

„Experimente mit Brom an Schulen sind zu kostspielig“

Theoretisch lässt sich Brom sicher handhaben, wenn alle Beteiligten die Sicherheitsvorkehrungen einhalten. Aber an Schulen ist das oft gar nicht möglich, meint Thomas Seilnacht.

◆ Wer mit Brom sicher experimentieren möchte, muss großen Aufwand betreiben. Die Schule benötigt individuell ausgearbeitete Betriebsanweisungen und ein Notfallkonzept. Der Umgang mit Brom erfordert entsprechende Schutzausrüstung inklusive Atemvollschutzmaske und Handschuhe aus Fluorkautschuk. Brom ist in einer bruch-sicheren Flasche über einer Auffangwanne aus Glas aufzubewahren, der Verschluss muss aus Teflon sein und ist regelmäßig zu überprüfen. Die Flaschen sind einzeln in einem extra dafür vorgesehenen Chemikalienschrank mit dauerhafter Lüftung aufzubewahren. Der Abzug muss während der Experimente Bromdämpfe sicher ableiten oder eliminieren.

Gerade der letzte Punkt scheint mir nach langjährigem Umgang mit Brom und Chlor problematisch: Ich habe es bisher in keinem schulüblichen Abzug geschafft, mit diesen beiden Stoffen zu arbeiten, ohne dass sich Geruch verbreitete. Problematisch ist, dass Bromdämpfe aufgrund ihrer hohen Dichte leicht aus dem Abzug unten herausfließen. Jedes Öffnen und Arbeiten im Abzug ist mit einem Risi-

ko verbunden. Auch die Aufbewahrung ist problematisch: Aufgrund seiner Reaktionsfähigkeit darf Brom mit kaum einem anderen Stoff zusammengelagert werden.

Besonders gefährliche Stoffe gehören meiner Einschätzung nach nicht an allgemeinbildende Schulen. Dazu zählen krebserzeugende Stoffe der Kategorien 1A und 1B sowie Stoffe mit akuter Toxizität der Kategorien 1 und 2, die mit einem H-Satz „Lebensgefahr“ eingestuft sind (H300, 310 und 330), zum Beispiel Blausäure, Flusssäure, Phosgen, Ammoniumdichromat, Arsenik und Kaliumcyanid. Erstaunlicherweise ist die Aufbewahrung besonders toxischer Stoffe an Schulen teilweise nach wie vor erlaubt. Brom gehört ebenfalls zu dieser Kategorie und fällt daher bei mir als Kandidat durch. Ich frage mich: Kann eine Chemielehrkraft an Schulen überhaupt jahrelang mit einem Stoff so arbeiten, dass niemals ein schwerer Unfall auftritt und keine dauerhaften Schäden bei Lehrkraft und Schülern zu erwarten sind?

Bromdämpfe sind sogar giftiger als Chlorgas. Das einmalige, kurze Wahrnehmen eines Bromgeruchs führt zwar nicht unbedingt zu einem Schaden, aber auf Dauer können chronische Schäden an den Atemwegen entstehen. Diese treten oft erst im Alter auf. Nach dem endgültigen Absetzen von Experimenten mit Brom im Unterricht sind bei mir die jährlichen Atemwegsinfektionen deutlich zurückgegangen.

Die eigentliche Frage ist doch: Ist der Bromeinsatz an Schulen überhaupt didaktisch sinnvoll? Geben die paar wenigen Schulversuche soviel her, dass der hohe Aufwand für die Verwendung von Brom gerechtfertigt ist? Schülerversuche mit Brom sind sowieso nicht erlaubt. Also sind Versuche als Demoversuche im Abzug vorzuführen. Damit eine Klasse den Prozess des Verdampfens oder den einer Bromierung phänomenologisch wahrnehmen kann, benötigt es Hilfen wie eine Livekamera, da der Einblick in einen Abzug für eine ganze Klasse sehr beschränkt ist. Eigentlich ist die Frage damit schon beantwortet: Man kann gleich einen Film einsetzen, da die Livekamera schon die Zwischenstufe eines virtuellen Bildes liefert. Die Phänomene bei Bromexperimenten lassen sich nur mit starken Einschränkungen zeigen. Eine Bromierung wäre auch möglich, wenn Brom aus einem anderen Stoff in einer chemischen Reaktion in einem geschlossenen System freigesetzt würde. Aber auch hier stellt sich die Frage, ob ein solches Experiment didaktisch sinnvoll ist, wenn die elementare Reaktion gar nicht einsehbar ist.

Aus all diesen Gründen plädiere ich dafür, auf Brom an Schulen zu verzichten und stattdessen auf Filmmaterial zurückzugreifen. Warum soll man für einen einzelnen Stoff soviel Sicherheitsaufwand betreiben? Dies schränkt die finanziellen Mittel für andere Möglichkeiten im Chemieunterricht ein.

Thomas Seilnacht hat einen Lehrauftrag an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg und leitet dort für angehende Lehrer Kurse zum Experimentieren im Chemieunterricht. An der PH Luzern entwickelte er das Lernlabor Naturwissenschaften, das selbstständiges Experimentieren vermittelt. In Zusammenarbeit mit beiden Hochschulen entstanden vier DVDs, die besonders gefährliche Experimente an Schulen unnötig machen.



www.seilnacht.com

„Brom – aber selbstverständlich“

Experimente mit elementarem Brom aus der Schule zu verbannen, halten Eric Täuscher und Dieter Weiß für einen fatalen Fehler.

◆ Wenn ein großes Aufgebot an Rettungskräften mit Blaulicht und Martinshorn auf dem Schulhof steht, weil 20 mL Brom verschüttet wurden, stellt sich für manche die Frage: „Ist elementares Brom wirklich für guten Chemieunterricht erforderlich?“ [Nachr. Chem. 2015, 63, 540]. Die Frage sollte aber eher lauten, weshalb wegen 20 mL verschüttetem Brom die Polizei, Rettungsdienste und Feuerwehren mit Spezialausrüstung und großem Tamtam anrücken, wo doch der Chemielehrer oder der Hausmeister das Problem mit etwas Natriumthiosulfat und anschließendem Lüften hätten lösen können. Hier handelt es sich um eine Verschwendung von Steuergeldern in großem Ausmaß. Aber anstatt in den Schulen Vernunft, Logik und solides Fachwissen zu lehren, wird den Schülern ein vollkommen falsches Bild von der Chemie vermittelt. Natürlich ist Brom relativ gefährlich, der Wert für die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) beträgt 0,1 ppm. Allerdings liegt die Geruchsschwelle bei 0,003 ppm, Reizsyndrome selbst treten noch unterhalb 0,05 ppm auf. Vor Bromdämpfen mit ihrem beißenden Geruch weichen Menschen deshalb zum Glück automatisch zurück. Auch die Rechnung, dass bei Verschütten von 30 mL Brom in einem Chemieraum die Reizschwelle weit überschritten wird, geht nur auf, wenn die Schüler auf ihren Plätzen sitzen bleiben – eine illusorische Annahme.

In der Tat liefert eine Internetrecherche (Suchworte: Brom, Un-

fall, Schule) 24000 Ergebnisse. Schaut man sich die Treffer allerdings genauer an, so stellt man fest, dass es sich dabei nicht um Unfälle gehandelt hat, sondern jeweils nur um verschüttetes Brom. Verletzt wurde dabei niemand, aber Schüler kamen ins Krankenhaus, die mit der ganzen Sache überhaupt nichts zu tun hatten und den Vorgang nur vom Hörensagen kannten. Zum Vergleich: Eine Recherche nach Sportunfällen in der Schule ergibt, dass in Schulen jährlich durchschnittlich 500000 Sportverletzungen vorkommen (und darunter ein Todesfall). Hieran erkennt man, wie verschoben die gesellschaftliche Wahrnehmung in Bezug auf die Chemie ist.

In vielen Bundesländern wurden Gefährdungsbeurteilungen eingeführt – ein Schritt in die falsche Richtung. So verhindert die Bürokratie, dass Chemielehrer mit ihren Schülern interessante Experimente machen können. Schüler gehen jedes erdenkliche Risiko ein, sie rauchen, konsumieren Drogen, trinken Alkohol und betreiben Risikosportarten. Aber ausgerechnet da, wo sie unter Anleitung und Aufsicht lernen können, mit begrenzten und überschaubaren Risiken umzugehen, schreitet der Gesetzgeber ein.

Ebenso merkwürdig erscheint der plötzliche Aktionismus für ein Verbot. Und selbst wenn aktuelle Unfälle ein plötzliches Handeln nötig machen würden, wäre eine Abhilfe doch so einfach: Die Bromunfälle entstehen meist durch Fallenlassen oder Umsto-

ßen der Vorratsflasche, diese zerbricht und Brom tritt aus. Was ist naheliegender, als schlicht und einfach auf unzerbrechliche Flaschen zurückzugreifen? Aus PTFE-Tropfflaschen ist Brom gefahr- und problemlos dosierbar und sicher lagerbar. Aber nein – ein Verbot muss her!

Ein ähnliches Schicksal ereilte auch schon die Nickelverbindungen. Der gleiche Unsinn bei Quecksilber: Auch dieses darf keinesfalls an Schulen existieren, auch nicht in Thermometern. Dies dürfen die Schüler dann Zuhause bei alten Fieberthermometern oder modernen Energiesparlampen kennenlernen und dann bei Bruch in Panik verfallen. Über die Sinnhaftigkeit solcher Sicherheitsvorschriften kann und sollte man sich Gedanken machen.

Also: Mehr Brom wagen! Es gibt zu wenig schöne und instruktive Experimente mit Brom in der Schule. Hier müsste schleunigst Abhilfe geschaffen werden.

Eric Täuscher, Jahrgang 1981, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität Ilmenau und leitet die Praktika OC1–4. eric.taeuscher@tu-ilmenau.de



Dieter Weiß, Jahrgang 1958, ist Praktikumsleiter am Institut für Organische und Makromolekulare Chemie der Universität Jena. dieter.weiss@uni-jena.de



„Pro und Contra“ wird von der GDCh-Sektion Seniorexperten Chemie betreut. Jörn Müller koordiniert die Beiträge.