Markus Emden, Pitt Hild, Kirsten Kallinna und Livia Murer

Versuche aus dem Küchenschrank

Mancher Zimt kann auf die Leber schlagen

Preprint

Abstract

Anliegen der in loser Folge erscheinenden Versuche ist es, Impulse für chemische Versuche zu geben, die gefahrlos zu Hause mit haushaltsüblichen Gegenständen durchgeführt werden können. Sie können damit als Quelle für das gemeinsame Ausprobieren mit Kindern zu Hause dienen, in Kindergärten oder an Schulen sowie zur Verwendung bei Tagen der offenen Tür. Ein Stückweit sind sie zu verstehen als Antwort auf den oft gehörten Satz: «Ach, Du bist Chemiker/in!? Dann mach doch mal eben ein Experiment.»

Die Versuche sind explizit nicht als Experimente im fachdidaktischen bzw. wissenschaftstheoretischen Sinn konzipiert, sondern sollen vor allem durch Erzeugung einfacher naturwissenschaftlicher Phänomene eine positive Haltung gegenüber der Chemie wecken.

Keywords

Chemieunterricht, praktische Chemie, Experiment

Bibliografie Preprint

Emden, Markus, Pitt Hild und Livia Murer. 2020. «Mancher Zimt kann auf die Leber schlagen. Versuche aus dem Küchenschrank.» Preprint. [doi:10.5281/zenodo.4501414](https://doi.org/10.5281/zenodo.4501414).

Bibliografie Original

Emden, Markus, Pitt Hild und Livia Murer. 2020. «Mancher Zimt kann auf die Leber schlagen. Versuche aus dem Küchenschrank.» *Chemie in unserer Zeit* 54 (3): 204-205. [doi:10.1002/ciuz.202000020](https://doi.org/10.1002/ciuz.202000020).

[doi:10.5281/zenodo.4501414](https://doi.org/10.5281/zenodo.4501414)

2020

Pädagogische Hochschule Zürich
Lagerstrasse 2
CH 8090 Zürich
www.phzh.ch

Versuche aus dem Küchenschrank

Mancher Zimt kann auf die Leber schlagen

Markus Emden*, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer

Preprint

Emden, Markus, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer. 2020. «Mancher Zimt kann auf die Leber schlagen. Versuche aus dem Küchenschrank.» Preprint. [doi:10.5281/zenodo.4501414](https://doi.org/10.5281/zenodo.4501414).

Copyright Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Reproduced with permission.

Original

Emden, Markus, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer. 2020. «Mancher Zimt kann auf die Leber schlagen. Versuche aus dem Küchenschrank» *Chemie in unserer Zeit* 54 (3): 204-205. [doi:10.1002/ciuz.202000020](https://doi.org/10.1002/ciuz.202000020).

Anliegen der in loser Folge erscheinenden Versuche ist es, Impulse für chemische Versuche zu geben, die gefahrlos zu Hause mit haushaltsüblichen Gegenständen durchgeführt werden können. Sie können damit als Quelle für das gemeinsame Ausprobieren mit Kindern zuhause dienen, in Kindergärten oder an Schulen sowie zur Verwendung bei Tagen der offenen Tür. Ein Stückweit sind sie zu verstehen als Antwort auf den oft gehörten Satz: «Ach, Du bist Chemiker/in!? Dann mach doch mal eben ein Experiment.»

Die Versuche sind explizit nicht als Experimente im fachdidaktischen bzw. wissenschaftstheoretischen Sinn konzipiert, sondern sollen vor allem durch Erzeugung einfacher naturwissenschaftlicher Phänomene eine positive Haltung gegenüber der Chemie wecken.

Mancher Zimt kann auf die Leber schlagen

Durchführung [11]

Benötigt werden zwei Sorten gemahlenen Zimts: Ceylon-Zimt (in der Regel teurer und explizit ausgezeichnet) und Cassia-Zimt (der ‚klassische‘ Zimt, mit dem schon die ‚Omma‘ gebacken hat).

Eine Messerspitze des Cassia-Zimts wird in 60 mL Wodka ($\varphi(\text{Ethanol}) = 0,4$) suspendiert und für 30 Minuten stehen gelassen und gelegentlich aufgeschüttelt. Die Suspension wird über einen Kaffeefilter getrennt. Zum klaren, gelblichen Filtrat gibt man wenig Abflussreiniger (1 Schuppe oder eine Messerspitze Granulat) und schüttelt, bis der Reiniger gelöst ist (Aluminiumgrieß aussortieren, enthaltenes Natriumnitrat stört nicht). Mit einer UV-Handlampe, wie sie für die Aquarien-Sterilisation (UV-C, $\lambda = 278 \text{ nm}$) verwendet wird bzw. zur ‚Suche‘ nach Tierurinflecken (UV-A; $\lambda = 365 \text{ nm}$), bestrahlt man die Lösung (am besten direkt von oben). Das gleiche Vorgehen wiederholt man mit einer Probe Ceylon-Zimt.

Beobachtung

Die Probe mit Cassia-Zimt zeigt eine schwache, gelbgrüne Fluoreszenz. Im Falle des Ceylon-Zimts bleibt diese aus (bzw. ist deutlich schwächer).

Erklärung

Ceylon- und Cassia-Zimt werden beide aus der getrockneten Rinde von Zimtbäumen gewonnen. Da es verschiedene Arten von Zimtbäumen gibt, stimmt es nicht wunder, dass sich aus ihnen gewonnene Zimte in der Zusammensetzung deutlich voneinander unterscheiden. Dies gilt nicht nur zwischen Pflanzenarten sondern auch bzgl. der untersuchten Pflanzenteile der jeweiligen Art [19]. Der bei uns traditionell verwendete

Zimt, der intensiv und ‚schwer‘ duftet, wird in der Regel aus *Cinnamomum cassia* (Chinesischer Zimt) oder *Cinnamomum burmanni* (Indonesischer Zimt) gewonnen. Beide Pflanzen zeichnen sich durch hohe Gehalte an Zimtaldehyd aus (Struktur (1), vgl. Abbildung 1), gleichzeitig ist ein erhöhter Gehalt an Cumarin (2) festzustellen [9]. Im Falle des Ceylon-Zimts (*Cinnamomum verum*) betragen die Gehalte von Zimtaldehyd nur knapp ein Drittel der Gehalte der Cassia-Zimte, dafür ist Ceylon-Zimt fast frei von Cumarin, zeigt jedoch erhöhte Gehalte von Eugenol (3) [10]. Ceylon-Zimt weist ein deutlich ‚leichteres‘, fruchtiges Aroma auf und verfügt über eine geringere Würzkraft.

Abbildung 1 - Strukturen von Inhaltsstoffen von Zimt und deren Derivaten

Cumarin ist als Naturstoff verantwortlich für das charakteristische Aroma von Waldmeister, Tonkabohne und frisch geschnittenem Gras [1]. Es steht im Verdacht lebertoxisch zu sein und eine kleine, nicht vernachlässigbare Gruppe von Menschen zeigt ihm gegenüber eine erhöhte Sensibilität [2]. Daher ist der Zusatz von cumarinhaltigen Gewürzen per Verordnung in der EU reglementiert [13]. Über die Sinnhaftigkeit einer solchen Grenzwertsetzung wird kontrovers diskutiert [16; 7; 5], wobei offizielle Risikobewertungen [6; 8] eben nicht als ‚hysterisch‘, sondern als ‚sicher-ist-sicher‘ zu interpretieren sind [10].

Mit recht einfachen Mitteln ist der qualitative Nachweis auf Cumarin zu führen – die Standardanwendung zur Bestimmung von Cumarin ist die HPLC [18]. Im Versuch wird zweierlei ausgenutzt: Cumarin ist gut löslich in Ethanol. Zudem kann durch die Reaktion mit Basen die Öffnung des Laktonrings herbeigeführt werden. Zu diesem Zweck wird Abflussreiniger zugesetzt, dessen Hauptbestandteil NaOH ist – Aluminium (zur mechanischen Reinigung durch H₂-Entwicklung), Natriumtriat (zum Umsetzen des H₂ zu NH₃) sowie Natriumcarbonat (als Trennmittel) [3]. Die resultierende Farbvertiefung der Lösung ist wahrscheinlich auf die adsorptive Abtrennung von Verunreinigungen wie Lignin durch die Hydroxidfällung zurückzuführen [15].

Bei der Ringöffnung bildet sich 2-Hydroxy-*cis*-Zimtsäure (*o*-Cumarinsäure). Durch Bestrahlung mit UV-Licht wird diese in 2-Hydroxy-*trans*-Zimtsäure (*o*-Cumarsäure) überführt [14; 4] (Abbildung 2). Die *trans*-Verbindung ist im Gegensatz zum *cis*-Isomer fluoreszierend [17]. Die emittierte Strahlung liegt im sichtbaren Bereich, sodass gelbgrüne Fluoreszenz der Lösung auf Vorliegen von Cumarin hindeutet. Die Durchführung mit Ceylon-Zimt führt zu keiner beobachtbaren Fluoreszenz (bzw. einer merklich geringeren).

Abbildung 2 - Reaktionskette beim qualitativen Cumarinnachweis in basischer Lösung

Entsprechend behandelte Blindproben mit Cumarin (Ausbleiben einer Fluoreszenz), Zimtaldehyd (Ausbleiben) und Nelkenöl (Ausbleiben), als Ersatz für reines Eugenol, unterstützen diese Interpretation [11]. Der Versuch kann analog mit Tonkabohne durchgeführt werden [12], deren Verwendung als Würzmitteln in der Regel mit Aufrufen zur Mäßigung verbunden ist (z. B. auf den Etiketten der Gewürzhersteller).

- [1] J. L. Abernethy. The Historical and Current Interest in Coumarin, *Journal of Chemical Education* **1969**, 46, 561–568.
- [2] K. Abraham, F. Wöhrlin, O. Lindtner, G. Heinemeyer und A. Lampen. Toxicology and risk assessment of coumarin: Focus on human data, *Molecular nutrition & food research* **2010**, 54, 228–239.
- [3] H.-D. Barke, G. Harsch, S. Kröger und A. Marohn, *Chemiedidaktik kompakt*, Springer, Berlin, Heidelberg, **2018**.
- [4] H. Böhme und T. Severin. Optische Untersuchungen an Cumarinen, *Archiv der Pharmazie* **1957**, 62, 285–291.
- [5] J. Budde. Cumarin in Zimt: Zurzeit keine Gesundheitsgefährdung, *Pharmazeutische Zeitung online* **2006**, 151, o.S.
- [6] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), *Verbraucher, die viel Zimt verzehren, sind derzeit zu hoch mit Cumarin belastet*, Berlin, https://www.bfr.bund.de/cm/343/verbraucher_die_viel_zimt_verzehren_sind_derzeit_zu_hoch_mit_cumarin_belastet.pdf, **16.06.2006**.
- [7] BfR. Zimt und Cumarin: Eine Klarstellung aus wissenschaftlich-behördlicher Sicht, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* **2007**, 103, 480–487.
- [8] BfR, *Neue Erkenntnisse zu Cumarin in Zimt*, Berlin, <https://www.bfr.bund.de/cm/343/neue-erkenntnisse-zu-cumarin-in-zimt.pdf>, **27.09.2012**.
- [9] P. Chen, J. Sun und P. Ford. Differentiation of the four major species of cinnamons (*C. burmannii*, *C. verum*, *C. cassia*, and *C. loureiroi*) using a flow injection mass spectrometric (FIMS) fingerprinting method, *Journal of agricultural and food chemistry* **2014**, 62, 2516–2521.
- [10] M. Emden. Cumarin in Zimt: Aspekte für einen kompetenzorientierten Chemieunterricht, *MNU Journal* **2016**, 69, 343–348.
- [11] M. Emden. Cumarin in Zimt: Möglichkeiten der experimentellen Erschließung im Chemieunterricht, *MNU Journal* **2017**, 70, 42–46.
- [12] M. Emden. Nachweis von Cumarin in Tonkabohnen, *Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie* **2017**, 28, 49–50.
- [13] Europäisches Parlament und Rat, *Verordnung (EG) Nr. 1334/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Aromen und bestimmte Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften zur Verwendung in und auf Lebensmitteln sowie zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 1601/91 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 2232/96 und (EG) Nr. 110/2008 und der Richtlinie 2000/13/EG: EG 1334/2008*, **16.12.2008**.
- [14] F. A. Haskins und H. J. Gorz. Fluorometric Assay of Free and Bound Coumarin in Sweetclover, *Agronomy Journal* **1957**, 49, 493–497.
- [15] P. G. McFadden, Sr. und D. A. Ross-Morrey, *Low Temperature Process for Extracting Principal Components from Plants or Plant Materials and Plant Extracts Produced Thereby*, **05.07.2002**.
- [16] M. Schmidt, M. Müller und S.-D. Müller. Zimt und Cumarine: Bittere „Wahrheiten“ - Beitrag zur Extrapolation von Risiken, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* **2007**, 103, 378–383.
- [17] P. Schwarze und R. Hoffschmidt. Die Umwandlung von Cumarsäure in Cumarinsäure und umgekehrt im ultravioletten Licht, *Die Naturwissenschaften* **1959**, 46, 205–206.
- [18] C. Sproll, W. Ruge, C. Andlauer, R. Godelmann und D. W. Lachenmeier. HPLC analysis and safety assessment of coumarin in foods, *Food chemistry* **2008**, 109, 462–469, DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.12.068.
- [19] F. Woehrlin, H. Fry, K. Abraham und A. Preiss-Weigert. Quantification of flavoring constituents in cinnamon, *Journal of agricultural and food chemistry* **2010**, 58, 10568–10575.

*Zentrum für Didaktik der Naturwissenschaften, Pädagogische Hochschule Zürich