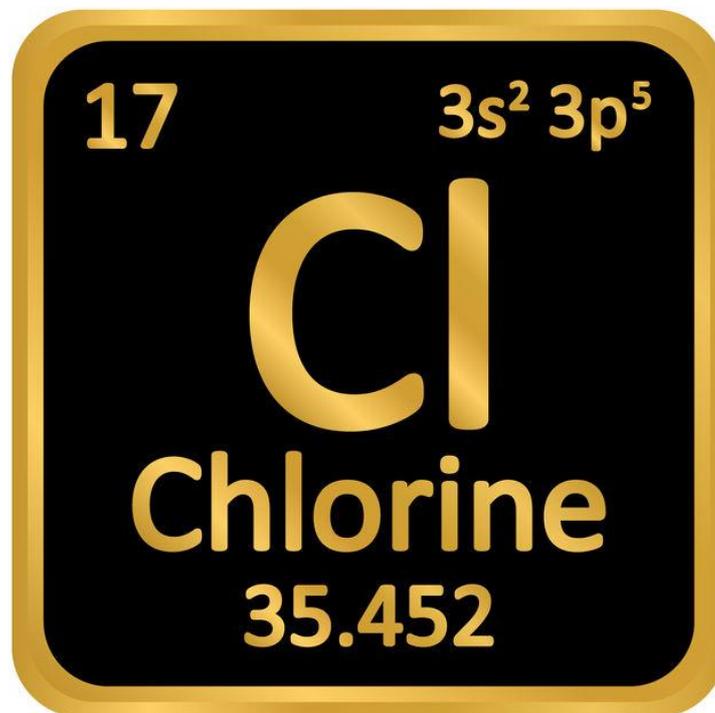


Chlor

Klassenstufe	Thema	Niveau	Vorbereitungszeit
Sek I	Chlor	• •	• •

Autor: Harald Scheve

Inhalt

1. Allgemeine Einleitung	3
1.1 Didaktischer Ansatz:	4
1.2 Lernen ist Chemie?	4
1.3 Lernpsychologische Konsequenzen für die Chemiedidaktik:	5
1.4. Hinweise zum fächerübergreifenden Arbeiten	5
1.5. Fächerübergreifendes Projekt und weitere fachdidaktische Tipps:	6
2. Chlor – Einleitung ...und etwas Chemie.....	7
2.1 Definitionen	7
2.2 Entdeckung	8
2.3 Technische Herstellung von Chlorgas	8
2.4 Aufbereitung von Trinkwasser	10
2.5 Verwendung von Chlor	12
2.6 Chlor und Gesundheit – geht das überhaupt?	13
3. Versuchsreihe um das Thema Chlor - Es stinkt!.....	14
3.1 Herstellung von Chlorgas im Labor.....	14
3.2 Wenn es stinkt!	16
3.3 Chlorgas selbst gemacht oder Reinigen bis der Arzt kommt	17
3.4 Elektrolyse von Salzsäure.....	18
3.5 Schmelzelektrolyse	21
3.6 Bleichen	22
3.7 Reaktion von Eisenwolle mit Chlor	23

1. Allgemeine Einleitung

Ob Backpulver, Essig in der Küche oder Kalkmörtel beim Bau oder Dioxin in Hühnereiern. Chemie ist allgegenwärtig. Fritz Haber war genialer Erfinder, entwickelte das nobelpreisprämierte Verfahren, mit dem Ammoniak billig in großen Mengen hergestellt werden kann, revolutionierte so die Herstellung von Düngemitteln - und die von Sprengstoff. Fritz Haber aber schlug selbst vor, chemische Waffen – zunächst Chlorgas – an der Front einzusetzen. Seine Ehefrau bewunderte ihren Mann aber nicht, im Gegenteil! Sie bezeichnete den Einsatz ihres Mannes „als Perversion“ der Wissenschaft. Haber wurde nach dem „erfolgreichen“ Giftgasangriff zum Hauptmann befördert. Clara erschoss sich.

An großen Naturwissenschaftlern wie Fritz Haber kann man jedoch auch die Fragwürdigkeit von Fortschritt festmachen. Viele Wissenschaftler haben sich in den letzten Jahrhunderten zum Wohle der Menschheit eingesetzt, aber viele haben auch ihren Auftrag pervertiert und so haben sie dafür gesorgt, dass wissenschaftliche Errungenschaften auch für z.B. kriegerische Zwecke (Atombombe etc.) eingesetzt wurden.



Auch der Chemielehrer steht hier unter einer besonderen Herausforderung. Er sollte die Chemie nicht als Allheilmittel und Menschheitssegens darstellen, sondern eben auch die negativen Aspekte von Fortschritt erwähnen, so dass unsere Schüler ein differenziertes Bild vom wunderschönen Fach Chemie bekommen.

Unbestritten ist heutzutage, dass praxisorientierte Inhalte für das Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht nicht nur förderlich, sondern auch unverzichtbar sind.

Aus organisatorischen Gründen können wir als Chemielehrer selten das leisten, was die Chemiedidaktiker (an den Unis und Studienseminaren) uns vorgaukeln. Zu große Lerngruppen, Einzelstunden etc. sind nur einige Hindernisse, die der Schulalltag für Chemielehrer hat. Trotzdem müssen wir das Beste daraus machen. Gerade der Autor dieser Zeilen hatte in den letzten Wochen vor den Sommerferien z.B. mit Projekten gefüllt. Bei einem Projekt wurde ausführlich die Seifenherstellung in der Antike, im Mittelalter und heute durchgenommen, eine Ausstellung vorbereitet, aber auch 30kg Seife mit den Schülern selbst hergestellt. Diese wurde dann bei einem Schulfest verkauft. Unsere Ausstellung war ein voller Erfolg!

1.1 Didaktischer Ansatz:

Entscheidend ist die didaktische Analyse. Wo sind meine Schüler, und wo kann ich sie am besten abholen – ohne dass die Mehrheit stehen gelassen wird. Gerade im Fach Chemie ist das manchmal schwierig umzusetzen. Nicht ohne Grund rangiert das Fach Chemie unter Schülern auf den hinteren Rängen.

Ein chemischer Sachverhalt muss nicht immer zwangsläufig in Formeln gefasst sein, um ihn zu verstehen. Die Abstraktionsstufen können je nach Alter, Klassenstufe und Niveau angepasst werden. Bevor man chemische Formeln benutzt, kann man z.B. auch Wortgleichungen einführen. Sicherlich plädieren wir nicht für eine Reduktion chemischer Formeln! Es sei nur darauf hingewiesen, dass man auch in der Chemie alles so didaktisch reduzieren kann, dass es auch für untere Lerngruppen zu verstehen ist. Dieses Thema bietet so einen starken Alltagsbezug und gleichzeitig erkennen die Schüler, dass fachmethodische Kenntnisse notwendig sind, um herauszufinden, welche Stoffe beispielsweise im Chlor sind.

Unsere didaktischen Anregungen haben folgende Vorteile: Von Fachleuten für Fachleute!

Chlor ist ein typisches Beispiel für ein Thema aus der Chemie, welches häufig angeschnitten wird. Ob bei der Salzbildung, ob bei den Additionsreaktionen der Organischen Chemie, ob bei Kunststoffen...

Immer wieder findet Chlor auch seinen Nachhall im Unterricht. Allerdings nicht als kompaktes Thema. Sicherlich müssen die Schüler schon im 9. oder 10. Schuljahr sein. Es wäre auf jeden Fall bedenkenswert, dass man das Thema kompakt angeht. Äußerst wichtig bei dieser Reihe sind natürlich die Lehrerversuche, Schülerversuche dürfen nicht durchgeführt werden!

1.2 Lernen ist Chemie?

Lernen bewirkt biologische und chemische Veränderungen im Gehirn. Es handelt sich dabei um Verknüpfungen zwischen den Hirnzellen, den Neuronen. Je mehr solcher Verknüpfungen gebildet werden, desto größer auch der Wissensstand bzw. desto schneller findet man abgespeicherte Informationen. Zwar ist die Anzahl der Neuronen, wie man vermutet, konstant, aber die Verknüpfungen zwischen ihnen können durch Lernen aufgebaut oder durch Nichtgebrauch abgebaut werden. Gerade klare Strukturen, Wiederholungen und Arbeiten am Modell haben großen Einfluss auf unser Lernen...! Schüleraktivität steigert z.B. das Behalten.... Und diese Erkenntnis der Lernpsychologie ist nicht nur auf die Chemiedidaktik begrenzt!

1.3 Lernpsychologische Konsequenzen für die Chemiedidaktik:

Von der Lernpsychologie wissen wir, dass Wissen, das vernetzt werden kann, gesichertes Wissen ist. Je mehr die Schüler Assoziationen und Verknüpfungspunkte zu vorhandenem Wissen setzen können, desto effektiver lernen sie. Anschauungsmaterial in den Unterricht einbauen:

Dies können sein: Bilder, Videosequenzen, Modelle, Diagramme, Schülerversuche (wo möglich), ansonsten Lehreremonstrationsexperimente, fächerübergreifende Projekte! (Wo möglich!) Internetrecherchen mit klar vorgegebenen Fragen oder Aufgaben (unbedingtes Zeitlimit), Impulsreferate von Schülern für Schüler zu einzelnen (z.B. geschichtlichen) Themen, Schülerversuche oder Lehrerversuche sind das Salz in der Chemiesuppe!

Wichtiges Prinzip des modernen Chemieunterrichts sollte ein forschend-entwickelnder Unterricht sein!

1.4. Hinweise zum fächerübergreifenden Arbeiten

Die Möglichkeiten das Thema „Chlor“ im Unterricht zu behandeln sind wie immer vielfältig. Dieses Thema bietet nahezu exemplarisch einen breiten geschichtlichen, biologischen, medizinischen, sozialkritischen und chemischen Bezug.

Biologie:

- Was passiert genau zwischen Chlor und den Schleimhäuten?
- Chlor und Gesundheit
- Warum nimmt man Chlor zur Desinfektion von Schwimmbädern?
- Welche Folgen hatte der Chlorgaseinsatz im 1. Weltkrieg?
- Welche chemischen Kampfmittel gibt es? Kurze Beschreibung von deren Wirkung.

Geschichte und Deutsch, Sozialkunde:

- Warum wählte Fritz Haber Chlorgas als Kampfmittel für den 1. Weltkrieg?
- Wie viel Tote gab es im 1. Weltkrieg durch den Einsatz von Chlor?

1.5. Fächerübergreifendes Projekt und weitere fachdidaktische Tipps:

Das Thema Chlor kommt im Chemieunterricht immer wieder vor. Meist aber nicht als Überthema Chlor, sondern zu den Themen, wie Redox-Gleichungen, Elektrolyse, Salzbildung etc. Gerade deshalb wäre es durchaus sinnvoll eine ganze Unterrichtsreihe unter dem Thema Chlor zu versuchen. Gerade kurze Schülerreferate – wenn sie gut gemacht sind - bereichern ungemein den Unterricht. Sie sollten vorher natürlich genau durchsprechen, welche Aspekte sie in einem Referat verlangen! Wie sollte die Form aussehen? Ein Referat per Power Point kann wirklich sehr langweilig sein, wenn der Referent nur vorliest und nicht frei vorträgt... Sagen Sie bitte nicht an dieser Stelle, dass man Schülerreferate nur ab der Oberstufe verlangen kann. Mitnichten, denn auch schon Schüler der 6.Klassen (nach meiner Erfahrung) können wunderbare Referate (auch schon mit Unterstützung von verschiedenen Medien) halten.

Sicherlich muss man fachlich etwas reduzieren, aber möglich ist dieses alles.... Seit vielen Jahren geben bei mir auch keine Schüler mehr Referate ab, denn man kann heutzutage kaum noch kontrollieren aus welchen Quellen die Informationen stammen. Auch ist es möglich, Referate komplett aus dem Internet runter zu laden.... Aus diesem Grunde vergebe ich immer noch Referate, aber diese müssen mündlich vorgetragen werden!

Hinweise:

Selbstverständlich hat der Autor nicht den Anspruch in allerletzter Wissenschaftlichkeit umfassend das Thema Chlor darzustellen. Ich denke, dies wäre Aufgabe eines Staatsexamens oder einer Diplomarbeit und auch da wird bekanntlich manchmal ungenau (!) gearbeitet. Interessant ist allerdings aber auch wie stellenweise äußerst nachlässig und fehlerhaft – in bestimmten Internetquellen – zitiert oder angeführt wird!

Wir haben wieder einmal darauf verzichtet alle R- und S- Sätze in Vollständigkeit anzugeben!

2. Chlor – Einleitung ...und etwas Chemie

Chlor ist chemisch gesehen ein sehr interessantes Element. Ganze Industriezweige wären ohne das Element Chlor nicht denkbar (siehe [2.5 Verwendung von Chlor](#)). Allerdings gehen auch Tausende von Toten auf dieses Element der 7. Hauptgruppe. Zum ersten Mal setzte das deutsche Militär Chlorgas am 22. April 1915 in der zweiten Flandernschlacht bei Ypern ein. Deutsche Truppen ließen 150 Tonnen des toxischen Gases nach dem sogenannten Haber'schen Blasverfahren entweichen. Hierbei wurden Flaschen mit flüssigem Chlor in die Schützengräben hinter der Brustwehr eingegraben. Über Bleirohre wurde das Gas in die gegnerischen Stellungen "geblasen". Etwa 15000 Menschen erlitten dadurch Vergiftungen, 5000 starben.

Chlorgas wurde kurze Zeit später durch das wesentlich effektivere (!) Phosgen (COCl_2) ersetzt. Dieses Gas – ebenfalls mit Chloratomen – ist für zig Tausende Gasverletzte verantwortlich zu machen. Chemische Waffen verursachten im Ersten Weltkrieg auf beiden Seiten insgesamt etwa 100.000 Tote und 1,2 Millionen Verwundete. Der Einsatz von chemischen Kampfmitteln war allerdings nicht Habers Erfindung. Chlorgas als Kampfmittel wurde schon 1862 im amerikanischen Bürgerkrieg durch den General Doughty gegen die Südstaaten empfohlen.

Chlor gehört zusammen mit Fluor, Brom und Iod zu den Halogenen. Es ist das häufigste Element seiner Gruppe und steht mit einem Anteil von 0,19 Gew. % in der Erdkruste an 11. Stelle. Chlor kommt außer in Vulkangasen nicht elementar vor. In gebundenem Zustand sind Chloratome aber in Salzen (Chloriden) in großen Mengen vorhanden. Wichtige Salzminerale sind Steinsalz (NaCl) oder Sylvin (KCl). Meerwasser enthält 1,9% ionisiertes Cl (meist aus NaCl). Chlor ist nach Fluor das reaktionsfähigste nichtmetallische Element und reagiert bereits bei Zimmertemperatur mit den meisten Elementen (Metallen und Nichtmetallen) unter großer Wärmeentwicklung. Zum Erlangen der Edelgaskonfiguration fehlt Chlor lediglich ein Elektron, so dass es in Verbindungen sehr häufig die Oxidationsstufe -1 hat. Daneben treten auch $+7$, $+5$, $+3$ und $+1$ auf.

Mit allen Alkalimetallen und Erdalkalimetallen erfolgt eine heftige Reaktion. Mit Natrium bildet sich unter heller, gelblicher Lichterscheinung Natriumchlorid. Selbst die Edelmetalle Platin, Gold und Silber bilden nach Erwärmen mit Chlor die entsprechenden Chloride.

2.1 Definitionen

Der Name des Elementes leitet sich vom griech. $\chi\lambda\omega\rho\omicron\varsigma$ chlōrós („hellgrün, frisch“) ab. Dieser Name wurde nach der typischen gelbgrünen Farbe des Chlorgases gewählt. Unter Normalbedingungen ist Chlor ein grün-gelbes, erstickend riechendes, Schleimhäute stark angreifendes Gas. Längeres Einatmen von Luft mit Chlor $60\text{mg}/\text{m}^3$

- Seite 7 -

ist lebensgefährlich. Akute starke Vergiftungen führten zu blutigem Atemwegsinfektionen mit Gefahr von Lungenentzündung und des Lungenödems. Das Gas ist 2,5-mal schwerer als Luft. Es löst sich enorm gut in Wasser. Chlor kommt in grauen Stahlflaschen in den Handel und darf in Schulen nicht aufbewahrt werden. Chlor bildet wie alle gasförmigen Elemente (außer Edelgasen) zweiatomige Moleküle. Es ist eines der am reaktivsten chemischen Elemente und kommt deshalb auch nicht elementar vor.

2.2 Entdeckung

Anfang der 70er des 18. Jahrhunderts nahm der schwedische Chemiker Carl Wilhelm Scheele intensive Untersuchungen an Braunstein (MnO_2) vor. Als er diesen mit Salzsäure behandelte, bemerkte er ein Gas mit grünlicher Färbung und stechendem Geruch. Diese Beobachtung veröffentlichte er 1774 und vermutete, es handle sich bei diesem Gas um eine chemische Verbindung und nannte sie dephlogistierte Salzsäure. Die elementare Natur des Gases erkannte er nicht. Erst dem Engländer Sir Humphry Davy gelang 1810 der Nachweis, dass es sich bei diesem Gas um ein neues Element handelte.

2.3 Technische Herstellung von Chlorgas

Da Chlor in vielen Bereichen der Chemie verwendet wird, ist die technische Herstellung von großer Bedeutung. Insgesamt wurden in Deutschland 2010 rund 5 Millionen Tonnen Chlor hergestellt. Generell wird Chlor heute technisch durch 3 unterschiedliche Verfahren gewonnen:

1. Amalgam-Verfahren
2. Diaphragma-Verfahren
3. Schmelzflusselektrolyse

Das Amalgam-Verfahren ist in seiner Bedeutung gesunken, da hier sehr große Kosten anfallen und das Quecksilber äußerst problematisch ist. Aus diesem Grunde möchte ich im Folgenden nur auf die anderen beiden Verfahren eingehen.

Diaphragma-Verfahren:

Allgemein nimmt man eine Solelösung (also Natriumchlorid 270g NaCl/l Wasser)) und elektrolysiert diese. Dabei entstehen vereinfacht Wasserstoff, Natronlauge und Chlor. Um möglichst reine Natronlauge zu erhalten, muss eine Durchmischung der NaCl-Lösung mit der Natronlauge vermieden werden. Außerdem muss das gebildete Chlor von der Natronlauge ferngehalten werden, da sonst die Disproportionierung des Chlors stattfindet:



Beides erreicht man durch die Verwendung des Diaphragmas.

Kathode:Anode:Gesamtgleichung:

Schmelzflusselektrolyse

Bei diesem Verfahren erhalten wir reines Natrium und Chlorgas. Man nimmt meist ein Gemisch aus 30% Natriumchlorid , 25% Calciumchlorid. Außerdem nimmt man als Flussmittel 45% Bariumchlorid. Die Reaktionstemperatur liegt bei 600°C, man nimmt 7 V Spannung und 40000 Ampere als Stromstärke. Die Eisenkathode ist wegen einer möglichen Rückreaktion durch ein feines Drahtnetz aus Stahl von der übrigen Zelle getrennt.

Kathode:



Anode:



2.4 Aufbereitung von Trinkwasser

Trinkwasser muss frei sein von Krankheitserregern sein. Diese Forderung, so in § 4 der TrinkwV 2001, geht auf leidvolle Erfahrungen vor allem in den vergangenen Jahrhunderten zurück, in denen es durch die klassischen Seuchenerreger zu zahlreichen Epidemien mit schwerwiegenden Erkrankungen und auch Todesfällen kam. 1892 ereignete sich die größte dokumentierte Trinkwasserseuche mit Cholera in Hamburg, an der 8605 Menschen verstarben. Epidemien, welche durch verunreinigtes Trinkwasser im letzten Jahrhundert hervorgerufen wurden, kosteten in Mitteleuropa Millionen von Menschen das Leben.

Die Desinfektion ist der Prozess, welcher gesundheitsgefährdende Organismen (Pathogene) entfernt oder physikalisch/chemisch abtötet. Sterilisation ist das Abtöten aller Lebewesen im Wasser. Neben der Chlorierung gibt es auch andere Verfahren, welche mehr oder weniger oft zur Desinfektion eingesetzt werden wie z. B die oxidative Entkeimung mit aktiviertem Sauerstoff, die physikalische Entkeimung durch UV- Bestrahlung, die Kontaktentkeimung an Silber und die biologische Entkeimung auf Langsamfiltern.

Chlorgas (Cl₂)

Das Chlorgas-Verfahren wird wegen seiner Einfachheit oft mit geringer Dosierung vor der Wasserabgabe in das Rohrnetz oder als Sicherheitschlorung in Fernleitungen eingesetzt, auch wenn schon eine andere Art der Desinfektion (z. B. Aktivkohlefilter) erfolgt ist. Wird dieses Chlorgas (gasförmig) in das aufzubereitende Wasser eingeleitet, reagiert es sofort unter Bildung von unterchloriger Säure und Salzsäure:



Die bakterizide Wirkung geht also vom HOCl-Molekül aus. Die Vorteile der Chlorgas-Entkeimung liegen in der Einfachheit des Systems, der leichten Beschaffung des verflüssigten Chlorgases, der schnellen Reaktion mit den Wasserinhaltsstoffen und der geringen Dosierung. Die meisten Keime sind nach 5 Minuten Einwirkzeit vernichtet.

Natriumhypochlorit (NaOCl)

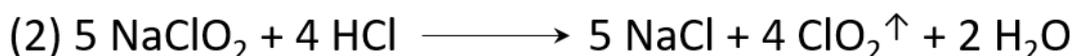
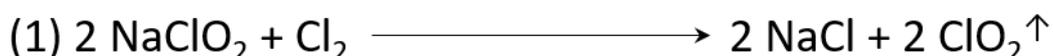
Der chemische Hintergrund ist gleich dem des Chlorgases. Das Natriumhypochlorit reagiert beim Einlassen in das Wasser zu unterchloriger Säure:



Als Vorteil gilt die geringe toxische Wirkung des Natriumhypochlorids als auch die einfache Handhabung. Die Nachteile sind die längere Wirkungszeit von bis zu einer Stunde und auch die höheren Kosten. Außerdem ist die Wirkung gegenüber Viren nicht eindeutig geklärt. Natriumhypochlorid wird hauptsächlich in kleineren Wasserwerken benutzt.

Chlordioxid (ClO₂)

Um mit Chlordioxid Wasser zu desinfizieren muss es vor Ort hergestellt werden. Es gibt zwei Möglichkeiten der Herstellung von Chlordioxid, erstens aus Natriumchlorit und Chlor oder zweitens aus Natriumchlorit und Salzsäure:



Ein Vorteil dieses Verfahrens ist natürlich der Verzicht auf Chlorgas, aber auch die kurze Reaktionszeit zur Entkeimung von wenigen Minuten. Chlordioxid kommt hauptsächlich bei stark organisch belastetem Wasser zu Einsatz.

2.5 Verwendung von Chlor

Chlor ist eines der wichtigsten Grundstoffe der chemischen Industrie! Alle Produkte, die mit Hilfe von Chlor hergestellt werden, aufzuzeigen, würden wirklich zu weit führen. Hier nur einige Bereiche:



2.6 Chlor und Gesundheit – geht das überhaupt?

Neben der hoch toxischen Wirkung von Chlorgas, die bereits beschrieben wurde, sind die einfach negativ geladenen Chlorid-Ionen lebensnotwendig. Die Chlorid-Ionen kommen in einigen Mineralien wie Steinsalz (NaCl), Sylvin (KCl), Carnallit ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) und Kainit ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$) vor, doch man nimmt sie normalerweise nur in Form von gelöstem Natriumchlorid auf. Ein gesunder Mensch muss etwa 5-10 g Natriumchlorid, am Tag aufnehmen, um alle Stoffwechselprozesse zu erhalten. Der Überschuss wird über den Harn ausgeschieden. Bei zu viel Salz (was in Mitteleuropa wohl oft die Regel ist) können sich Nierensteine bilden und man bekommt oft zu hohen Blutdruck.

Wozu braucht der Körper Chlorverbindungen?

- Im Wasserhaushalt sorgen sie dafür, dass der Kochsalzgehalt in allen Körperflüssigkeiten nahezu konstant bleibt; anders ausgedrückt sorgen sie für einen Konzentrationsausgleich. Zugleich sind sie ein wichtiger Schutz vor Austrocknung.
- Ohne Chlorid keine Salzsäurebildung im Magen, diese ist lebensnotwendig zur Keimabtötung und zur Aktivierung des Enzyms Pepsin, das zum Proteinabbau notwendig ist.
- Hypochlorit-Bildung läuft ohne Chlor nicht ab. Dieser Stoff wirkt im Stoffwechsel als Desinfektionsmittel und Aktivator körpereigener antibiotisch wirkender Stoffe. Im Immunsystem ist die Hypochlorit-Bildung in den weißen Blutkörperchen ein.
- Im Nerven- und Bewegungssystem sorgen sie dafür, dass es nicht zu einem Überschießen der Nervenerregungen kommt. Sie verhindern also unerwünschtes „Nervenflattern“ und sorgen für einen geregelten Ablauf in unserem Nervensystem, das zu einem großen Teil von Natrium-Ionen geregelt wird.

Physiologische und toxikologische Eigenschaften von Chlor

Chlorgas selbst wirkt stark zerstörend auf tierisches und pflanzliches Gewebe. Ursache ist seine hohe Oxidationskraft, die Verdrängung von Wasserstoff in organischen Bindungen, sowie auch die Chlor-Addition an Doppelbindungen. Auf diese Weise vernichtet es Bakterien, Algen und andere Mikroorganismen. Luft, die 0,5 -1% Chlorgas enthält, wirkt auf Säugetiere und den Menschen rasch tödlich (Bildung von HCl und freien Sauerstoffradikalen). Selbst ein Chlorgehalt der Luft von 0,001% verätzt die Lungen.

3. Versuchsreihe um das Thema Chlor - Es stinkt!

3.1 Herstellung von Chlorgas im Labor

Im Labor kann man auf unterschiedliche Weisen Chlor darstellen. Bevor Sie anfangen, sollten Sie immer etwas z.B. Natriumthiosulfat-Lösung bereitstellen! Sie können aber auch Holzkohle, Aktivkohle oder Kieselgur nehmen. Auf jeden Fall sollten Sie ein Mittel haben, mit dem sie austretendes Chlor ungefährlich machen können. Ich habe bisher immer mit „Antichlor“ (Na₂S₂O₃) gute Erfolge erzielt. Im 200 ml Erlenmeyerkolben werden 10 g Natriumthiosulfat in reichlich dest. Wasser gelöst.



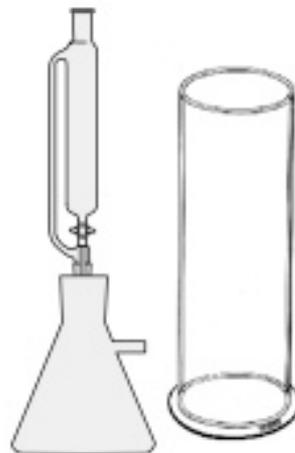
Selbstverständlich müssen alle Chlorversuche im funktionierenden Abzug gemacht werden!

Chemikalien:

- Mangandioxid (Bestellnummer [32200](#))
- Konz. Salzsäure (Bestellnummer [46750](#))
- Kaliumpermanganat (Bestellnummer [27000](#))
- Chlorkalk (Bestellnummer [14600](#))

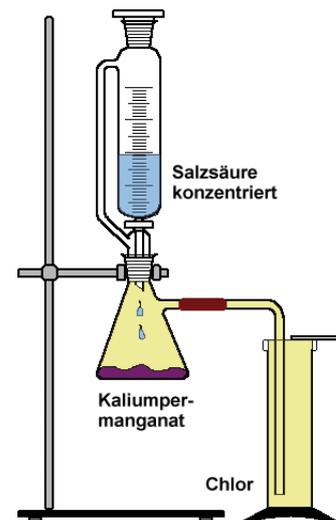
Geräte:

- Gasentwickler (Bestellnummer [204551](#))
- Standzylinder (Bestellnummer [122139936](#))
- Stativ (Bestellnummer [778582](#))
- Dreifuß (Bestellnummer [320505232](#))
- Bechergläser (Bestellnummer [110310636](#))
- Erlenmeyerkolben (Bestellnummer [110322636](#))



1. Einwirkung von Salzsäure auf Kaliumpermanganat

Wir bauen das Stativ – wie immer, wenn es um Chlor geht – im Abzug auf. Schon nach einigen Sekunden sehen die Schüler, dass im Standzylinder ein gelb-grünes Gas entsteht... Chlor!

Auswertung:**2. Erhitzen von Braustein mit Konz. Salzsäure****Durchführung:**

Auch dieser Versuch kann nur als Lehrerversuch durchgeführt werden... Und wie immer im Abzug!

Auswertung:**3. Auftropfen von Konz. Salzsäure auf Chlorkalk**

Auch dieser Versuch wird mit dem Gasentwickler im Abzug durchgeführt. Schon nach einigen Minuten sieht man auch einige Meter entfernt ein grünes Gas... Chlor!

Auswertung:

3.2 Wenn es stinkt!

Chemikalien:

- Chlorwasser
- Grasaufguss

Geräte:

- Erlenmeyerkolben (Bestellnummer [110322636](#))
- Bechergläser (Bestellnummer [110310636](#))
- Filterpapierstreifen (Bestellnummer [185000](#))
- Pipetten (Bestellnummer [710011](#))

Durchführung:

In einem großen Becherglas werden Blätter, Gras und alles Mögliche Grünzeug mit warmem Wasser angesetzt. Das Ganze lässt man mehrere Tage stehen.

Auswertung:

Grasaufgüsse werden in der Biologie benutzt, um für mikroskopische Zwecke Einzeller zu züchten. Diese Mikroorganismen verursachen den fauligen Geruch.



In Chlorwasser ist hypochlorige Säure, die ein starkes Oxidationsmittel ist. Durch Zugabe des Chlorwassers werden die Mikroorganismen oxidiert, abgetötet und der faulige Geruch verschwindet.

3.3 Chlorgas selbst gemacht oder Reinigen bis der Arzt kommt

Chemikalien:

- Essigreiniger (Gefahren auf der Verpackung nachlesen)
- Chlorreiniger (Gefahren auf der Verpackung nachlesen)
- Kaliumiodid (Bestellnummer [26620](#))
- Filterpapier (Bestellnummer [185000](#))

Geräte:

- Petrischale (Bestellnummer [191130317](#))
- Becherglas 50 ml (Bestellnummer [110311617](#))
- Uhrglas 6 cm (Bestellnummer [112332134](#))

Durchführung

In ein Becherglas werden je 7 ml Essigreiniger und Chlorreiniger gegeben und mit einem Kaliumiodid-getränktem Filterpapier abgedeckt. Zum Beschweren des Filterpapiers wird ein Uhrglas benutzt. Schon nach ca. 15 Sekunden ist eine starke Braunfärbung zu sehen.

Auswertung

In Essigreiniger ist Essigsäure vorhanden. Versetzt man Hypochlorid-Reiniger mit Säure, so entsteht in einer Komproportionierung-Reaktion elementares Chlor:



Durch die Farbänderung des Filterpapiers kann man schließen, dass sich ein Gas gebildet hat. Die Braunfärbung zeigt an, dass es sich um Chlorgas handelt:



Was bedeutet das nun für denjenigen, der so unverantwortlich mit Reinigern umgegangen ist? Je nach der Menge der beiden Reiniger wird entsprechend viel Chlorgas freigesetzt und es kann von leichten Reizungen der Atemwege und Schleimhäuten bis zu lebensgefährlichen Verätzungen kommen. Darum ist es besonders wichtig immer auf die Inhaltsstoffe von Haushaltsreinigern zu achten, um oben beschriebene Unfälle zu vermeiden.

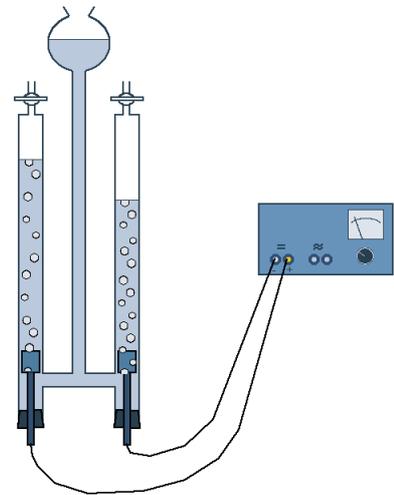
3.4 Elektrolyse von Salzsäure

Chemikalien:

- Konz. Salzsäure (Bestellnummer [46750](#))
- Kaliumiod-Stärke-Lösung
- Natriumthiosulfat (Bestellnummer [38000](#))

Geräte:

- Spannungsgerät (Bestellnummer [71144007](#))
- Kabelmaterial
(Bestellnummer [139011901](#) & [139011900](#))
- Platinelektrode (Bestellnummer [139099002](#))
- Graphitelektrode (Bestellnummer [139099004](#))
- Bunsenbrenner (Bestellnummer [320507330](#))
- Reagenzglas (Bestellnummer [112611023](#))
- PVC-Schlauch (Bestellnummer [71093359](#))
- Hoffmann'scher Wasserzersetzungsapparat (Bestellnummer [139011400](#))
- Bechergläser (Bestellnummer [110310636](#))



Durchführung:

Ein Hoffmann'scher Wasserzersetzungsapparat wird mit konzentrierter Salzsäure befüllt. Als Anode dient eine Graphitelektrode, als Kathode eine Platinelektrode. Nun wird eine Spannung angelegt (Gleichstrom). Die Spannung wird so lange erhöht, bis an beiden Elektroden eine Gasentwicklung zu erkennen ist. Die Spannung bleibt nun so lange angelegt, bis sich in den beiden Schenkeln des Apparates ausreichend Gas (etwa 15-20 ml) gebildet hat. Dann ist die Elektrolyse zu beenden.

Das entstandene Gas im Schenkel über der Kathode wird nun in ein Reagenzglas geleitet (Öffnung des Reagenzglases nach unten). Anschließend wird das Reagenzglas mit der Öffnung in die Flamme eines Bunsenbrenners gebracht.

Das Gas im Schenkel über der Anode wird in eine Kaliumiodid-Stärke-Lösung eingeleitet.

Sicherheitshinweis: Da bei diesem Versuch eine nicht unbeträchtliche Menge an Chlorgas dargestellt wird, ist aus Gründen der Sicherheit eine ausreichende Menge an gesättigter Natriumthiosulfat-Lösung bereitzuhalten.

Auswertung:

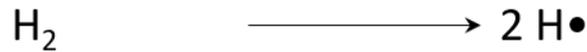
Das Reagenzglas, welches mit dem Gas über der Kathode gefüllt wurde, hält man über eine Bunsenbrennerflamme. Man hört einen Knall. Wir haben Wasserstoff nachgewiesen. Das andere Gas, welches man mit einem umgedrehten Reagenzglas auffangen konnte, wird in eine Kaliumiodid-Stärke-Lösung gebracht und verfärbt sich blau-schwarz. Außerdem riecht man schon den charakteristischen Chlorgeruch.

Bei der Elektrolyse laufen zwei Reaktionen ab, die Kathodenreaktion und die Anodenreaktion. Sie lassen sich folgendermaßen darstellen:

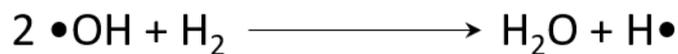
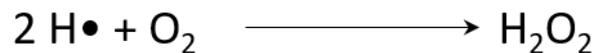
Anode:**Kathode:****Gesamtgleichung:**

Der Wasserstoffnachweis erfolgt als „Knallgasreaktion“. Bei der Reaktion handelt es sich um einen radikalischen Kettenmechanismus.

Kettenstart:



Kettenreaktion:



Kettenabbruch, z.B.:



Der Chlor-Nachweis wird indirekt durch eine Iod-Stärke-Reaktion geführt. In die Lösung eingeleitetes Chlor wird durch vorhandene Iodid-Ionen zu Chlorid reduziert, während Iodid-Ionen zu Iod oxidiert werden.

3.5 Schmelzelektrolyse

Sicherlich könnte man auch Natriumchlorid verwenden. Doch der Schmelzpunkt liegt relativ hoch (um 800°C), so dass sich Lithiumchlorid besser anbietet.

Chemikalien

- Lithiumchlorid (Bestellnummer [30510](#))
- Kaliumchlorid (Bestellnummer [25200](#))
- Iod-Stärke-Papier
- Phenolphthalein (Bestellnummer [42410](#))

Geräte:

- Stromquelle (Bestellnummer [71144007](#))
- Kabelmaterialien (Bestellnummer [139011901](#) & [139011900](#))
- Graphitelektrode (Bestellnummer [139099004](#))
- Messgerät (Bestellnummer [71104005](#))
- Bunsenbrenner (Bestellnummer [320507330](#))
- Reagenzglas (groß) (Bestellnummer [112611023](#))
- Tiegel (feuerfest) (Bestellnummer [212115436](#))
- Regelbarer Widerstand

Durchführung:

Zuerst bauen wir einen Elektrolyseapparat auf. Wir können das Ganze auch vereinfachen. In einen Porzellantiegel mit festem Lithiumchlorid und Kaliumchlorid werden zwei Graphitelektroden eingetaucht. Die Elektroden werden mit einer Gleichspannungsquelle verbunden und zum Ablesen der Stromstärke ein Messgerät (5 A) in Reihe geschaltet. Mit dem Bunsenbrenner wird das Ganze bis zur Schmelze heftig und lange erhitzt. Mit dem Widerstand wird die Stromstärke reguliert, die Spannung sollte ungefähr bei 15 Volt liegen. Nach circa 15 Minuten kann der Versuch abgebrochen werden.

Auswertung:

An der Anode kann mit feuchtem Iod-Stärke-Papier entstehendes Chlorgas nachgewiesen werden.



An der Kathode kann durch vorsichtiges Eintauchen der Lithiumtropfen in mit Wasser versetztes Phenolphthalein das Lithium nachgewiesen werden.



3.6 Bleichen

Zuerst zeigt man den Schülern Papier (Taschentücher oder anderes Umweltpapier), welches die Aufschrift trägt: „Chlorfrei gebleicht“. Die Schüler äußern sich jetzt und der Lehrer hält die Gedanken der Schüler fest. Vielleicht können die Schüler Gedanken zum Thema Bleichen generell äußern. Wie kann man Bleichen? Was versteht man unter Bleichen? Die Schüler werden sehr wahrscheinlich äußern, dass man unter Bleichen, den Entzug von Farbe versteht. Der Lehrer kann nun durch einen kurzen Vortrag erläutern, dass es verschiedene Verfahren gibt, um zu Bleichen:

1. Durch Exposition unter UV-Licht
2. Durch Chlorierung
3. Durch Sauerstoffbleichung

Chemikalien:

- Chlorgas (von den anderen Versuchen)
- Rose
- Andere Blume
- Farbigen Stoff

Geräte:

- Standzylinder (Bestellnummer [122139936](#))
- Tiegelzange (Bestellnummer [330502102](#))

Durchführung:

Der Lehrer nimmt eine Rose oder Nelke oder eine andere farbige Pflanze und öffnet den Standzylinder, der mit einem Uhrglas geschlossen ist. Er hält vorsichtig die Rose einige Sekunden in die Chloratmosphäre, dann zieht er sie wieder aus dem Standzylinder heraus und schließt ihn vorsichtig wieder.

Auswertung:

Das stark oxidierende Chlor zerstört die Farbe. Chlor reagiert mit vorhandener Feuchtigkeit zu Chlorwasserstoff und atomarem Sauerstoff, der die Farbstoffe oxidiert:



Auch das eingesetzte Chlor im Schwimmbad reagiert mit dem Wasser zu atomarem Sauerstoff, der dann Pilze und Bakterien abtötet.

3.7 Reaktion von Eisenwolle mit Chlor (man könnte auch Natrium nehmen)**Chemikalien:**

- Chlorgas (von den anderen Versuchen)
- Eisenwolle (Bestellnummer [18410](#))

Geräte:

- Standzylinder (Bestellnummer [122139936](#))
- Bunsenbrenner (Bestellnummer [320507330](#))
- Tiegelzange (Bestellnummer [330502102](#))

Durchführung:

Die Eisenwolle wird mit einer Tiegelzange kurz in die Brennerflamme gehalten bis sie an einem kleinen Stück anfängt zu glühen. Jetzt muss es schnell gehen. Wir halten die glühende Eisenwolle in den Standzylinder mit Chlor.

Sofort glüht die Wolle heftig auf und eine braune Wolke steigt aus dem Standzylinder. Jetzt ziehen wir den kleinen Rest heraus. Es fällt auf, dass kaum noch Eisenwolle vorhanden ist. Sie hat sich im wahrsten Sinne des Wortes in Rauch aufgelöst, die sich in der Luft (**Abzug!**) und am Glasrand des Zylinders abgesetzt hat.

Auswertung:

Die Reaktion ist stark exotherm.



Die meisten Metalle reagieren heftig mit Chlor zu Salzen.

Literaturverzeichnis:

- Giftgas und Salpeter, Chemische Industrie, Naturwissenschaft und Militär von 1906 bis zum ersten Munitionsprogramm 1914/15, Inaugural-Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Philosophie (Dr. Phil.) durch die Philosophische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, vorgelegt März 2008 von Timo Baumann aus Ulm/Söflingen
- [http://www.presse.bayer.de/baynews/baynews.nsf/id/F4BA9D8239D7F58AC12577FA0029ED8F/\\$file/50_Jahre_Chlorproduktion_UER_101214.pdf](http://www.presse.bayer.de/baynews/baynews.nsf/id/F4BA9D8239D7F58AC12577FA0029ED8F/$file/50_Jahre_Chlorproduktion_UER_101214.pdf)
- <http://www.spektrumdirekt.de/artikel/979141>
- <http://www.chemische-experimente.com/images/Lithiu2.JPG>

Passende Artikel aus dem Webshop/Katalog

finden Sie mit entsprechender Bestellnummer direkt in der Versuchsanleitung. Wahlweise können Sie auch auf die am Produkt blau hinterlegten Bestellnummer klicken, um im Online-Shop schnell und einfach zu bestellen.

Diese Versuchsanleitung wurde im Juni 2019 erstellt.

Bitte beachten Sie, dass die Versuchsanleitung lediglich als Orientierung dient. Sie wurde nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt. Dennoch können wir keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernehmen und bitten Sie, die jeweiligen Aussagen und Quellen vor Verbreitung zu überprüfen.