<td>Kemler-Zahl:</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>UN-Nr.</td>
<td>1013</td>
</tr>
</tbody>
</table>
**Eigenschaften**

**Erscheinungsform**


Unter Druck (z. B. im Druckgasbehälter) wird es flüssig. Beim raschen Entspannen kühlt es sich stark ab und bildet dichte Nebel, die sich wegen der bei den tiefen Temperaturen besonders hohen Dichte in Bodennähe anreichern. Erfrierungs- und Erstickungsgefahr, besonders beim Bücken!

In Wasser löst sich das Gas nur wenig. Die Lösung reagiert sehr schwach sauer („Kohlensäure“).

---

<table>
<thead>
<tr>
<th>Physikalisch-chemische Eigenschaften</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Schmelzpunkt</strong></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Siedepunkt</strong></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Zersetzungstemperatur</strong></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Dichte (flüssig)</strong></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Dichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)</strong></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>pH-Wert</strong></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Geruchsschwelle</strong></td>
</tr>
</tbody>
</table>

---

**Gefährliche Zersetzungsprodukte**

Nicht relevant.

**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**

Im Bereich der Wasseraufbereitung keine gefährlichen Reaktionen bekannt.

**Gesundheitsgefahren**


Gefahr der Azidose (pH-Absenkung des Blutes).
Vorschriften
Kennzeichnung Gebinde
Herstellerkennzeichnung der Druckgasbehälter nach TRG 270 „Kennzeichnung der Druckgasbehälter“.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Zusätzliche Herstellerkennzeichnung:</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>S 9 Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>S 23 Gas nicht einatmen</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>S 36 Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen (Kälteschutzkleidung)</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>5000 ml/m³</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9100 mg/m³</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Spitzenbegrenzung</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2(l)</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Schwangerschaft</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>–</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Lagerung (nicht im Arbeitsgang befindliche Mengen)
Keine Lagerung von Druckgasflaschen in Arbeitsräumen, Fluchtwegen oder in derer unmittelbarer Nähe. Im übrigen sind die Bestimmungen der TRG 280 „Betreiben von Druckgasbehältern“ einzuhalten. Für die Aufstellung größerer Druckgasbehälter (Tanks) sind zusätzliche Vorschriften zu beachten.

Arbeitsplatz, -bereich
Die Regel „Betrieb von Bädern“ (BGR/GUV-R 108) behandelt keine Tätigkeiten mit Kohlendioxid. Es empfiehlt sich, folgende Kennzeichnung anzubringen:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor Gasflaschen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Kohlendioxidbehälter vorhanden sind.</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo Druckgasbehälter bewegt werden.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Maßnahmen bei Gasaustritt

Maßnahmen bei Bränden
Gas brennt selbst nicht und unterhält nicht die Verbrennung (Ausnahme bestimmte Leichtmetalle und deren Verbindungen, die im Bereich Wasseraufbereitung nicht vorkommen). Druckgasbehälter wenn möglich aus dem Gefahrenbereich entfernen, sonst mit Sprühstrahl kühlen, um einem Zerknall vorzubeugen. Manche Druckgasbehälter für Kohlendioxid haben eine Berstscheibe oder ein Sicherheitsventil, die sich bei unzulässiger Druckerhöhung öffnen und das Gas kontrolliert austreten lassen. Hierbei ist darauf zu achten, dass durch wegfliegende Teile oder den Gasstrom keine Personen- oder Sachschäden entstehen können.

Persönliche Schutzausrüstung
Bei folgenden Tätigkeiten empfiehlt sich das Tragen von Persönlicher Schutzausrüstung:
• Bei Arbeiten an kohlendioxidführenden Anlagenteilen, bei denen mit dem Austritt von Kohlendioxid unter Druck zu rechnen ist, ist ggf. Kälteschutzkleidung zu tragen (Gesichtsschutzschirm, Isolierhandschuhe).
• Bei unzureichender Lüftung ist ggf. umgebungsluftunabhängiger Atemschutz zu tragen.
• Beim Hantieren mit Druckgasflaschen sind Schutzschuhe (Kategorie S 1 oder S 2) zu tragen.

Erste Hilfe
Augen

Atmungsorgane

Löschmittel
Keine Einschränkung, auf den Umgebungsbrand abstimmen.

Entsorgung
Druckgasflaschen, die defekt sind oder deren Prüffristen abgelaufen sind, nach Rücksprache an den Hersteller bzw. Lieferanten zurückgeben.
Haut

Weitere Informationen
GESTIS-Stoffdatenbank, Eintrag „Kohlendioxid“.

2.3 Laugen

Einsatz in der Wasseraufbereitung

Abhängig von ihrer Konzentration werden Laugen unterschiedlich eingestuft und gekennzeichnet. Laugen, die verdünnter sind als angegeben, sind nicht eingestuft.
### Natronlauge

<table>
<thead>
<tr>
<th>Konzentration</th>
<th>Einstufung</th>
<th>R-Sätze</th>
<th>S-Sätze</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>≥ 5 %</td>
<td>C</td>
<td>35</td>
<td>26-37/39-45</td>
</tr>
<tr>
<td>2 % ≤ C &lt; 5 %</td>
<td>C</td>
<td>34</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>0,5 % ≤ C &lt; 2 %</td>
<td>Xi</td>
<td>36/38</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

- **R34:** Verursacht Verätzungen
- **R35:** Verursacht schwere Verätzungen
- **R37:** Reizt die Atmungsorgane
- **R36/38:** Reizt die Augen und die Haut
- **R41:** Gefahr ernster Augenschäden

| S22: | Staub nicht einatmen |
| S24: | Berührung mit der Haut vermeiden |
| S26: | Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren |
| S37/39: | Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen |
| S39: | Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen |
| S45: | Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen) |

**Synonyme:** Ätznatron Lösung: Natronlauge

**CAS-Nummer:** 1310-73-2

**EG-Nummer:** 215-185-5

**INDEX-Nummer:** 011-002-00-6

**Kemler-Zahl:** 80

**UN-Nr.:** 1823 Lösung: 1824

---

### Calciumhydroxid

| Reinstoff | Xi (Herstellereinstufung) | 41 | 22-24-26-39 |

**R34:** Verursacht Verätzungen

**R35:** Verursacht schwere Verätzungen

**R37:** Reizt die Atmungsorgane

**R36/38:** Reizt die Augen und die Haut

**R41:** Gefahr ernster Augenschäden

**S22:** Staub nicht einatmen

**S24:** Berührung mit der Haut vermeiden

**S26:** Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren

**S37/39:** Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen

**S39:** Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen

**S45:** Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)

---

### Gefahrstofflexikon

**Natriumhydroxid**

| Synonyme: | Ätznatron Lösung: Natronlauge |
| CAS-Nummer: | 1310-73-2 |
| EG-Nummer: | 215-185-5 |
| INDEX-Nummer: | 011-002-00-6 |
| Kemler-Zahl: | 80 |
| UN-Nr.: | 1823 Lösung: 1824 |

**Calciumhydroxid**

| Synonyme: | Löschkalk |
| CAS-Nummer: | 1305-62-0 |
| EG-Nummer: | 215-137-3 |
| INDEX-Nummer: | |
| Kemler-Zahl: | – |
| UN-Nr.: | Den Transportvorschriften nicht unterstellt |
**Eigenschaften**

**Erscheinungsform**

Natriumhydroxid ist ein nicht brennbarer und nicht brandfördernder Feststoff, der sich in Wasser unter starker Erwärmung gut löst (1260 g/l, 20°C). Der Stoff nimmt an der Luft Wasser (ist „hygroskopisch“) und Kohlendioxid auf (Bildung von Natriumcarbonat, „Soda“). Die wässrige Lösung ist – abhängig von der Konzentration – ebenfalls mehr oder weniger ätzend.

Calciumhydroxid ist ebenfalls ein 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“). Er ist wenig in Wasser löslich (1,7 g/l, 20°C), weshalb er oft als Suspension („Kalkmilch“) zum Einsatz kommt. Er nimmt ebenfalls aus der Luft Kohlendioxid auf unter Bildung von Calciumcarbonat, wodurch er seine alkalische Wirkung verliert.

**Physikalisch-chemische Eigenschaften**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Schmelzpunkt</th>
<th>entfällt</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>Spaltet bei 580 °C Wasser ab unter Bildung von Calciumoxid</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>2,24</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)</td>
<td>400</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>12,6 (gesättigte Lösung)</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>geruchlos</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Gefährliche Zersetzungsprodukte**

Natriumhydroxid ist bei hohen Temperaturen flüchtig, zersetzt sich aber nicht. Calciumhydroxid zersetzt sich bei 580 °C in Calciumoxid und Wasser.

**Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten**

Die festen Hydroxide lösen sich in Wasser unter (bei Natriumhydroxid starker) Erwärmung. Spritzgefahr!

Beide Laugen (Natronlauge stärker als Calciumhydroxid) wirken stark korrodierend bzw. auflösend auf manche unedle Metalle (z. B. Zink, Aluminium) unter Wasserstoffentwicklung (Knallgas!). Beide reagieren heftig mit Säuren unter Erwärmung. Spritzgefahr, wenn (lokaler) der Siedepunkt der Lösung erreicht wird!

Laugen beschleunigen die Zersetzung von Wasserstoffperoxid, die stürmisch erfolgen kann.
**Gesundheitsgefahren**
Feststoffe und die wässrigen Lösungen wirken (Natronlauge: 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. Bei den Augen besteht die Gefahr irreparabler Schäden, die bis zur Erblindung führen können.

**Vorschriften**

**Kennzeichnung Gebinde**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Natronlauge, ≥ 5 Gew. %</th>
<th>R 35</th>
<th>Verursacht schwere Verätzungen</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>S 26</td>
<td>Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>S 37/39</td>
<td>Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>S 45</td>
<td>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertreibers

**Arbeitsplatz, -bereich**

**Sicherheitszeichen**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Salzsäure verwendet wird.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Trichlorisocyanursäure verwendet wird.

Das Sicherheitszeichen „Schutzhandschuhe benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.

Das Sicherheitszeichen „Fußschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen, bzw. wenn Behälter bewegt werden.

Das Sicherheitszeichen „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.

Das Sicherheitszeichen „Schutzkleidung benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit 35 %iger Wasserstoffperoxidlösung offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)</th>
<th>Natriumhydroxid</th>
<th>Calciumhydroxid</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)</td>
<td>nicht festgelegt</td>
<td>nicht festgelegt</td>
</tr>
<tr>
<td>Luftgrenzwert (gültig bis Ende 2004)</td>
<td>2 mg/m³ E-Staub*</td>
<td>5 mg/m³ E-Staub*</td>
</tr>
<tr>
<td>Spitzenbegrenzung</td>
<td>–</td>
<td>–</td>
</tr>
<tr>
<td>Schwangerschaft</td>
<td>–</td>
<td>–</td>
</tr>
</tbody>
</table>

* Bis zur Bekanntmachung eines Arbeitsplatzgrenzwertes kann dieser Wert weiterhin für die Arbeitsplatzbeurteilung herangezogen werden.
**Lagerung** (nicht im Arbeitsgang befindliche Mengen)
Behälter dicht geschlossen halten und an einem für Unbefugte nicht zugänglichen Ort aufbewahren. Von Säuren, unedlen Metallen und Wasserstoffperoxid fernhalten.

**Maßnahmen bei Verschütten, Auslaufen**

**Maßnahmen bei Bränden**

**Löschmittel**
Keine Einschränkung, auf Umgebungsbrand abstellen.

**Entsorgung**
Neutralisierte (pH um 7) Laugen können in kleinen Mengen mit viel Wasser in die Kanalisation gespült werden. Laugenbeladenen Chemikalienbinder der zuständigen Stelle zur Abfallentsorgung übergeben.

**Persönliche Schutzausrüstung**
Bei allen Tätigkeiten, bei denen eine Kontamination mit Laugen möglich ist, z. B. Umfüllen, Behälterwechsel, ist folgende Schutzausrüstung zu tragen:
- Gesichtsschutz.
- Treten Stäube auf (möglich bei Calciumhydroxid) Staubmaske P2 tragen.
- Empfohlen werden Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm. Weitere geeignete Handschuhmaterialien sind: Butylkautschuk (Butyl), Polychloropren (CR) und PVC jeweils in einer Stärke von 0,5 mm.
- Stiefel mit hohem Schaft und Kunststoffschürze aus PVC.

**Erste Hilfe**

**Augen**

**Atmungssorgane**

**Haut**
Feststoffreste mit Zellstoff oder Textilmaterial schnell von der Haut entfernen. Schnellstmöglich benetzte Kleidung entfernen. Betroffene Hautpartien 10 Minuten unter fließen-

**Weitere Informationen**
GESTIS-Stoffdatenbank, Einträge „Natriumhydroxid“, „Calciumhydroxid“.

### 2.4 Flockungsmittel

**Einsatz in der Wasseraufbereitung**

In Bädern werden dem aufzubereitendem Wasser (Rohwasser) vor der Filtration Flockungsmittel zu gesetzt, um feinteilige Verunreinigungen im Rohwasser in einen besser filtrierfähigen Zustand zu bringen, siehe Bild 12. Die gängigsten Flockungsmittel sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.
**Eigenschaften**

### Erscheinungsform


### Eigenschaften im Überblick

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat</th>
<th>Eisen(II)-sulfat-Heptahydrat</th>
<th>Aluminiumsulfat-18-Hydrat</th>
<th>Natriummetaaluminat</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
<td>Ca. 35 °C unter Kristallwasserabgabe</td>
<td>&gt; 60 °C bis ca. 300 °C unter Kristallwasserabgabe</td>
<td>90 bis 95 °C unter Kristallwasserabgabe</td>
<td>1650 °C</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>&gt; 300 °C (wasserfreies Salz)</td>
<td>&gt; 400 °C</td>
<td>770 °C (wasserfreies Salz)</td>
<td>–</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte [g/cm³]</td>
<td>2.9 (wasserfreies Salz)</td>
<td>1.89</td>
<td>1.72</td>
<td>&gt; 1.5</td>
</tr>
<tr>
<td>Wasserlöslichkeit [g/l (20°C)]</td>
<td>920 (wasserfreies Salz)</td>
<td>256</td>
<td>364</td>
<td>ja</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>1 (20°C; 200 g/l)</td>
<td>3 bis 4 (20°C; 50 g/l)</td>
<td>2,5 bis 4 (20°C; 20g/l)</td>
<td>Lösung reagiert stark alkalisch</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Gefährliche Zersetzungsprodukte

Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten
Flockungsmittel werden im Bäderbereich mit Ausnahme von Natriummetaaluminat in Form von Lösungen bezogen. Die Dosierung erfolgt dann in jedem Fall in Form von Lösungen. Die Lösungen der Chloride und Sulfate zeigen die Reaktionen starker Säuren (Salzsäure bzw. Schwefelsäure), also z. B. Korrosion unedler Metalle unter Wasserstoffentwicklung, Natriummetaaluminat wirkt wie Natronlauge. Darüber hinaus ist im Bereich Wasserbauraum mit keinen weiteren gefährlichen Reaktionen zu rechnen.

Gesundheitsgefahren
Alle Flockungsmittel wirken abhängig von der Konzentration mehr oder weniger reizend oder ätzend auf die Haut und die Schleimhäute. Zu beachten ist, dass alkali sche Lösungen durch Zerstörung des Fettfilms der Haut eine wesentlich schnellere und intensivere Ätzwirkung haben.

Eine Einwirkung auf die Atemwege ist durch Einatmen von Aerosolen möglich, weniger durch Stäube, da die Feststoffe hygroskopisch (wasseranziehend) sind und wenig zum Stauben neigen und sowieso überwie gend fertige Lösungen zum Einsatz kommen. Auch bei der Einwirkung auf die Atemwege steht die reizende Wirkung im Vordergrund, die Resorption (Aufnahme in den Körper) spielt keine Rolle.

Vorschriften
Kennzeichnung Gebinde

<table>
<thead>
<tr>
<th>Gefahrensymbol</th>
<th>Eisen(II)-chlorid-Hexahydrat</th>
<th>Eisen(II)-sulfat-Heptahydrat</th>
<th>Aluminiumsulfat-18-Hydrat</th>
<th>Natriummetaaluminat</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R-Sätze</td>
<td>22-38-41</td>
<td>22</td>
<td>keine</td>
<td>34</td>
</tr>
<tr>
<td>Bemerkung</td>
<td>Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertreibers</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
Gefahrstofflexikon

<table>
<thead>
<tr>
<th>Code</th>
<th>Beschreibung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R22</td>
<td>Gesundheitsschädlich beim Verschlucken</td>
</tr>
<tr>
<td>R34</td>
<td>Verursacht Verätzungen</td>
</tr>
<tr>
<td>R38</td>
<td>Reizt die Haut</td>
</tr>
<tr>
<td>R41</td>
<td>Gefahr ernster Augenschäden</td>
</tr>
<tr>
<td>S20</td>
<td>Bei der Arbeit nicht essen und trinken</td>
</tr>
<tr>
<td>S24/25</td>
<td>Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden</td>
</tr>
<tr>
<td>S26</td>
<td>Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren</td>
</tr>
<tr>
<td>S36/37/39</td>
<td>Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen</td>
</tr>
<tr>
<td>S39</td>
<td>Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen</td>
</tr>
<tr>
<td>S45</td>
<td>Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)</td>
</tr>
</tbody>
</table>


Arbeitsplatz, -bereich

Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)
Für die behandelten Flockungsmittel wurde bisher kein eigener AGW festgesetzt. Für Aerosole ist der AGW der in Lösung entstehenden Säure/Lauge (für die Eisenchloride ist dies Salzsäure mit einem Arbeitsplatzgrenzwert 3 mg/m³, für Aluminiumsulfat Schwefelsäure mit einem MAK-Wert 0,1 mg/m³ und für Natriummetaaluminat Natriumhydroxid mit einem Luftgrenzwert 2 mg/m³) heranzuziehen.

Lagerung (nicht im Arbeitsgang befindliche Mengen)
Möglichst im Originalgebinde an einem für Unbefugte unzugänglichen Bereich lagern. Es empfiehlt sich ein Wasseranschluss zum gründlichen Wegspülen von kleinen Leckagemengen.
Maßnahmen bei Auslaufen, Verschütten

Maßnahmen bei Bränden

Löschmittel
Abhängig vom Umgebungsbrand.

Entsorgung
Restmengen am besten aufbrauchen, sonst an den Lieferanten zurückgeben.

Persönliche Schutzausrüstung
Es empfiehlt sich insbesondere bei Arbeiten an Dosiereinrichtungen und Impfleitungen eine analoge Schutzausrüstung wie beim Umgang mit Salzsäure bzw. Natronlauge anzulegen:
• Gesichtsschutz.
• Treten Stäube auf, Staubmaske P2 tragen.
• Empfohlen werden Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm. Weitere geeignete Handschuhmaterialien sind Butylkautschuk (Butyl), Polychloropren (CR) und PVC jeweils in einer Stärke von 0,5 mm.
• Stiefel mit hohem Schaft und Kunststoffschürze aus PVC.

Beim Behälterwechsel ist in der Regel die Benutzung des Gesichtsschutzschirms ausreichend.

Erste Hilfe
Augen
Auge schnellstmöglich unter Schutz des unverletzten Auges mindestens 10 Minuten unter fließendem Wasser bei weit gespreizten Lidern spülen.

Anschließend den Verletzten der augenärztlichen Behandlung zuführen.

Atmungsorgane

Haut
Weitere Informationen
GESTIS-Stoffdatenbank, Einträge „Eisen(II)-sulfat“, „Eisen(III)-chlorid“, „Aluminiumsulfat“ und „Aluminiumnatriumdioxid“.

2.5 Filtrierhilfsstoffe
Die hauptsächlich verwendeten Filtrierhilfsstoffe im Bereich Wasseraufbereitung sind Aktivkohle, Filtersande und -kiese, Dolomit und Kieselgur. Alle diese Materialien mit Ausnahme der Aktivkohle können Anteile an kristallinem Siliziumdioxyd 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 die selben.

Es wird deshalb im Folgenden neben der Aktivkohle exemplarisch die Kieselgur behandelt.

Aktivkohle

Aktivkohle weist eine gewisse Sauerstoffzehrung auf, so dass es über größeren Partien zur Sauerstoffverarmung kommen kann.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Kieselgur, SiO₂</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Kieselgur, ungebrannt</td>
</tr>
<tr>
<td>CAS-Nummer:</td>
</tr>
<tr>
<td>EG-Nummer:</td>
</tr>
<tr>
<td>INDEX-Nummer:</td>
</tr>
<tr>
<td>Kemler-Zahl:</td>
</tr>
<tr>
<td>UN-Nr.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Eigenschaften

Erscheinungsform
Weiβes bis hellgraues (ungebrannte Kieselgur auch grünlich oder rötlich-braun), geruchloses und in Wasser praktisch unlösliches Pulver.

Physikalisch-chemische Eigenschaften

<table>
<thead>
<tr>
<th>Eigenschaft</th>
<th>Wert</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schmelzpunkt</td>
<td>1713 °C</td>
</tr>
<tr>
<td>Siedepunkt</td>
<td>2230 °C (1013 hPa)</td>
</tr>
<tr>
<td>Zersetzungstemperatur</td>
<td>entfällt</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichte (flüssig)</td>
<td>2,21 g/cm³ (20 °C)</td>
</tr>
<tr>
<td>Dichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)</td>
<td>Ca. 200 kg/m³</td>
</tr>
<tr>
<td>pH-Wert</td>
<td>In Wasser praktisch unlöslich</td>
</tr>
<tr>
<td>Geruchsschwelle</td>
<td>geruchlos</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Gefährliche Zersetzungsprodukte
keine.

Gefährliche Reaktionen, Unverträglichkeiten
die keine.

Gesundheitsgefahren

Kieselgur entstammt den Gehäusen vorzeitlicher Mikrobebewesen (z. B. Kieselalgen) und weist deshalb keine eigentliche Kristallstruktur auf. Man spricht von einer „amorphen“ (d.h. gestaltlosen) Modifikation des Siliziumdioxids. Sie kann aber von der Entstehungsgeschichte her oder durch den Brennprozess geringe Anteile an kristallinen Modifikatio-
nen des Siliziumdioxids enthalten, insbesondere Quarz und Christobalit.


Schutzmaßnahmen


Vorschriften

Kennzeichnung

Gebinde (Herstellerkennzeichnung)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Kieselgur, gebrannt</th>
<th>Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Ein-atmen</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>R 48/20</td>
<td>S 22</td>
</tr>
<tr>
<td>Staub nicht einatmen</td>
<td>Name und Anschrift des Herstellers, Einführers oder Vertrebers</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Arbeitsplatz, -bereich
Anhang 9.2 der Regel „Betrieb von Bädern“ (BGR/GUV-R 108) schreibt für Arbeitsbereiche, in denen mit Kieselgur umgegangen wird, keine Arbeitsplatzkennzeichnung vor. Es empfiehlt sich folgende Kennzeichnung:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitszeichen</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><img src="image" alt="Warnung vor gesundheitsgefährlichen Stoffen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Warnung vor gesundheitsgefährlichen Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Kieselgur verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Zutritt für Unbefugte verboten" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Zutritt für Unbefugte verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Kieselgur verwendet wird.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Atemschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Atemschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Kieselgur offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
<tr>
<td><img src="image" alt="Augenschutz benutzen" /></td>
<td>Das Sicherheitszeichen „Augenschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit Kieselgur offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

### Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)</th>
<th>Bemerkung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>für kristallines Siliziumdioxid aufgehoben; es gilt ein Minimierungsgebot.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Spitzenbegrenzung</td>
<td>–</td>
</tr>
<tr>
<td>Schwangerschaft</td>
<td>–</td>
</tr>
</tbody>
</table>

### Lagerung (nicht im Arbeitsgang befindliche Mengen)
Im Originalgebinde trocken lagern. Lagerraum sauber halten, ausgetretene Kleinmengen an Kieselgur immer gleich feucht aufnehmen.

### Maßnahmen bei Verschüttten
Verschüttete Mengen unter Selbstschutz und weitgehender Vermeidung von Staubentwicklung aufnehmen und am besten verwenden. Sonst anfeuchten und in verschlosse-
nen, vorschriftsmäßig gekennzeichneten Behälter geben. Betroffenen Bereich gründlich reinigen.

**Maßnahmen bei Bränden**

**Löschmittel**
Auf Umgebungsbrand abstellen.

**Entsorgung**
Möglichst verwenden, sonst in verschlossenen und vorschriftsmäßig gekennzeichneten Behälter der zuständigen Stelle zur Entsorgung übergeben.

**Persönliche Schutzausrüstungen und Arbeitshygiene**
Schutzbrille, Atemschutz mit Partikelfilter P2.


**Erste Hilfe**

**Augen**
Kieselgurstaub in den Augen wird im allgemeinen durch den dadurch ausgelösten Tränenfluss ausgeschwemmt. Bei Fremdkörpergefühl Auge mit fließendem Wasser bis zur subjektiven Linderung spülen.

Bei anhaltenden Reizerscheinungen den Verletzten der augenärztliche Behandlung zuführen.

**Atmungsorgane**
Bei Atembeschwerden den Betroffenen an die frische Luft bringen, bei anhaltenden Beschwerden der ärztlichen Behandlung zuführen.

**Haut**
Baldmöglichst mit Wasser und Seife reinigen.

**Weitere Informationen**
GESTIS-Stoffdatenbank „Kieselgur ungebrennt“, „Kieselgur gebrannt“.
### Anhang 1

#### Glossar (Begriffe und Abkürzungen)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Begriff</th>
<th>Definition</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)</td>
<td>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.</td>
</tr>
<tr>
<td>Betriebsanweisung</td>
<td>Der Arbeitgeber hat 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 Gefahrenfall und über die Erste Hilfe zu treffen.</td>
</tr>
<tr>
<td>Befähigte Person</td>
<td>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“.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
| Bereitstellen                                | Als Bereitstellen gilt, wenn gefüllte Druckgasbehälter an den zum Entleeren vorgesehenen Stellen als Reservebehälter an Entnahmeeinrichtungen angeschlossen sind oder zum baldigen Anschluß bereitgehalten werden, soweit dies für den Fortgang der Arbeiten erforderlich ist. Als Bereitstellen gilt auch, wenn gefüllte Druckgasbehälter
• an Arbeitsplätzen für den Handgebrauch,
• auf Verladerampen oder -flächen zum alsbaldigen Abtransport,
• in Verkaufsräumen zur Darbietung des Warensortiments
in der jeweils erforderlichen Anzahl und Größe bereitgehalten werden (Nummer 2.3 TRG 280). |
<p>| CAS-Nummer                                   | Identifikationsnummer des „Chemical Abstracts Service“. |
| Chlorgasbehälter (Regel „Betrieb von Bädern“ (BGR/GUV-R 108)) | Obergriff für Chlorgasflaschen und Chlorgasfässer. |
| Chlorgasbeseitigungseinrichtung (Regel „Betrieb von Bädern“ (BGR/GUV-R 108)) | Einrichtung, die im Falle eines Chlorgasausbruchs bei Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas das austretende Chlorgas sicher und wirksam beseitigt. |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th>Begriffe und Abkürzungen</th>
</tr>
</thead>
</table>
| **Chlorgasführende Teile von Chlorungseinrichtungen**  
| **Chlorgasräume**  
| **Chlorung**  
| **Chlorungschemikalien**  
(Regel „Betrieb von Bädern“ (BGR/GUV-R 108)) | Gase, Feststoffe oder Lösungen, die bei Zugabe in Wasser oder durch Umsetzung mit anderen Chemikalien desinfizierend wirkende Chlorverbindungen freisetzen.  
Zu den Chlorungschemikalien gehören z. B. Chlorgas, Natriumhypochloritlösung, Calciumhypochlorit, Natriumchlorit und Chlorisocyanurate. Desinfizierend wirkende Chlorverbindungen sind hypochlorige Säure und Chlordioxid. |
| **Chlorungseinrichtungen**  
Zu einer Chlorungseinrichtung gehören insbesondere:  
- In Gebrauch befindliche Behälter für Chemikalien und Chlor, z. B. Chlorgasbehälter,  
- Geräte zur Erzeugung chlorhaltiger Lösungen,  
- Misch-, Absperr-, Regels-, Dosier-, Mess- und Sicherheitseinrichtungen,  
- Leitungen. |
| **Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas**  
(Regel „Betrieb von Bädern“ (BGR/GUV-R 108)) | Einrichtungen, bei denen Chlor allein oder in Verbindung mit Natriumchlorit (Chlor-Chlordioxideinrichtungen) 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. |
| **EG-Nummer** | Unter der EG-Nummer sind die Registriernummern des EINECS (s. dort) und des ELINCS (s. dort) zusammengefasst. |
| **ELINCS-Nummer** | Registriernummer der „European List of New Chemical Substances“ - Neuansmeldungen. |
| **EINECS-Nummer** | Registriernummer des „European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances“ - Altstoffverzeichnis. |
## Elektroyse-Chlorungseinrichtungen (Regel „Betrieb von Bädern“ (BGR/GUV-R 108))

Einrichtungen, in denen Hypochloritlösung oder Chlor durch Elektroyse einer Chloridlösung, von Salzsäure oder von chloridhaltigem Schwimmbadwasser erzeugt wird.

## Entleeren

Als Entleeren gilt, wenn Druckgasbehälter mit Entnahmeeinrichtungen verbunden sind und Gase entnommen werden. (Nummer 2.4 TRG 280).

## Fachkundige Person

Fachkundige nach § 7 Abs. 7 GefStoffV für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung sind Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung oder Erfahrung ausreichende Kenntnisse über Tätigkeiten mit Gefahrstoffen haben und mit den Vorschriften soweit vertraut sind, dass sie die Arbeitsbedingungen vor Beginn der Tätigkeit beurteilen und die festgelegten Sicherheitsmaßnahmen bei der Ausführung der Tätigkeiten überprüfen können. Fachkundige Personen sind insbesondere der Betriebsarzt und die Fachkraft für Arbeitssicherheit.

## Gefahrstoffverzeichnis

Der Arbeitgeber ist verpflichtet, ein Verzeichnis aller ermittelten Gefahrstoffe, mit denen im Betrieb umgegangen wird, zu führen. Die Angaben können schriftlich festgehalten oder auf elektronischen Datenträgern gespeichert werden.

Das Gefahrstoffverzeichnis ist kurzfristig verfügbar aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

## GefStoffV

Gefahrstoffverordnung

## Geruchsschwelle

Individuell stark streuende Mindestkonzentration, bei der ein Stoff mit der Nase
- **Wahrnehmungswert**
  - wahrgenommen bzw.
  - erkannt (identifiziert) werden kann.
- **Erkennungswert**

## Index-Nummer


## Kemler-Zahl

Im Rahmen der Gefahrtransport-Kennzeichnung zwei- oder dreistellige Nummer in der oberen Hälfte einer Gefahrentafel an Fahrzeugen zur Kennzeichnung der Gefahr(en), z. B.:
- 2 Entweichen von Gas durch Druck oder chemische Reaktion
- 5 Oxidierende (brandfördernde) Wirkung
- 6 Giftigkeit
- 8 Ätzwirkung
- 0 (füllzahl)

## Lagergruppe

Nach Ziffer 2.1 Abs. 4 der TRGS 515 „Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern“ werden brandfördernde Stoffe in vier Gruppen eingeteilt:
- In Gruppe 1 befinden sich die sehr reaktionsfähigen brandfördernden Stoffe. Das sind solche, die sich im Feuer explosionsartig zersetzen können oder überaus heftig mit brennbaren Stoffen reagieren.
### Lagergruppe

- In Gruppe 2 befinden sich Stoffe mit mittlerer brandfördernder Wirkung.
- In Gruppe 3 mit schwach ausgeprägter brandfördernder Wirkung.

Die Stoffe der Gruppe 4 weisen eine so extrem schwache brandfördernde Wirkung auf, dass die Forderungen der TRGS 515 auf sie nicht anzuwenden sind.

### Lagern

Lagern ist das Aufbewahren zur späteren Verwendung sowie zur Abgabe an Andere. Es schließt die Bereitstellung zur Beförderung ein, wenn die Beförderung nicht binnen 24 Stunden nach der Bereitstellung oder am darauffolgenden Werktag erfolgt. Ist dieser Werktag ein Samstag, so endet die Frist mit Ablauf des nächsten Werktags (§ 3 Abs. 4 GefStoffV).

Als Lagern gilt, wenn Druckgasbehälter in Vorrat gehalten werden. Als Lagern gilt nicht, wenn Druckgasbehälter zum Entleeren angeschlossen sind. (Ziffer 2.2, TRG 280)

### pH-Wert

Maß für die sauren oder basischen Eigenschaften einer (wässrigen) Lösung:
- 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 0).

### R-Sätze

Hinweise auf die besonderen Gefahren eines Stoffes oder einer Zubereitung

### Schwangerschaft


### Sicherheitsdatenblatt

Das Sicherheitsdatenblatt ist dazu bestimmt, dem berufsmäßigen Anwender die bei Tätigkeiten mit Stoffen und Zubereitungen 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.

Das Sicherheitsdatenblatt enthält unter anderem folgende wichtige Angaben:
1. Bezeichnung des Stoffes bzw. der Zubereitung und des Unternehmens,
2. Mögliche Gefahren,
3. Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen,
4. Erste-Hilfe-Maßnahmen,
5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung,
6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung,
7. Handhabung und Lagerung,
8. Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstung,
9. Physikalische und chemische Eigenschaften,
10. Stabilität und Reaktivität,
11. Toxikologische Angaben,
12. Umweltbezogene Angaben,
13. Hinweise zur Entsorgung,
14. Angaben zum Transport,
15. Rechtsvorschriften,

### Spitzenbegrenzung von Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Kategorie</th>
<th>Beschreibung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Kategorie I</strong></td>
<td>Stoffe bei denen die lokale Wirkung grenzwert bestim mend ist oder atemwegssensibilisierende Stoffe</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Kategorie II</strong></td>
<td>Resorptiv wirksame Stoffe</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Bei der Festlegung von Expositionsspitzen werden die Stoffe gemäß ihrer toxikologischen Wirkung in folgende zwei Kategorien eingeteilt:

**Kategorie I**


**Kategorie II**

Spitzenbegrenzung von Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW)

Bei Stoffen der Kurzzeitwert-Kategorie II sind auch längere Überschreitungsdauern zulässig, solange das Produkt aus Überschreitungsfaktor (ÜF) und Überschreitungsdauer eingehalten wird (Beispiel: Bei einem ÜF von 8 ist auch ein ÜF 4 über 30 min oder ein ÜF 2 über 60 min möglich).

S-Sätze

Sicherheitsratschläge für Stoffe oder Zubereitungen.

Synonyme

Weitere (teilweise auch veraltete) Namen für einen Stoff neben dessen korrekter chemischer oder gebräuchlicher Bezeichnung.

TRGS

Technische Regeln für Gefahrstoffe. TRGS konkretisieren die Anforde rungen der Gefahrstoffverordnung.

UN-Nummer

Im Rahmen der Gefahrgut-Kennzeichnung von einem Expertenkomitee der Vereinten Nationen (UN) vergebene eindeutige Nummer für gefährliche Stoffe. Die UN-Nummer findet sich in der unteren Hälfte einer Gefahrentafel an Fahrzeugen.

UVV

Unfallverhütungsvorschrift

Quellen:

GESTIS-Stoffdatenbank
http://www.dguv.de  Webcode: d11892

Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung und der Gefahrstoffverordnung http://www.baua.de

Regel „Betrieb von Bädern“ (BGR/GUV-R 108), Kapitel 2 „Begriffsbestimmungen“.
Anhang 2
Gefahrstoffmanagement – Ablaufschema

Bestimmen der für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung beauftragten Personen

Bestimmen der zu beurteilenden Tätigkeiten, bei denen Gefahrstoffe verwendet, entstehen oder freigesetzt werden

Beschaffen der für die Gefährdungsbeurteilung notwendigen Informationen und Eintragen der Gefahrenstoffe in das Gefahrstoffverzeichnis

Ermitteln der Situation am Arbeitsplatz und Bewertung der
  • inhalativen Gefährdung
  • dermalen Gefährdung und
  • physikalisch-chemischen Gefährdung

Feststellen der Gefährdungen

Festlegen der zu treffenden (zusätzlichen) Maßnahmen und der Wirksamkeitsprüfung

Durchführung der Maßnahmen (einschließlich Substitution)

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung

Wirksamkeitsprüfung der Maßnahmen
Anhang 3
Betriebsanweisungsentwürfe

Nr.

BETRIEBSANWEISUNG
gem. §14 GefStoffV

Gebäude: 
Betrieb: Hallen- Freibad 
freigegeben (Unterschrift):
Arbeitsplatz: 
Tätigkeit: Chlorgasanlage, Flaschenwechsel
Erfassungsdatum:

GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG
CAS-Nr: 7782-50-5
Chlor
Sich.-DB-Nr:

GEFahren für Mensch und Umwelt
Giftiges, ätzendes, stechend riechendes, gelbgrünes Gas, in Flaschen oder Fässern unter Druck verflüssigt.
Starke Korrosionsgefahr in Verbindung mit Feuchtigkeit.
Wirkt bleichend und zerstörend auf organisches Material.

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

Atemschutz: Beim Flaschenwechsel Vollmaske mit Filter B2P2 tragen (Filter spätestens 6 Monate nach erstmaliger Benutzung erneuern, Filterverfalldatum beachten!) Vor Benutzung auf Dichtheit prüfen.
Fussschutz: Sicherheitsschuhe mindestens der Kategorie S1 tragen.

VERHALTEN IM GEFAHRENFAll
Bei Undichtheiten am Flaschenventil (Chlorgasaustritt), gasdichte Ventilschutzkappe mit Ventil verwenden.

VERHALTEN BEI UNFällEN, ERSTE HILFE
Nach Hautkontakt Durchtränkte oder von Chlorgas durchsetzte Kleidung sofort ausziehen und veräuschte Körperstellen mit viel Wasser mind. 10 min. spülen.
Nach Augenkontakt: Sofort mind. 10 min. mit viel Wasser spülen.
Ersthelfer: (Name)

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Durch die oben gelesiste Unterschrift wird die Anpassung der BA auf die arbeitsplatzspezifischen Bedingungen und ortsbezüglichen Bedienungs-anleitungen bestätigt!

NOTRUF: 112

Notruf 19222 oder 112
Schwefelsäure, 30 – 38,5 % (Batteriesäure)

GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

- Wirkts stark korrodierend bzw. auflösend auf viele Metalle unter Wasserstoffentwicklung (Knallgas!). Zersetzt organische Stoffe, wie Pappe, Holz und Textilien unter Schwarzfärbung (Verkohlung)
- Reagiert heftig mit Hypochloriten (z. B. Natriumhypochlorit, Calciumhypochlorit) unter Bildung von Chlorgas und mit Natriumchlorit unter Bildung von Chloroxid!
- Reagiert heftig mit Laugen
- Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation vermeiden!

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

- Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren, der für Unbefugte nicht zugänglich ist. Von Laugen, Metallen und Chlorungschemikalien fernhalten! Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen vermeiden. Beim Auflösen oder Verdünnen immer zuerst das Wasser und dann die Säure zugeben!
- Einatmen von Dämpfen und Aerosolen vermeiden! Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! -
- Benetzte Kleidung sofort wechseln!

Augenschutz: Korbbrille! Bei Gefährdung des Gesichts durch Spritzgefahr: Gesichtsschutz verwenden

Handschutz: Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk/Nitrillatex (NBR) in einer Stärke von 0,35 mm oder aus Butylkautschuk(Butyl), Polychloropren (CR) und PVC jeweils in einer Stärke von 0,5 mm. Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert!

Fußschutz: Stiefel mit hohem Schaft aus PVC

Körperschutz: Beim Verdünnen oder Abfüllen: Kunststoffschürze aus PVC

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

- Gefahrenbereich räumen und ab sperren, Vorgesetzten informieren.

ERSTE HILFE


SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Neutralisierte Schwefelsäure kann in kleinen Mengen mit viel Wasser in die Kanalisation gespült werden. Säurebeladene Chemikalienbinder der zuständigen Stelle zur Abfallsentsorgung übergeben.
Gefässe nicht offen lassen!

Von Laugen, unedlen Metallen und Chlorungschemikalien fernhalten.

Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen und Nachlauf vermeiden.

Beim Verdünnen immer zuerst das Wasser und dann die Säure zugeben! Temperatur kontrollieren! Säurebeständige Hilfsgeräte verwenden! Arbeitsgeräte einsetzen, die Hautkontakt verhindern oder verringern.


Verschmutzte und durchtränkte Arbeitskleidung sofort wechseln.

Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation vermeiden!

Augenschutz:
Gesichtsschutz

Handschutz:
Handschuhe aus Gummi, Polychloropren, Nitril, PVC, Butylkautschuk, Fluorkautschuk

Körperschutz:
Schutzschürze und Stiefel aus Gummi oder geeignetem Kunststoff

**SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN**

Reagiert heftig mit Natriumhypochlorit (Bleichlauge), und Calciumhypochlorit (Chlorkalk) unter Bildung von Chlogas.

Reagiert heftig mit Natriumchlorit unter Bildung von Chlordioxid.

Reagiert mit starken Laugen und Wasser unter heftiger Wärmeentwicklung.

Beim Erwärmen entwickelt sich Chlorwasserstoffgas oder -nebel

Wird stark korrodierend bzw. auflösend auf viele Metalle unter Wasserstoffbildung. Dabei kann sich explosionsgefährliches Knallgas bilden.


Grundwassergefährdend (WGK 1)

**VERHALTEN IM GEFAHRFALL**

**Ruf Feuerwehr 112**

**Notruf 19222 oder 112**

**ERSTE HILFE**


**SACHGERECHTE ENTSORGUNG**

Nicht in Ausguss oder Mülltonne schütten!

Stoff-/Produkt-Abfälle zur Entsorgung sammeln in:

Verpackungen mit Restinhalten:

Verunreinigtes Aufsaugmaterial und Putzlappen sammeln in:

Reagiert mit Säuren unter heftiger Wärmeentwicklung.

Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation vermeiden!

**SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN**

- Liefergebinde durch Sauglanzenapparatur oder Deckel verschlossen halten! Beim Umfüllen Umfüllvorrichtung verwenden.
- Beim Verdünnen immer zuerst das Wasser und dann die Lauge zugeben! Arbeitsgeräte einsetzen, die Hautkontakt verhindern oder verringern.
- Benetzte Kleidung sofort wechseln!

**Augenschutz:** Korbbrille!

**Handschutz:** Handschuhe aus Polychloropren, PVC, Butylkautschuk
- Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert!
- Tragezeiten von Schutzhandschuhen beachten!

**Fußschutz:** Stiefel mit hohem Schaft aus PVC

**Körperschutz:** Beim Verdünnen oder Abfüllen: Kunststoffschürze aus PVC

**VERHALTEN IM GEFAHRFALL**

- Ruf Feuerwehr 112

**ERSTE HILFE**

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Auf Selbstschutz achten, ärztliche Behandlung.

Nach **Augenkontakt:** Sofort unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig (mindestens 10 Minuten) bei geöffneten Lidern mit Wasser spülen.

Nach **Hautkontakt:** Benetzte Kleidung sofort entfernen, betroffene Hautpartien mit viel Wasser spülen.

Nach **Einatmen:** Verletzten aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen. Umgehend ärztliche Behandlung veranlassen.

**SACHGERECHTE ENTSORGUNG**

Neutralisierte Natronlauge kann in kleinen Mengen mit viel Wasser in die Kanalisation gespült werden.
GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG

Eisen-III-chlorid-Lösung

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT


Gefährliche Reaktionen am Arbeitsplatz sind möglich mit:
- Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation vermeiden!
- Gefäße nicht offen stehen lassen! Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen vermeiden. Reaktionsfähige Stoffe fernhalten bzw. nur kontrolliert zugeben. Saurebeständige Hilfsgeräte verwenden!
- Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

Atemschutz:
Kombinationsfilter E-P2 (gelb/weiß)

Körperschutz:
Schutzschürze und Stiefel aus Gummi oder geeignetem Kunststoff

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

- Gefahrenbereich räumen und absperren, Vorgesetzten informieren.
- Bei der Beseitigung von ausgelaufenem/verschüttetem Produkt immer Schutzbrille, Handschuhe sowie bei größeren Mengen Atemschutz tragen. Mit saugfähigem unbrennbaren Material (z. B. Kieselgur, Sand) aufnehmen und entsorgen!
- Bei Brand entstehen gefährliche Dämpfe (z. B. Chlorwasserstoff, Chlor)! Entweichende Dämpfe mit Sprühwasser niederschlagen, anschließend möglichst schnelle Reinigung. Produkt ist nicht brennbar. Berst- und Explosionsgefahr bei Erwärmung!
- Alarm-, Flucht- und Rettungspläne beachten. Feuerwehr alarmieren.
- Zuständiger Arzt:
- Unfalltelefon:

SACHGERECHTE ENTSORGNING

Nicht in Ausguss oder Mülltonne schütten! Stoff/Produkt-Abfälle zur Entsorgung sammeln in:
Verpackungen mit Restinhalt:
Verunreinigtes Aufsaugmaterial und Putzlappen sammeln in:
Nach Augenkontakt: Sofort unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig (ca. 10 Minuten) bei geöffneten Lidern mit Wasser spülen.


Sachgerechte Entsorgung

- Sofort unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig (ca. 10 Minuten) bei geöffneten Lidern mit Wasser spülen.
- Verunreinigte Aufsaugmaterial in einen Kunststoffbehälter geben und der geordneten Entsorgung zuführen.
### Anhang 4
Beispiel eines Gefahrstoffverzeichnisses

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sicherheitsdatenblatt Nr.</th>
<th>Stoffbezeichnung</th>
<th>Kennbuchstabe</th>
<th>R-Sätze</th>
<th>S-Sätze</th>
<th>Lagerort im Betrieb</th>
<th>Nettonenge pro Behälter</th>
<th>Gelagerte Menge ca.</th>
<th>Arbeitsbereiche</th>
<th>Bemerkungen</th>
<th>Sicherheitsdatenblatt Nr.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1.</td>
<td>Firma Mustermann, Saurer Grundreiniger, phosphorsäurehaltig</td>
<td>C</td>
<td>R34</td>
<td>S26/45</td>
<td>Raum XY</td>
<td>15,0 kg</td>
<td>300 kg</td>
<td>Gesamtes Bad, alle Bäder</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2.</td>
<td>Firma Mustermann, Alkalischer Reiniger</td>
<td>Xi</td>
<td>R41</td>
<td>S26</td>
<td>Raum XY</td>
<td>15,0 kg</td>
<td>280 kg</td>
<td>Gesamtes Bad, alle Bäder</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>3.</td>
<td>Firma Mustermann, Flockungsmittel</td>
<td>C</td>
<td>R35</td>
<td>S2-26-37/39-45</td>
<td>Raum XY</td>
<td>30,0 kg</td>
<td>600 kg</td>
<td>Wasseraufbereitung, alle Bäder</td>
<td>Enthält 10 % Benzalkoniumchlorid</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>4.</td>
<td>Firma Mustermann, Desinfektionsreiniger</td>
<td>C</td>
<td>R34</td>
<td>S2-26-28-36/37/39-45</td>
<td>Raum XY</td>
<td>10,0 kg</td>
<td>200 kg</td>
<td>Nassbereiche, alle Bäder</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>5.</td>
<td>Firma Mustermann, desinfizierender Flächenreiniger</td>
<td>Xi</td>
<td>R38/41</td>
<td>S2-26-28</td>
<td>Raum XY</td>
<td>12,5 kg</td>
<td>62,5 kg</td>
<td>Nassbereiche, alle Bäder</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>6.</td>
<td>Firma Mustermann, Algicit</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>Raum XY</td>
<td>12,5 kg</td>
<td>62,5 kg</td>
<td>Gesamtes Bad, alle Bäder</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>7.</td>
<td>Firma Mustermann alkoholisches Flächen-desinfektionsmittel, Konzentrat.</td>
<td>Xi</td>
<td>R38/41</td>
<td>S2-26-28</td>
<td>Raum XY</td>
<td>10,0 kg</td>
<td>100 kg</td>
<td>Gesamtes Bad, alle Bäder</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Nr.</td>
<td>Stoffbezeichnung</td>
<td>Lagerort im Betrieb</td>
<td>Gelagerte Menge ca.</td>
<td>Arbeitenbereiche</td>
<td>Bemerkungen</td>
<td>S-Sätze</td>
<td>R-Sätze</td>
<td>Kennbuchstabe</td>
<td>Stoffbezeichnung</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>-----</td>
<td>------------------</td>
<td>---------------------</td>
<td>--------------------</td>
<td>------------------</td>
<td>--------------</td>
<td>---------</td>
<td>---------</td>
<td>--------------</td>
<td>-----------------</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8.</td>
<td>Firma Mustermann, saures Reinigungsgel</td>
<td>Raum XY</td>
<td>17,0 kg</td>
<td>51 kg</td>
<td>17,0 kg</td>
<td>51 kg</td>
<td>S26-45</td>
<td>R34</td>
<td>Sicherheitsdatenblatt</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>9.</td>
<td>Firma Mustermann, schwach-saurer Reiniger</td>
<td>Raum XY</td>
<td>15,0 kg</td>
<td>45 kg</td>
<td>15,0 kg</td>
<td>45 kg</td>
<td>S26-38-36</td>
<td>37/38-45</td>
<td>Edelstahlreinigung aller Bäder</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>10.</td>
<td>Firma Mustermann, Überwinterungsmittel</td>
<td>Raum XY</td>
<td>14,0 kg</td>
<td>42 kg</td>
<td>14,0 kg</td>
<td>42 kg</td>
<td>S26-38</td>
<td>37/39-45-61</td>
<td>Nassbereiche, alle Bäder</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>11.</td>
<td>Natriumhypochlorit, Chlorbleichlauge, Wasserdesinfektionsmittel</td>
<td>Raum XY</td>
<td>5 kg</td>
<td>75 kg</td>
<td>5 kg</td>
<td>75 kg</td>
<td>R45, 51-13</td>
<td>24/25-28</td>
<td>Wasseraufbereitung, alle Bäder</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>12.</td>
<td>Benzyl/Gemisch</td>
<td>Raum XY</td>
<td>5 Ltr.</td>
<td>15 Ltr.</td>
<td>5 Ltr.</td>
<td>15 Ltr.</td>
<td>R40/R 65</td>
<td>S2-36-37/36-71-62</td>
<td>Edelstahlbecken, Edelstahlgeländer</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>13.</td>
<td>Diesel</td>
<td>Raum XY</td>
<td>5 kg</td>
<td>35 kg</td>
<td>5 kg</td>
<td>35 kg</td>
<td>R35</td>
<td>S26-23</td>
<td>Wasseraufbereitung</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>14.</td>
<td>Schwefelsäure, 37%</td>
<td>Raum XY</td>
<td>35 kg</td>
<td>700 kg</td>
<td>35 kg</td>
<td>700 kg</td>
<td>R35</td>
<td>S26-37</td>
<td>Chlorösraum</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>15.</td>
<td>Natriumchlorat, 45%</td>
<td>Raum XY</td>
<td>260 kg</td>
<td>65,0 kg</td>
<td>260 kg</td>
<td>65,0 kg</td>
<td>R23-36</td>
<td>37/38-50</td>
<td>Edelstahlbecken, Edelstahlgeländer</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>16.</td>
<td>Chlor (2,8) T</td>
<td>Raum XY</td>
<td>650 kg</td>
<td>500 ml</td>
<td>650 kg</td>
<td>500 ml</td>
<td>R34</td>
<td>S26-45</td>
<td>Edelstahlreiniger</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>17.</td>
<td>Firma Mustermann, saures Reinigungsgel</td>
<td>Raum XY</td>
<td>500 ml</td>
<td>3 Ltr.</td>
<td>500 ml</td>
<td>3 Ltr.</td>
<td>S26-45</td>
<td>R34</td>
<td>Sicherheitsdatenblatt</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Sicherheitsdatenblatt Nr.</td>
<td>Stoffbezeichnung</td>
<td>Kennbuchstabe</td>
<td>R-Sätze</td>
<td>S-Sätze</td>
<td>Lagerort im Betrieb</td>
<td>Netto- menge pro Behälter</td>
<td>Gelagerte Menge ca.</td>
<td>Arbeitsbereiche</td>
<td>Bemerkungen</td>
<td>Sicherheitsdatenblatt</td>
</tr>
<tr>
<td>--------------------------</td>
<td>------------------------</td>
<td>---------------</td>
<td>----------------</td>
<td>-------------------</td>
<td>----------------------</td>
<td>--------------------------</td>
<td>----------------------</td>
<td>-----------------</td>
<td>-----------------</td>
<td>----------------------</td>
</tr>
<tr>
<td>20.</td>
<td>Natriumcarbonat</td>
<td>Xi</td>
<td>R36</td>
<td>S9-45-61</td>
<td>13 kg</td>
<td>52 kg</td>
<td>Wasseraufbereitung</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
## Anhang 5
Gegenüberstellung der alten und neuen Kennzeichnung

<table>
<thead>
<tr>
<th>Gefährlichkeitsmerkmal</th>
<th>Gefahrensymbol</th>
<th>R-Sätze</th>
<th>Gefahrenklassen und Gefahrenkategorien</th>
<th>Signalwort</th>
<th>Piktogramm</th>
<th>H-Sätze</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Keine Kennzeichnung</td>
<td></td>
<td>R 3</td>
<td>Explosiv, Kat. 1.4</td>
<td>Achtung</td>
<td>🚨</td>
<td>H 204</td>
</tr>
<tr>
<td>Hochentzündlich</td>
<td>Hochentzündlich</td>
<td>R 12</td>
<td>Entzündbare Gase, Kat. 1 Entzündbare Aerosole, Kat. 1 Entzündbare Flüssigkeiten, Kat. 1</td>
<td>Gefahr</td>
<td>🚨</td>
<td>H 220, H 222, H 224</td>
</tr>
<tr>
<td>Leichtentzündlich</td>
<td>Leichtentzündlich</td>
<td>R 11</td>
<td>Entzündbare Flüssigkeiten, Kat. 2 Entzündbare Feststoffe, Kat. 1 Entzündbare Feststoffe, Kat. 2</td>
<td>Gefahr</td>
<td>🚨</td>
<td>H 225, H 228, H 229</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>Achtung</td>
<td>🚨</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Gefährlichkeitsmerkmal</td>
<td>Gefahrensymbol</td>
<td>R-Sätze</td>
<td>Gefahrenklassen und Gefahrenkategorien</td>
<td>Signalwort</td>
<td>Piktogramm</td>
<td>H-Sätze</td>
</tr>
<tr>
<td>------------------------</td>
<td>----------------</td>
<td>---------</td>
<td>---------------------------------------</td>
<td>------------</td>
<td>-----------</td>
<td>--------</td>
</tr>
<tr>
<td>Entzündlich</td>
<td>Kein Symbol</td>
<td>R10</td>
<td>Entzündbare Aerosole, Kat. 2 Entzündbare Flüssigkeiten, Kat. 3</td>
<td>Achtung</td>
<td><img src="image" alt="Flammenpiktogramm" /></td>
<td>H 223  H 226</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>Keine Kennzeichnung bei Flammpunkt 56-60°C</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Leichtentzündlich</td>
<td><img src="image" alt="Symbol" /></td>
<td>R 17, R 17, R 15</td>
<td>Pyrophore Flüssigkeiten, Kat. 1 Pyrophore Feststoffe, Kat. 1, Stoffe/Gemische die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln, Kat. 1, 2 und Kat. 3</td>
<td></td>
<td><img src="image" alt="Flammenpiktogramm" /></td>
<td>H 250  H 250  H 260  H 261  H 261</td>
</tr>
<tr>
<td>Hochentzündlich</td>
<td><img src="image" alt="Symbol" /></td>
<td>R 12, R 12</td>
<td>Selbstzersetzliche Stoffe/Gemische, Typ B Selbstzersetzliche Stoffe/Gemische, Typ C, D, und Typ E, F Selbstentflammungsfähige Stoffe/Gemische, Kat. 1 und Kat. 2</td>
<td>Gefahr Achtung</td>
<td><img src="image" alt="Flammenpiktogramm" /></td>
<td>H 241  H 242  H 251  H 252</td>
</tr>
<tr>
<td>Brandfördernd</td>
<td><img src="image" alt="Symbol" /></td>
<td>R 7, R 7</td>
<td>Organische Peroxide, Typ B Organische Peroxide, Typ C, D Organische Peroxide, Typ E, F</td>
<td></td>
<td><img src="image" alt="Flammenpiktogramm" /></td>
<td>H 241  H 242  H 242</td>
</tr>
<tr>
<td>Brandfördernd</td>
<td><img src="image" alt="Symbol" /></td>
<td>R 8, R 8, R 9</td>
<td>Oxidierende Gase, Kat. 1 Oxidierende Flüssigkeiten, Kat. 1, 2 und Kat. 3 Oxidierende Feststoffe, Kat. 1,2 und Kat. 3</td>
<td>Gefahr Achtung</td>
<td><img src="image" alt="Flammenpiktogramm" /></td>
<td>H 270  H 271, H 272  H 272</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Gefährlichkeitsmerkmal</td>
<td>Gefahrensymbol</td>
<td>R-Sätze</td>
<td>Gefahrenklassen und Gefahrenkategorien</td>
<td>Signalwort</td>
<td>Piktogramm</td>
<td>H-Sätze</td>
</tr>
<tr>
<td>------------------------</td>
<td>----------------</td>
<td>---------</td>
<td>---------------------------------------</td>
<td>------------</td>
<td>------------</td>
<td>--------</td>
</tr>
<tr>
<td>Physikalische Gefahren</td>
<td></td>
<td></td>
<td>Gase unter Druck</td>
<td>Achtung</td>
<td></td>
<td>H 280</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>– verdichtete Gase</td>
<td></td>
<td></td>
<td>H 280</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>– verflüssigte Gase</td>
<td></td>
<td></td>
<td>H 281</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>– tiefgekühlt verflüssigte Gase</td>
<td></td>
<td></td>
<td>H 280</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>– gelöste Gase</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Keine Kennzeichnung</td>
<td></td>
<td></td>
<td>Stoffe/Gemische die gegenüber Metallen korrosiv sind, Kat. 1</td>
<td>Achtung</td>
<td></td>
<td>H 290</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Sehr giftig</td>
<td><img src="image1.png" alt="Skull Logo" /></td>
<td>R 28</td>
<td>Akute Toxizität, Kat. 1, 2</td>
<td>Gefahr</td>
<td></td>
<td>H 300</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>R 27</td>
<td>– oral</td>
<td></td>
<td></td>
<td>H 310</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>R 26</td>
<td>– dermal</td>
<td></td>
<td></td>
<td>H 330</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>– inhalativ</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Giftig</td>
<td><img src="image2.png" alt="Skull Logo" /></td>
<td>R 25</td>
<td>Akute Toxizität, Kat. 3</td>
<td>H 301</td>
<td>H 311</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>R 24</td>
<td>– oral</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>R 23</td>
<td>– dermal</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>– inhalativ</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Giftig</td>
<td><img src="image3.png" alt="Skull Logo" /></td>
<td>R 46</td>
<td>Keimzellmutagenität, Kat. 1A, 1B</td>
<td>H 340</td>
<td>H 350</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>R 45, R 49</td>
<td>Karzinogene Wirkung Kat. 1A, 1B</td>
<td></td>
<td></td>
<td>H 360</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>R 60, R 61</td>
<td>Reproduktionstoxische Wirkung, Kat. 1A, 1B</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>R 39</td>
<td>Spezifische Zielorgantoxizität bei einmaliger Exposition, Kat. 1</td>
<td></td>
<td></td>
<td>H 370</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>R 48</td>
<td>Spezifische Zielorgantoxizität bei wiederholter Exposition, Kat. 1</td>
<td></td>
<td></td>
<td>H 372</td>
</tr>
</tbody>
</table>

108
<table>
<thead>
<tr>
<th>Gefährlichkeitsmerkmal</th>
<th>Gefahrensymbol</th>
<th>R-Sätze</th>
<th>Gefahrenklassen und Gefahrenkategorien</th>
<th>Signalwort</th>
<th>Piktogramm</th>
<th>H-Sätze</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Gesundheitsschädlich</td>
<td><img src="image" alt="gesundheitsschädlich" /></td>
<td>R42, R65</td>
<td>Sensibilisierung der Atemwege, Kat 1; Aspirationsgefahr, Kat. 1</td>
<td>Gefahr</td>
<td><img src="image" alt="Gefahr" /></td>
<td>H 334, H 304</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>R 68, R 40, R 62, R 63</td>
<td>Keimzellmutagenität, Kat. 2; Karzinogene Wirkung Kat. 2; Reproduktionstoxische Wirkung, Kat. 2; Spezifische Zielorgantoxizität bei einmaliger Exposition, Kat. 2; Spezifische Zielorgantoxizität bei wiederholter Exposition, Kat. 2</td>
<td>Achtung</td>
<td><img src="image" alt="Achtung" /></td>
<td>H 341, H 351, H 361, H 371, H 373</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>R 22, R 21, R 20</td>
<td>Akute Toxizität, Kat. 4; – oral; – dermal; – inhalativ</td>
<td>Achtung</td>
<td><img src="image" alt="Achtung" /></td>
<td>H 302, H 312, H 332</td>
</tr>
<tr>
<td>Ätzend</td>
<td><img src="image" alt="ätzend" /></td>
<td>R 34, R 35</td>
<td>Hautätzende Wirkung, Kat. 1A, 1B, 1C</td>
<td>Gefahr</td>
<td><img src="image" alt="Gefahr" /></td>
<td>H 314</td>
</tr>
<tr>
<td>Reizend</td>
<td><img src="image" alt="reizend" /></td>
<td>R 41</td>
<td>Schwere Augenschädigung; Kat. 1</td>
<td></td>
<td></td>
<td>H 318</td>
</tr>
<tr>
<td>Gefährlichkeitsmerkmal</td>
<td>Signalwort</td>
<td>Piktogramm</td>
<td>Gefahrenkategorien und Gefahrenklassen</td>
<td>R-Sätze</td>
<td>Gefahrensymbol</td>
<td>H-Sätze</td>
</tr>
<tr>
<td>------------------------</td>
<td>------------</td>
<td>------------</td>
<td>--------------------------------------</td>
<td>---------</td>
<td>----------------</td>
<td>---------</td>
</tr>
<tr>
<td>Reizend</td>
<td>Achtung</td>
<td>Kein Piktogramm</td>
<td>R 36, R 38, R 40 – Atemwegsreizend</td>
<td>R 38, R 36, R 43</td>
<td>Kein Symbol</td>
<td>H 315, H 319, H 317</td>
</tr>
<tr>
<td>Hautreizend, Kat. 1</td>
<td>Achtung</td>
<td>Kein Piktogramm</td>
<td>R 37 – narkotischer Effekt</td>
<td>R 37</td>
<td>Kein Symbol</td>
<td>H 335</td>
</tr>
<tr>
<td>Augenreizend, Kat. 1</td>
<td>Kein Signalwort</td>
<td>Kein Piktogramm</td>
<td>R 50/53 – akut gewässergefährdend, Kat. 1</td>
<td>R 50/53</td>
<td>Kein Symbol</td>
<td>H 336</td>
</tr>
<tr>
<td>Sensibilisierung der Haut, Kat. 1</td>
<td>Kein Signalwort</td>
<td>Kein Piktogramm</td>
<td>R 51/53 – chronisch gewässergefährdend, Kat. 2</td>
<td>R 51/53</td>
<td>Kein Symbol</td>
<td>H 336</td>
</tr>
<tr>
<td>Reizend, Kat. 1</td>
<td>Achtung</td>
<td>Kein Piktogramm</td>
<td>H 317</td>
<td>H 317</td>
<td>Kein Symbol</td>
<td>H 400</td>
</tr>
<tr>
<td>Atemwegsreizend</td>
<td>Kein Signalwort</td>
<td>Kein Piktogramm</td>
<td>H 319</td>
<td>H 319</td>
<td>Kein Symbol</td>
<td>H 410</td>
</tr>
<tr>
<td>Akut gewässergefährdend, Kat. 1</td>
<td>Kein Signalwort</td>
<td>Kein Piktogramm</td>
<td>H 317</td>
<td>H 317</td>
<td>Kein Symbol</td>
<td>H 411</td>
</tr>
<tr>
<td>Chronisch gewässergefährdend, Kat. 2</td>
<td>Kein Signalwort</td>
<td>Kein Piktogramm</td>
<td>H 319</td>
<td>H 319</td>
<td>Kein Symbol</td>
<td>H 411</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Anhang 6
Aufbau der H- und P- Sätze nach der CLP-Verordnung

1. Aufbau der H-Sätze

H 3 01 – Giftig bei Verschlucken

Gruppe der Gefahrenhinweise: 2 physikalische Gefahren, 3 Gesundheitsgefahren, 4 Umweltgefahren

2. Aufbau der P-Sätze

P 1 02 – Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen

Gruppe der Sicherheitshinweise: 1 Allgemein, 2 Vorsorgemaßnahmen, 3 Empfehlungen, 4 Lagerhinweise, 5 Entsorgung
Anhang 7

Literatur

Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln


- Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (GefStoffV)
- TRG 270 - Kennzeichnung der Druckgasbehältern
- TRG 280 - Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter - Betreiben von Druckgasbehältern
- TRGS 400 – Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- TRGS 401 – Gefährdung durch Hautkontakt
- TRGS 500 - Schutzmaßnahmen
- TRGS 515 – Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern
- TRGS 900 - Arbeitsplatzgrenzwerte
- TRGS 905 - Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe
- „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV/GUV-V A8)
- „Chlorierung von Wasser“ (BGV/GUV-V D5)

Regeln

- „Betrieb von Bädern“ (BGR/GUV-R 108)
- „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR/GUV-R 190)
- „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ (BGR/GUV-R 192)
- „Benutzung von Schutzhandschuhen“ (BGR/GUV-R 195)
- „Umgang mit Reinigungs- und Pflegemitteln“ (BGR/GUV-R 209)
- Richtlinien für die Verwendung von Ozon zur Wasseraufbereitung (ZH 1/474/GUV-R 1/474)

Informationen

- „Informationen für die Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe“ (GUV-I 8504)
- Faltblatt „Hautschutz“ (GUV-I 8516)
- „Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen – PC-Programme und Datenbanken – eine Übersicht“ (GUV-I 8518)
- „Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen in Einrichtungen des öffentlichen Dienstes“ (GUV-I 8555)
- „Hautkrankheiten und Hautschutz“ (GUV-I 8559)
- „Chemikalienschutzhandschuhe“ (BGI/GUV-I 868)
- Merkblatt Chlor (BGI 596)
Normen


DIN 19 627 Ozonerzeugungsanlagen zur Wasseraufbereitung
DIN 19 643 Aufbereitung und Desinfektion von Schwimm- und Badebeckenwasser

DVGW-Arbeitsblätter


W 203 Begriffe der Chlorung
W 213 Grundbegriffe der Filtration
W 217 Flockung in der Wasseraufbereitung, Teil 1: Grundlagen
W 218 Flockung in der Wasseraufbereitung, Teil 2: Flockungstestverfahren
W 224 Chlordioxid in der Wasseraufbereitung
W 225 Ozon in der Wasseraufbereitung
W 239 Planung und Betrieb von Aktivkohlefiltern für die Wasseraufbereitung
W 240 Beurteilung von Aktivkohlen für die Wasseraufbereitung
W 622 Dosieranlagen für Flockungsmitteln und Flockungshilfsmitteln
W 623 Dosieranlagen für Chlor
W 624 Dosieranlagen für Chlordioxid
W 625 Anlagen zur Erzeugung und Dosierung von Ozon
W 626 Dosieranlagen für Natriumhydroxid

Weitere Informationen

GESTIS-Stoffdatenbank:
http://www.dguv.de Webcode: d11892

Informationsstelle für Sicherheitsdatenblätter ISI:
http://www.dguv.de Webcode: d6130

Sicherheitshinweise – Umgang mit Chlorgasflaschen, Industriegaseverband e.V. (IGV)
Schweizerische Blätter für Arbeitssicherheit: Unfallverhütung und Arbeitsschutz bei der Wasseraufbereitung (SBA-Nr. 143), Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, 6002 Luzern.

Bildnachweis

Bilder 1 bis 6, 9 bis 13: Bayerischer Gemeindeunfallversicherungsverband
Bilder 7 und 8: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
Titelbild: Christophe Schmid (www.fotolia.de)