Anlagen zur Wasseraufbereitung
Sicher umgehen mit chemischen Stoffen

Technisches Merkblatt

suvapro
Sicher arbeiten

Der Umgang mit chemischen Stoffen in der Wasseraufbereitung kann gefährlich sein. Das vorliegende Merkblatt richtet sich an Betriebsleiter, Planer, Ingenieure. Es weist auf Vorschriften hin, nennt die Gefahren und zeigt Beispiele von geeigneten Schutzmassnahmen.

Suva
Gesundheitsschutz
Postfach, 6002 Luzern

Auskünfte
Tel. 041 419 61 32

Bestellungen
www.suva.ch/waswo
Fax 041 419 59 17
Tel. 041 419 58 51

Anlagen zur Wasseraufbereitung
Sicher umgehen mit chemischen Stoffen

Verfasser
Luca Rossinelli, Bereich Chemie

Abdruck – ausser für kommerzielle Nutzung –
mit Quellenangabe gestattet.
Ausgabe August 2014

Bestellnummer
66091.d

Inhalt

1	**Einleitung**	**4**
1.1	Zweck dieser Publikation	4
1.2	Anwendungsbereich	4
1.3	Gesetzliche Grundlagen	4
2	**Eigenschaften und Gefahren der chemischen Stoffe**	**5**
3	**Allgemeine Schutzmassnahmen**	**7**
4	**Bauliche Massnahmen, Anforderungen an Räume**	**8**
4.1	Anordnung und Bauart	8
4.2	Fluchtwege	8
4.3	Lüftung	8
4.4	Besondere Schutzmassnahmen	9
5	**Bau und Ausrüstung der Anlagen**	**10**
6	**Betrieb und Instandhaltung der Anlagen**	**11**
6.1	Instruktion	11
6.2	Lagern und Einsetzen von gesundheitsgefährdenden Stoffen	11
6.3	Persönliche Schutzausrüstungen	12
6.4	Instandhaltung	12
6.5	Vorkehrungen für den Ereignisfall	13
7	**Rechtliche Bestimmungen und Fachunterlagen**	**14**

1 Einleitung

1.1 Zweck dieser Publikation

Bei der Wasseraufbereitung in Badeanlagen, Trink- und Brauchwasserversorgungen werden oft chemische Stoffe eingesetzt. Der Umgang mit diesen Stoffen und deren Lagerung sind mit erheblichen Gefahren verbunden. Die vorliegende Publikation

- weist auf die Arbeitssicherheit-Vorschriften hin, die in diesem Zusammenhang zu beachten sind,
- nennt die wesentlichen Eigenschaften der verwendeten Stoffe sowie die auftretenden Gefahren und
- zeigt Beispiele zweckmässiger Schutzmassnahmen

1.2 Anwendungsbereich

Gegenstand dieser Publikation sind insbesondere

- Anlagen für die Versorgung und Dosierung von Chlor ab Druckbehältern
- Anlagen für das Erzeugen und Dosieren von Chlor oder Chlordioxid
- Anlagen für das Erzeugen und/oder Dosieren von Hypochlorit-Lösungen
- Anlagen für das Erzeugen und Dosieren von Ozon

Die Informationen gelten auch für die Aufstellungsräume der Anlagen und für Räume, in denen die verwendeten Chemikalien gelagert werden.

1.3 Gesetzliche Grundlagen

Pflichten des Arbeitgebers
Das Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG) fordert in Artikel 82 Absatz 1, dass der Arbeitgeber zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten alle Massnahmen trifft, die nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.

Pflichten des Arbeitnehmers
Aufgrund von Artikel 82 Absatz 3 UVG sind die Arbeitnehmer verpflichtet, den Arbeitgeber in der Durchführung der Vorschriften über die Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten zu unterstützen. Sie müssen insbesondere persönliche Schutzausrüstungen benützen und die Sicherheitseinrichtungen richtig anwenden. Sie dürfen diese ohne Erlaubnis des Arbeitgebers weder entfernen noch ändern.

Geltungsbereich
Die Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz gelten für alle Betriebe, die in der Schweiz Arbeitnehmer beschäftigen; Privathaushalte sind ausgenommen (Verordnung über die Unfallverhütung VUV, Art. 1 und 2).

Weitere rechtliche Bestimmungen sind in den einzelnen Kapiteln und in Kapitel 7 erwähnt.

2 Eigenschaften und Gefahren der chemischen Stoffe

Chlor (CAS-Nummer 7782-50-5) ist bei Raumtemperatur und atmosphärischem Druck gasförmig. Das Gas hat eine etwa zweieinhalb Mal so hohe Dichte wie Luft. Bei einem Gasaustritt ist daher mit erhöhten Konzentrationen besonders in Bodennähe zu rechnen.
Bereits Konzentrationen von wenigen ppm Chlor in der Luft (1 ppm Chlor entspricht ca. 3 mg Chlor in 1 m^3 Luft) führen zur Reizung der Schleimhäute, bei längerer Exposition zu Husten und Atemnot. Konzentrationen von ca. 30 bis 50 ppm können zu schweren Schädigungen der Lungenbläschen mit lebensbedrohlichem Verlauf durch Lungenödem führen. Bei hohen Konzentrationen kann der Tod schon nach wenigen Atemzügen eintreten.
Die Symptome von geschädigten Atemorganen (Husten, Atemnot) können ausserhalb der chlorhaltigen Atmosphäre zunächst abklingen. Die Gefahr eines Lungenödems bleibt aber länger bestehen. Bei Personen, die Chlorgas eingeatmet haben, ist deshalb ist eine ärztliche Beurteilung und Überwachung erforderlich.

Hypochlorit (Natriumhypochlorit, CAS-Nummer 7681-52-9, Calciumhypochlorit, CAS-Nummer 7778-54-3) wirken oxidierend und auf alle lebenden Gewebe stark ätzend. Aus Hypochloriten sowie aus deren Lösungen (**Javellauge**, Bleichlauge) entsteht beim Vermischen mit Säuren Chlor. Bei Kontakt von festen Hypochloriten mit brennbaren, porösen Materialien besteht Brandgefahr.

Die sogenannten **organischen Chlorgranulate** enthalten meist Derivate der Chlorisocyanursäure, seltener andere organische Brom- und Chlorverbindungen. Sie können mit bestimmten Chemikalien heftige, unter Umständen explosionsartige Reaktionen eingehen (z.B. mit Hypochloriten), Chlor freisetzen und bei Kontakt mit brennbaren organischen Stoffen diese entzünden. Auf Haut und Schleimhäuten können Chlorgranulate Reizungen oder Verätzungen verursachen.

Chlordioxid (CAS-Nummer 10049-04-4) ist bei Raumtemperatur gasförmig. Es ist nicht brennbar, aber chemisch äusserst instabil und flüssig oder gasförmig in hoher Konzentration explosiv (mehr als 10 Prozent in der Luft). Bereits in Konzentrationen von wenigen ppm verursacht es starke Reizungen der Schleimhäute von Augen und Atemwegen. In schweren Fällen sind auch Lungenschädigungen (Lungenödem) möglich. Bei hoher Konzentration kann bereits eine kurzzeitige Exposition zum Tod führen.

Ozon (CAS-Nummer 10028-15-6) ist ein nicht beständiges, sehr reaktionsfähiges Gas. Es ist nicht brennbar, aber je nach Konzentration ausgeprägt brandfördernd. Als starkes Oxidationsmittel greift Ozon Zellmembranen und Nervenendigungen der Atemwegschleimhaut an. Die Folge können starke Reizwirkungen und Gewebsschäden sein. Akute Wirkungen sind Augenreizungen, Brennen und Kratzen im Hals, Atembeschwerden, Entzündungsreaktionen in den Atemwegen, Druck und allenfalls Schmerzen auf der Brust, eingeschränkte Lungenfunktion sowie Kopfschmerzen. Werden hohe Konzentrationen eingeatmet, besteht die Gefahr eines Lungenödems.

Natriumchlorit (CAS-Nummer 7758-19-2) ist ein starkes Oxidationsmittel. Bei Kontakt mit brennbaren, porösen Stoffen wie Holz, Baumwolle oder Papier kann Natriumchlorit diese in Brand setzen. Der Feststoff wie auch die wässrigen Lösungen und ihre Dämpfe sind giftig und ätzend. Bei Kontakt mit Säuren bildet sich Chlordioxid.

Es gibt Hilfsmittel wie **Salzsäure, Schwefelsäure** oder die als Flockungsmittel häufig verwendeten Lösungen von **Eisen(III)-Salzen** und **Aluminiumsalzen**. Sie können je nach Stoff, Temperatur, Konzentration und Dauer der Einwirkung das Körpergewebe mehr oder weniger stark reizen oder verätzen. Besonders schwer können Verätzungen der Augen oder der Atemwege sein (z.B. nach Einatmen von Salzsäure-Dämpfen).

Filtersande und **Kieselgur** können kristallines Siliciumdioxid (Quarz, Cristobalit) enthalten. Wird der Feinstaub solcher Stoffe eingeatmet, kann er bis in die Lungenbläschen (Alveolen) eindringen und diese schädigen. Je nach Intensität und Dauer der Belastung kann kristallines Siliciumdioxid eine Staublunge verursachen. Zudem ist es als alveolengängiger Staub krebserzeugend.

Im Wasser von Schwimmbädern können **Chloramine** und Chloroform entstehen, aus der Reaktion von Chlor bzw. chlorhaltigen Desinfektionsmitteln mit den im Badewasser enthaltenen organischen Verunreinigungen. In ungünstigen Situationen kann das besonders flüchtige **Trichloramin** nicht nur im Wasser auftreten. Es kann auch in der Hallenluft in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen vorkommen. Chloramine führen zu Reizungen der Augenbindehäute und der Atemwege und können Berufsasthma verursachen.

Für die Konzentration von gesundheitsgefährdenden Stoffen in der Luft am Arbeitsplatz sind **Grenzwerte** festgelegt. Der Maximale Arbeitsplatz-Konzentrationswert **(MAK-Wert)** ist wie folgt definiert: Es ist die höchstzulässige Durchschnittskonzentration eines Arbeitsstoffes in der Luft, die nach derzeitiger Kenntnis in der Regel bei Einwirkung während einer Arbeitszeit von 8 Stunden täglich und bis 42 Stunden pro Woche auch über längere Perioden bei der ganz stark überwiegenden Zahl der gesunden, am Arbeitsplatz Beschäftigten die Gesundheit nicht gefährdet.

In der Praxis kann die Konzentration der Stoffe in der Luft erheblich schwanken. Bei vielen Stoffen müssen sowohl die durchschnittliche Konzentration über 8 Stunden wie auch die kurzzeitigen Konzentrationsspitzen (als Mittelwert über 15 Minuten) begrenzt werden, um Gesundheitsschäden zu verhüten. Für solche Stoffe sind deshalb sogenannte Kurzzeitgrenzwerte festgelegt.

Stoff	Formel	MAK ppm	mg/m³	Kurzzeitgrenzwert ppm
Chlor	Cl_2	0.5	1.5	0.5
Chlordioxid	ClO_2	0.1	0.3	0.1
Chlorwasserstoff (Salzsäuregas)	HCl	2	3.0	4
Ozon	O_3	0.1	0.2	0.1
Schwefelsäure	H_2SO_4		0.1	0.1 mg/m³
krist. Siliciumdioxid	SiO_2		0.15	–
Trichloramin	NCl_3	0.06	0.3	

Tabelle 1 Arbeitshygienische Grenzwerte ausgewählter Stoffe (Stand 2014, Richtlinie Suva 1903)

3 Allgemeine Schutzmassnahmen

Grundsätzlich sind Verfahren und Arbeitsstoffe zu wählen, die geringere Gefährdungen mit sich bringen.

Bild 1 Dosierstation für Calciumhypochlorit. Damit kann auf das Lagern und den Einsatz von Chlor in Druckbehältern verzichtet werden.

Die erforderlichen Schutzmassnahmen richten sich nach den Gefahren im Normalbetrieb sowie nach voraussehbaren Störungen (beim unbeabsichtigten Freisetzen von gesundheitsgefährdenden Gasen, Dämpfen, Nebel).

- Zur Desinfektion dürfen nur Mittel eingesetzt werden, die für diesen Zweck zugelassen sind. Die einschlägigen Bestimmungen sind in der Biozidproduktеverordnung (VBP, SR 813.12, Art. 41 ff.) und auf www.cheminfo.ch (öffentliches Produkteregister) zu finden.
- Hinweise zum Umgang mit Säuren und Laugen und zu deren Lagerung sind in der EKAS-Richtlinie 6501 enthalten.
- Für Lager und Rampen von Gasflaschen gelten die Ausführungen im Suva-Merkblatt «Gasflaschen», Bestell-Nr. 66122.

Der Stand der Technik ist zu beachten. Die Wasseraufbereitung in Gemeinschaftsbädern ist Gegenstand der Norm SIA 385/9, Ausgabe 2011 (SN 546385/9).

Bei gefährlichen Stoffen oder Zubereitungen braucht es eine Chemikalien-Ansprechperson gemäss den Bestimmungen des Chemikaliengesetzes (ChemG SR 813.1, Art. 25) bzw. der Verordnung des EDI über die Chemikalien-Ansprechperson (SR 813.113.11).

Desinfektionsmittel für das Badewasser in Gemeinschaftsbädern dürfen nur von Personen mit entsprechender Fachbewilligung oder mit einer als gleichwertig anerkannten Qualifikation oder unter Anleitung solcher Personen verwendet werden (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung SR 814.81, Art. 7). Einzelheiten sind in der Verordnung des EDI über die Fachbewilligung für die Desinfektion des Badewassers in Gemeinschaftsbädern (VFB-DB, SR 814.812.31) aufgeführt. Ausbildungsangebote für diese Fachbewilligung sind auf www.cheminfo.ch zu finden.

Anlagen mit Chlor in Druckbehältern oder mit grösseren Mengen Chemikalien wie Salzsäure, Schwefelsäure, Natronlauge oder Hypochlorit können in den Geltungsbereich der Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV) fallen.

Für solche Anlagen sind allenfalls über die Sicherheitsmassnahmen hinaus weitere Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung erforderlich. Die entsprechenden Vorschriften sind zu beachten.

4 Bauliche Massnahmen, Anforderungen an Räume

4.1 Anordnung und Bauart

Anlagen und Einrichtungen sind so anzuordnen, dass sie gut zugänglich sind für das Bedienen, Instandhalten und die Ereignisbekämpfung. Gleichzeitig müssen Anlagen und Einrichtungen mit gefährlichen Arbeitsstoffen durch geeignete Massnahmen gegen unbefugten Zugriff geschützt werden.

An den Zugängen sind die geeigneten Sicherheitszeichen anzubringen wie zum Beispiel:
- Suva-Form. 1729/20 «Warnung vor giftigen Stoffen»
- Suva-Form. 1729/43 «Warnung vor ätzenden Stoffen»
- Suva-Form. 1729/91 «Warnung vor Gasflaschen»
- Suva-Form. 1729/2 M «Augenschutz benutzen»
- Suva-Form. 1729/40 «Schutzhandschuhe benutzen»
- Suva-Form. 1729/83 «Atemschutz benutzen».

Es muss sichergestellt sein, dass allfällig austretende, gefährliche Gase und Dämpfe nicht in andere Betriebsräume gelangen können (durch gasdichtes Abschotten aller Leitungs- und Kabeldurchführungen, Anbringen von Türschliessern und Abdichtungen an den Türen, siphonierte Bodenabläufe usw.).

Die Raumtemperaturen müssen ein sicheres Lagern der Stoffe und einen sicheren Betrieb der Anlagen gewährleisten, gemäss den Angaben der Lieferanten oder der Anlageersteller.

Anlagen für das Erzeugen von besonders gefährlichen Stoffen wie Chlor, Chlordioxid, Ozon sind möglichst in einem Separatraum oder Technikraum aufzustellen, in dem sich keine ständigen Arbeitsplätze befinden.

Anlagen mit angeschlossenen Chlorbehältern sind in separaten Räumen aufzustellen, die ausschliesslich für diese Anlagen und für das Lagern von Chlorbehältern bestimmt sind. Für solche Räume gelten zusätzliche Anforderungen:
- Sie müssen direkt vom Freien her zugänglich sein und dürfen nicht mit anderen Betriebsräumen verbunden sein.
- Sie sind so anzuordnen und zu gestalten, dass allfällig austretendes Chlorgas im Raum zurückgehalten und niedergeschlagen wird und sich nicht in andere Räume, Schächte, Kanäle usw. ausbreiten oder sich dort ansammeln kann.
- Sie sind als eigener Brandabschnitt auszubilden – Bauart mindestens EI 90(nbb), Türen EI 30.
- Der Fussboden muss einen gefahrlosen Transport und ein sicheres Aufstellen der Chlorbehälter ermöglichen (stufenlos, mit höchstens 2 Prozent Gefälle).
- In der Nähe von möglichen Gasaustrittsstellen (Türe, Lüftungsöffnungen) dürfen sich keine Türen zu anderen Räumen, Kelleröffnungen, Schächte, unsiphonierte Kanalisationsabläufe usw. befinden. Der Abstand muss mindestens 5 m betragen. Für Frischluftansaugöffnungen von Lüftungsanlagen sind unter Umständen grössere Schutzabstände oder weitere Schutzmassnahmen erforderlich.

Für das Aufstellen ortsfester Behälter mit flüssigem Sauerstoff (zu Ozonerzeugungsanlagen) gelten die Regeln der Technik RG 450 des Schweizerischen Vereins für Schweisstechnik (SVS), www.svsxass.ch.

4.2 Fluchtwege

Die Fluchtwege müssen direkt ins Freie oder über Korridore und Treppenhäuser führen, die Brandabschnitte bilden. Sie sind so anzulegen, dass sie nicht durch gefährdete Bereiche führen (in ausreichender Entfernung von Räumen mit Chlorgaseinrichtungen). Fluchtwege müssen klar, deutlich und dauerhaft gekennzeichnet sein und jederzeit sicher benützt werden können. Türen in Fluchtwegen müssen sich in Fluchtrichtung ohne Hilfsmittel öffnen lassen.
Detaillierte Ausführungen zu Fluchtwegen finden sich in der Wegleitung zu den Verordnungen 3 und 4 zum Arbeitsgesetz (zu Art. 8–10 der Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz).

4.3 Lüftung

- Räume mit angeschlossenen Chlorbehältern und Räume mit Ozonanlagen, die ozonhaltiges Gas unter Überdruck führen, sind künstlich zu lüften. Die Lüftung muss mindestens einen 5fachen Luftwechsel pro Stunde gewährleisten.

- Andere Räume mit Anlagen für gefährliche Stoffe (Elektrolyse-, Chlordioxidanlagen) sowie die Lagerräume für gefährliche Stoffe sind ausreichend natürlich oder künstlich zu lüften. Dabei darf die Konzentration gesundheitsgefährdender Stoffe in der Raumluft den jeweiligen Grenzwert (MAK-Wert, Kurzzeitgrenzwert) nicht überschreiten. In Räumen für Elektrolyseanlagen soll die Lüftung zudem verhindern, dass explosionsgefährliche Wasserstoffkonzentrationen auftreten.

Lagerräume gelten als ausreichend natürlich gelüftet, wenn sie über dem Erdboden liegen und mindestens zwei nicht verschliessbare, ins Freie führende Öffnungen vorhanden sind. Die Grösse jeder Lüftungsöffnung soll mindestens 20 cm^2 pro m^2 Bodenfläche betragen.

Die Lüftungsöffnungen sind so anzuordnen, dass keine gefährlichen Gasansammlungen möglich sind:
- Chlor, Chlordioxid und Ozon sind schwerer als Luft, Absaugstellen und Entlüftungsöffnungen knapp über dem Boden müssen vorhanden sein.
- Wasserstoff ist leichter als Luft, Entlüftungsöffnungen und Absaugstellen sind am höchsten Punkt des Raumes anzubringen.

Die Lüftungsöffnungen und die Ausmündungen der Abluftkanäle sind so anzuordnen, dass die austretenden Stoffe gefahrlos abgeführt werden.

Ventilatoren und ihre Antriebe für Räume und Anlagen, in denen mit brennbaren Gasen zu rechnen ist (z. B. Wasserstoff aus Elektrolyseanlagen), dürfen nicht zur wirksamen Zündquelle werden, wenn sie sich in einer explosionsgefährdeten Zone oder in den Abluftkanälen befinden.

Wird die künstliche Lüftung durch eine Schaltuhr in bestimmten Zeitabständen in Betrieb gesetzt, so ist sicherzustellen, dass die Lüftung spätestens beim Betreten der Räume zwangsläufig eingeschaltet wird. Die intermittierende Lüftung gilt als ausreichend, wenn sie während mindestens 10 Minuten pro Stunde in Betrieb ist. Das zwangsläufige Einschalten der künstlichen Lüftung kann mit der Beleuchtung oder mit der Türöffnung gekoppelt werden.

Lüftungsanlagen für Räume mit angeschlossenen Chlorbehältern sind so zu gestalten, dass im Havariefall möglichst kein Gas ins Freie gelangt. Durch die ortsfeste Gaswarneinrichtung werden die Ventilatoren ausgeschaltet und die Zu- und Abluftöffnungen verschlossen.

4.4 Besondere Schutzmassnahmen

Räume mit angeschlossenen Chlorbehältern und Räume mit Ozonanlagen, die ozonhaltiges Gas unter Überdruck führen, sind mit einer ortsfesten Gaswarneinrichtung auszurüsten. Die Ansprechkonzentration der Sensoren ist möglichst tief einzustellen (z.B. in Höhe des Kurzzeit-Grenzwertes für Chlor bzw. Ozon).
Die Gaswarneinrichtung muss:
- ein optisches und akustisches Alarmsignal vor Ort auslösen
- den Alarm an die Stelle weiterleiten, die für die Ereignisbekämpfung zuständig ist
- Notmassnahmen auslösen (Ozonerzeugung abschalten, in Räumen mit Chlorbehältern künstliche Lüftung abstellen, Klappen oder Jalousien in den Lüftungsöffnungen schliessen, Wassersprühanlage in Betrieb setzen). Die Notmassnahmen müssen auch jederzeit von Hand ausserhalb des gefährdeten Bereichs ausgelöst werden können.

Räume mit angeschlossenen Chlorbehältern sind mit einer Wassersprühanlage auszurüsten, mit der sich ausgetretene Chlorgaswolken niederschlagen lassen. Das Sprühwasser darf nicht direkt mit Chlorbehälter und Dosieranlage in Berührung kommen. Sonst verstärkt es das Verdampfen des Chlors und die Korrosion von Anlagenteilen.

Das chlorhaltige Wasser kann eine Gefahr darstellen, geeignete Auffang- und Entgiftungsmassnahmen (Neutralisation mit Thiosulfat) sind vorzusehen. Zweckmässig ist es, das Wasser in einen geeigneten Auffangbehälter einzuleiten. Das Rückhaltevolumen ergibt sich aus der voraussichtlichen Einschaltdauer der Sprühanlage. Aus dem Auffangbehälter darf kein Chlor in gefährlichen Mengen in andere Räume oder Bereiche entweichen.

5 Bau und Ausrüstung der Anlagen

Zum Versorgen und Dosieren von Chlor ab Druckflaschen sind, soweit technisch möglich, nur Unterdruck-Dosieranlagen zu verwenden.

Für die Ozonerzeugung sind, soweit technisch möglich, Unterdruckanlagen zu verwenden. Das heisst, ozonhaltiges Gas wird in Behältern und Leitungen bis zur Vermischungseinrichtung im Unterdruck geführt.

Ozonhaltige Abgase sind ins Freie zu führen und vor dem Ableiten zu entgiften (Restozon-Entfernungsanlage).

Die Ozonerzeugung muss auch von einem ungefährdeten Standort aus abgeschaltet werden können. Dies geschieht zum Beispiel mit einem Not-Aus-Taster ausserhalb des Aufstellungsraumes der Anlage (nicht zu verwechseln mit der Einrichtung zum sicheren Abschalten der Anlage).

- Anlagen und Einrichtungen sind so zu gestalten, dass keine Gase, Dämpfe, Stäube und Nebel in gefährlichen Konzentrationen in die Arbeitsbereiche freigesetzt werden.
- Anlageteile müssen geschützt werden, wenn sie durch mechanische Beschädigungen zu einer Gefahr werden können.

Bild 2 Not-Aus-Taster ausserhalb des Aufstellungsraumes des Ozonerzeugers

Sämtliche Anlagenteile müssen aus Werkstoffen bestehen, die ausreichend beständig sind gegenüber den verarbeiteten Stoffen. Sie müssen auch den zu erwartenden thermischen und mechanischen Beanspruchungen standhalten. Bei den Werkstoffe und Materialien für Elektro- und Sanitärinstallationen ist auf die Korrosionsgefahr zu achten, besonders in Räumen für Chlor-, Salzsäure- oder Hypochlorit-Anlagen.
Behälter und Rohrleitungen sind eindeutig, dauerhaft und ihrem Inhalt entsprechend zu kennzeichnen, gemäss der Norm VSM 18575.

6 Betrieb und Instandhaltung der Anlagen

6.1 Instruktion

Die Aufgaben und Kompetenzen im Betrieb sind klar zu regeln, etwa in schriftlich abgefassten Pflichtenheften.

Das Personal muss regelmässig instruiert werden über:
- alle Gefahren, die mit der Tätigkeit verbunden sind
- die geeigneten Schutzmassnahmen
- die Erste-Hilfe-Massnahmen und das richtige Verhalten im Ereignisfall (z. B. bei ungewolltem Austreten von Chemikalien)

Die Anleitungen für die Anlagen müssen in derjenigen schweizerischen Amtssprache verfügbar sein, die im Betrieb üblich ist.

Die betroffenen Arbeitnehmenden müssen über die eingesetzten chemischen Stoffe informiert werden, zum Beispiel mit schriftlichen Arbeitsanweisungen. Dabei sind die Angaben aus den Sicherheitsdatenblättern zu beachten. Wo gesundheitsgefährdende Stoffe eingesetzt oder gelagert werden, ist durch gut sichtbare Anschläge auf die Gefahren hinzuweisen, mit den Warnzeichen «Warnung vor giftigen Stoffen» oder «Warnung vor ätzenden Stoffen» (Suva-Bestell.-Nr. 1729/20 und 1729/43).

6.2 Lagern und Einsetzen von gesundheitsgefährdenden Stoffen

In den Arbeits- und Technikräumen sind gefährliche Stoffe nur in Mengen aufzubewahren, die für den ungehinderten Arbeitsablauf nötig sind.

Besonders gefährliche Stoffe – solche, die als sehr giftig, giftig oder ätzend gekennzeichnet sind – müssen für Unbefugte unzugänglich sein.

Bild 3 Blick in den abgetrennten Raum für die Säuredosierung. Der Fussboden ist als Auffangwanne gestaltet; in der Ecke Abluftkanal der künstlichen Raumentlüftung.

Die Arbeitsstoffe sind in den Originalgebinden aufzubewahren oder in geeigneten, korrekt gekennzeichneten Umfüllgebinden. Getränkeflaschen, Nahrungs- oder Futtermittelbehälter dürfen nicht als Umfüllgebinde verwendet werden.

Gefahrenpiktogramme und Sicherheitshinweise auf den Originalgebinden sind zu beachten. Sicherheitsdatenblätter müssen aufmerksam gelesen, und die Warnungen und Empfehlungen der Lieferanten berücksichtigt werden.

Stoffe, die bei allfälligem Kontakt zusammen gefährlich reagieren können, müssen voneinander getrennt gelagert werden, das heisst, mindestens in separaten Auffangwannen. Mit gefährlichen Reaktionen, die giftige Gase oder explosive Mischungen bilden, ist bei folgenden Kombinationen zu rechnen:
- Hypochlorite (Javellauge usw.) und Säuren
- Natriumchlorit und Säuren
- Chlorisocyanurate und Hypochlorite
- Chlor und Wasserstoff («Chlorknallgas»)
- Chlor und Ammoniak, Chlor und Ammoniumsalze

Das unüberlegte Vermischen von Chemikalien ist in jedem Fall zu unterlassen.

Das Umschlagen von Flüssigkeiten (Befüllen von ortsfesten Säure- oder Laugetanks) erfordert erhöhte Aufmerksamkeit, um Verwechslungen von Stoffen möglichst auszuschliessen. Hinweise zu Schutzmassnahmen sind in Ziffer 6.4.4 der EKAS-Richtlinie 6501 «Säuren und Laugen» enthalten.

Chlorbehälter sind trocken und vor Hitze und Sonneneinstrahlung geschützt zu lagern. Druckflaschen müssen mit Ketten oder Schellen gegen Umfallen gesichert werden. Für leere Druckflaschen gelten die gleichen Schutzmassnahmen wie für volle. Im Lager müssen die Druckflaschen klar als «voll» oder «leer» gekennzeichnet und voneinander getrennt aufgestellt werden. Die Ventile sind zu verschliessen und mit Verschlussmuttern und Schutzkappen zu versehen.

Wird der Betrieb der Chlorungsanlage für längere Zeit eingestellt (Freibäder im Winter), sind die Chlorbehälter vorzugsweise dem Lieferanten zurückzugeben.

Beim Umgang mit Kieselgur ist dafür zu sorgen, dass sich möglichst wenig Staub entwickelt. Dies kann durch entstaubungs- oder lüftungstechnische Massnahmen (Wassersprüheinrichtungen, örtliche Absaugungen) erreicht werden. Bei Reinigungsarbeiten ist jede unnötige Staubaufwirbelung zu vermeiden (Industriestaubsauger verwenden, feucht reinigen).

6.3 Persönliche Schutzausrüstungen

Die Arbeitnehmenden erhalten die für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz notwendigen persönlichen Schutzausrüstungen (PSA).

Die Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung ist klar zu regeln, vorzuschreiben und zu überwachen. Die Schutzausrüstung richtet sich nach den vorhandenen Gefahren:

- Beim Umgang mit ätzenden Stoffen (Salzsäure, Schwefelsäure, Javellauge, Hypochlorit-Lösungen usw.) ist Augen- und Hautschutz erforderlich. Besteht nur die Gefahr von geringen Spritzern, können eine geschlossene Schutzbrille und Handschuhe ausreichend schützen. Bei grösserer Gefährdung (Umpumpen, Umfüllen grösserer Mengen) braucht es, abhängig von der auszuführenden Arbeit, zusätzlich ein Schutzschild mit Helm und Nackenschutz, Schürze, Atemschutzgerät usw.
- Beim Umfüllen von quarzhaltigen Sanden oder Kieselgur ist in der Regel eine filtrierende Halbmaske Typ FFP3 geeignet.
- Beim Auswechseln von Chlorbehältern ist eine Vollmaske mit Filter Typ B zu tragen. Bei Störungen mit Gasausbruch, unkontrollierten oder unklaren Situationen sind hingegen Ausrüstungen mit höherer Schutzwirkung erforderlich (umluftunabhängiges Atemschutzgerät, Schutzbekleidung, Vollschutzanzug. Solche Fälle erfordern deshalb die Intervention der Feuerwehr/Chemiewehr).

Bei den PSA ist auf die Materialbeständigkeit und die Schutzwirkung gegen die betreffenden Stoffe (Säuren, Laugen, Chlor, Ozon usw.) zu achten. Auskunft über geeignete Filter für Atemschutzgeräte gibt der Fachlieferant.

Die Atemschutzgeräte müssen ausserhalb der gefährdeten Bereiche (Räume mit Chlorbehältern, Räume mit Elektrolyse- oder Ozonerzeugungsanlagen) aufbewahrt werden, jedoch für die Beschäftigten trotzdem schnell erreichbar sein. Sie müssen individuell angepasst, jederzeit einsatz- und funktionsbereit sein sowie regelmässig gereinigt und gewartet werden.

6.4 Instandhaltung

Die Räume und Anlagen sind sauber zu halten. Verschüttete Arbeitsstoffe, Staubablagerungen und ausgelaufene Flüssigkeiten sind fachgerecht aufzunehmen oder wegzuspülen.

Die Anlagen sind periodisch entsprechend ihrer Beanspruchung instand zu halten. Dabei ist Folgendes zu beachten:

- Die Instandhaltung führt fachkundiges Personal nach Angaben des Herstellers durch (für Gaswarneinrichtungen üblicherweise ein Service-Vertrag mit dem Lieferanten).

- Die Wirksamkeit der Schutzeinrichtungen, Überwachungsanlagen und der sicherheitsrelevanten Mess- und Regeleinrichtungen ist regelmässig zu überprüfen (z.B. halbjährlich).
- Gas führende Anlageteile, insbesondere lösbare Leitungsanschlüsse und -verbindungen, müssen regelmässig und nach jeder Arbeit an der Anlage auf ihre Dichtheit überprüft werden (z.B. nach dem Wechseln von Druckgasflaschen).

Werden Anlagen für längere Zeit ausser Betrieb gesetzt, so sind sie vor der Wiederinbetriebnahme zu prüfen und so instand zu setzen, dass die Sicherheit gewährleistet ist.

Die Instandhaltung ist zu dokumentieren. Die ausgeführten Arbeiten sind mit Datum und Visum in einem Instandhaltungsplan festzuhalten.

6.5 Vorkehrungen für den Ereignisfall

- Je nach Art und Menge der Chemikalien kann es zweckmässig oder erforderlich sein, ein Störfallkonzept zu erstellen und eine Notfallorganisation mit den betroffenen Einsatzkräften (Chemiewehr, Feuerwehr, Polizei, Sanitätsdienst) aufzubauen.
- Die für die Erste Hilfe vor Ort notwendigen Installationen (Anschlüsse mit fliessendem Wasser, Augen- und/oder Körperduschen) müssen zweckmässig angeordnet und entsprechend gekennzeichnet sein. Sie sind stets zugänglich und in einwandfreiem Zustand zu halten.
- In Bereichen mit gesundheitsgefährdenden Stoffen müssen die notwendigen Anweisungen über Erste-Hilfe-Massnahmen deutlich sichtbar angeschlagen (Tafel, Suva Bestellnummer 2063/1), oder sofort greifbar aufgelegt sein.
- Personen, die Reizgase wie Chlor, Chlordioxid oder Ozon eingeatmet haben, müssen ärztlich untersucht und überwacht werden. Auch nach dem Abklingen der Anfangssymptome können zeitlich verzögert schwere Komplikationen (Lungenödem) auftreten.

Bild 4 Einrichtung für die Erste Hilfe im Säureraum.

7 Rechtliche Bestimmungen und Fachunterlagen

- Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Unfallverhütung, VUV), SR 832.30

- Verfügung des EDI vom 26. Dezember 1960 über die technischen Massnahmen zur Verhütung von Berufskrankheiten, die durch chemische Stoffe verursacht werden, SR 832.321.11

- Verordnung vom 18. Mai 2005 über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikalienverordnung, ChemV), SR 813.11

- Verordnung des EDI vom 28. Juni 2005 über die Fachbewilligung für die Desinfektion des Badewassers in Gemeinschaftsbädern (VFB-DB), SR 814.812.31

- Verordnung des EDI vom 28. Juni 2005 über die Chemikalien-Ansprechperson, SR 813.113.11

- Verordnung vom 27. Februar 1991 über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV), SR 814.012

- Verordnung vom 18. Mai 2005 über das Inverkehrbringen von und den Umgang mit Biozidprodukten (Biozidprodukteverordnung, VBP), SR 813.12

Bezugsquelle
BBL (Bundesamt für Bauten und Logistik)
Verkauf Bundespublikationen
3003 Bern
www.bundespublikationen.admin.ch
oder herunterzuladen aus der Systematischen Sammlung des Bundesrechts,
http://www.admin.ch/ch/d/sr/sr.html

- Wegleitung zu den Verordnungen 3 und 4 zum Arbeitsgesetz http://www.seco.admin.ch/themen/00385/00390/00392/02003/index.html?lang=de

- EKAS-Richtlinie «Säuren und Laugen», Bestellnummer 6501

- Suva-Richtlinie «Grenzwerte am Arbeitsplatz», Bestellnummer 1903

- Suva-Broschüre «Gasflaschen», Bestellnummer 66122

- Suva-Broschüre «Gefährliche Stoffe – Was man darüber wissen muss», Bestellnummer 11030

- Tafel «Massnahmen bei Vergiftungen und Verätzungen», Bestellnummer 2063/1

- IVSS-Publikation «Verwechslung von Chemikalien», Bestellnummer IVSS 2047

- Factsheet «Chloramine in Schwimmbädern» http://www.suva.ch/factsheet-chloramine-in-schwimmbaedern.pdf

- Factsheet «Ozon» http://www.suva.ch/factsheet-ozon.pdf

- Factsheet «Javelwasser» http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/11751/index.html?lang=de

- «Anlagen mit ortsfesten vakuumisolierten Kryobehältern für nicht brennbare Gase» (Regel der Technik Gase RG 450)
  Bezugsquelle
  SVS
  St. Alban-Rheinweg 222
  4052 Basel
  www.svsxass.ch

- Publikation «Empfehlungen für den Einsatz von Chlorgas in der Trinkwasserversorgung», SVGW-Publikation Nr. W 1001

Bezugsquelle
SVGW
Grütlistrasse 44
Postfach 2110
8027 Zürich
www.svgw.ch

- Norm SN 546385/9 (SIA 385/9) «Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern – Anforderungen und ergänzende Bestimmungen für Bau und Betrieb», Ausgabe 2011

- Norm VSM 18575 «Rohrleitungen, Kennfarben und Kennzahlen»

Bezugsquelle
SNV Schweizerische Normenvereinigung
SNV shop
Bürglistrasse 29
8400 Winterthur
www.snv.ch

Das Modell Suva
Die vier Grundpfeiler der Suva

- Die Suva ist mehr als eine Versicherung; sie vereint Prävention, Versicherung und Rehabilitation.
- Die Suva wird von den Sozialpartnern geführt. Die ausgewogene Zusammensetzung im Verwaltungsrat aus Arbeitgeber-, Arbeitnehmer- und Bundesvertretern ermöglicht breit abgestützte, tragfähige Lösungen.
- Gewinne gibt die Suva in Form von tieferen Prämien an die Versicherten zurück.
- Die Suva ist selbsttragend; sie erhält keine öffentlichen Gelder.

Suva
Postfach, 6002 Luzern
Telefon 041 419 58 51
www.suva.ch

Bestellnummer
66091.d