

## **Kautschuk aus Löwenzahn im Chemieunterricht selbst gewinnen Curriculare Innovationsforschung anhand eines praktischen Beispiels**

### **Einleitung**

Im Rahmen der curricularen Innovationsforschung werden aktuelle und zukunftssträngige Inhalte aus Wissenschaft, Technik, Umwelt und Leben für den Unterricht erschlossen (vgl. Tausch, 2004, S. 18). In einem ersten Schritt werden neue experimentelle Zugänge zum Fachinhalt geschaffen. Als Nächstes werden sie in didaktische Konzepte eingebunden. Lernsequenzen werden entwickelt und mit Materialien und Medien (sowohl in gedruckter, als auch in elektronischer Form ergänzt) ausgestattet. Anschließend werden die neu entwickelten Unterrichtsbausteine erprobt, in Hinblick auf die Durchführbarkeit der Experimente und die Eignung des Themas für den Unterricht evaluiert und immer wieder optimiert. Für das Ziel, Naturkautschuk aus Löwenzahnwurzeln als technische Innovation in den Chemieunterricht zu tragen, bietet sich diese Forschungsmethodik besonders an.

### **Quellen für Naturkautschuk**

Naturkautschuk ist einer der wichtigsten Rohstoffe. Er findet in einer Vielzahl von Produkten des täglichen Lebens Anwendung. Gewonnen wird das Polymer durch Anritzen der Rinde des tropischen Kautschukbaumes *Hevea brasiliensis*, der in Südamerika und Südostasien im sogenannten Kautschukgürtel wächst. Allerdings wird weder heute noch in Zukunft der Bedarf an Naturkautschuk durch synthetische Alternativen ersetzt werden können. Der weiter ansteigende Bedarf hat in den vergangenen Jahren die Forschung an alternativen Quellen für Naturkautschuk angefacht und zwei vielversprechende Kautschukträger in den Vordergrund gerückt.

Als alternative Quellen für Naturkautschuk kommt zum einen die Guayule (*Parthenium argenatum*), ein Strauch, der in der mexikanischen Wüste beheimatet ist und in den USA zurzeit intensiv beforscht wird, in Betracht. Zum anderen existiert eine russische Löwenzahnart (*Taraxacum kok-saghyz*), die in ihren Wurzeln Naturkautschuk von ebenso hoher Qualität wie *Hevea brasiliensis* führt. Diese Löwenzahnart ließe sich in beinahe allen Gebieten des gemäßigten Klimas anbauen, benötigt nur eine kurze Wachstumsperiode bis zur Ernte und hat enormes Potenzial in der Züchtung. Unter anderem diese Gründe machen den russischen Löwenzahn in Europa attraktiv.

### **Aktualität des Themas**

Im Rahmen einer curricularen Innovationsforschung verdient die Kautschukgewinnung aus der Löwenzahnart *T. kok-saghyz* besondere Beachtung, da es sich hierbei um aktuelle Forschungsinhalte handelt. So hat sich beispielsweise in Deutschland ein Forschungsverbund unter anderem mit Wissenschaftlern der Universität Münster, verschiedenen Fraunhofer Instituten, Züchtungsbetrieben und der Reifenfirma Continental gebildet, in dem bereits ein erster Reifenprototyp mit Löwenzahnkautschuk entwickelt und getestet wurde. Eine Pilotanlage zur Extraktion des Kautschuks sowie ein Motorlager aus Löwenzahnkautschuk zur Reduktion von Motorschwingungen wurden ebenfalls bereits gebaut (vgl. Continental, 2015).

Aber nicht nur aufgrund seiner besonderen Aktualität eignet sich das Thema Löwenzahnkautschuk für einen modernen Chemieunterricht, sondern auch, weil sich

Nachhaltigkeit und Aspekte von *nature of science* und Naturwissenschaftsgeschichte (vgl. Göbel & Gröger, 2017 (in diesem Band), Göbel & Gröger, zur Veröffentlichung in PdN-ChiS angenommen) daran kritisch thematisieren lassen.

So können Lernende beispielsweise herausarbeiten, dass der russische Löwenzahn mit Blick auf das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit gegenüber dem tropischen Kautschukbaum im Vorteil ist. Auf der Seite der Ökologie ist unter anderem die Möglichkeit der Kultivierung des Löwenzahns auf Marginalböden zu nennen, auf der Seite der Ökonomie fallen kurze Transportwege zur Weiterverarbeitung der Wurzeln sowie die Möglichkeit zur Mehrfachnutzung (Kautschuk, Inulin, Fructose, Ethanol) ins Gewicht. Nicht zuletzt ist auf der Seite des Sozialen die Schaffung von neuen Arbeitsplätzen vor allem im Anbau und in der Forschung zu verzeichnen.

Für die Thematisierung von *nature of science* in einem Unterricht zu Löwenzahnkautschuk bietet sich insbesondere der von Lederman et al. genannte Aspekt des sozialen und kulturellen Einflusses auf naturwissenschaftliches Wissen an (vgl. Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002, S. 501). Mithilfe von Primär- und Sekundärliteratur können Schülerinnen und Schüler in einem NOS-sensiblen Chemieunterricht Fragen beantworten, woher das Wissen über den Löwenzahn als Kautschukträger, das wir heutzutage haben und nutzen, stammt, wie Wissenschaft zur Zeit des Zweiten Weltkriegs funktionierte und wie Wissenschaft heute funktioniert.

#### **Experimente für eine Unterrichtseinheit im Sinne der curricularen Innovation**

Zum experimentellen Einstieg in das Thema bietet sich ein einfaches, aber eindrucksvolles Experiment an. Die Lernenden erhalten ein Stück einer getrockneten Wurzel des russischen Löwenzahns und sollen dieses langsam knicken (siehe Abb. 1). Dieser erste Kontakt mit dem Kautschuk soll die Motivation wecken und Ideen aufwerfen, wie der Kautschuk aus der Wurzel isoliert werden könnte.



Abb. 1 Kautschukfäden in einer getrockneten Wurzel von *T. kok-saghyz*

Im weiteren Verlauf der Unterrichtseinheit führen die Schülerinnen und Schüler Experimente durch, in denen der Kautschuk sowohl auf mechanischem Weg, als auch chemisch gewonnen wird.

So können einige dünne getrocknete Wurzeln so lange gemörsert werden, bis der darin befindliche Kautschuk zu kleinen Partikeln zusammenhaftet. Der holzige Wurzelstaub wird ausgewaschen und die Kautschukpartikel bis zum Zusammenhängen im Mörser bearbeitet. Das getrocknete Produkt kann anschließend durch Ziehen auf Elastizität geprüft oder als Radiergummi getestet werden.

Auf chemischem Weg existieren zwei Möglichkeiten zur Gewinnung des Rohstoffs aus Wurzeln. Zum einen können seine unpolaren Eigenschaften ausgenutzt werden, indem der Kautschuk zunächst in Petroleumbenzin oder n-Heptan gelöst und anschließend durch Abdampfen des Lösemittels isoliert wird.

Zum anderen kann der in der Wurzel befindliche Kautschuk durch Lösen der holzigen Hülle in Natronlauge zugänglich gemacht werden. Nach einstündigem Kochen in verdünnter Natronlauge und Auswaschen in heißem Wasser erhält man ein feines elastisches Netz aus Kautschukfäden, die gleichzeitig die Struktur der Milchröhren in den Wurzeln abbilden (siehe Abb. 2).

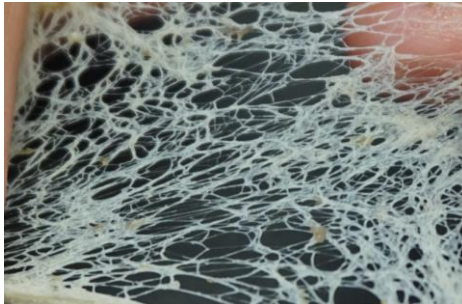


Abb. 2 Netz aus Kautschukfäden aus einer Wurzel des *T. kok-saghyz*

Zur Analyse des in den vorgestellten Experimenten gewonnenen Kautschuks besteht die Möglichkeit, eine IR-Spektroskopie der Pyrolyseflüssigkeit auszuwerten und mit Referenzspektren der Hauptspaltprodukte von Naturkautschuk Isopren und Dipenten zu vergleichen (vgl. Madorsky, 1964, S. 216).

#### **Zusammenfassung und Ausblick**

Kautschuk aus Löwenzahn ist ein vielseitiges und gewinnbringendes Thema für den Chemieunterricht, das Anknüpfungspunkte an aktuelle fachdidaktische Forderungen an Chemieunterricht bietet. Es erfüllt Anforderungen an einen modernen und curricular innovativen Chemieunterricht in Hinblick auf Authentizität, Bildung für nachhaltige Entwicklung sowie *nature of science*.

Die im Beitrag vorgestellten Experimente werden im Rahmen von Unterrichtsprojekten erprobt und in Hinblick auf Funktionalität, Durchführbarkeit und Interesse der Lernenden evaluiert. Dazu haben bereits 24 Schülerinnen und Schüler der Einführungsphase eines nordrhein-westfälischen Gymnasiums an Projekttagen nicht nur theoretisch zu verschiedenen Kautschukquellen gearbeitet, sondern auch eigenständig Experimente mit Löwenzahnwurzeln zur Gewinnung des Kautschuks durchgeführt und über Fragen der Nachhaltigkeit der Kautschuke diskutiert. Als ein erstes Ergebnis kann unter anderem das aktuelle Interesse zu diesem aktuellen Fachinhalt, auch bei Schülerinnen und Schülern, die Chemie in der Oberstufe abgewählt haben, positiv vermerkt werden.

**Literatur**

- Continental (2016). Continental ist bei Reifen aus Löwenzahn einen Schritt weiter (<http://www.continental-reifen.de/autoreifen/media-services/newsroom/20160913-automechanika-ffm/20160913-reifen-aus-loewenzahn>, letzter Abruf: 10.10.2016)
- Göbel, M., Gröger, M. (2017). Kautschuk aus Löwenzahn als Ersatzstoff im Zweiten Weltkrieg. Lernen über Chemie durch Verknüpfung von Geschichte und Chemie. In C. Maurer (Ed.) Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Zürich 2016. Kiel: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (Beitrag in diesem Tagungsband)
- Göbel, M., Gröger, M. (zur Veröffentlichung in PdN-ChiS angenommen). Kautschukforschung am russischen Löwenzahn in der Zeit um den Zweiten Weltkrieg.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Schwartz, R.S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6), 497-521
- Madorsky, S. L. (1964). *Thermal Degradation of Organic Polymers*, New York/London/Sydney: John Wiley & Sons
- Schecker, H., Parchmann, I., Staruschek, E. (2016). Fachlichkeit der Fachdidaktik - Standortbestimmung und Perspektiven (Workshop). In S. Bernholt (Ed.), *Authentizität und Lernen - das Fach in der Fachdidaktik*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Berlin 2015. Kiel: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, 25-28
- Tausch, M. W. (2004). Curriculare Innovation. *PdN-ChiS* 53 (8), 18-21