

Chlor

Carl Wilhelm Scheele entdeckte Chlor 1774, dachte aber, es handle sich um ein Oxid und kein eigenes Element. Dies konnte Humphry Davy erst 1810 beweisen, in dem er in Experimenten zeigte, dass sich kein Sauerstoff bei der Reaktion abtrennen ließ, was im Falle eines Oxids hätte sein müssen.

Der Name „Chlor“ leitet sich vom altgriechischen Wort chlōrós ab, was grün bedeutet. Namensgebend ist die gelbgrüne Farbe von Chlorgas.

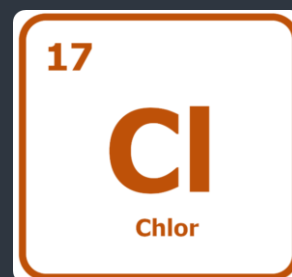
Chlor ist ein chemisches Element mit dem Symbol Cl und der Ordnungszahl 17 und gehört zur Gruppe der Halogene, der 7. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente.

Elementares Chlor existiert nur in äußerst geringen Mengen in der Natur. Aufgrund seiner hohen Reaktionsfreudigkeit kommt Chlor vorwiegend als Anion Cl⁻ (Chlorid) vor. Natriumchlorid (NaCl), das gewöhnliche Kochsalz, ist das bekannteste Chlorid das nicht nur im Boden und Meerwasser vorkommt, sondern außerdem lebenswichtiger Bestandteil des Körpers ist. Chloride kommen zu ungefähr 0,05 % in der Erdkruste vor. Weiterhin gibt es natürliche organische Chlorverbindungen mit kovalenter Bindung.

Chlor ist nicht brennbar jedoch sehr reaktionsfreudig und kann mit vielen Stoffen stark reagieren. Beim Kontakt von Chlor mit Wasserstoff, Kohlenwasserstoffen, Ammoniak, Aminen, Diethylether und einigen anderen Stoffen besteht deshalb Explosionsgefahr.

Reaktion im Wasser

Kommt Chlorgas mit Wasser in Kontakt hydrolysiert es und bildet hypochlorige Säure (HOCl, früher auch unterchlorige Säure) und Salzsäuren. Unterchlorige Säure ist mikrobizid, fungizid und algizid und damit für die desinfizierende Wirkung im Wasser maßgeblich verantwortlich.



Schwimmbaddüfte – sicherer ist, man riecht sie nicht

Wer verbindet den Geruch von Chlor nicht auch mit Sommer und einem Sonnentag im Schwimmbad - aber riecht Chlor nur vertraut gut und ist dabei schlecht?

Reines Chlor ist bei Raumtemperatur gasförmig und stark reizend für Haut und Augen. Als Lungengift reagiert Chlorgas beim Einatmen mit der Feuchtigkeit der Schleimhäute unter Bildung von hypochloriger Säure (HOCl) und Salzsäure (HCl). Dies bedingt eine starke Reizung der Schleimhäute, was bei längerer Einwirkung zu Bluthusten und Atemnot führen kann. Bei höheren Konzentrationen kommt es zur Bildung von Lungenödemen, starken Lungenschäden bis hin zum Atemstillstand.

Beim Umgang mit Chlorprodukten für die Reinigung des heimischen Gartenpools sollten die Sicherheitshinweise also streng befolgt und nötige Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Für die Poolreinigung verwendet werden Chlorverbindungen wie Natriumhypochlorit oder Chlorgranulat. Neben den akut toxischen Gefahren von zu stark chloriertem Wasser, was zu roten Augen, Hautreizungen und Atemwegsproblemen führen kann, macht Experten die Bildung chlorierter Nebenprodukte ebenfalls Sorgen. Wenn Chlor mit organischen Stoffen wie Urin, Schweiß oder Hautschuppen im Wasser reagiert, können verschiedene chlorierte Nebenprodukte entstehen, die im Gegensatz zum geruchlosen freien Chlorid stark riechen. So kommt es mit Harnstoffen zu Bildung von Chloraminen. Ein nach Chlor riechendes Schwimmbecken ist somit kein Zeichen von guter Wasserqualität. Eine weitere Gruppe von Chlornebenprodukten, die Trihalomethane (THMs), machen Toxikologen jedoch weit größere Sorgen. Diese, so zeigen die Ergebnisse einer spanischen Studie, stehen im Verdacht das Risiko für Blasenkrebs zu erhöhen. Auch um dieses Risiko zu verringern, sollte der Chlorgehalt im Pool auf ein Minimum reduziert werden.

Freies und gebundenes Chlor

Bei der Messung der Chlorgehalte im Poolwasser wird zwischen freiem, gebundenem und gesamtem Chlor unterschieden. Freies Chlor steht unmittelbar für die Desinfektionswirkung zur Verfügung und ist selbst in höheren Konzentrationen kaum geruchlich wahrnehmbar.

Gebundenes Chlor ist der Anteil, der sich nach der Desinfektion noch im Wasser befindet und dort besonders mit Harnstoffen chemische Verbindungen eingeht. Die dabei gebildeten Chloramine sind für den typischen Schwimmbadgeruch verantwortlich. Ein nach Chlor riechendes Schwimmbaden ist somit kein Zeichen von guter Wasserqualität.

Gesetzliche Vorgaben

Durch die DIN 19643 ist geregelt, wie viel Chlor im Wasser verwendet werden darf. Der Standard ist zwischen 0,3 und 0,6 Milligramm pro Liter Wasser, vorübergehend, um höheren Keimbelastungen entgegenzuwirken, darf die Chlor-Konzentration auf bis zu 1,2 Milligramm erhöht werden.

Jedoch – im größeren Kontext betrachtet überwiegen die Vorteile beim Einsatz von Chlor als Biozid bei Weitem die Risiken. Die Erkenntnis, dass die Versetzung von Trinkwasser mit Chlor, das günstig großtechnisch gewonnen werden kann, ein wirkungsvolles Mittel ist, um im Wasser enthaltene pathogene Erreger abzutöten, war einer der größten Segen für die Gesundheit der Bevölkerung in weiten Teilen der Welt. Es war der Arzt und Mikrobiologe John Laing Leal aus New Jersey, der als Gesundheitsbeamter und Sanitärberater der Wasserversorgung von New Jersey Anfang des 19. Jahrhunderts die Versetzung des Trinkwassers mit Chlor erstmal in großem Maßstab vorschlug. Viele Menschen litten an Krankheiten, die von verunreinigtem Wasser hervorgerufen wurden. Es kam auch immer wieder zu schweren Ausbrüchen von Cholera, einer häufig tödlichen Durchfallerkrankung, die durch mit Cholera-Bakterien verunreinigtes Wasser übertragen wird.

In Laborstudien hatte Leal festgestellt, dass die Zugabe der kleinen Menge von etwa 0,2 mg „Kalkchlorid“ (Kalziumhypochlorit) pro Liter Wasser eine erfolgreiche Beseitigung der Krankheitserreger bewirkte. Eine Menge, die weder gesundheitsschädlich noch sensorisch relevant ist. Jedoch gab es auch großen Widerstand gegen die von Leal eingeführte Chlorung des Trinkwassers und eine große Gemeinschaft von Verfechtern des „reinen Trinkwassers“. So mussten mehrere gerichtliche Verfahren und viele Beweisführungen überstanden werden, bis die Chlorierung des Trinkwassers akzeptiert wurde.

Aufgrund der Erderwärmung und damit steigender Temperaturen des Trinkwassers muss in immer mehr Regionen der Erde das Wasser mit Chlorprodukten desinfiziert werden. Doch leider fehlt es in vielen Regionen der Welt noch immer an den nötigen Aufreinigungsanlagen und damit an genügend sauberem Trinkwasser - mit gravierenden Folgen. So erkranken nach Aussage der WHO alleine an Cholera jährlich etwa 2,9 Millionen Menschen und rund 95.000 Menschen sterben pro Jahr an dieser Krankheit.

Text: Ute Haßmann

Literatur und links:

- Binnewies, Jäckel, Willner, Rayner-Canham: Allgemeine und Anorganische Chemie. 3. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag 2016
- [Trinkwasserverordnung | US-EPA \(www-epa-gov.translate.goog\)](#)
- [DVGW e.V.: Desinfektionsmittel](#)
- Foto von [Clark Tai](#) auf [Unsplash](#)