

## Fluor: Ein Stoff, mit dem ich nicht arbeiten möchte

Chemie ist die Wissenschaft von den Stoffen, genauer ihren Eigenschaften und ihren Umwandlungen. Als Chemielehrer, der für die Chemie brennt, arbeite ich gerne mit einer großen Vielfalt an Stoffen. Ich zeige sie den Schülerinnen und Schülern, lasse diese damit arbeiten oder arbeite selbst bei Demonstrationsversuchen damit. Das schließt natürlich auch eine Reihe von Gefahrstoffen mit ein. Im Anfangsunterricht Chemie sage ich den Schülerinnen und Schülern: „Ihr müsst keine Angst vor Gefahrstoffen haben, aber Respekt!“. Ich vergleiche die Situation mit der im Straßenverkehr: Natürlich kann die Teilnahme daran gefährlich sein, es kann zu Unfällen kommen. Wenn sich aber alle an die Regeln halten, dann ist man schon sehr sicher - ein Unfall entsprechend unwahrscheinlich. Gemäß dieser Prämisse arbeite ich zum Beispiel regelmäßig und nicht ungern mit Brom, das bei der Behandlung der organischen Chemie in der Qualifikationsphase (Jahrgang 12) nicht durch einen weniger gefährlichen Stoff ersetzbar ist.

Bezüglich der nötigen Vorsichtsmaßnahmen und einer gewissen Heimtücke übertreffen Fluor (auf dem Foto<sup>1</sup> rechts im flüssigen Zustand) und viele Fluorverbindungen das Brom bei Weitem. In der zehnten Klasse lernen unsere Schülerinnen und Schüler, dass Fluor das elektronegativste aller Elemente ist. Das bedeutet, dass es ein außergewöhnlich starkes Oxidationsmittel ist. Anschaulich gesprochen reißt es alle Elektronen an sich, die nicht „bei drei auf den Bäumen sind“. Dieses Bestreben ist so stark, dass nicht einmal die sonst überaus reaktionsträgen Edelgase vor einer Reaktion gefeit sind. Die wenigen Edelgasverbindungen, die bekannt sind, sind oftmals Fluorverbindungen - etwa das Kryptondifluorid.<sup>2</sup>



Die Reaktion eines Stoffes mit Fluor verläuft in der Regel unter ziemlich heftigen Begleiterscheinungen (starke Wärmeabgabe, Aufflammen, Explosion, ...). Häufig werden für das Einführen eines Fluoratoms in ein Molekül, die sogenannte Fluorierung, bestimmte Fluorverbindungen benutzt. Eine besonders üble unter diesen Verbindungen ist das Chlortrifluorid ( $\text{ClF}_3$ ), das bei Wasserkontakt explosionsartig Sauerstoff freisetzt, Glas zerstört sowie Nichtmetalle und organische Verbindungen in Brand setzt. Bedauerlicherweise lässt sich ein solcher Brand auch nicht mit Sand löschen, da dieser ebenfalls unter Entflammen mit Chlortrifluorid reagiert.<sup>3</sup> Aufbewahrt wird es zum Beispiel in speziellen Kupfergefäßen, da sich darin eine schützende Kupferfluoridschicht bildet. Sollte sich diese Schicht einmal ablösen und es keine Möglichkeit zur Neubildung geben, so empfiehlt der Chemiker John Clark in seinem Buch „Ignition!“: „[...] the operator is confronted with the problem of coping with a metal-fluorine fire. For dealing with this situation, I have always recommended a good pair of running shoes.“<sup>4</sup>

Ähnlich heftig verläuft die Herstellung des Fluors, die in der Geschichte der Chemie einige Opfer forderte. Unter den ersten, die mit der dunklen Seite der Fluorchemie Bekant-

1 Quelle: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Liquid\\_fluorine.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Liquid_fluorine.jpg)

2 vgl. <https://www.chemie.de/lexikon/Xenondifluorid.html> (Zugriff am 18.04.20)

3 vgl. [https://blogs.sciencemag.org/pipeline/archives/2008/02/26/sand\\_wont\\_save\\_you\\_this\\_time](https://blogs.sciencemag.org/pipeline/archives/2008/02/26/sand_wont_save_you_this_time) (Zugriff am 18.04.20)

4 Das Buch ist hier als Volltext verfügbar: <http://library.sciencemadness.org/library/books/ignition.pdf>

schaft machten, war der englische Chemiker Humphrey Davy, der beim Versuch Fluor herzustellen 1812 Lungen- und Augenschäden davontrug und nur knapp überlebte. Unter dem Druck das Fluor als erster Chemiker darstellen zu können und damit in die Annalen der Chemie einzugehen, vergifteten sich viele weitere Chemiker beim Einatmen von Fluorwasserstoff, etwa der bekannte französische Chemiker Joseph Louis Gay-Lussac. Geschafft hat es sein Landsmann Ferdinand-Frédéric-Henri Moissan im Jahre 1886 - ohne sich dabei umzubringen, allerdings mit sehr hohem apparativem Aufwand.<sup>5</sup>

In der Schule wird Fluor - und das ist auch gut so - rein theoretisch behandelt. Die Synthese von Fluor oder das Vorhalten einer Druckgasflasche mit Fluor sind aus nun hoffentlich nachvollziehbaren Gründen nicht gestattet. Lediglich einige wenige Fluoride (das sind Salze des Fluorwasserstoffs) finden sich in unserer Chemiesammlung, die aber vergleichsweise harmlos sind und meines Wissens nicht oder nur sehr selten benötigt werden. Stichwort „harmlos“: Teflon, auch Polytetrafluorethylen (PTFE), das für Bratpfannenbeschichtungen verwendet wird, ist ein Polymer mit einem sehr hohen Fluoratom-Anteil in den Polymermolekülen. Dennoch ist es außerordentlich reaktionsträge, da die Kohlenstoff-Fluor-Bindung sehr stark ist. Nicht einmal die sehr starke Säuremischung Königswasser vermag es anzugreifen. Man sieht: Fluor ist ein Element der Extremen!

*von Jonas Sluiter, OStR*

---

5 vgl. Derek B. Lowe, „The Chemistry Book“, Sterling, New York, 2016, S. 186