

Ruppersberg, Klaus

Ist elementares Brom in schulischen Chemiesammlungen nötig?

formal überarbeitete Version der Originalveröffentlichung in:

formally revised edition of the original source in:

Nachrichten aus der Chemie 63 (2015) 5, S. 540-542



Bitte verwenden Sie in der Quellenangabe folgende URN oder DOI /

Please use the following URN or DOI for reference:

urn:nbn:de:0111-pedocs-12291

10.25656/01:12299

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-12291>

<https://doi.org/10.25656/01:12299>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz:
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License:
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

Ist elementares Brom in schulischen Chemiesammlungen nötig?

Klaus Ruppertsberg

Postprint

Ruppertsberg, Klaus (2015). Ist elementares Brom in schulischen Chemiesammlungen
nötig? Online: <http://www.pedocs.de/....>

The article has been published online first as:

Ruppertsberg, K. (2015), Brom in der Schule. *Nachr. Chem.*, 63: 540–542.
doi: 10.1002/nadc.201590166

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/nadc.201590166/abstract>

Corresponding Author:

Klaus Ruppertsberg, Leibniz- Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und
Mathematik an der Universität Kiel, Abt. Chemiedidaktik, Olshausenstr. 62, D-
24118 Kiel



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

Ist elementares Brom in schulischen Chemiesammlungen nötig?

Klaus Ruppertsberg, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik

Immer wieder titeln Tageszeitungen mit Bromunfällen an öffentlichen Schulen. Unfälle mit Brom erregen Aufsehen, weil ein großes Aufgebot an Rettungskräften mit Blaulicht und Martinshorn auf dem Schulhof steht. Ganze Schulklassen werden zur Beobachtung ins Krankenhaus eingeliefert, besorgte Eltern holen ihre Kinder ab, die Presse berichtet großformatig mit Text und Bild. Lehrer und Schulleitung zahlen Geldstrafen - ist dieser gefährliche Stoff wirklich erforderlich für guten Chemieunterricht? Welche Experimente müssen eigentlich laut Lehrplan mit elementarem Brom durchgeführt werden? Und wie kam das Brom überhaupt in die Schulen hinein?



Bild 1: Antoine-Jérôme Balard [3]

Wir schreiben das Jahr 1826: Der dreiundzwanzigjährige Franzose Antoine-Jérôme Balard beschäftigt sich in seiner Heimatstadt Montpellier mit den Resten einer Salzlauge, die nach der Kristallisation von Natriumchlorid und -sulfat übrig geblieben war. Bei der Zugabe von Chlorwasser bemerkt er eine intensive Gelbfärbung [1]. Er veröffentlichte seine Ergebnisse rasch und wurde somit zum Entdecker des 19. Elements im damals noch jungen 19. Jahrhundert. Auch zwei andere Forscher hatten sich mit Brom beschäftigt, und zwar Justus von Liebig, der es aber für Iodchlorid hielt, und Carl Löwig, der aber trotz früherer Entdeckung mit seiner Publikation zu spät kam [2].

Wir schreiben das Jahr 1826: Der dreiundzwanzigjährige Franzose Antoine-Jérôme Balard beschäftigt sich in seiner Heimatstadt Montpellier mit den Resten einer Salzlauge, die nach der Kristallisation von Natriumchlorid und -sulfat übrig geblieben war. Bei der Zugabe von Chlorwasser bemerkt er eine intensive Gelbfärbung [1]. Er veröffentlichte seine Ergebnisse rasch und wurde somit zum Entdecker des 19. Elements im damals noch jungen 19. Jahrhundert. Auch zwei andere Forscher hatten sich mit Brom beschäftigt, und zwar Justus von Liebig, der es aber für Iodchlorid hielt, und Carl Löwig, der aber trotz früherer Entdeckung mit seiner Publikation zu spät kam [2].

In seinem Buch „Schule der Chemie – zum Schulgebrauch und zur Selbstbelehrung“ [4] schreibt Dr. Julius Adolph Stöckhardt im Jahre 1852: „Hält man eine blanke Silberplatte über Jod und Brom, läuft sie erst gelb, dann violett und blau an; die Dämpfe ... vereinigen sich nämlich mit dem Silber. Die entstandene dünne Haut ... wird im Lichte fast augenblicklich, im Schatten langsam, im Dunkel nicht zersetzt.“



Bild 2: Louis Daguerre im Jahr 1844, aus [5]

Der Maler, Erfinder und Namensgeber Louis Daguerre entwickelte zwischen 1835 und 1839 ein jedermann zugängliches Verfahren, bei dem eine polierte, versilberte Kupferplatte Bromdämpfen ausgesetzt wurde (anfangs auch Chlor und Iod), es entstand das lichtempfindliche Silberhalogenid. Sodann musste die Platte schnell in eine Kamera gebracht und 10-20 Sekunden belichtet werden, die Portraitierten mussten solange still sitzen. Durch eine fotochemische Reaktion auf den hellen Stellen des Bildes entstanden elementares Brom und elementares Silber. Die Silberpartikel wurden anschließend mit Quecksilberdämpfen fixiert, wohingegen das verbliebene Silberbromid mit der auch heute noch bekannten Thiosulfatlösung entfernt wurde. Weil das entstandene hellgraue Bild leider nicht wischfest war, die Brom- und Quecksilberdämpfe damals schon als gesundheitsschädlich bekannt waren und außerdem die Methode sehr teuer war, wurde die Daguerreotypie nach wenigen Jahren von anderen Fotografieverfahren verdrängt.

Trotz der bekannten Risiken begeisterten sich die Menschen für die Fotografie. Der Handel mit Brom und seinen Salzen erlebte einen schwunghaften Aufstieg.

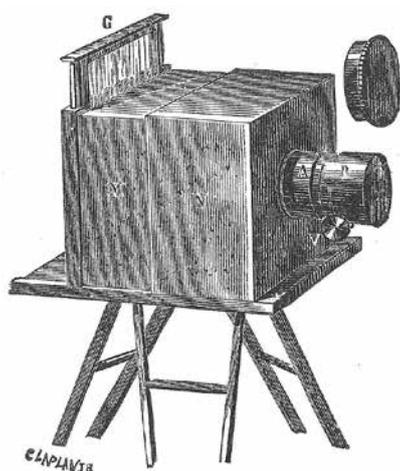


Fig. 327.

Bild 3: Daguerreotypie-Kamera, aus [5]



Bild 4: Bromdarstellung im Labor nach Steffen 1889 [6]

Im Jahre 1889 schreibt der Chemiker W. Steffen [6] über das Brom: „Bereits im Jahre 1875 betrug die Menge des so (i.e. aus Steinsalz) erhaltenen Broms 123.000 Kilo. Hiervon hatten dargestellt: Stassfurt 50.000 Kilo, Nordamerika 53.000 Kilo, Schottland 15.000 Kilo und Frankreich 5000 Kilo.“ Zum Selbststudium und zum Gebrauch in Lehranstalten erklärt Steffen ohne jeglichen Gefahrenhinweis, wie man mit einer einfachen Laborvorrichtung elementares Brom selber herstellen kann (siehe Foto). Im Jahr 1930 erscheint im Frankfurter Diesterweg-Verlag das „Lehrbuch

der Chemie und Mineralogie für den Unterricht an höheren Lehranstalten“ von Dr. Otto Gall und Prof. Dr. Otto Reuber, wo in § 10 Brom erklärt wird: „Tiefbraune, giftige Flüssigkeit, die auf der Haut stark ätzend wirkt (sofort mit Petroleum abwaschen!)“ [7]

Leider gibt es im Lehrbuch Kemper-Fladt Chemie aus dem Jahr 1976 wieder keine Gefahrenhinweise: „Dieses Lehrbuch ist für etwa 15-18-jährige Schüler ... konzipiert...“, heißt es im Vorwort; und in Kapitel 14 steht im Fließtext geschrieben: „Gib ein 3 cm langes Stück Aluminiumdraht, das zuvor mit Schmirgelpapier gründlich abgerieben wurde, in ein Reagenzglas, das 1 ml Brom enthält, und warte einige Minuten.“ Immerhin geben die Verfasser in Klammern den mit einem Ausrufezeichen versehenen Hinweis: „Abzug!“ – mehr aber nicht [8]. In Grothe Chemie, ebenfalls aus dem Jahr 1976, wird sogar im Anfängerunterricht für 14-15-jährige Schüler elementares Brom auf eine Glasplatte getropft und unbekümmert im Glaszylinder diffundiert. Von einem Abzug oder anderen Sicherheitsmaßnahmen ist im Foto zum Versuch nichts zu sehen [9].



Bild 5: Lehrbuch Grothe Chemie aus dem Jahr 1976: Diffusion eines Gases in der Sekundarstufe I [9]

Die Lehrbücher geben dasselbe Bild: Brom ist ein interessantes Halogen, das bei Raumtemperatur flüssig ist und gelbbraune Dämpfe entwickelt, es reagiert im Schulversuch üblicherweise mit Aluminium, Alkanen (Substitution und HBr-Entwicklung) sowie mit Alkenen (elektrophile Addition, ohne HBr-Entwicklung).

Erst im Jahr 2010 tauchen die Gefahrstoffsymbole im oder neben dem Aufgabebetext auf, außerdem werden auf der letzten Buchdeckelinnenseite die GHS-Symbole erklärt.

Ebenfalls um das Jahr 2010 herum werden an immer mehr Schulen Gefährdungsbeurteilungen eingeführt, die eigentlich schon durch die geänderte Gefahrstoffverordnung vom 29. Dezember 2004 verbindlich geworden waren. Die Chemielehrkräfte werden immer eindringlicher aufgefordert, vor jedem Experiment eine schriftliche Gefährdungsbeurteilung mit Ersatzstoffprüfung zu erstellen und erhalten Hilfe durch Fortbildungsveranstaltungen sowie durch das Angebot vieler Schulbuchverlage, vor allem durch die Publikation „Chemie – aber sicher“ [12]. Die Deutsche Gemeindeunfallversicherung DGUV bietet den Schulen anschauliche Sicherheitsinformationen im Internet [13] und Sicherheitsliteratur [14], wo z.B. geklärt wird, dass elementares Brom in einem

abschließbaren, entlüfteten Giftschrank aufbewahrt werden muss und dass dessen Anschaffung eine Pflichtaufgabe des Schulträgers ist. Das war aber eigentlich schon immer klar.

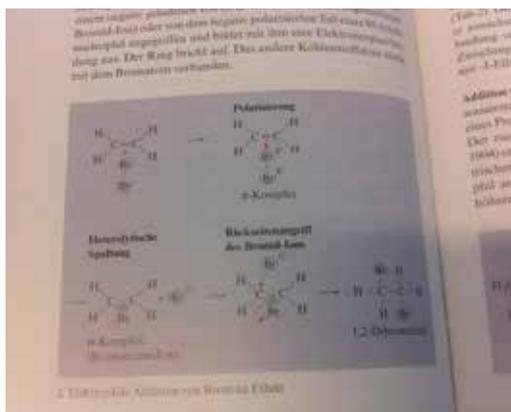


Bild 6: Elektrophile Addition von Brom an Ethen, aus [10]

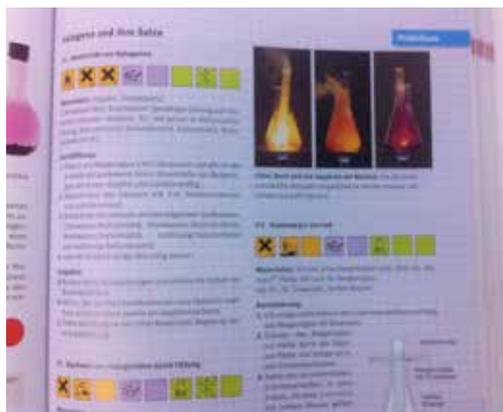


Bild 7: Gefahrstoffsymbole im Aufgabentext, aus [11]

Was noch nicht so ganz klar ist, ist die Frage, ob elementares Brom in der Chemiesammlung einer öffentlichen, allgemeinbildenden Schule überhaupt von Nöten ist: scannt man z.B. die Lehrpläne Chemie in Schleswig-Holstein nach dem Suchwort Brom, so meldet der Computer lapidar: „Dokument wurde durch-

sucht. Keine Treffer.“[15] Für dieselbe Suche bzgl. Hessen, Bayern und NRW gibt es insgesamt drei Treffer, alle beziehen sich auf die elektrophile Substitution und Addition an Alkanen und Alkanen. Sucht man allerdings im Internet nach den Suchworten „Brom Unfall Schule“, so erhält man 24.000 Suchergebnisse [16]. Besonders tückisch bei den Bromunfällen ist, dass Brom etwa dreimal schwerer als Wasser ist und dass auch erfahrenen Chemielehrkräften das unhandliche Fläschlein aus der Hand gleiten kann. Da Bromdämpfe schwerer sind als Luft, kann der Abzug nicht mehr helfen, wenn die Flüssigkeit auf den Boden gefallen ist. Daher rückt die Feuerwehr mit bis zu 100 Rettungskräften an und arbeitet unter Atemvollschutz mit Großventilatoren [17]. In einem bekannten Fall aus Süddeutschland kam es zu einem Gerichtsverfahren gegen den Schulleiter und den beteiligten Lehrer, das gegen Zahlung von je 2500 Euro Geldstrafe eingestellt wurde [18]. So wundert es nicht, dass es auf einer bekannten Internetseite heißt: „Der Autor empfiehlt, Versuche mit Chlor und Brom nicht mehr vorzuführen, sondern stattdessen auf Filme zurückzugreifen.“ [19]. Diese Filme gibt es reichlich sowohl bei den örtlichen Filmbildstellen und den Download-Portalen der Schulträger, aber auch für jedermann zugänglich im Internet.

Literatur

- [1] N.N. Greenwood und E.A. Earnshaw, Chemie der Elemente, Weinheim 1988
- [2] Mary Elvira Weeks, Chronology of Element Discovery, Easton 1968
- [3] Bild aus http://fr.wikipedia.org/wiki/Antoine-Jérôme_Balard , zuletzt abgerufen am 13.2.2015
- [4] Julius Adolph Stöckhardt, Schule der Chemie, Friedrich Vieweg-Verlag, Braunschweig 1852
- [5] <http://de.wikipedia.org/wiki/Daguerreotypie>, zuletzt aufgerufen am 13.2.2015
- [6] W. Steffen, Lehrbuch der reinen und technischen Chemie, Band I: Die Metalloide, Julius Mayer-Verlag, Stuttgart 1889
- [7] Otto Gall und Otto Reuber, Lehrbuch der Chemie und Mineralogie, Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt 1930
- [8] Alfred Kemper und Rüdiger Fladt, Kemper-Fladt Chemie, Ernst Klett Verlag, Stuttgart 1976
- [9] Karl-Heinz Grothe (Hrsg.), Grothe Chemie – ein Lehr und Arbeitsbuch mit 300 Abbildungen für die Sekundarstufe I, Hermann Schroedel-Verlag, Hannover 1976
- [10] Reinhardt Demuth, Ilka Parchmann, Bernd Ralle, Chemie im Kontext, Cornelsen-Verlag, Berlin 2006
- [11] Wolfgang Asselborn, Manfred Jäckel, Karl T. Risch, Chemieheute kontextorientierter Ansatz, Bildungshaus Schulbuchverlage, Braunschweig 2010
- [12] Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Chemie – aber sicher! Experimente kennen und können, Dillingen a. d. Donau 2014, siehe auch <https://alp.dillingen.de/publikatio->

nen/suche/publikation.html?Nr=475 , zuletzt aufgerufen am 1.2.2015

[13] <http://www.sichere-schule.de/> , zuletzt aufgerufen am 1.2.2015

[14] DGUV, Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen, Download: <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/sr-2003.pdf> , zuletzt aufgerufen am 3.2.2015

[15] Schulministerium Schleswig-Holstein, Lehrplan Chemie (Sek I) zu finden auf <http://lehrplan.lernnetz.de/index.php?wahl=124> , zuletzt abgerufen am 13.2.2015

[16] 24.000 Suchergebnisse für „Brom+Unfall+Schule“ <https://www.google.de/search?q=brom+unfall+schule> , zuletzt abgerufen am 13.2.2015

[17] <http://www.kreiszeitung-wochenblatt.de/harsefeld/blaulicht/schwerer-chemie-unfall-am-harsefelder-gymnasium-d21672.html> , zuletzt abgerufen am 13.2.2015

[18] <http://www.badische-zeitung.de/weil-am-rhein/brom-unfall-lehrer-muessen-je-2500-euro-straefe-zahlen--69818484.html> , zuletzt abgerufen am 20.2.2015

[19] <http://www.seilnacht.com/versuche/exphalog.html> , zuletzt abgerufen am 20.2.2015

Ruppersberg, Klaus (2015). Ist elementares Brom in schulischen Chemiesammlungen nötig? Online: <http://www.pedocs.de/...>

Erstveröffentlichung

Ruppersberg, K. (2015), Brom in der Schule. *Nachr. Chem.*, 63: 540–542. doi: 10.1002/nadc.201590166

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/nadc.201590166/abstract>

Autor

Klaus Ruppersberg, Leibniz- Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel, Abt. Chemiedidaktik, Olshausenstr. 62, D-24118 Kiel



Klaus Ruppersberg, geboren 1959, war mehrere Jahre Fachbereichsleiter Chemie an einem norddeutschen Traditionsgymnasium und ist seit August 2014 in die Abteilung Chemiedidaktik (Prof. Dr. Ilka Parchmann) an das Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel abgeordnet. Das 1. Staatsexamen für die Fächer Chemie und Biologie legte er an der Universität Köln ab, das 2. Staatsexamen für das Lehramt an Gymnasien am Studienseminar Bensheim an der Bergstraße.

Zusammenfassung

Das Element Brom wurde im Jahr 1826 von Antoine-Jérôme Balard entdeckt und gelangte vor allem durch das Interesse an der Fotografie in die schulischen Chemiesammlungen.

Während man es früher mit den Gefahren nicht so genau nahm („mit Petroleum von der Haut abwaschen“), berichtet heute die Presse großformatig mit Text und Bild über Großaufgebote von Rettungskräften.

Eigentlich kann an öffentlichen Schulen auf Brom verzichtet werden, da es nur für zwei Experimente nötig ist, für die es hinreichend viel Filmmaterial gibt.

Schlagwörter

Brom, Chemiesammlung, Sicherheit im Unterricht