

Regierungspräsidium Kassel.



Erfahrungsaustausch Schwimmbäder

Aus Unfällen lernen

Kassel, den 24. November 2016

Aus Unfällen lernen - Überblick

Hintergrund von Chlorgasereignisse

Stand der Sicherheitstechnik – Anforderungen nach der GefStoffV

TRGS 460 - Praxisbeispiel

Ursachen – T – O – P

Chemikalien im Schwimmbad

Gesundheitsgefahren, Kennzeichnungen nach CLP

Abzuleitende Maßnahmen

Lagerung

Hinweise

Hintergrund – Chlorgasereignisse

1. Ereignisse im Zusammenhang mit Chlorfreisetzungen in Schwimmbädern Lt. Statistik des Umweltbundesamtes (KAS 39) :
2013: 34,
2014: 41,
2015: 40
2. DGUV: Auswertung aus Pressemitteilungen;
Juni 2016: Abfrage bei Arbeitsschutzverwaltungen

Stand der Sicherheitstechnik Anforderungen nach dem Gefahrstoff-Recht

Anforderungen nach der GefStoffV:

GBU, Substitution/Minimierung, Betriebsanweisung, Unterweisung

TRGS 460, TRGS 510, TRGS 900 – Stand der Technik

Praxisbeispiele zur TRGS 460 Handlungsempfehlung zur Ermittlung des
Standes der Technik (siehe Internet: baula)

- Öffentlichen Bereich – Desinfektion von Beckenwasser in öffentlichen
Schwimmbädern






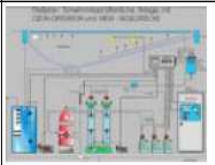
TRGS 460 – Ausschnitt



Praxisbeispiel 3: Desinfektion von Beckenwasser in öffentlichen Schwimmbädern

Stand / Zeitpunkt der Ermittlung:	2010	2010	2002	2002	2008		2013
ARBEITSAUFGABE: Desinfektion von Beckenwasser in öffentlichen Schwimmbädern							
VERFAHRENSBESCHREIBUNG / BEURTEILUNGSKRITERIEN:	VERFAHREN A Kurztitel: Chlorung mit Chlorgas aus Druckgasflaschen in Teilvakuumtechnik	VERFAHREN B Kurztitel: Chlorung mit Chlorgas aus Druckgasflaschen in Vollvakuumtechnik	VERFAHREN C Kurztitel: Anodische Durchfluss-Elektrolyse- chlorung für Solebäder	VERFAHREN D Kurztitel: Membran-Elektrolysechlorung	VERFAHREN E Kurztitel: Dosierung von Calciumhypochlorit-Tabletten/Granulat		VERFAHREN X Kurztitel: Ozonung als Ergänzung
Steckbrief (Tätigkeit, Branche)	Chlorung von Schwimmbadwasser mittels Chlor aus Druckgasflaschen	Chlorung von Schwimmbadwasser mittels Chlor aus Druckgasflaschen	Chlorung von Schwimmbadwasser mittels Elektrolyse im solehaltigen Beckenwasser	Chlorung von Schwimmbadwasser mittels Elektrolyse aus Salzlösung	Chlorung von Schwimmbadwasser mittels Calciumhypochlorit-Tabletten		Ozonung von Schwimmbadwasser als ergänzende Methode
Beschreibung des ARBEITSSYSTEMS							
a1) Angaben zur ARBEITSSYSTEM (z.B.Arbeitsstätte/-umgebung, Arbeitsmittel, Lüftungstechnik, Qualifikation der Beschäftigten)	Schwimmbad	Schwimmbad	Schwimmbad	Schwimmbad	Schwimmbad		Schwimmbad
a2) Angaben zum STOFFSTROM (z.B. Ausgangsstoffe, sonstige Materialien, mögliche Stoffveränderungen, Stoffeigenschaften)	Chlor aus Druckgasflaschen wird im geschlossenen System in einem Teilstrom des Beckenwassers gelöst und dann zudosiert. (Überdruck nur bis zum Flaschenventil)	Chlor aus Druckgasflaschen wird im geschlossenen System unter Druck in einem Teilstrom des Beckenwassers gelöst und dann zudosiert. (Überdruck bis zum Dosierungsventil)	Chlor wird in einer geschlossenen Anlage durch Elektrolyse im durchfließenden Beckenwasser (Sole) aus dem im Wasser enthaltenen Salz erzeugt	Desinfektionslösung mit Chlor wird in einer geschlossenen Anlage durch Elektrolyse aus Salz erzeugt und später dem Beckenwasser zudosiert	Desinfektionslösung durch Besprühen von Calciumhypochlorit-Tabletten/Granulat (aus Vorlagebehälter gesaugt) mit Wasser unter Hochdruck und spätere Zudosierung zum Wasser		Ozon wird in einer geschlossenen Anlage erzeugt und sofort im Wasser gelöst und letztendlich wieder vernichtet bzw. dem Wasser entnommen

TRGS 460 – Ausschnitt

b) ANLAGENBETRIEB							
Qualität der DATENLAGE (nutzbar / Nachforderungen erforderlich):	Erfahrungswissen, u.a. durch die Auswertung von Unfallanalysen	Erfahrungswissen	Firmenangaben	Firmenangaben	Firmenangaben		Firmenangaben
b1) NORMALBETRIEB - Expositionsdaten - Expositionsspitzen	deutliche Unterschreitung des AGW für Chlor	deutliche Unterschreitung des AGW für Chlor	deutliche Unterschreitung des AGW für Chlor Wasserstofffreisetzung im Beckenbereich	deutliche Unterschreitung des AGW für Chlor Wasserstoff wird im Technikbereich über separate Abgasleitung ins Freie geführt	deutliche Unterschreitung des AGW für Chlor		deutliche Unterschreitung des US-PEL (Bewertungsmaßstab) für Ozon
b2) vorhersehbare FEHLANWENDUNG - Expositionsdaten - Expositionsspitzen	Häufige Zwischenfälle beim Flaschenwechsel der Chlor-Druckgasflaschen	Häufige Zwischenfälle beim Flaschenwechsel der Chlor-Druckgasflaschen	nicht bekannt	nicht bekannt	nicht bekannt		nicht bekannt
b3) INSTANDHALTUNG sprozesse - Expositionsdaten - Expositionsspitzen	Druckbehälter mit Chlorgas Wechsel der Flaschen präventiv unter Atemschutz	Druckbehälter mit Chlorgas Wechsel der Flaschen präventiv unter Atemschutz	Exposition bei Reparatur des Systems möglich	Exposition bei Reparatur des Systems möglich	Exposition bei Reparatur des Systems möglich		Reparatur des Systems
b4) mögliche BETRIEBSSTORUNGEN - Expositionsdaten - Expositionsspitzen	Freisetzung größerer Mengen bei Undichtigkeiten im System, erhöhte Korrosionsgefahr	Freisetzung bei Undichtigkeiten im System, erhöhte Korrosionsgefahr	erhöhte Korrosionsgefahr	erhöhte Korrosionsgefahr	Wasserkontakt der Tabletten/des Granulats außerhalb der Anlage, Nicht dichter Anschluss der Behälter, erhöhte Korrosionsgefahr		Undichtigkeiten im System zu frühe Filterspülung ohne Abschaltung der Ozonproduktion Restozonentfernungsanlage ohne Abgasleitung erhöhte Korrosionsgefahr
ABBILDUNGEN (bzw. Link) (Skizzen / Fotos / Funktionszeichnungen)							
	Hoher Anteil an organisatorischen Maßnahmen, sekundäre technische Maßnahmen	Ergänzung technischer Maßnahmen durch organisatorische Maßnahmen	Inhärente Sicherheit, Chlor wird nur gebildet, wenn Wasser zum Lösen vorhanden ist	Inhärente Sicherheit, Chlor wird nur gebildet, wenn Wasser zum Lösen vorhanden ist	Technisch-organisatorische Sicherheit, Tabletten/Granulat werden in Behälter eingesetzt		Technische Sicherheit, Ozon wird nur bei anliegender Spannung vor Ort bei Bedarf produziert. Restozonentrichter
c2) Art und Höhe des Bewertungsmaßstabs (z.B. AGW, BGW, MAK, DNEL)	AGW Chlor 0,5 ppm	AGW Chlor 0,5 ppm	AGW Chlor 0,5 ppm untere Explosionsgrenze H2: 4 Vol-%	AGW Chlor 0,5 ppm untere Explosionsgrenze H2: 4 Vol-%	AGW Chlor 0,5 ppm AGW E-Staub 3 mg/m³		US-PEL 0,1 ppm

TRGS 460 – Ausschnitt



<p>BEWERTUNGSBEGRÜNDUNG (z.B. mögliche Wichtung der Bewertungsmaßstäbe)</p>	<p>flächendeckend eingesetztes Verfahren, Willensabhängigkeit der Schutzmaßnahmen (insbesondere beim Anschließen der Druckgasflaschen), Lagerung großer Mengen unter Druck stehenden Chlorgases, <u>störunsbedingte</u> Freisetzung von Chlorgas möglich - dokumentiertes Unfallgeschehen</p>	<p>flächendeckend eingesetztes Verfahren, Willensabhängigkeit der Schutzmaßnahmen (insbesondere beim Anschließen der Druckgasflaschen), Lagerung großer Mengen unter Druck stehenden Chlorgases, <u>störunsbedingte</u> Freisetzung von Chlorgas möglich - dokumentiertes Unfallgeschehen</p>	<p>inhärent sicheres Verfahren ohne Willensabhängigkeit der Schutzmaßnahmen, keine Lagerung von Gefahrstoffen erforderlich, <u>verfahrensbedingte</u> Freisetzung von Wasserstoff (Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre im Deckenbereich des Beckens möglich)</p>	<p>inhärent sicheres Verfahren ohne Willensabhängigkeit der Schutzmaßnahmen, keine Lagerung von Gefahrstoffen erforderlich, <u>verfahrensbedingte</u> Freisetzung von Wasserstoff (Mögliche Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre im Technikbereich, falls nicht abgeführt)</p>	<p>sicheres Verfahren, verfahrensbedingte Lagerung von Gefahrstoffen erforderlich, <u>störunsbedingte</u> Freisetzung von Chlorgas möglich</p>	<p>sicheres Verfahren ohne Willensabhängigkeit der Schutzmaßnahmen, keine Lagerung von Gefahrstoffen erforderlich, <u>störunsbedingte</u> Freisetzung von Ozon möglich energiekostenintensiv</p> <p>Die chlorgasbedingen Risiken bleiben allerdings bestehen, da Ozon nicht als alleiniges Desinfektionsmittel eingesetzt werden kann</p>
<p>ERGEBNIS der BEWERTUNG</p>	<p>----</p>	<p>Stand der Technik</p>	<p>Stand der Technik</p>	<p>Stand der Technik</p>	<p>Stand der Technik</p>	<p>Stand der Technik</p>
<p>ggf. Anwendungshinweise</p>			<p>Voraussetzung: Solebäder</p>		<p>Voraussetzung: staubarme Umfüllung (z. B Sauger, Absaugung)</p>	<p>als Ergänzung zur Chlorung</p>

Ursachen von Chlorgasaustritten bei Chlorgasdosieranlagen:

- Defektes Flaschenventil
- Chlorgasflaschen-/Vakuumventilverschraubung undicht
- Chlorvakuumventil schließt nicht
- Kapazität der Aktivkohlepatrone erschöpft

Ursachen von Chlorgasaustritten bei Natrium-/ Calciumhypochlorit- Dosierung

- **Verwechslung von Chemikalien /**
- **Vorlagen werden verwechselt**
- **Vermischung mit Säuren**
- **Leckagen**

- Lagerung der Ausgangsstoffe (Temperatur, Lagerdauer)
- Beim Vorhalten gebrauchsfertiger Lösungen (Chlorbleichlauge) ist zu beachten, dass sich diese in Abhängigkeit von Lagertemperatur und -dauer zersetzen
- Calciumhypochloritanlagen sind während des Betriebs nicht zum Aufstellraum hin abgedichtet, was zu einer Dauerbelastung führt
- Bildung v. Sedimenten, die händisch zu entfernen sind

Ursachen von Chlorgasaustritten - menschliche Faktoren



- Um die Anlage „besonders **dicht und sicher**“ zu machen, werden Ventile häufig mit eigenen Kraftverstärkungsstrukturen (Hebelarm) geschlossen, obwohl dies nicht erforderlich ist. Dabei wird die **Weichdichtung im Ventil beschädigt** und es kommt zum Produktaustritt.
- Zur Kontrolle der Dichtigkeit wird üblicherweise ein Fläschchen mit Ammoniakwasser unter das Ventil gehalten. Mit austretendem Chlor würde sich dann eine Nebelwolke bilden. Nicht selten wird das **Ammoniakwasser** jedoch auf das Ventil gespritzt. Dies führt zu einer Entzinkung und infolgedessen Versprödung des Messings, das somit mechanisch instabil und undicht wird.

Ursachen – menschliche Faktoren

- Wechsel der Chlorgasflaschen - Dichtungen austauschen
erforderlichen Dichtringe sind speziell für Chlorbeständigkeit auszu-
wählen. Werden (z. B. aus Sparsamkeitsgründen) keine oder die
falschen Dichtungen (z. B. billigere Dichtungen aus dem Gartenmarkt
für Wasserschläuche) eingesetzt, fehlt die Dichtwirkung und es kommt
zum Gasaustritt. Zusätzlich sind die alten Dichtungen aus der Leitung
zu entfernen. Manchmal sind diese festgeklebt und werden nicht oder
nur unvollständig entfernt. - keine ausreichende Dichtigkeit

-

Ursachen – menschliche Faktoren

- im Bodenbereich des Gasflaschenraumes sind Sensoren anzubringen, die Alarm auslösen. Je nach kommunaler Einrichtung ist dieser Alarm direkt auf die Feuerwehreinsatzzentrale geschaltet. Wird der Schlauch zwischen Chlorflasche und Anlage vor dem Flaschenwechsel nicht vollständig entleert, reicht das vorhandene Totvolumen häufig aus, den Alarm auszulösen, ohne dass es zu einer Gefahr für Irgendjemand kommen kann. Trotzdem rückt dann die Feuerwehr mit dem Gefahrstoffzug an, was üblicherweise ein Presse-Echo hervorruft. Darüber hinaus besitzen manche der Sensoren eine Querempfindlichkeit beispielsweise zu Ammoniak, so dass es zum vorzeitigem Alarm kommt.

Chemikalien in dem Anwendungsbereich Schwimmbäder

Chlorgas – Flaschen
Vollvakuumverfahren
Teilvakuumverfahren

Natriumhypochloritlösung mit >
10 % aktivem Chlor

Calciumhypochloritlösung mit >
39 % freiem Chlor

Natriumchloritlösung 24,5 Gew.-%

Chlordioxid

Trichlorisocyanursäure

Natriumdichlorisocyanursäure-
dihydrat

Ozon, Säuren, CO₂, Laugen,
Kalkmilch

Chlor: Gesundheitsgefahren



Chlor (EG-Nr. 231-959-5, CAS-Nr. 7782-50-5) wird vor allem über die Atemluft aufgenommen, in geringem Maß auch über die Haut. In der Regel fällt Chlorgas noch in großer Verdünnung durch seinen eigentümlichen stechenden Geruch auf. Die Geruchsschwelle liegt bei 0,02 bis 1,0 ppm.

Chlorgas wirkt bei einer Inhalation von 3 bis 6 ppm reizend auf Augen und Atmungsorgane und verursacht krampfartigen Husten, bei längerer Exposition sowie bei Konzentrationen von 5 bis 15 ppm kommt es zu Bluthusten, Erstickungserscheinungen und Atemnot.

Konzentrationen über 50 ppm können zu lebensbedrohlichen Zuständen führen, bei längerem Einatmen großer Mengen Chlorgas kann nach entsprechender Latenzzeit (4 bis 8 Stunden) infolge eines Lungenödems der Tod eintreten /9/, /10/.

Gefahrstoffsymbole



H270 – Kann Brand verursachen oder verstärken, Oxidationsmittel



H280 Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren



H300 Lebensgefahr bei Verschlucken, Hautkontakt, Einatmen



H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

H290 Metallkorrosiv



H400 Sehr giftig für Wasserorganismen

Stand der Sicherheitstechnik Maßnahmen

T – O – P

Technische Maßnahmen:

Optimierung: bei Chlorgas - Vollvakuumanlage

Ersatztechnologien überprüfen / Verfahren optimieren

Chlorgasräume ausreichend be- und entlüften;

Räume mit zugelassener Gaswarnanlage und Sprühwasseranlage
ausstatten (Bedienung außerhalb)

Organisation / Qualifikation optimieren – vor Saisonbeginn –

spezielle Unterweisung für Gasflaschenwechsel – außerhalb der
Betriebszeit

Stand der Sicherheitstechnik Maßnahmen

T – O – P

Organisatorische Maßnahmen:

Organisation / Qualifikation optimieren :

Kennzeichnung von Anlagenteilen, Rohrleitungen und Räumen

Aushang von Betriebsanweisung und Alarmplan

Trennung von gefüllten und entleerten Chlorgasflaschen

(Kennzeichnung!)

Bereithaltung von Notfallausrüstung

– vor Saisonbeginn – spezielle Unterweisung für

Gasflaschenwechsel – außerhalb der Betriebszeit

Stand der Sicherheitstechnik Maßnahmen

T – O – P

Persönliche Maßnahmen:

Atemschutzmaske mit Filter beim Flaschenwechsel benutzen

(Kombi-Filter B-P3 oder ABEK-P3) Chlor Grenzwert/AGW: 0,5

1,5 Filtertyp: B (P3); Farb Kennung: 

Chlorwasserstoff: Filtertyp: B [E]-P2; Farb Kennung: 

Geöffnete Atemschutzfilter nicht länger als 6 Mon. Lagern

(Datum notieren)

Schutzhandschuhe aus FKM (Fluorkautschuk) und

Sicherheitsschuhe tragen

Körperbedeckende Arbeitskleidung tragen – auch im Sommer

Lagerung giftiger Gase Anforderungen nach TRGS 510



Für die Lagerung giftiger Gase (gekennzeichnet mit H330 oder H331) wie Chlor, Ammoniak oder Schwefeldioxid sind folgende zusätzliche Regeln einzuhalten:

- Die Druckgasbehälter müssen unter Verschluss oder so aufbewahrt oder gelagert werden, dass nur fachkundige oder unterwiesene Personen Zugang haben.
- Mit H330 (R26) gekennzeichnete Gase dürfen in Räumen nur gelagert werden, wenn diese über eine Gaswarneinrichtung verfügen, die bei Überschreitung der zulässigen Arbeitsplatzgrenzwerte akustisch und optisch alarmiert.

Lagerung giftiger Gase

- Notwendige Sicherheitsmaßnahmen, z. B. das Mitführen von Atemschutzgeräten, sind in der Betriebsanweisung festzulegen.
- Atemschutzgeräte sind außerhalb der gefährdeten Bereiche für die Beschäftigten schnell erreichbar aufzubewahren.

Hinweise



- Sicherheitsdatenblatt für Chlor des Gaslieferanten
- Sicherheitsdatenblätter aller benötigten Chemikalien
- Betriebsanleitung (BetrSichV)
- ArbStättV, ASR A1.3 – Sicherheits- und Gesundheitsschutz-Kennzeichnung
- TRGS 400 (GBU); TRGS 401 (dermale Belastung); TRGS 402 (inhalative Belastung); TRGS 460 – Stand der Sicherheitstechnik
- DGUV-Informationen:
 - Betrieb von Bädern <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/r-108.pdf>
 - Gefahrstoffe bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser (http://publikationen.dguv.de/dguv/udt_dguv_main.aspx?FDOCUID=23816)
- Informationen des Industriegaseverbandes (IGV)
- DVGW-Arbeitsblätter
- Deutsche Gesellschaft für das Badewesen
- Umweltbundesamt – Schwimm-und Badebeckenwasserbehandlung

Neuerungen auf einen Blick



Neue Piktogramme

- › mit teilweise neuen Symbolen
- › z. B. für kanzerogene, mutagene und reproduktionstoxische (CMR) Stoffe
- › Totenkopf mit gekreuzten Knochen nur für akut giftige Stoffe

Neue Kriterien zur Einstufung

- › Umstufungen, z. B. mehr giftige Stoffe
- › Verändertes Konzept zur Einstufung von Gemischen

Neuerungen auf einen Blick

~~R Sätze~~

H-Sätze

hazard statements
Gefahrenhinweise

~~S-Sätze~~

P-Sätze

precautionary statements
Sicherheitshinweise

~~Gefährlichkeits
merkmale~~

**Gefahrenklassen und
Gefahrenkategorien**

Signalwörter

Piktogramme werden mit **einem** von
zwei möglichen Signalwörtern ergänzt:
„Gefahr“ oder **„Achtung“**

Einstufung: Gefahrenklasse, Gefahrenkategorie und Gefahrenhinweis

Gefahrenklasse: Art der Gefahr

- › physikalische Gefahr
- › Gefahr für die menschliche Gesundheit oder
- › Gefahr für die Umwelt

Gefahrenkategorie:

- › untergliedert die Gefahrenklassen hinsichtlich der **Schwere der Gefahr**

Beispiele:

- › 3.1 Akute Toxizität
- › 3.4 Sensibilisierung der Atemwege oder Haut
- › 2.6 Entzündbare Flüssigkeiten
- › 2.16 Korrosiv gegenüber Metallen

z. B. in der Gefahrenklasse Akute Toxizität (3.1)

- › Kategorie 1
- › Kategorie 2
- › Kategorie 3
- › Kategorie 4