

Kautschuk und Inulin aus Löwenzahn im Chemieunterricht selbst gewinnen

Theoretischer Hintergrund

Löwenzahn ist eine in unseren Breitengraden weit verbreitete und wohlbekannt, aber auch unterschätzte Pflanze. In neueren Forschungs- und Entwicklungsprojekten, die u.a. von Reifenherstellern wie Continental und Zuckerfabrikanten wie Südzucker durchgeführt werden, steht russischer Löwenzahn (*Taraxacum kok-saghyz*) als potenzieller Lieferant von Kautschuk (*cis*-1,4-Polyisopren) und Inulin (Oligofructose mit einem Polymerisationsgrad von $n = 2 - 60$) im Fokus. Forscher des Fraunhofer-Institutes für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME und der Universität Münster haben eine Pilotanlage zur Gewinnung des Kautschuks in großtechnischem Maßstab entwickelt (Pudenz, 2013) und Continental hat sich für „Taraxagum“-Reifen mit einem Anteil Kautschuk aus Löwenzahn bereits ein Handelszeichen gesichert. Dieses aktuelle und authentische Thema soll für den Chemieunterricht erschlossen werden. Ziel ist die Entwicklung einer Unterrichtskonzeption, mit der Lernenden neben den fachlichen Inhalten die Bedeutung nachhaltigen Handelns und die Verknüpfung zwischen Chemie und Natur verdeutlicht werden sollen.

Grundlagen

Verschiedene Studien haben ergeben, dass Schülerinnen und Schüler in der Regel wenig Verständnis vom Begriff Nachhaltigkeit haben (z. B.: Krischer, 2015). Aspekte von Nachhaltigkeit sollten daher stärker in den Chemieunterricht integriert werden. Dafür bietet sich eine Verknüpfung von fachlich-chemischen Themen mit naturbezogenen Phänomenen besonders an (Gröger, Krischer & Spitzer, 2014).

Schülerinnen und Schüler können im vorliegenden Fall den Weg der Pflanze von der Aussaat der Samen bis zur Verarbeitung des Wurzelmaterials zu den gewünschten Produkten Kautschuk und Inulin mit Schülerversuchen nachvollziehen. Bezüglich der Nachhaltigkeitsdiskussion bietet das Thema vielfältige Anknüpfungs- und Diskussionsmöglichkeiten: Naturkautschuk, einer der wichtigsten Rohstoffe unserer Zeit, wird fast ausschließlich aus dem Milchsaft des tropischen Kautschukbaumes *Hevea brasiliensis* gewonnen. Auch wenn es sich hierbei um einen nachwachsenden Rohstoff handelt, sind seine Erschöpfungsmöglichkeiten begrenzt. Zum einen kann der Baum nur in bestimmten Klimazonen der Erde, dem sogenannten Kautschukgürtel, angebaut werden, was einen langen Transportweg von der Plantage bis zu Weiterverarbeitung und Einsatz bedeutet; zum anderen droht die Pflanze von einem gefährlichen Schlauchpilz befallen zu werden, der ganze Ernten zerstören könnte. *Taraxacum kok-saghyz* stellt daher nicht nur aufgrund der Möglichkeit des standortnahen Anbaus und den daraus folgenden Kosten- und CO₂-Einsparungen wegen des kürzeren Transportweges eine Alternative dar, sondern auch, weil schon nach mehreren Monaten, anstatt erst nach mehreren Jahren wie bei *Hevea*, Kautschuk geerntet werden kann. Diese Tatsache macht es möglich, flexibel auf Anfragen des Marktes zu reagieren. Da Löwenzahn auch auf Kargböden gedeiht, werden in unseren Breitengraden keine anderen Nutz- oder Futterpflanzen verdrängt. Zudem ist eine Mehrfachnutzung der Pflanze möglich: der russische Löwenzahn liefert neben Kautschuk auch Inulin, welches zu Fructose und Bioethanol weiterverarbeitet werden kann.

Experimentelle Zugänge

Im Rahmen des Projektes wurden bereits erfolgreich Schülerversuche zur Gewinnung von Kautschuk und Inulin aus Wurzelmaterial von getrockneten wie von frischen, selbst gezüchteten Pflanzen entwickelt.

Aus getrockneten Wurzeln (freundlicherweise von der Firma Aeskulap GmbH zur Verfügung gestellt) konnten wir den Kautschuk auf verschiedene Weisen erhalten: Dabei stellt das lange Mörsern einiger dünner Wurzelbestandteile, bis sich zusammenhängende Klümpchen bilden, und anschließendes Auswaschen mit Wasser die wohl einfachste Methode dar. Aus dickeren Wurzelteilen kann der Kautschuk nach einstündigem Kochen in verdünnter Natronlauge durch Auswaschen von den hölzernen Wurzelbestandteilen getrennt und anschließend im Mörser zu einem zusammenhängenden Stück bearbeitet werden. Abbildung 1 zeigt ein Kautschukstück, das aus den getrockneten Wurzeln mehrerer einjähriger Pflanzen erhalten wurde. Es ist ebenfalls möglich, den Rohstoff durch Zentrifugieren zu gewinnen, nachdem die Wurzeln gemahlen und in Wasser aufgeschlämmt wurden. Alternativ können die Wurzeln einem Fäulnisprozess unterworfen werden, welcher die hölzernen Wurzelbestandteile auflöst, sodass diese ausgewaschen werden können und der Kautschuk freiliegt.

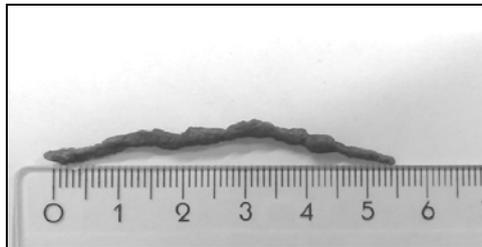


Abb. 1: Kautschuk aus trockenen Wurzeln

Auch aus frischen Wurzeln ist es uns bereits gelungen, Kautschuk zu isolieren. Dazu wird die am selben Tag geerntete Pflanze gründlich gesäubert und ihre Wurzeln über Nacht in kaltes Wasser eingelegt. Anschließend werden sie in Scheiben geschnitten und zur Koagulation in essigsäure Lösung überführt. Der sich von den Wurzelscheiben ablösende Kautschuk wird anschließend im Mörser zu einer zusammenhängenden Masse bearbeitet. In einem Ansatz mit selbst ausgesätem Löwenzahn konnte aus den Wurzeln einer Pflanze ein etwa 1 cm langes Kautschuk-Stück gewonnen werden (siehe Abb. 2). Es ist ebenfalls möglich, die aus den Wurzeln austretende flüssige Latexmilch zunächst in Wasser aufzufangen und den Kautschuk später mithilfe von Essigsäure und durch Zentrifugieren zu größeren Zusammenschlüssen anzureichern. Diese Methode brachte jedoch bisher nur unzureichende Ausbeuten.



Abb. 2: Kautschuk aus frischen Wurzeln

Inulin, ein Reservekohlenhydrat, das in mehr als 36.000 Pflanzenarten synthetisiert und gespeichert wird, lässt sich ebenfalls mit relativ einfachen Mitteln im Schülerversuch gewinnen (vgl. Sommer, 2000). Als Vorlage dient der Prozess der Zuckergewinnung aus Rüben. Die Wurzeln werden zu Schnitzeln verarbeitet, einer Heißwasserextraktion und anschließender Aufreinigung mit Calciumhydroxid und Kohlenstoffdioxid unterzogen. Das Inulin wird mithilfe von Ethanol ausgefällt, abfiltriert und getrocknet.



Abb. 3: Inulin aus den Wurzeln des russischen Löwenzahns

Methodische Umsetzung

Mit dem Vorhaben soll im Sinne einer curricularen Innovation (Tausch, 2004) ein Beitrag zur Weiterentwicklung eines modernen und für Lernende motivierenden Chemieunterrichts geleistet werden. Aktuelle forschungsrelevante Inhalte, die die Lernenden in ihrer Lebenswelt betreffen, eignen sich dazu besonders. Im ersten Schritt werden neue experimentelle Zugänge zum Inhalt geschaffen. Diese erprobten und in Schülerversuchen reproduzierbaren experimentellen Ansätze werden mit geeigneten Arbeitsmaterialien angereichert und in eine Unterrichtskonzeption in Anlehnung an bekannte Unterrichtsverfahren wie *Chemie im Kontext* (Nentwig, Demuth, Parchmann, Gräsel & Ralle, 2007) oder den gesellschaftskritisch-problemorientierten Ansatz (Feierabend & Eilks, 2009) eingebettet. In einem zweiten Schritt soll die Konzeption mit passenden Materialien, Methoden und Medien mit Schülergruppen in der Schule oder im Rahmen von Projekttagen im Lehr-Lern-Labor Science Forum der Universität erprobt und optimiert werden. Die Kautschuk- und Inulingewinnung aus russischem Löwenzahn bietet sich dafür besonders an. Einerseits können naturbezogene Phänomene und Experimente berücksichtigt werden, andererseits werden über die Verarbeitung und Verwendung als Reifenmaterial hochaktuelle technische Aspekte berücksichtigt.

Literatur

- Feierabend, T. & Eilks, I. (2009). Ein gesellschaftskritisch-problemorientierter Chemieunterricht zu Bioethanol. In D. Höttecke (Ed.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung*. Münster: Lit Verlag, 65-67
- Gröger, M., Krischer, D. & Spitzer, P. (2014). Chemieunterricht? Draußen! *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie* 6/25, S. 2-7
- Krischer, D. (2015). ...natürlich Chemie! Chemieunterricht in naturnaher Umgebung und naturbezogenen Kontexten. Ein Unterrichtskonzept für die Sekundarstufen I und II. Siegen: Dissertation
- Nentwig, P.M., Demuth, R., Parchmann, I., Gräsel, C. & Ralle, B. (2007). *Chemie im Kontext: Situating Learning in Relevant Contexts while Systematically Developing Basic Chemical Concepts*. *Journal of Chemical Education* 9/84, 1439-1444
- Pudenz, K. (2013). Pilotanlage zur Gewinnung großer Mengen Löwenzahn-Kautschuk (<http://www.springerprofessional.de/pilotanlage-zur-gewinnung-grosser-mengen-loewenzahn-kautschuk/4739960.html>, letzter Abruf 15.10.2015)
- Sommer, K. (2000). Substitute für Hauptnährstoffe - Neue Impulse aus der Lebensmittelchemie für einen zeitgemäßen Chemieunterricht - dargestellt am Beispiel Inulin. Erlangen-Nürnberg: Dissertation
- Tausch, M.W. (2004). Curriculare Innovation. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule* 8/53, 18-21