

203-086

DGUV Information 203-086



© Stefan_Weis/Fotolia

Chlorung von Trinkwasser

Impressum

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

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet „Energie und Wasser“ des
Fachbereichs „Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (ETEM)“ der DGUV

Ausgabe: März 2017

DGUV Information 203-086
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
oder unter www.dguv.de/publikationen

Chlorung von Trinkwasser

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Begriffsbestimmungen.....	9
3 Gefährdungsbeurteilungen	11
4 Aufstellungsräume für Chlorungseinrichtungen	12
4.1 Allgemeine Anforderungen an Räume.....	12
4.2 Zusätzliche Anforderungen an Räume bei Verwendung von Chlorgas	13
4.3 Zusätzliche Anforderungen an Räume bei Verwendung von Chlordioxid	18
4.3.1 Allgemeine Anforderungen	18
4.3.2 Weitere Anforderungen bei Verwendung von Peroxosulfaten	18
4.4 Zusätzliche Anforderungen an Räume bei Chlor-Elektrolyse-Anlagen.....	19
5 Anforderungen an Chlorungseinrichtungen	20
5.1 Allgemeine Anforderungen an Chlorungseinrichtungen.....	20
5.2 Zusätzliche Anforderungen bei Verwendung von Chlorgas.....	21
5.3 Zusätzliche Anforderungen an Chlordioxidanlagen	21
5.4 Zusätzliche Anforderungen an Dosiereinrichtungen für verbrauchsfertige Natriumhypochloritlösungen	22
5.5 Zusätzliche Anforderungen an Chlor-Elektrolyse-Anlagen.....	24
5.6 Zusätzliche Anforderungen an Calciumhypochloritanlagen	24
6 Betrieb von Chlorungseinrichtungen	25
6.1 Allgemeine Anforderungen	25
6.2 Betrieb von Chlorgasanlagen.....	25
6.3 Betrieb von Chlordioxidanlagen.....	27
6.3.1 Herstellung von Chlordioxid nach dem Chlorit-/Säure-Verfahren	28
6.4.3 Herstellung von Chlordioxid nach dem Chlorit-/Chlorverfahren	29
6.4 Betrieb von Natriumhypochloritanlagen	29
6.5 Betrieb von Chlor-Elektrolyse-Anlagen	30
6.6 Betrieb von Calciumhypochloritanlagen	30

	Seite	
6.7	Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten von Chlorungseinrichtungen zur Desinfektion von Trinkwasser	31
6.7.1	Allgemeine Anforderungen	31
6.7.2	Arbeiten an Chlorgasanlagen.....	31
6.7.3	Arbeiten an Dosieranlagen für flüssige Chemikalien	31
7	Persönliche Schutzausrüstungen	32
8	Organisatorische Maßnahmen	34
8.1	Allgemeine Anforderungen	34
8.2	Unterweisung.....	34
8.3	Betriebsanweisung	34
8.4	Sicherheitskennzeichnung.....	35
8.5	Notfallmaßnahmen	40
8.5.1	Allgemeines	40
8.5.2	Zusätzliche Maßnahmen bei Chlorgaseinrichtungen.....	40
8.6	Arbeitsmedizinische Vorsorge	41
8.7	Prüfungen	41
 Anhang 1		
	Vorschriften und Regeln	43
 Anhang 2		
	Betriebsanweisungsentwürfe	44
 Anhang 3		
	Abbildungsverzeichnis.....	46

Vorbemerkung

Diese Informationen sind eine Handlungshilfe, insbesondere für die Unternehmen, die Arbeiten mit Chlorungseinrichtungen und Chlorungschemikalien zur Desinfektion von Trinkwasser durchführen.

Informationen enthalten Hinweise und Empfehlungen, die die praktische Anwendung von Regelungen zu einem bestimmten Sachgebiet oder Sachverhalt erleichtern sollen.

Informationen richten sich in erster Linie an die Unternehmensleitung und sollen ihr Hilfestellung bei der Umsetzung ihrer Pflichten aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften und/oder Unfallverhütungsvorschriften geben sowie Wege aufzeigen, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können.

Die Unternehmensleitung kann bei Beachtung der in den Informationen enthaltenen Empfehlungen, davon ausgehen, dass sie damit geeignete Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren getroffen hat.

Sind zur Konkretisierung staatlicher Arbeitsschutzvorschriften von den dafür eingerichteten Ausschüssen technische Regeln ermittelt worden, sind diese vorrangig zu beachten.

Diese DGUV Information wurde unter Mitwirkung von Anlagenerrichtern, Betreibern, Fachverbänden und Unfallversicherungsträgern erarbeitet.

1 Anwendungsbereich

Diese Informationen gelten für das Errichten und Betreiben von – sowie das Arbeiten an – Chlorungseinrichtungen in der Trinkwasseraufbereitung.

Für Chlorungseinrichtungen in Bäderbetrieben gilt die DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“.

2 Begriffsbestimmungen

- **Chlorung**
ist der Zusatz von chlorhaltigen Chemikalien zum Zwecke der Desinfektion von Trinkwasser.
- **Chlorungseinrichtungen**
sind der Zusammenschluss verfahrenstechnischer Einrichtungen, die zur Chlorung von Wasser verwendet werden. Zu einer Chlorungseinrichtung gehören insbesondere:
 - in Gebrauch befindliche Behälter für Chemikalien und Chlor, z. B. Chlorgasbehälter,
 - Geräte zur Erzeugung chlorhaltiger Lösungen,
 - Misch-, Absperr-, Regel-, Dosier-, Mess- und Sicherheitseinrichtungen,
 - Leitungen.
- **Ortsveränderliche Chlorungseinrichtungen**
sind fahrbare oder tragbare Einrichtungen zur zeitlich begrenzten Verwendung an verschiedenen Einsatzstellen.
- **Elektrolyse-Chlorungseinrichtungen**
sind Einrichtungen, in denen Hypochloritlösung oder Chlor durch Elektrolyse erzeugt wird.
- **Chlorgasführende Teile von Chlorungseinrichtungen**
sind Anlagenteile aus denen bedingt durch Überdruck beim Öffnen oder bei Leckagen Chlorgas entweichen kann.
- **Chlorgasbehälter**
ist der Oberbegriff für Chlorgasflaschen und Chlorgasfässer.
- **Chlorungskemikalien**
sind Gase, Feststoffe oder Lösungen, die bei Zugabe in Wasser oder durch Umsetzung mit anderen Chemikalien desinfizierend wirkende Chlorverbindungen freisetzen.
- **Chlorgasaustritt**
ist bei Verwendung von Chlorgas das Freiwerden geringer Chlorgasmengen. Ein Chlorgasaustritt kann z. B. beim Behälterwechsel auftreten.
- **Chlorgasausbruch**
ist bei Verwendung von Chlorgas das Freiwerden größerer Chlorgasmengen auf Grund eines Störfalles. Ein Chlorgasausbruch kann z. B. bei Undichtigkeiten an der Chlorungseinrichtung auftreten.
- **Chlorgasräume**
sind Räume, in denen sich chlorgasführende Teile von Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas befinden und Chlorgasbehälter verwendet werden.
- **Lagerräume**
sind Räume, in denen Chlorungskemikalien ausschließlich gelagert werden.

- **Chlorgasbeseitigungseinrichtung**

ist eine Einrichtung, die im Falle eines Chlorgasausbruchs bei Chlorungseinrichtungen unter Verwendung von Chlorgas das austretende Chlorgas sicher und wirksam beseitigt.

Sie kann bestehen aus Entchlorung, Neutralisation, Absorption oder Niederschlagung.

- **Entchlorung**
bedeutet die Umwandlung des oxidierend wirkenden Chlorgases in neutrales Chlorid.
- **Neutralisation**
bedeutet die Zugabe alkalischer Stoffe oder Lösungen zu sauren Lösungen von Chlor. Die Neutralisation dient der Vermeidung der Ausgasung von Chlorgas.
- **Absorption**
bedeutet die Aufnahme von Chlorgas in die flüssige Phase und deren Umwandlung zu chlorhaltigen Lösungen.
- **Niederschlagung**
bedeutet die Überführung von Chlorgas in die wässrige Phase durch einen Sprühnebel

- **Chlordioxeinrichtungen**

sind Chlor-Chlordioxianlagen und Säure-Chlordioxianlagen.

- **Chlor-Chlordioxianlagen**

sind Anlagen, bei denen Chlordioxid aus Natriumchloritlösung und Chlorgas erzeugt wird.

- **Säure-Chlordioxianlagen**

sind Anlagen, bei denen Chlordioxid aus Natriumchloritlösung und Salzsäure erzeugt wird.

- **Zusätzliche Chlordioxeinrichtung**

sind Chlordioxianlagen nach den Peroxidverfahren für die Desinfektion von Behältern und Anlagenteilen

- **Befähigte Person**

ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt.

Siehe Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 1203 „Befähigte Personen“.

3 Gefährdungsbeurteilungen

Gesetze, Verordnungen und Vorschriften verpflichten den Betreiber von Chlorungseinrichtungen, die mit den Tätigkeiten, Arbeitsmitteln und Gefahrstoffen verbundenen Gefährdungen zu ermitteln, zu beurteilen und geeignete Maßnahmen festzulegen.

Dieser Verpflichtung kommt er durch Gefährdungsbeurteilungen nach. Bei der Gefährdungsbeurteilung ist auch die Gefährdung Dritter (z. B. Fremdfirmen, Anwohner) und die bauliche Ausführung zu berücksichtigen.

Forderungen nach Gefährdungsbeurteilungen sind u. a. enthalten in § 5 Arbeitsschutzgesetz, § 6 Gefahrstoffverordnung, § 3 Betriebssicherheitsverordnung und § 3 der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“.

Geeignete Schutzmaßnahmen sind in der Rangfolge technischer, organisatorischer und persönlicher Maßnahmen durchzuführen. Eine entsprechende Empfehlung gibt es in der TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“.

Die in der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Schutzmaßnahmen sind hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu überprüfen.

Die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilungen sind zu dokumentieren.

Gefährdungsbeurteilungen sind Grundlage für die Erstellung der Betriebsanweisungen

und der Alarmpläne (z. B. Chlorgasalarmplan). Entsprechende Unterweisungen sind durchzuführen

Die Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig und nach neuen Informationen, insbesondere Erkenntnisse aus dem Unfallgeschehen, zu überprüfen und bei baulichen, technischen und organisatorischen Änderungen anzupassen.

Bei der Neuerrichtung und Umbau von Chlorungseinrichtungen sollte der Auftraggeber als zukünftiger Betreiber dem Auftragnehmer bestimmte Dokumentationspflichten im Leistungsverzeichnis auferlegen, z.B.:

- Installationsbedingungen und Verfahrensschema
- Betriebsanleitung
- Eventuell Kurzbetriebsanleitungen
- Wartungsplan, Gebrauchsdauer (z. B. Austausch von Dichtungen, Schläuchen)
- Abnahme der Chlorungseinrichtung und Konformitätserklärung
- Schulung und Einweisung des Bedienpersonals

Der Betreiber erstellt mit diesen Unterlagen unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, der Qualifikation und Eignung der Beschäftigten und sonstiger Randbedingungen die Gefährdungsbeurteilung sowie eine daraus resultierende Betriebsanweisung. Auf dieser Grundlage unterweist er seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

4 Aufstellungsräume für Chlorungseinrichtungen

4.1 Allgemeine Anforderungen an Räume

Chlorungseinrichtungen und die hierfür benötigten Chemikalien sind in Räumen aufzustellen, die gegen den Zutritt Unbefugter gesichert sind.

Durch eine Beschilderung (siehe Abschnitt 6 und 8.4) ist auf die Gefahren und die erforderlichen Schutzmaßnahmen hinzuweisen.

Räume von Chlorungseinrichtungen dürfen nicht zum ständigen Aufenthalt von Personen genutzt werden.

Ortsveränderliche Chlorungseinrichtungen können außerhalb von Räumen aufgestellt werden, wenn sie gegen den Zugriff Unbefugter gesichert sind.

Die Verkehrswege zu den Räumen sind so auszuführen, dass sie sicher begehbar sind und ein gefahrloser Transport der Chlorungschemikalien gegeben ist.

Es müssen geeignete Zugänge und Verkehrswege vorhanden sein. Sie müssen so gestaltet sein, dass für die Transportmittel keine baulichen Hindernisse zu überwinden sind, z. B. Treppen. Bewährt haben sich z. B. direkte Zugänge von außen.

Die Räume müssen frostfrei ausgeführt werden, wobei eine Temperatur von 25 °C nicht überschritten werden sollte.

Gebinde für flüssige Chlorungschemikalien sind in getrennten Auffangwannen aufzustellen.

Feste Chlorungschemikalien sind kühl und trocken zu halten.

Ein gefahrloses Beseitigen von Gefahrstoffen muss möglich sein. Die baulichen Anforderungen (z. B. Bodenablauf oder Auffangwanne) richten sich dabei nach den verwendeten Chemikalien und Zubereitungen sowie Verfahren.

Ein Wasseranschluss wird in Aufstellungsräumen empfohlen.



Abb. 1
Auffangwanne
mit Gitterrost

4.2 Zusätzliche Anforderungen an Räume bei Verwendung von Chlorgas

Alle chlorgasführenden Teile (incl. Vakuumsicherheitsventil und Abblaseleitung) müssen sich im Chlorgasraum befinden.

In Chlorgasräumen dürfen nur die für den Betrieb einer Chlorungsanlage unter Verwendung von Chlorgas erforderlichen Einrichtungen vorhanden sein.

Ausgänge müssen unmittelbar und ebenerdig ins Freie führen. Türen müssen nach außen aufschlagen und sich jederzeit von innen ohne Hilfsmittel öffnen lassen.

Chlorgasräume sind gegenüber angrenzenden Räumen mindestens in der Feuerwiderstandsklasse F 30 auszuführen.

Zur Feuerwiderstandsklasse F 30 siehe DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“.

Chlorgasräume sind ausreichend gasdicht auszuführen, so dass keine gefährbringende Menge Chlorgas entweichen und kein dauerhafter Überdruck entstehen kann.

Chlorgasräume sind ausreichend gasdicht, wenn

- *keine Verbindungen zu benachbarten Räumen bestehen,*
- *Mauerdurchführungen mit Brandschutzmanschetten oder anderen Dichtungstoffen feuerhemmend ausgeführt sind*
- *in der Tür keine Öffnungen vorhanden sind.*

Die Temperatur in Chlorgasräumen muss mindestens 15 °C betragen. Zur Vermeidung einer gefährlichen Druckerhöhung in den Druckbehältern darf die Oberflächentemperatur auf den Druckbehältern 50 °C nicht überschreiten.

Es wird empfohlen, die Montage der Heizung im oberen Bereich des Raumes vorzusehen.

Chlorgasräume sind durch ein geeignetes Chlorgaswarngerät mit akustischer und optischer Signalgebung zu überwachen. Das Chlorgaswarngerät hat einen Chlorgasaustritt durch ein akustisches Warnsignal, einen Chlorgasausbruch zusätzlich durch ein optisches Warnsignal am Chlorgasraum anzuzeigen, welches als Rundum- oder Blinkleuchte ausgeführt ist und zusätzlich an eine ständig besetzte Stelle weitergeleitet wird.

Geeignet sind Warngeräte, die für die Einstellung von mindestens zwei Alarmschwellen ausgelegt sind. Für die Alarmschwellen werden folgende Einstellungen empfohlen:

Alarmschwelle 1: maximal 2,5 ml/m³

Alarmschwelle 2: maximal 20 ml/m³

Der Bereich zwischen Alarmschwelle 1 und Alarmschwelle 2 zeigt einen Chlorgasaustritt an, ab Alarmschwelle 2 wird ein Chlorgasausbruch angezeigt.

Die beiden Alarmschwellen müssen sich in ihrer Signalgebung unterscheiden.

In Chlorgasräumen sind Gefährdungen, die durch unkontrolliert freigesetztes Gas entstehen können, durch wirksame Maßnahmen zu vermeiden.

Für den Fall eines Chlorgasausbruchs ist eine Chlorgasbeseitigungseinrichtung vorzusehen. Diese behandelt entweder die kontaminierte Raumluft oder Niederschlagswässer. Niederschlagswässer fallen bei Wassersprühanlagen an. Wassersprühanlagen absorbieren das Chlorgas, wobei ein Gemisch aus hypochloriger Säure und Salzsäure entsteht.

Als vorteilhafte Alternative zur Wassersprühanlage, kann die chlorhaltige Luft abgesaugt werden oder für die Entchlorung und Neutralisation können Festbettabsorber eingesetzt werden.

Eine direkte Berieselung des Chlorgasbehälters ist zu vermeiden.

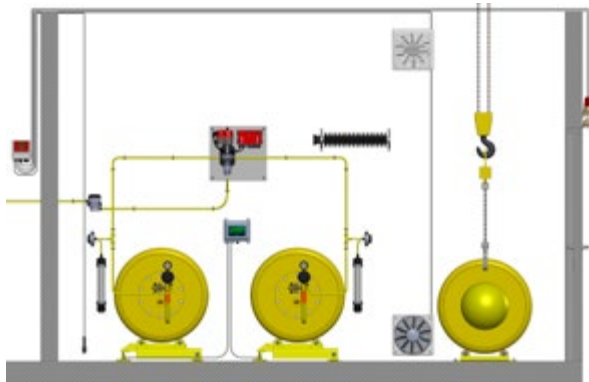


Abb. 2
Chlorfissanlage mit
Luftansaugung für
eine Chlorgasbeseitigungseinrichtung

Aufstellungsräume für Chlorungseinrichtungen

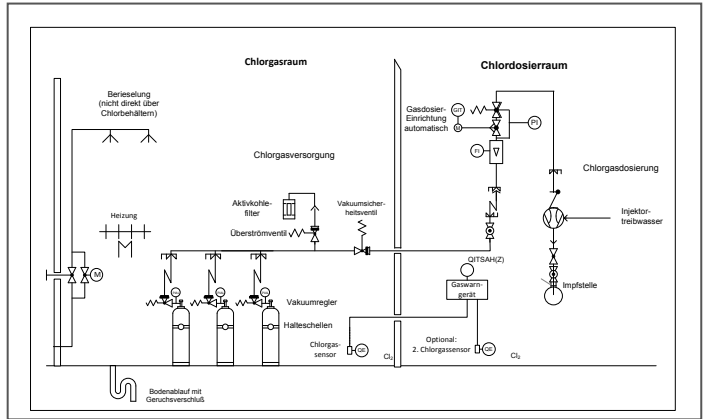


Abb. 3
Chlorgasraum mit
Wassersprühanlage

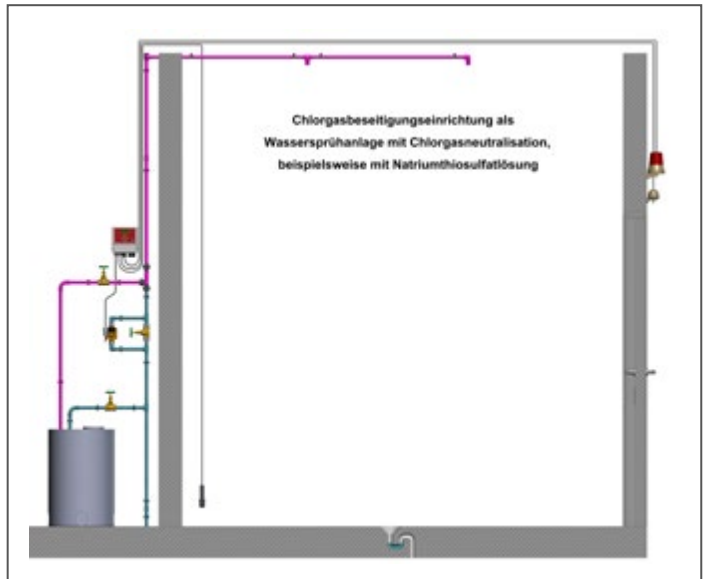


Abb. 4
Natriumthio-
sulfatdosierung

Eine Entchlorung, Neutralisation oder Absorption kann in Kombination dieser Verfahren erfolgen.

Eine Neutralisation und Entchlorung kann beispielsweise mit Natronlauge und ausreichend dimensionierter technischer Absaugung oder eine Berieselung mit Wasser oder mit Natriumthiosulfatlösung erreicht werden.

Hinweise zur Auslegung der Chlorgasneutralisationsanlage auch mit Entchlorung sind im DVGW Arbeitsblatt W 623 enthalten.

Bei Verwendung einer Neutralisationsanlage ist die maximal möglich freiwerdende Chlorgasmenge zu berücksichtigen. Bei Vakuumanlagen ist das Neutralisationsvermögen für 1 Gebinde ausreichend.

Zur Ableitung des Berieselungswassers ist ein ausreichend dimensionierter Bodenablauf mit Geruchsverschluss erforderlich. Der Bodenablauf ist ausreichend dimensioniert, wenn kein Wasserüberstau auftreten kann.

Die Chlorgasbeseitigungseinrichtung muss vom Chlorgaswarngerät bei Chlorgasausbruch automatisch in Gang gesetzt werden. Die Chlorgasbeseitigungseinrichtung muss zusätzlich auch von Hand außerhalb des Chlorgasraums in Betrieb genommen werden können.

Bei einem Chlorgasausbruch austretendes Chlorgas darf sich im Außenbereich nicht in anderen, tiefer liegenden Räumen, Schächten, Gruben oder Kanälen ansammeln oder in Ansaugöffnungen für Lüftungstechnische Einrichtungen eindringen können. Das Ansammeln von austretendem Chlorgas in tieferliegenden Räumen, Schächten, Gruben oder Kanälen lässt sich z. B. durch Einhalten folgender Sicherheitsabstände zur Türöffnung des Chlorgasraums vermeiden:

- Sicherheitsabstand mindestens 3 Meter, bei Chlorflaschenanlagen,
- Sicherheitsabstand mindestens 5 Meter, bei Chlorfassenanlagen.

Je nach örtlichen Gegebenheiten (z. B. Begrenzungsmauer vor Schacht) können auf Basis der Gefährdungsbeurteilung die Abstände auch geringer sein.

Die genannten Abmessungen sind als Entfernungen zu Frischluftansaugöffnungen nicht ausreichend. Hierfür kann abhängig von den örtlichen Gegebenheiten ein mehrfacher Sicherheitsabstand notwendig sein.

4.3 Zusätzliche Anforderungen an Räume bei Verwendung von Chlordioxid

4.3.1 Allgemeine Anforderungen

Räume von Chlordioxideinrichtungen müssen gegenüber angrenzenden Räumen mindestens in der Feuerwiderstandsklasse F 30 ausgeführt sein.

Wird festes Natriumchlorit als Ausgangsstoff verwendet, ist die Feuerwiderstandsklasse F 90 erforderlich.

Bei Verwendung konzentrierter Salzsäure mit einer Konzentration $\geq 25\%$ darf die Raumtemperatur 25 °C nicht überschreiten.

Bei Chlor-Chlordioxidanlagen sind für den Aufstellungsraum der Chlorgasgebände die Anforderungen für Chlorgasräume (siehe Abschnitt 4.2) zu beachten.

4.3.2 Weitere Anforderungen bei Verwendung von Peroxosulfaten

Peroxomono- und Peroxodisulfate sind nicht brennbar aber brandfördernd. Die Feststoffe und Lösungen reagieren sauer (pH-Wert = 2-4). Im Brandfall kann Schwefeldioxidgas freigesetzt werden.

Werden Peroxomono- und Peroxodisulfate als Feststoffe eingesetzt, ist die Feuerwiderstandsklasse F 90 erforderlich.

Die brandfördernden Oxidationsmittel sind als Feststoffe getrennt von brennbaren Materialien zu lagern.

4.4 Zusätzliche Anforderungen an Räume bei Chlor-Elektrolyse-Anlagen

Es ist sicherzustellen, dass sich an keiner Stelle eine Gefahr bringende Konzentration von Wasserstoff ansammeln kann. Diese Forderung wird erfüllt, wenn der entstehende Wasserstoff von der Entstehungsstelle gefahrlos, unter anderem über eine stetig steigende Leitung ins Freie, abgeführt wird.

Die Abblaseöffnung muss durch ein Vogelschutzgitter und vor herabfallendem Laub und Schmutz durch eine nach unten zeigende Öffnung geschützt werden. Die Abblaseöffnung muss mindestens 3,0 m über Erdgleiche enden.



Abb. 5 Luftzufuhr und Wasserstoffableitung

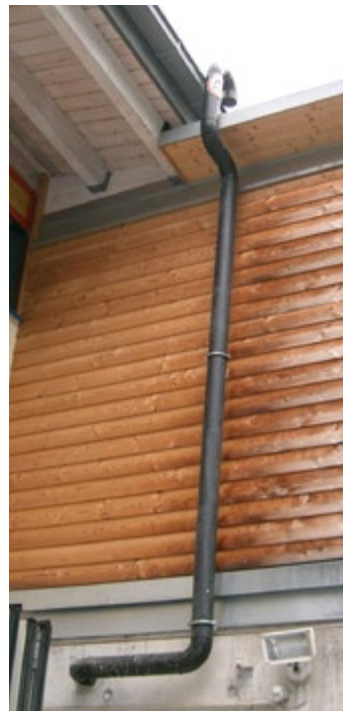


Abb. 6 Wasserstoffableitung über Dach

5 Anforderungen an Chlorungseinrichtungen

5.1 Allgemeine Anforderungen an Chlorungseinrichtungen

Durch eine geeignete Beschilderung nach Abschnitt 8.4 „Sicherheitskennzeichnung“ ist auf die Gefahren im Betrieb, auf erforderliche Schutzmaßnahmen sowie auf vorhandene Erste-Hilfe-Einrichtungen hinzuweisen.

Chlorungseinrichtungen müssen bei unzureichendem Durchfluss oder bei Stillstand des zu chlorenden Wassers oder Messwassers die Zufuhr der Chlorungschemikalien selbsttätig unterbrechen. Eine selbsttätige Unterbrechung der Chlorung kann durch Kopplung der Dosiereinrichtung (Dosierpumpe, Druckerhöhungspumpe des Treibwassers etc.) mit den Pumpen und durch zusätzlichen Einbau einer Sicherheitseinrichtung (z. B. von Strömungswächtern in der Wasser- und Messwasserleitung) erreicht werden.

Die Behälter und Leitungen für feste und flüssige Chemikalien müssen aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden chemischen und physikalischen Beanspruchungen standhalten und entsprechend ihrem Inhalt gekennzeichnet sind.

Die von den Herstellern angegebene Lebensdauer der Werkstoffe ist zur Vermeidung unbeabsichtigter Leckagen einzuhalten und die Komponenten nach Herstellervorgaben auszutauschen.

Originalgebinde bestehen aus geeigneten Werkstoffen und sind von den Personen, die sie in Verkehr bringen, nach der Gefahrstoffverordnung zu kennzeichnen. Werden die Chemikalien von Originalgebinden in Vorlagen- bzw. Ansetzbehälter umgefüllt, müssen diese Behälter entsprechend (CLP – Verordnung (Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures) gekennzeichnet sein.

Eine eindeutige Kennzeichnung der Leitungen und Dosierschläuche nach ihrem Durchflussstoff und Fließrichtung, z. B. durch Aufschrift oder Verwendung farbiger Schläuche, ist zur Vermeidung von Verwechslungen erforderlich.

Dosierleitungen sind möglichst kurz zu halten.

Nach TRGS 201 Anlage 2 sind Durchflussstoffe in Rohrleitungen farblich wie folgt zu kennzeichnen

Durchflussstoff	Gruppenfarbe	Schriftfarbe
Nichtbrennbares Gas z. B. Chlor	Gelb	Schwarz
Säuren z. B. Salzsäure	Orange	Schwarz
Laugen z. B. Natriumhypochlorit	Violett	Weiß

Einrichtungen zum Spülen der Chlorungseinrichtungen müssen vorhanden sein. Bei Chlorgasanlagen ist dies mit Stickstoff und bei flüssigen und festen Chemikalien ist dies mit Wasser durchzuführen.

5.2 Zusätzliche Anforderungen bei Verwendung von Chlorgas

Chlorgasanlagen sind als Vakuumanlagen gemäß DIN 19606 „Chlorgasdosieranlagen zur Wasseraufbereitung – Anlagenaufbau und Betrieb“ auszuführen.

Sind größere Entfernungen zwischen Chlorgasraum und Impfstelle zu überbrücken, sind diese durch Vakuumleitungen, die sich auf dem Wege nicht abkühlen dürfen, zu realisieren.

5.3 Zusätzliche Anforderungen an Chlordioxidanlagen

Die Anlage hat einen emissionsfreien Betrieb zu gewährleisten.

Die Chlordioxidkonzentration im Vorratsbehälter sollte max. 3 g/l betragen. Ab einer Konzentration von 8 g/l in der Lösung besteht im darüberliegenden Luftpolster Explosionsgefahr.

Bei Chlordioxidanlagen sind die Anschlüsse für die Chlorungschemikalien eindeutig zu kennzeichnen. Bei Chlordioxidanlagen mit Lösungen ist mit einem Zusatzschild auf die Verwechslungsgefahr hinzuweisen.



Abb. 7
Chlordioxidanlage nach dem
Chlor-Natriumchlorit-Verfahren

5.4 **Zusätzliche Anforderungen an Dosiereinrichtungen für verbrauchsfertige Natriumhypochloritlösungen**

Die saugseitige Leitung ist möglichst kurz und ggf. in einer Nennweite größer als die Druckleitung auszuführen. Die Leitungen sind möglichst stetig steigend zu verlegen, um Störungen durch Gasblasen zu vermeiden. Ist dies nicht möglich, ist z. B. ein Entlüftungsventil oder eine Ansaughilfe vorzusehen.

Wird die Natriumhypochloritlösung in ein Wasser mit hoher Gesamthärte dosiert, sind selbstreinigende oder im Betrieb reinigbare Ventile einzusetzen.

Natriumhypochloritlösung neigt bei Verunreinigungen zur Zersetzung unter Gasbildung. Bei dem freigesetzten Gas handelt es sich um Sauerstoff. Der Chlorgeruch stammt aus Spuren von gebundenen Chlorverbindungen.



Abb. 8
Natriumhypochlorit-Einrichtung

5.5 Zusätzliche Anforderungen an Chlor-Elektrolyse-Anlagen

Bei Anlagen mit technischer Entgasung ist ein Strömungswächter in der Abgasleitung vorzusehen. Bei Ausfall der technischen Entgasung ist die Bereitung sofort zu unterbrechen.

Zur Minimierung der Geruchsbelästigung sollten stationäre Behälter mit einem Geruchsfilter (z. B. Aktivkohle) ausgerüstet werden.

5.6 Zusätzliche Anforderungen an Calciumhypochloritanlagen

Die Zugabe von Calciumhypochlorit in die Dosieranlage muss staubfrei erfolgen.

Kann dies nicht sichergestellt werden, ist eine Absaugung erforderlich.

Um ein dauerhaft funktionierendes Dosiersystem zu erhalten, sind feste bzw. ungelöste Bestandteile abzutrennen und fachgerecht zu entsorgen.

Calciumhypochlorit reagiert mit Wasser unter starker Wärmeentwicklung zu schwerlöslichem Calciumhydroxid (Kalkhydrat) und Hypochloriger Säure im pH-Wert-abhängigen Gleichgewicht mit Hypochlorit. Das sich bildende Calciumhydroxid reagiert mit dem Hydrogencarbonat HCO_3 des Lösewassers weiter zu nahezu unlöslichem Calciumcarbonat bzw. Calcit CaCO_3 . Ausgefallener Calcit lässt sich nur durch Zugabe von starken anorganischen oder organischen Säuren wie Salzsäure oder Essigsäure auflösen. Solange sich noch Reste von chlorhaltiger Lösung oder Calciumhypochlorit im System befinden, darf keinerlei Säure zugegeben werden, ansonsten erfolgt eine unkontrollierbare Freisetzung von Chlorgas.

6 Betrieb von Chlorungseinrichtungen

6.1 Allgemeine Anforderungen

Für den Transport und das Umfüllen von Gefahrstoffen sind geeignete technische Hilfsmittel bereitzustellen und zu benutzen.

Geeignete Transportmittel sind z. B. Sackkarren zum Transport von Chemikaliengebinden, Flaschenwagen zum Transport von Chlorgasflaschen, Aufzüge und Hebezeuge.

Geeignete Umfüllvorrichtungen sind z. B. Kippvorrichtung für Ballone und Fässer, Flüssigkeitsheber oder Fasspumpen.

Chlorungschemikalien dürfen nicht verunreinigt werden. Das wechselseitige Verwenden von Umfüllvorrichtungen für verschiedene Stoffe ist nicht zulässig. Die Umfüllvorrichtungen sind entsprechend dem verwendeten Gefahrstoff zu kennzeichnen.

Behälter für Chlorungschemikalien dürfen nur mit den Chemikalien, mit denen sie ursprünglich gefüllt waren, wieder befüllt werden.

6.2 Betrieb von Chlorgasanlagen

Das Auswechseln von Chlorgasbehältern darf nur unter Verwendung von Atemschutz erfolgen.

Zeigt ein zweistufiges Chlorgaswarngerät einen Chlorgasaustritt an, dürfen nur unterwiesene Beschäftigte den Chlorgasraum mit geeignetem Atemschutz betreten.

Für das Verhalten bei Chlorgasausbruch siehe Abschnitt 8.5.

Bei jedem Chlorgasbehälterwechsel ist die Anschlussdichtung zu erneuern. Um ein Festbacken der Ventildichtung zu vermeiden, wird empfohlen, diese beim Auswechseln mit einem Dichtmittel, das nicht mit Chlor reagiert (z. B. perfluorierte Öle, Silikon spray), zu benetzen. Die Anschlüsse der Chlorgebinde sind mit einer geeigneten Prüfreagenz auf Dichtheit zu prüfen.



Abb. 9 Chlorgasbehälterwechsel unter Atemschutz

Als Reagenz zur Prüfung der Dichtheit wird eine 25 % Ammoniaklösung empfohlen. Die Ammoniaklösung darf dabei keinesfalls auf Teile der Chlorungseinrichtung aufgebracht werden, da dadurch eine Versprödung der Werkstoffe verursacht wird.

Chlorgasflaschen dürfen nur stehend entleert oder bereitgestellt werden und sind einzeln gegen Umstürzen zu sichern. Nach der Anlieferung sollten die Chlorgasbehälter vor der Entnahme zum Temperatúrausgleich ca. 1 Stunde stehen.

Flaschen- und Fassventile dürfen nur von Hand und ohne Hilfsmittel betätigt werden. Chlorgasbehälter mit festsitzenden Flaschenventilen sind entsprechend gekennzeichnet an den Abfüllbetrieb zurückzusenden.

Ventile von nicht angeschlossenen Chlorgasbehältern sind gegen Beschädigung und Verschmutzung, z. B. mit einer Ventilverschlussmutter und Ventilschutzkappe, zu sichern.

Chlorgasbehälter sind entsprechend ihres Füllungsgrades, z. B. mit Hinweisschildern mit der Aufschrift „voll“ bzw. „leer“, zu kennzeichnen.

Zum Abdichten undichter Ventile ist eine spezielle gasdichte Schutzkappe („Notfallausrüstung“) mit Ventil an gut erreichbarer Stelle bereitzustellen.



Abb. 10
Notfallausrüstung

6.3 Betrieb von Chlordioxidanlagen

Bei Chlordioxidanlagen ist die Konzentration der Chlordioxidlösung gemäß den Herstellerangaben einzuhalten.

Bei der Entnahme von Proben ist Persönliche Schutzausrüstung gemäß Abschnitt 7 zu tragen.

6.3.1 Herstellung von Chlordioxid nach dem Chlorit-/Säure-Verfahren

Auf die Gefahr bei Verwechslung der Chemikalien ist durch folgendes Schild hinzuweisen.

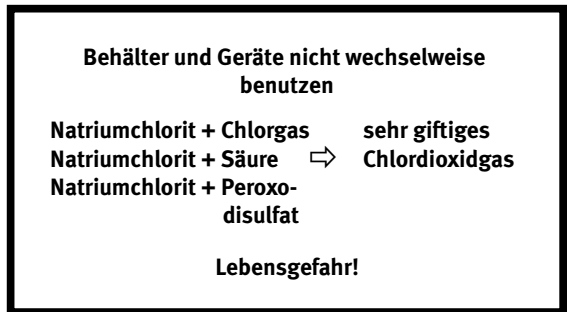


Abb. 11
Gefahrenhinweis bei
Chlordioxid-Anlagen

Natriumchlorit

Natriumchloritlösungen dürfen nicht verunreinigt werden, insbesondere dürfen sie nicht mit Säuren oder sauren Salzen in Berührung kommen.

Es ist sicherzustellen, dass die Behälter in eine Auffangwanne gestellt werden. Mit dieser Anforderung sollen geringe Flüssigkeitsmengen, die z. B. beim Wechsel der Behälter durch die abtropfende Dosiereinrichtung auftreten können, sicher aufgefangen werden. Außerdem werden unerwünschte Reaktionen mit anderen Stoffen vermieden.

Feste Natriumchloritrückstände z. B. aus eingetrockneten Lösungen sind sehr reaktionsfähig und brandfördernd. Sie sind deshalb umgehend mit Wasser zu verdünnen und zu entsorgen.

Bespritzte Kleidung und kontaminiertes Reinigungsmaterial müssen mit Wasser gründlich ausgewaschen werden. Durch das gründliche Auswaschen wird das Eintrocknen der Lösung und damit eine mögliche Selbstentzündung nach Eintrocknen verhindert. Papiertücher und andere brennbare Materialien sind zur Beseitigung von Natriumchloritrückständen aus Gründen der Selbstentzündung ungeeignet.

Salzsäure

Konzentrierte Salzsäure führt zur Ausgasung von Chlorwasserstoffgas unter sichtbarer Dampfbildung („rauchende Salzsäure“). Dieser sichtbare Dampf besteht aus Chlorwasserstoffgas und wirkt stark korrosiv. Es ist ein emissionsfreier Betrieb sicherzustellen, z. B. mit einem Dampfschloss oder einer Absorptionseinrichtung.

6.4.3 Herstellung von Chlordioxid nach dem Chlorit-/Chlorverfahren

Für den Betrieb gelten zusätzlich die Anforderungen für den Betrieb von Chlorgasanlagen, siehe Abschnitt 6.2.

6.4 Betrieb von Natriumhypochloritanlagen

Beim Gebrauch von Natriumhypochloritlösungen ist sicherzustellen, dass die Behälter in eine Auffangwanne gestellt werden. Mit dieser Anforderung sollen geringe Flüssigkeitsmengen von Natriumhypochloritlösung, die z. B. beim Wechsel der Behälter durch die abtropfende Dosiereinrichtung auftreten können, sicher aufgefangen werden. Außerdem werden unerwünschte Reaktionen mit anderen Stoffen vermieden.

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.

Natriumhypochloritlösung darf nicht verunreinigt werden, insbesondere darf sie nicht mit Säuren in Kontakt kommen.

Auf die Gefahr bei Verwechslung der Chemikalien ist durch folgendes Schild hinzuweisen.

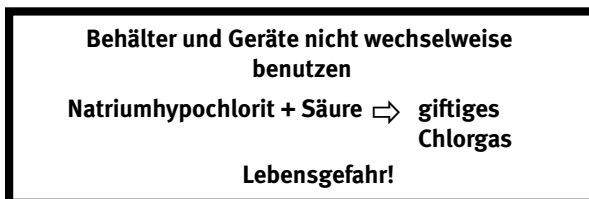


Abb. 12
Gefahrenhinweis bei
Natriumhypochlorit-
Anlagen

6.5 Betrieb von Chlor-Elektrolyse-Anlagen

Es ist sicherzustellen, dass der frei werdende Wasserstoff gefahrlos abgeführt wird.

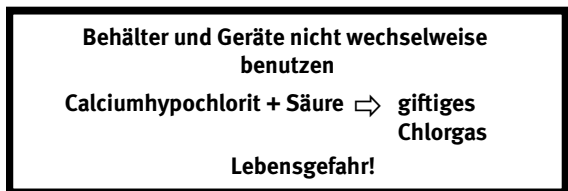
6.6 Betrieb von Calciumhypochloritanlagen

Calciumhypochlorit ist trocken und kühl zu lagern und darf nicht verunreinigt werden, insbesondere darf es nicht mit Säuren oder sauren Salzen in Berührung kommen (Chlorgasbildung). Auch der unbeabsichtigte Kontakt mit Wasser ist auszuschließen.

Calciumhypochlorit darf nicht mit brennbaren Stoffen zusammengelagert werden. Auf die zulässige Lagermenge ist zu achten. TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern.“

Auf die Gefahr bei Verwechslung der Chemikalien ist durch folgendes Schild hinzuweisen.

Abb. 13
Gefahrenhinweis
bei Calcium-
hypochlorit-Anlagen



Zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren durch Staubbildung bei stationären Anlagen darf der offene Umgang nur unter Absaugung erfolgen.

6.7 Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten von Chlorungseinrichtungen zur Desinfektion von Trinkwasser

6.7.1 Allgemeine Anforderungen

Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten dürfen nur von fachlich qualifizierten Personen durchgeführt werden.

Fachlich qualifiziert sind Personen, die aufgrund ihrer Ausbildung und beruflichen Erfahrung spezifische Kenntnisse im Hinblick auf die konkret zu wartende, instand zu setzende und zu prüfende Anlage bzw. Einrichtung haben und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Richtlinien, Unfallverhütungsvorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z. B. DVGW-Arbeitsblätter, VDE-Bestimmungen, DIN-Normen) soweit vertraut sind, dass sie den arbeitssicheren Zustand beurteilen können.

6.7.2 Arbeiten an Chlorgasanlagen

Bei Außerbetriebnahme und Instandhaltungsarbeiten an Chlorgasanlagen sind diese gegen Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen. Soweit dies nicht möglich ist, müssen sie vor der Wiederinbetriebnahme getrocknet werden. Dies gilt insbesondere für Rohrleitungen. Die Trocknung der Einrichtungsteile darf nicht mit offener Flamme erfolgen. Hiermit soll eine Korrosion der Chlorungseinrichtung verhindert werden. Eine Trocknung der chlorgasführenden Teile der Chlorungseinrichtung ist z. B. mit einem Warmluftfön oder durch Spülen mit gasförmigem Stickstoff möglich.

Anschlussleitungen für Chlorgasbehälter einschließlich der dazugehörigen Verschraubungen müssen bei Beschädigungen, Korrosion oder Versprödung unverzüglich erneuert werden.

6.7.3 Arbeiten an Dosieranlagen für flüssige Chemikalien

Vor Arbeiten an der Anlage (z. B. Schläuche oder Pumpköpfe wechseln, Funktionen von Ventilen prüfen) ist diese mit Wasser zu spülen. Restmengen sind mit viel Wasser wegzuspülen und zu neutralisieren.

Siehe auch DVGW Arbeitsblatt W 623 (Ausgabe 2013), Anhang B, Tabelle B1

Nach den Arbeiten ist eine Funktionsprüfung des Dosiersystems durchzuführen, und insbesondere die Dosierpumpen saugseitig auszulitern.

7 Persönliche Schutzausrüstungen

Den Beschäftigten ist geeignete persönliche Schutzausrüstung (siehe Tabelle) zur Verfügung zu stellen, in ordnungsgemäßem Zustand zu halten und deren Benutzung zu überwachen.

Siehe hierzu Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und PSA-Benutzungsverordnung.

Die Benutzer haben den Zustand ihrer persönlichen Schutzausrüstung, insbesondere der Atemschutzgeräte, vor jeder Benutzung auf sichere Funktion zu prüfen. Persönliche Schutzausrüstungen mit offensichtlichen Mängeln dürfen nicht mehr benutzt werden.

Darüber hinaus sind die Überprüfung des einwandfreien Zustandes sowie die Instandhaltung der Atemschutzgeräte in regelmäßigen Abständen durch eine befähigte Person durchzuführen.

Filter von Atemschutzgeräten sind nur dann wirksam, wenn sie vor Ablauf der Lagerzeit (Vom Hersteller auf dem Filter angegeben) ersetzt werden. Filter sind spätestens sechs Monate nach dem Öffnen, sofern sie nicht vorher erschöpft sind, zu ersetzen. Das Datum des Öffnungstages ist auf dem Filter zu vermerken.

Atemschutzgeräte und geeignete Ersatzfilter sind außerhalb der Chlorgasräume, jedoch leicht erreichbar, staub- und feuchtigkeitsgeschützt aufzubewahren.

Die Versicherten sind entsprechend § 3 der PSA-Benutzungsverordnung vor Beginn der Tätigkeit anhand von praktischen Übungen im Tragen von spezieller persönlicher Schutzausrüstung (z. B. Atemschutzgeräten) zu unterweisen.

Tab. 1: Geeignete persönliche Schutzausrüstung für Tätigkeiten mit Chlorungschemikalien

Gefahrstoff	Persönliche Schutzausrüstung
Chlorgas in Flaschen oder Fässer	<p>Vollmaske oder gebläseunterstütztes Filtergerät mit Kombinationsfilter B2P2 Sicherheitsschuhe Schutzkategorie mind. S1</p>
Natriumhypochloritlösung, Natriumchloritlösung	<p>Gesichtsschutzschirm Schutzhandschuhe (Polychloropren, Nitrilkautschuk/Nitril-latex-NBR, Butylkautschuk-Butyl, Fluorkautschuk-FKM, Polivinylchlorid-PVC) Stiefel hoch aus geeignetem Kunststoff Schutzschürze aus geeignetem Kunststoff</p>
Salzsäure Peroxomono- und Peroxodisulfat-Lösung	<p>Gesichtsschutzschirm Bei konz. Säure $c \geq 25\%$ (Vollmaske oder gebläseunterstütztes Filtergerät mit Kombinationsfilter E-(P2) Schutzhandschuhe aus Gummi oder geeignetem Kunststoff Stiefel hoch aus Gummi oder Kunststoff Schutzschürze aus Gummi oder geeignetem Kunststoff</p>
Chlordioxidlösung	<p>Gesichtsschutz (Vollmaske mit Kombinationsfilter B2P2 bei offenem Umgang z. B. bei Probenahme) Schutzhandschuhe (Polychloropren, Nitrilkautschuk/Nitril-latex-NBR, Butylkautschuk-Butyl, Fluorkautschuk-FKM, Polivinylchlorid – PVC) Stiefel hoch aus geeignetem Kunststoff Schutzschürze aus geeignetem Kunststoff</p>
Calciumhypochlorit	<p>Handschuhe und Gesichtsschutz Vollmaske mit Kombinationsfilter B2P2 nur bei offenem Umgang ohne Absaugung</p>
Peroxomono- und Peroxodisulfate als Feststoffe	<p>Handschuhe und Gesichtsschutz Vollmaske mit Kombinationsfilter B2P2 nur bei offenem Umgang ohne Absaugung</p>

8 Organisatorische Maßnahmen

8.1 Allgemeine Anforderungen

Die Unternehmensleitung darf Tätigkeiten nur solchen Beschäftigten übertragen, die geistig, fachlich und körperlich in der Lage sind, die ihnen übertragenen Aufgaben zuverlässig zu erfüllen.

8.2 Unterweisung

Die Unternehmensleitung hat die Versicherten über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit, insbesondere über die mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen und die Maßnahmen zu ihrer Verhütung, entsprechend § 12 Abs. 1 Arbeitsschutzgesetz und § 14 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung sowie bei einer Arbeitnehmerüberlassung entsprechend § 12 Abs. 2 Arbeitsschutzgesetz vor Aufnahme der Tätigkeit anhand der Betriebsanweisung nach Abschnitt 8.3 zu unterweisen. Die Unterweisung muss mindestens einmal jährlich erfolgen, erforderlichenfalls auch in kürzeren Abständen, z. B. bei Änderung von Arbeitsabläufen und Arbeitsverfahren. Die Unterweisung ist zu dokumentieren.

8.3 Betriebsanweisung

Unternehmen müssen sicherstellen, dass den Beschäftigten in einer verständlichen Form und Sprache eine schriftliche Betriebsanweisung zugänglich gemacht wird, die der Gefährdungsbeurteilung entspricht.

Nach TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“ ist es zweckmäßig, Betriebsanweisungen in einen stoff- und tätigkeitsspezifischen Teil (Eigenschaften des Stoffes, Gefährdungen durch den Stoff, spezifische Schutzmaßnahmen usw.) sowie in einen betriebsspezifischen Teil (Alarmplan, Notrufnummern, zu benachrichtigende Personen, Verhalten bei Betriebsstörungen usw.) aufzuteilen. Es können zu einem betriebsspezifischen Teil mehrere stoffbezogene Teile zugeordnet werden.

Die Betriebsanweisungen sind an geeigneter Stelle, d. h. am Ort der Tätigkeit, auszuhängen oder auszulegen. Die Betriebsanweisungen dienen als Grundlage der gemäß § 12 Arbeitsschutzgesetz und § 14 Gefahrstoffverordnung durchzuführenden Unterweisungen der Beschäftigten.

Die Betriebsanweisung für Chlorungsanlagen muss insbesondere folgende Angaben enthalten:

- In- und Außerbetriebnahme der Anlage
- Bedienung der Anlage
- Behälterwechsel incl. Dichtheitsprüfung
- Gefahrenhinweise
- Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln
- Entsorgungshinweise
- Verhalten bei Störungen
- Erste-Hilfe-Maßnahmen



Für das Verhalten bei einem Chlorgasausbruch (siehe Abschnitt.8.5.2) hat die Betriebsleitung zusätzlich einen Chlorgasalarmplan auszuarbeiten.

8.4 Sicherheitskennzeichnung



Die nachfolgend aufgeführten Schilder sind geeignet, die geforderte Sicherheitskennzeichnung zu erfüllen.

Angaben über Abmessungen und Farben sind in der Technischen Regel für Arbeitsstätten „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ ASR A1.3 enthalten.




Warnschilder

Schild	Stoff	Bemerkung
 <p>W 016 Warnung vor giftigen Stoffen</p>	<p>Chlor Chlordioxidlösung</p>	<p>Das Schild „Warnung vor giftigen Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem nebenstehende Stoffe verwendet werden.</p> <p>Bei ortsveränderlichen Chlorungseinrichtungen ist das Schild an der Einrichtung anzubringen.</p>
 <p>W029 Warnung vor Gasflaschen</p>	<p>Chlor</p>	<p>Bei Chlorgasanlagen ist das Sicherheitszeichen „Warnung vor Gasflaschen“ am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem Chlorgasbehälter verwendet werden.</p>
 <p>W023 Warnung vor ätzenden Stoffen</p>	<p>Natriumchloritlösung Calciumhypochlorit-Lösung Salzsäure Natriumhypochloritlösung Natriumperoxodisulfat, Kaliumperoxomonosulfat und deren Lösungen</p>	<p>Das Schild „Warnung vor ätzenden Stoffen“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem nebenstehende Stoffe verwendet werden.</p>

Verbotsschilder

Schild	Stoff	Bemerkung
 <p>P003 Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten</p>	<p>Calciumhypochlorit Natriumperoxodisulfat, Kaliumperoxomonosulfat</p>	<p>Das Schild „Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten“ ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem nebenstehende Stoffe verwendet werden.</p>
 <p>D-P006 Zutritt für Unbefugte verboten</p>	<p>Chlor Chlordioxidlösungen Natriumchlorit-Lösung Calciumhypochlorit Natriumperoxodisulfat, Kaliumperoxomonosulfat und deren Lösungen</p>	<p>Das Schild „Zutritt für Unbefugte ist am Zugang zum Gefahrenbereich anzubringen, in dem nebenstehende Stoffe verwendet werden.“</p>

Gebotsschilder

Schild	Stoff	Bemerkung
 <p>M017 Atemschutz benutzen</p>	<p>Chlor Chlordioxidlösung Calciumhypochlorit Salzsäure Chlorlösung</p>	<p>Das Schild „Atemschutz benutzen“ ist bei Chlorgasanlagen an der Chlorungs-Einrichtung anzubringen. Bei den übrigen aufgeführten Stoffen ist das Schild an den Stellen anzubringen, wo mit diesen Stoffen offen umgegangen wird, sofern keine wirksame Absaugung vorhanden ist.</p>
 <p>M009 Handschutz benutzen</p>	<p>Natriumhypochloritlösung Natriumchloritlösung Chlordioxidlösung Natriumperoxodisulfat, Kaliumperoxomonosulfat und deren Lösungen Calciumhypochlorit Salzsäure</p>	<p>Das Schild „Handschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit nebenstehenden Stoffen offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</p>
 <p>M013 Gesichtsschutz benutzen</p>	<p>Natriumhypochloritlösung Natriumchloritlösung Chlordioxidlösung Salzsäure</p>	<p>Das Schild „Gesichtsschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit nebenstehenden Stoffen offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</p>

Schild	Stoff	Bemerkung
 <p>M004 Augenschutz benutzen</p>	<p>Calciumhypochlorit Natriumperoxodisulfat, Kaliumperoxomonosulfat und deren Lösungen</p>	<p>Das Schild „Augenschutz benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit nebenstehenden Stoffen offen umgegangen wird, z. B. beim Umfüllen.</p>
 <p>M026 Schutzschürze benutzen</p>	<p>Natriumhypochloritlösung Natriumchloritlösung Chlordioxidlösung Salzsäure</p>	<p>Das Schild „Schutzkleidung benutzen“ ist an den Stellen anzubringen, wo mit nebenstehenden Stoffen offen umgegangen und Körperschutz (Schutzschürze) benötigt wird, z. B. beim Umfüllen.</p>

8.5 Notfallmaßnahmen

8.5.1 Allgemeines

Bei der Freisetzung von Chlorgas, Chlordioxid oder Chlorwasserstoff zum Beispiel durch unbeabsichtigtes Vermischen von Chemikalien, ist der betroffene Bereich gegen Zugang zu sichern und zu lüften. Sofern ein Betrieblicher Alarm- und Gefahrenabwehrplans (BAGAP) aufgestellt ist, sind gegebenenfalls weitere Maßnahmen entsprechend dieses Plans zu ergreifen.

Sicherheitsübungen sind regelmäßig durchzuführen (GefStoffV § 13 Abs. 1).

8.5.2 Zusätzliche Maßnahmen bei Chlorgaseinrichtungen

Für das Verhalten bei einem Chlorgasausbruch ist ein Chlorgasalarmplan zu erstellen, in dem alle bei einem Chlorgasausbruch notwendigen Maßnahmen und Verantwortlichkeiten festgelegt sind. Notwendige Maßnahmen sind u.a. betriebsinterne Sofortmaßnahmen und die Alarmierung der Einsatz- und Rettungskräfte.

Der Chlorgasalarmplan sollte folgende Informationen enthalten:

- Der Chlorgasraum darf nicht ohne die erforderliche PSA (unabhängig von der Umgebungsluftatmosphäre wirkenden Atemschutzgeräten und mit Chemikalienschutzanzügen) betreten werden.
- Die Chlorgasbeseitigungsanlage ist in Betrieb zu nehmen, wenn sie nicht bereits über das Chlorgaswarngerät aktiviert wurde.
- Die Feuerwehr ist mit dem Hinweis auf Chlorgasausbruch zu alarmieren, Tel-Nr.: 112.
- Gefahrenbereiche um den Chlorgasraum sind unter Berücksichtigung der Windrichtung zu evakuieren und der Zutritt durch Unbefugte ist zu verhindern.
- In besonderen Fällen sind unmittelbar angrenzende Einrichtungen (z. B. Schulen) zu warnen.
- Zufahrtswege für Einsatzfahrzeuge sind frei zu machen und Rettungskräfte sind einzuweisen.
- Betreiber sollten sich im Vorfeld mit den Einsatzkräften abstimmen und dabei wie folgt vorgehen:
 - Gemeinsame Ortsbegehung
 - Festlegung des Zufahrtsweges zum Chlorgasraum

- Informationen der Einsatzkräfte über das Gefahrenpotenzial, z. B. Anzahl und Lage der Chlorgasflaschen
- Information zur Vorgehensweise, z. B. Zugänglichkeit, Notfallausrüstung und Außerbetriebnahme der Chlorgasanlage
- Evakuierungsbereiche und Sammelplätze sind festzulegen

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

Siehe auch Gefahrstoffverordnung § 13

8.6 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Bei der arbeitsmedizinischen Vorsorge sind u. a. die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) und die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

Entsprechend §§ 4, 5 und Anhang Teil 4 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) hat der Arbeitgeber bei Tätigkeiten, die das Tragen von Atemschutzgeräten erfordern, arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten bzw. durchzuführen. Bei Atemschutzgeräten, die weniger als 3 kg wiegen und keine Atemwiderstände besitzen, wie z. B. gebläseunterstützte Filtergeräte mit Atemschutzhelm oder -haube ohne Ausatemventil, ist den Beschäftigten eine Angebotsvorsorge anzubieten. Bei Tätigkeiten mit Atemschutzgeräten der Gruppe 2 und 3 ist eine Pflichtvorsorge zu veranlassen.

Siehe auch AMR 14.2 „Einteilung von Atemschutzgeräten“

8.7 Prüfungen

Nach der Betriebssicherheitsverordnung sind Arbeitsmittel vor der ersten Inbetriebnahme und danach entsprechend der Gefährdungsbeurteilung in regelmäßigen Abständen zu prüfen.

Nach Instandsetzungsarbeiten, welche die Sicherheit der Arbeitsmittel beeinträchtigen können, sind diese Arbeitsmittel durch befähigte Personen auf ihren sicheren Betrieb zu prüfen.

Die Prüfung von Arbeitsmitteln ist gemäß § 14 der Betriebssicherheitsverordnung aufzuzeichnen.

Angaben zu der erforderlichen Qualifikation der prüfenden Person sind in der Technischen Regel für Betriebssicherheit „Befähigte Personen – Allgemeine Anforderungen“ (TRBS 1203) enthalten.

Hinweise zur Ermittlung und Festlegung von Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen sind in der Technischen Regel für Betriebssicherheit „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen (TRBS 1201)“ enthalten.

Folgende Prüfabstände haben sich bewährt:

Prüfgegenstand	Bewährte Prüfabstände	Prüfungen durch
Chlorungseinrichtungen	12 Monate	Befähigte Person
Chlorgasbeseitigungseinrichtung incl. Chlorgaswarngerät mit Alarmschwellenüberprüfung	12 Monate	Befähigte Person
Funktionsprüfung der manuellen und automatischen Auslösung der Chlorgasbeseitigungseinrichtung	6 Monate	Unterwiesene Person
Falls vorhanden: Wasservorlage von Bodenabläufen in Chlorgasräumen (Geruchsverschluss)	1 Woche	Unterwiesene Person

Anhang 1

Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften, Regeln und Informationen zusammengestellt

1. **Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln**

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) mit den zugehörigen Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) mit den zugehörigen Technischen Regeln (TRGS)
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) mit den zugehörigen Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR)
- PSA-Benutzungsverordnung (PSA-BV)

2. **Vorschriften und Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit**

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“

3. **Normen/DVGW Regelwerk**

- DIN 19606: Chlorgasdosieranlagen zur Wasseraufbereitung – Anlagenaufbau und Betrieb 2010-09
- W 224 Verfahren zur Desinfektion von Trinkwasser mit Chlordioxid
- W 229 Verfahren zur Desinfektion von Trinkwasser mit Chlor und Hypochloriten
- W 290 Trinkwasserdesinfektion Einsatz und Anforderungskriterien
- W 291 Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen
- W 556 Entwurf 2014 Hygienisch-mikrobielle Auffälligkeiten in Trinkwasserinstallationen; Methodik und Maßnahmen zu deren Behebung (EBR 31.03.2015)
- W 557 Reinigung und Desinfektion von Trinkwasser-Installationen
- W 623 Dosieranlagen für Desinfektions- bzw. Oxidationsmittel – Dosieranlagen für Chlor und Hypochlorite
- W 624 Dosieranlagen für Desinfektionsmittel und Oxidationsmittel: Dosieranlagen für Chlordioxid

Anhang 2 Betriebsanweisungsentwürfe

Nr.: 000 Muster
Betrieb: Wasserwerk

Betriebsanweisung gem. § 14 GefStoffV

Arbeitsbereich: Chlorgasraum
Tätigkeit: Flaschenwechsel

Chlorgas

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

Gefahren für Mensch und Umwelt



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



Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Flaschen (auch leere) nur mit Wagen transportieren. Chlorgasflaschen standsicher aufstellen und einzeln mit Kette/Bügel sichern. Bei jedem Flaschenwechsel Dichtung erneuern, Anschlüsse auf Dichtheit prüfen. Wasservorlage im Bodenablauf ggf. ergänzen.
- **Atemschutz:** Beim Flaschenwechsel Vollmaske mit Filter B2P2 tragen. Filter spätestens 6 Monate Öffnung erneuern, Filterverfalldatum beachten! Vor Benutzung auf Dichtheit prüfen.
- **Handschutz:** Schutzhandschuhe beim Chlorgasflaschentransport bzw. Chlorgasflaschenwechsel tragen.
- **Fußschutz:** Sicherheitsschuhe mindestens der Kategorie S1 tragen.



Verhalten im Gefahrfall

Bei Chlorgasaustritt (Undichtigkeiten am Flaschenventil), zweite Person alarmieren und beide tragen Atemschutz, Behälterventile schließen, Raum sofort verlassen und Türe schließen, Chlorgasbeseitigungseinrichtung aktivieren, nach unterschreiten der Alarmschwelle 1, Sicht- und Dichtheitsprüfung durchführen, ggf. undichtes Ventil mit Notfallkappe abdichten

Bei Chlorgasausbruch gemäß Chlorgasalarmplan vorgehen.



Notruf: 112

Erste Hilfe

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

Nach Augenkontakt: 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen. Immer Augenarzt aufsuchen!

Nach Einatmen: Verletzten unter Selbstschutz aus der Gefahrenzone bringen, ruhig lagern, warm halten. Bei Atembeschwerden Notarzt hinzuziehen.

Ersthelfer:



Sachgerechte Entsorgung

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

Datum, Unterschrift:

Nr.: 000 Muster
Betrieb: Wasserwerk

Betriebsanweisung

gem. § 14 GefStoffV

Arbeitsbereich: Chlorungsraum
Tätigkeit: Anschluss des Liefergebindes

Natriumhypochlorit > 10 % aktivem Chlor

Gefahren für Mensch und Umwelt



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



Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



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



Verhalten im Gefahrfall

Geringe Mengen verschütteter Flüssigkeit sofort mit viel Wasser verdünnen. Größere Mengen mit Universalbinder aufnehmen.
Bei großflächigem Verschütten oder bei Fehlbedienung (z. B. Chlorgasbildung durch Zugabe von Säure) Atemschutz mit Filter B2P2 verwenden.
Im Brandfall Behälter mit Wasserstrahl kühlen.



Notruf: 112

Erste Hilfe

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

Nach Augenkontakt: 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen. Immer Augenarzt aufsuchen!

Nach Einatmen: Verletzten unter Selbstschutz aus der Gefahrenzone bringen, ruhig lagern, warm halten. Bei Atembeschwerden Notarzt hinzuziehen.

Ersthelfer:



Sachgerechte Entsorgung

Geringe Mengen sofort mit viel Wasser verdünnen. Größere Mengen an mit Natriumhypochlorit kontaminiertem Bindemittel sind entsprechend den lokalen Vorschriften einer geordneten Beseitigung zuzuführen.

Datum, Unterschrift:

Anhang 3

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Auffangwanne mit Gitterrost.....	11
Abb. 2	Chlorfassanlage mit Luftansaugung für eine Chlorgasbeseitigung	13
Abb. 3	Chlorgasraum mit Wassersprühanlage.....	14
Abb. 4	Natriumthiosulfatdosierung	14
Abb. 5	Luftzufuhr und Wasserstoffableitung	17
Abb. 6	Wasserstoffableitung über Dach.....	17
Abb. 7	Chlordioxidanlage nach dem Chlor-Natriumchlorit-Verfahren	20
Abb. 8	Natriumhypochlorit-Einrichtung.....	21
Abb. 9	Chlorgasbehälterwechsel unter Atemschutz	23
Abb. 10	Notfallausrüstung	25
Abb. 11	Gefahrenhinweis bei Chlordioxid-Anlagen	26
Abb. 12	Gefahrenhinweis bei Natriumhypochlorit-Anlagen	27
Abb. 13	Gefahrenhinweis bei Calciumhypochlorit-Anlagen	28

**Berufsgenossenschaft
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse**

Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln
Tel.: 0221 3778-0
Fax: 0221 3778-1199
www.bgetem.de

Bestellungen:

Hauptverwaltung Köln
www.bgetem.de, Webcode: 11205644
Telefon: 02 21 / 37 78 - 10 20
Telefax: 02 21 / 37 78 - 10 21
E-Mail: versand@bgetem.de