Chlorgasunfälle in Schwimmbädern

In öffentlichen Schwimmbädern werden zur Einhaltung der mikrobiologischen Parameter der DIN 19643[1] Chlor oder Chlorverbindungen als Desinfektionsmittel eingesetzt. Trotz hoher Sicherheitsstandards kommt es gelegentlich zu Störungen und Unfällen im Zusammenhang mit der Chlorung von Schwimmbadwasser. Die in diesem Artikel zusammengefassten Berichte über Schadensfälle stammen aus den Beobachtungen und Erkenntnissen des Autors als Fachberater Chemie der Feuerwehren in den Landkreisen Ludwigsburg und Rems-Murr. Bevor die Fallbeispiele vorgestellt werden, soll auf die gefährlichen Eigenschaften von Chlor und den in Schwimmbädern eingesetzten Chlorverbindungen hingewiesen werden. Ein kurzer Überblick des Regelwerks „Betrieb von Bädern" der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV)[2] wird gegeben.

Desinfektionsmittel auf Chlorbasis in Schwimmbädern

Die gemäß DIN 19643 zugelassenen Desinfektionsmittel auf Chlorbasis sind in Tabelle 1 aufgeführt. Der Teil 3 der Norm beschreibt als weiteres Desinfektionsmittel Ozon. Das in Schwimmbädern am häufigsten angewandte Verfahren ist das Chlorgasverfahren, bei dem Chlorgas aus Druckbehältern entnommen wird. Es kommt dabei in Flaschen und Fässern unter einem Druck von 6,7 bar (bei 20 °C) verflüssigt in den Handel. Da die kritische Temperatur von 144 °C und der kritische Druck von 77,1 bar relativ hoch sind, lässt sich Chlorgas unter Druck leicht verflüssigen. Vor allem in kleineren Bädern erfolgt die Chlorung des Schwimmbadwassers durch feste und flüssige Chemikalien wie Calciumhypochlorit und Natriumhypochlorit-Lösung. Es finden auch Verfahren Anwendung, bei denen Chlor oder Natriumhypochlorit-Lösung am Verwendungsort hergestellt werden.

Betrieb von Bädern

Die von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV) veröffentlichte Regel „Betrieb von Bädern"[2] enthält Sicherheitsanforderungen beim Umgang mit Chlor und Chemikalien auf Chlorbasis. Behälter und Leitungen müssen bestimmte Anforderungen erfüllen. Bei Verwendung von Chlorgas beschreibt die Regel die Ausstattung, den Betrieb, die Warneinrichtungen sowie die erforderliche Sprinklereinrichtung im Falle eines Chlorgasausbruchs. Chlorgasflaschen und -fässer müssen in einem speziellen Raum, dem Chlorgaslagerraum, untergebracht werden. Als Warneinrichtung sind diese Räume mit einem Messgerät ausgestattet, das bei einem Chlorgasaustritt ein optisches und bei einem Chlorgasausbruch zusätzlich ein akustisches Signal anzeigt. Die Regel unterscheidet zwischen Chlorgasaustritt und -ausbruch. Ein Chlorgasaustritt ist das unbeabsichtigte Freiwerden geringer Mengen Chlorgas. Von einem Chlorgasausbruch spricht man, wenn größere Mengen Chlorgas aufgrund eines Störfalls freigesetzt werden. Die Regel empfiehlt dazu zwei Schwellenwerte: maximal 2,5 ppm für

Tabelle 1: Desinfektionsmittel nach DIN 19643[1]

Bezeichnung	Summenformel
Chlorgas nach DIN EN 15363, abgefüllt in Druckbehältern	Cl_2
Chlorgas, hergestellt am Verwendungsort durch Elektrolyse von Natriumchlorid-Lösung oder Salzsäure	Cl_2
Natriumhypochlorit-Lösung nach DIN EN 15077	NaOCl
Natriumhypochlorit-Lösung, hergestellt am Verwendungsort durch Elektrolyse von Natriumchlorid-Lösung bzw. von salzhaltigem Wasser	NaOCl
Calciumhypochlorit nach DIN EN 15796 als Granulat oder in Tablettenform mit einem Massenanteil an Calciumhypochlorit von mindestens 65 % und einem Massenanteil an Wasser von 5 % bis 10 %	$Ca(OCl)_2$

Abb. 1: Der Chlorgasbergebehälter der Feuerwehr Asperg

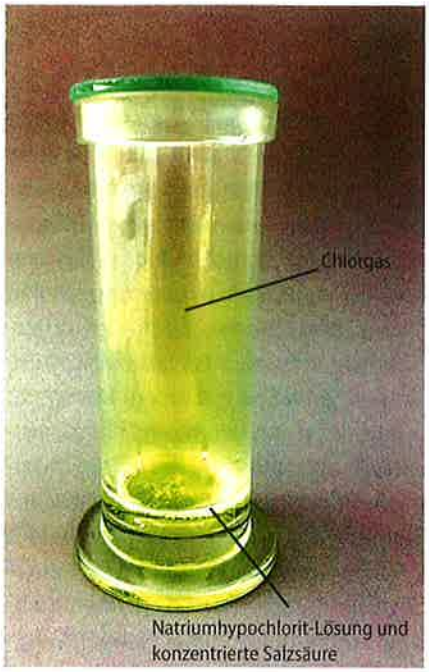

Abb. 3: Entstehung von Chlor

Abb. 4: Bildung von Ammoniumchlorid

einen Chlorgasaustritt und 5 bis 20 ppm für einen Chlorgasausbruch. Gekoppelt ist das Warngerät mit einer Wassersprühanlage zur Berieselung mit Wasser oder einer Natriumthiosulfatlösung, die bei einem Chlorgasausbruch automatisch einschaltet. Die Sprühanlage muss auch manuell von außen betätigt werden können.

Die Art der Schutzausrüstung sowie die Prüfungen der Arbeitsmittel werden in der Regel genannt. Bei den in der DIN 19643 aufgeführten Desinfektionsverfahren auf Chlorbasis sind zur Sicherheitskennzeichnung Schilder gemäß der „Beurteilung von Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz in Bäderbetrieben (BGI/GUV-I 8703)"[3] anzubringen. Weiterhin enthält die Regel Verweise auf einen Chlorgasalarmplan und einen Chlorgasbergebehälter, mit dem havarierte Chlorgasflaschen und -fässer abtransportiert werden können. Bei der Feuerwehr Asperg (Landkreis Ludwigsburg) ist ein solcher Behälter stationiert (Abbildung 1). Er kann im Gefahrenfall angefordert werden. Die Unterstützung vor Ort erfolgt durch die örtliche Feuerwehr.[5] Ein Informationsblatt der Feuerwehr Asperg beinhaltet eine genaue Beschreibung des Behälters, der auch für andere Druckgefäße eingesetzt werden kann. Das Blatt kann auf der Homepage der Feuerwehr Asperg heruntergeladen werden.[6]

In der Regel wird auch auf die Gefahr der Chlorgasbildung bei Verwendung von Natrium- und Calciumhypochlorit als Desinfektionsmittel hingewiesen (Abbildung 2). Diese beiden Stoffe reagieren mit Säuren und sauren Salzen unter Bildung von Chlorgas. Daher dürfen für diese Stoffe vorgesehene Behälter und Anlagenteile wie Leitungen und Pumpen nicht wechselweise für Säuren verwendet werden. In einem Laborversuch wurde zur Veranschaulichung Natriumhypochlorit-Lösung mit Salzsäure versetzt. Das dabei entstehende, gelbgrüne, stark stechend riechende Gas ist Chlor (Abbildung 3).

Undichtigkeiten bei chlorgasführenden Anlagenteilen können mit einem Prüfreagenz erkannt werden. Empfohlen wird eine Ammoniaklösung, deren Dämpfe mit austretendem Chlorgas einen weißen Nebel von Ammoniumchlorid bilden (Abbildung 4). Normalerweise befindet sich das Prüfreagenz im Chlorgaslagerraum. Auf den Messfahrzeugen der Feuerwehren Backnang und Ludwigsburg wird Ammoniaklösung zur Dichtheitsprüfung von Chlorgasbehältern und -leitungen mitgeführt.

Behälter und Geräte nicht wechselweise benutzen! Natriumhypochlorit + Säure ⇨ giftiges Chlorgas Lebensgefahr!	Behälter und Geräte nicht wechselweise benutzen! Calciumhypochlorit + Säure ⇨ giftiges Chlorgas Lebensgefahr!

Abb. 2: Zusatzschilder in der Regel „Betrieb von Bädern" bei Verwendung von Natrium- bzw. Calciumhypochlorit[2]

Tabelle 2: Physikalische Eigenschaften des Chlors

Farbe im Gaszustand	gelbgrün
Dichte bei 0 °C	3,21 g · l^{-1}
Schmelzpunkt bei Normaldruck	-101 °C
Siedepunkt bei Normaldruck	-34,6 °C
Dichteverhältnis zu Luft ρChlor/ρLuft	ca. 2,5
Wasserlöslichkeit bei Standardbedingungen	6,3 g · l^{-1}

Tabelle 3: Physiologische Wirkung des Chlors[7]

Konzentration [ppm]	physiologische Wirkung
0,1	Geruchsschwelle
0,5	AGW-Wert
1	Reizung der Atmungsorgane bei Dauereinwirkung
3	Dauereinwirkung nicht zumutbar
20	Lungenschäden, lang anhaltende Störung
60	sofortige irreparable Schäden
500	Tod innerhalb von 5 bis 10 Minuten
1500	sofortiger Tod durch Stimmritzenkrampf

Eigenschaften von Chlor

Chlor ist ein gelbgrünes, stark stechend riechendes, ätzendes Gas, das eine hohe Toxizität aufweist. Im Ersten Weltkrieg wurde es als Kampfgas eingesetzt. Die Giftwirkung beim Menschen beruht auf der Bildung von Salzsäure und Hypochloriger Säure beim Kontakt mit feuchten Schleimhäuten. Verätzungen der Atemwege, der Lunge und der Augenschleimhäute sind die Folge. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die Kennzeichnungen von Chlor gemäß GHS (Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien) nach dem Chemikaliengesetz sowie gemäß ADR (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße) nach dem Gefahrgutbeförderungsgesetz. Die Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. (vfdb) veröffentlichte ein Merkblatt, in dem die gefährlichen Eigenschaften von Chlor sowie feuerwehrtaktische Maßnahmen beschrieben sind. Auf der Homepage der vfdb kann das Merkblatt heruntergeladen werden.[8]

Fallbeispiele

Bei den beschriebenen Fallbeispielen wurde zur Wahrung der Anonymität auf die Nennung des Ortes, des Datums und der Uhrzeit vezichtet. Einzig und allein die Sachlage sowie die Schadensursache, soweit bekannt, werden geschildert.

Fallbeispiel 1

Im Technikraum eines Schwimmbads nahm ein Mitarbeiter Chlorgeruch wahr und verständigte die Feuerwehr. Die Desinfektion der Frei- und Hallenbecken erfolgte mit Chlorgas in Fässern. Der Geruch ließ sich im Bereich vor der Injektion der wässrigen Chlorlösung in den Volumenstrom lokalisieren. Die Feuerwehr verschloss den Kugelhahn am Injektor und belüftete den Technikraum mittels Überdrucklüfter. Anschließend übergab sie die Einsatzstelle an den Betreiber, der die Wartungsfirma zur Reparatur verständigte.

Fallbeispiel 2

In einem Freibad mit Chlorgas in Flaschen als Desinfektionsmittel kam es während des Badebetriebs zu einem Chlorgasaustritt. Die optischen und akustischen Warneinrichtungen gaben Alarm. Die automatische Sprinkleranlage ging in Betrieb. Besucher des Freibadkiosks verspürten Reizungen der Atemwege. Da sich der Vorfall vormittags ereignete, befanden sich glücklicherweise nur ca.100 Badegäste im Freibad. Das Freibadpersonal verständigte sofort die Feuerwehr und brachte die Badegäste auf höhergelegene Bereiche des Freibads. Als die Feuerwehr eintraf, wurden sämtliche Ventile der Chlorgasflaschen verschlossen. Luftmessungen auf Chlor wurden vorgenommen. Ein Überdrucklüfter der Feuerwehr kam zum Einsatz. Der pH-Wert des abfließenden Sprinklerwassers wurde laufend kontrolliert. Die Einsatzleitung informierte die Kläranlage. Als Ursache wurde ein defektes Ventil einer Vakuumeinheit angenommen. Die zuständige Wartungsfirma wurde verständigt.

Fallbeispiel 3

Als zwei Mitarbeiter eines Hallenbads den Chlorgaslagerraum betraten, nahmen sie einen stechenden Chlorgeruch wahr. Daraufhin wurde die Feuerwehr verständigt. Bei der Lageerkundung stellte sich heraus, dass eine leere Chlorgasflasche undicht war. Vollkommen leer sind die Chlorgasflaschen nämlich nicht, es befindet sich immer noch Restchlor im Behälter. Die Feuerwehr minimierte den Chlorgehalt im Chlorgaslagerraum durch Überdruckbelüftung. Der Abtransport der Flasche erfolgte mit einem Chlorgasbergebehälter.

Fallbeispiel 4

In diesem Fall erfolgte die Desinfektion des Schwimmbadwassers in einem Hallenbad mittels Calciumhypochlorit. Ein Techniker behandelte die an den Calciumhypochloritbehälter angeschlossenen Leitungen mit saurem Reiniger und vergaß anschließend das Klarspülen mit Wasser. Die noch an den Leitungen anhaftenden Säurereste verursachten eine Chlorgasbildung im Behälter. Der Techniker verständigte die Feuerwehr, die mit einem Überdrucklüfter den Chlorgehalt im Technikraum senkte. Eine anschließende Luftmessung ergab keinen Nachweis von Chlor. Das Calciumhypochlorit, das ca. 20

Abb. 5: GHS-Kennzeichnung (Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien) von Chlor

Zentimeter tief mit säurehaltigem Wasser getränkt war, wurde samt Behälter in ein Überfass gestellt. Bis zur Abholung durch den Lieferanten wurde das Behältnis im noch vorhandenen, ehemaligen Chlorgaslagerraum zwischengelagert.

Fallbeispiel 5
Ein Techniker stellte beim Wechseln eines Chlorgasfasses in einem Freibad eine Undichtigkeit nach dem Entfernen der Schutzkappe fest. Eine Inbetriebnahme wurde daher nicht vorgenommen. Ein Anruf beim Lieferanten führte zur Abholung des undichten Fasses mittels Chlorgasbergebehälter, der in der näheren Umgebung bei der dortigen Feuerwehr stationiert ist. Zur Unterstützung beim Verladen des 800 Kilogramm schweren Fasses diente der hauseigene Stapler des Badbetreibers.

Fallbeispiel 6
In einem Hallenbad wurde nach einem Chlorgasflaschenwechsel Chlorgeruch wahrgenommen. Das Personal vermutete eine undichte Chlorgasflasche. Auch hier wurde wie im Fallbeispiel 5 der Chlorgasbergebehälter zum Abtransport der Flasche angefordert. Vor dem Verladen stellte die Feuerwehr mittels Ammoniakprobe fest, dass die Flasche keine Undichtigkeit aufwies. Eine Ursache für den Chlorgeruch konnte nicht ermittelt werden. Bis zum Eintreffen der Wartungsfirma am Folgetag blieb das Bad geschlossen.

Fallbeispiel 7
Eine halbe Stunde nach dem Wechsel eines Chlorgasfasses in einem Freibad löste die Anlage Alarm (Chlorgasaustritt) aus. Kurze Zeit später erfolgte der zweite Alarm (Chlorgasausbruch). Sofort wurde die Feuerwehr verständigt und die ca. 1.000 Badegäste in Sicherheit gebracht. Die Feuerwehr verschloss das Ventil des Fasses, unterstützte das Badpersonal bei der Evakuierung der Badegäste und führte im Freien Messungen auf Chlor durch, die negativ verliefen. Mittels Chlorgasbergebehälter wurde das Fass abtransportiert. Die zwischenzeitlich eingetroffene Wartungsfirma stellte fest, das beim Fasswechsel ein Fehler gemacht wurde. Die alte Dichtung wurde nicht entfernt. Die neue Dichtung wurde auf die alte gelegt. Dies führte zur Undichtigkeit.

Fallbeispiel 8
Wenige Tage vor Saisonbeginn wurde die Feuerwehr zu einem Chlorgasaustritt in ein Freibad gerufen. Die Chlorgasflaschen waren schon angeschlossen. Die Feuerwehr verschloss die Ventile, belüftete den Chlorgaslagerraum mittels Überdrucklüfter und übergab die Einsatzstelle an den Badbetreiber. Vermutet wurde eine Undichtigkeit an der Vakuumeinheit. Zur Abklärung verständigte der Betreiber die Wartungsfirma.

Fallbeispiel 9
Kurz vor Badeende wurde die Feuerwehr in ein Freibad gerufen. Die Chlorwarnanlage löste Alarm (Chlorgasausbruch) aus. Die Berieselungsanlage ging folglich in

Abb. 6: ADR-Kennzeichnung (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße) von Chlor

Betrieb. Die Feuerwehr verschloss die Ventile der angeschlossenen Chlorgasflaschen und belüftete den Chlorgaslagerraum mittels Überdrucklüfter. An einer Flasche war eine geringe Undichtigkeit an der Vakuumeinheit feststellbar. Nach Beendigung der Maßnahmen stand immer noch ein Alarm an. Die Feuerwehr übergab die Einsatzstelle an den Betreiber, der die Wartungsfirma verständigte.

Fallbeispiel 10
In einem Hallenbad wurde während des Badebetriebs Alarm (Chlorgasausbruch) ausgelöst. Das Badepersonal alarmierte die Feuerwehr, die die Ventile verschloss und einen Überdrucklüfter einsetzte. Der Ammoniaktest verlief an sämtlichen Chlorgasflaschen bei geöffnetem und geschlossenem Ventil negativ. Die Feuerwehr begab sich in den Technikraum und stellte fest, dass auf der Anzeige des Chlorsensors Störung stand. Bei dem ausgelösten Alarm handelte es sich demzufolge um einen Fehlalarm. Das Bad blieb aufgrund dieser Störung bis zum Eintreffen der Wartungsfirma am Folgetag geschlossen.

Fallbeispiel 11
Im selben Hallenbad wie im Fallbeispiel 10 trat einige Monate später wieder ein Fehlalarm auf. Auch hier brauchte die Feuerwehr nicht weiter tätig zu werden.

Fallbeispiel 12
Ein weiterer Fall eines Fehlalarms trat in einem Freibad während des Badebetriebs auf. Die acht Badegäste wurden vom Personal nach draußen in Sicherheit gebracht. Die alarmierte Feuerwehr verschloss das Flaschenventil und übergab die Einsatzstelle an den Badbetreiber. Bis zum Eintreffen der Wartungsfirma blieb das Bad geschlossen.

Fallbeispiel 13
In einem Freibad kam es zu einer Alarmauslösung (Chlorgasaustritt). Die durch das Badepersonal verständigte Feuerwehr verschloss die Ventile und belüftete den Chlorgaslagerraum mittels Überdrucklüfter. Der mittlerweile eintreffende Techniker des Schwimmbads stellte fest, dass der Chlorgassensor keinen Elektrolyt mehr enthielt. Die Anlage wurde bis zur Reparatur außer Betrieb genommen.

Fallbeispiel 14
Außerhalb der Badezeit kam es in einem Hallenbad zu einer Alarmauslösung (Chlorgasaustritt). Der anwesende Techniker verständigte die Feuerwehr und betätigte manuell die Sprinkleranlage. Die Feuerwehr nahm einen Chlorgeruch wahr. Sie verschloss die Ventile der Flaschen und belüftete den Chlorgaslagerraum. Eine Messung ergab einen Wert von 1 ppm Chlor. Die Tür des Chlorgaslagerraums wurde ungefähr 15 Minuten verschlossen, um erneut eine Chlormessung vorzunehmen. Wieder war Chlorgeruch wahrnehmbar und messbar. Der Ammoniaktest zeigte unterhalb des mit Aktivkohle gefüllten Adsorptionsfilters einen weißen Nebel von Ammoniumchlorid. Daraufhin wurde der Filter ausgebaut und in einem Überfass der Feuerwehr sicher verschlossen. Das Bad blieb bis zum Eintreffen der Wartungsfirma am nächsten Morgen außer Betrieb.

Literatur

1. DIN 19643, Teil 1 – 3: Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser, Beuth-Verlag, Berlin (2012).
2. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV): Regel „Betrieb von Bädern" (BGR/GUV-R-108), Juni 2009, aktualisierte Fassung Juni 2011.
3. Beurteilung von Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz in Bäderbetrieben (BGI/GUV-I 8703).
4. Informationsbroschüre der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV): Gefahrstoffe bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser, BGI/GUV-I 8688, Februar 2010.
5. Fischer H.: Chlorgasunfall im Freibad Asperg. Brandhilfe Baden-Württemberg, Ausgabe 10/2016, Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen.
6. Informationsblatt der Freiwilligen Feuerwehr Asperg: http://www.feuerwehr-asperg.de/downloads/Druckgas-Bergebehaelter-Feuerwehr-Asperg-06-2015.pdf
7. Widetschek, O.: Der große Gefahrgut-helfer, Stocker-Verlag, Graz (2012).
8. vfdb-Merkblatt: Empfehlungen für den Feuerwehreinsatz bei Gefahr durch Chlor (Juli 2017) https://www.vfdb.de/fileadmin/download/merkblatt/10/akt/MB10_05_Chlor_Ref10_2017_07.pdf

Dipl.-Ing.(FH) Harald Fischer
Fachberater Chemie in den Landkreisen Ludwigsburg und Rems-Murr

Anzeige

Fit for Fire Fighting – Das bewährte Trainings- und Ernährungsprogramm!

Best.-Nr. 988
Preis € 14,90

Fit for Fire Fighting ist das Erfolgsrezept für gesteigerte Belastbarkeit im Einsatz und für mehr persönliche Lebensqualität. Feuerwehrleute sind im Einsatz erheblichen physischen und psychischen Belastungen ausgesetzt. Erfolgreich „Retten, Löschen, Bergen, Schützen" können aber nur trainierte Feuerwehrangehörige.

Mit diesem Buch meistern Sie Motivationskrisen!
Praktische Tipps von ausgewiesenen Fachleuten.

Neckar-Verlag GmbH • Klosterring 1 • 78050 Villingen-Schwenningen
bestellungen@neckar-verlag.de • www.neckar-verlag.de