

Markus Emden, Pitt Hild, Kirsten Kallinna und Livia Murer

Versuche aus dem Küchenschrank

# Beiss mich nicht! Ich leuchte

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, Kirsten Kallina und Livia Murer. 2020. «Beiss mich nicht! Ich leuchte. Versuche aus dem Küchenschrank.» Preprint. [doi:10.5281/zenodo.4501532](https://doi.org/10.5281/zenodo.4501532).

## Bibliografie Original

Emden, Markus, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer. 2020. «Beiss mich nicht! Ich leuchte. Versuche aus dem Küchenschrank.» *Chemie in unserer Zeit* 54 (5): 330-331. [doi:10.1002/ciuz.202000036](https://doi.org/10.1002/ciuz.202000036).



[doi:10.5281/zenodo.4501532](https://doi.org/10.5281/zenodo.4501532)

2020

Pädagogische Hochschule Zürich  
Lagerstrasse 2  
CH 8090 Zürich  
[www.phzh.ch](http://www.phzh.ch)

## Versuche aus dem Küchenschrank Beiss mich nicht! Ich leuchte

Markus Emden\*, Pitt Hild, Kirsten Kallinna und Livia Murer

### Preprint

Emden, Markus, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer. 2020. «Beiss mich nicht! Ich leuchte. Versuche aus dem Küchenschrank.» Preprint. [doi:10.5281/zenodo.4501532](https://doi.org/10.5281/zenodo.4501532).

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

### Original

Emden, Markus, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer. 2020. «Beiss mich nicht! Ich leuchte. Versuche aus dem Küchenschrank.» *Chemie in unserer Zeit* 54 (5): 330-331. [doi:10.1002/ciuz.202000036](https://doi.org/10.1002/ciuz.202000036).

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.

## Beiß mich nicht! Ich leuchte

### Durchführung [8]

Zweige von Rosskastanie (*Aesculus Hippocastanum*) und Esche (Gattung *Fraxinus*) werden schräg angeschnitten, sodass sich eine große Schnittfläche ergibt. Je ein Zweig wird in ein Glas mit Leitungswasser gestellt – ggf. kann es hilfreich sein, heißes Wasser (ca. 60 °C) zu verwenden. Dann beleuchtet man die Schnittflächen mit einer LED-UV-Lampe (bspw. zur Detektion von Tierurin Spuren;  $\lambda \approx 365$  nm).

Der Versuch funktioniert auch mit bereits länger geschnittenen, bereits eingetrockneten Zweigen – eine Kollegin berichtet von einer Vorratshaltung an Kastanienzweigen über acht Jahre...

### Beobachtung

Von den Schnittflächen steigen Schwaden auf, die bei der Kastanie blau fluoreszieren und im Fall der Esche gelbgrün (Abb. 1), allerdings deutlich schwächer, welches in früheren Arbeiten als ausbleibende Fluoreszenz gewertet wurde [4]. Im Fall der Kastanie färbt sich das Wasser im Verlauf von 12 h braun und fluoresziert schließlich vollständig. Bei Esche diffundiert der Farbstoff auch ins Wasser, sodass die Lösung nach 12 h insgesamt fluoresziert – insgesamt jedoch auch deutlich weniger intensiv.

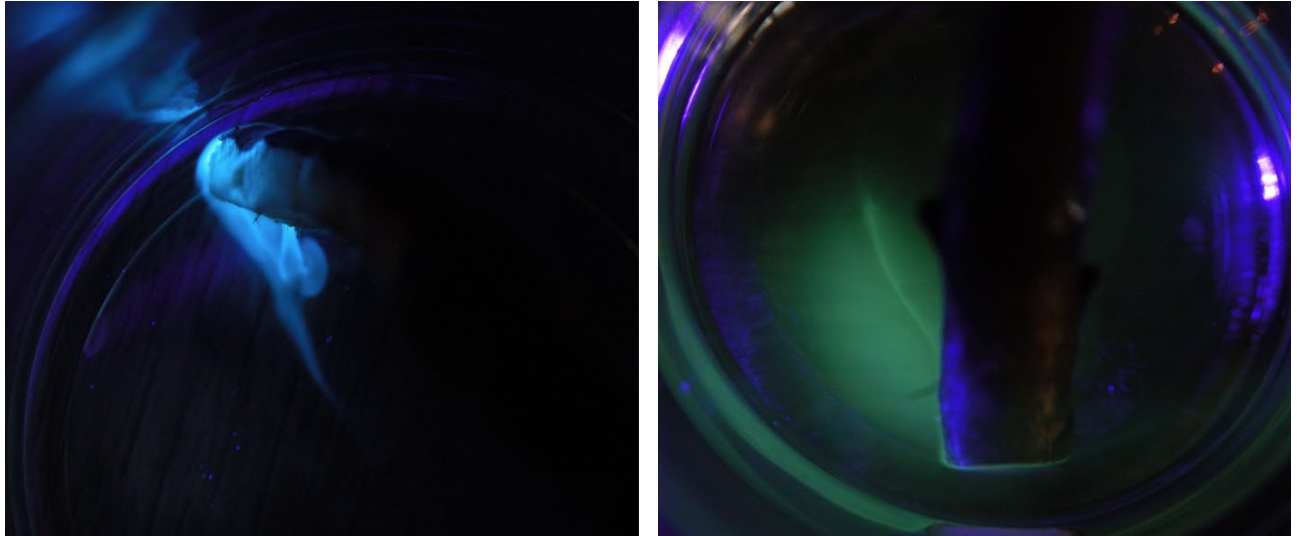
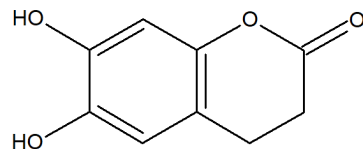


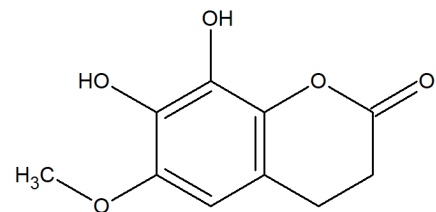
Abbildung 1 - angeschnittene Äste in Leitungswasser unter UV ( $\lambda = 365 \text{ nm}$ ); links: Rosskastanie, rechts: Esche

### Erklärung

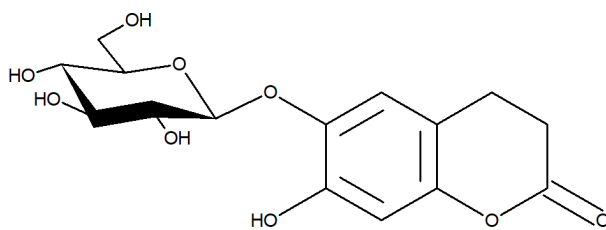
Kastanie und Esche enthalten glykosidisch gebundene Cumarinderivate. Im Fall der Rosskastanie handelt es sich um ein an Glucose gebundenes 6,7-Dihydroxycumarin (Aesculetin), dieses Glykosid trägt den Namen Aesculin. Bei der Esche ist die von der Pflanze ausgeschiedene Substanz das Fraxin mit dem Aglykon Fraxetin (7, 8-Dihydroxy-6-Methoxycumarin) [2] (Strukturen s. Abb. 2).



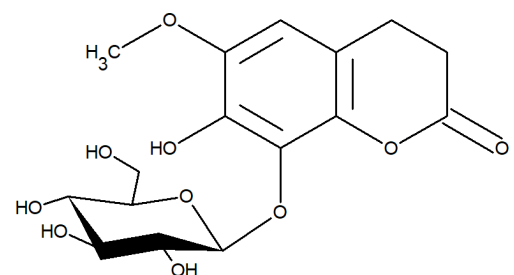
6,7-Dihydroxycumarin  
(Aesculetin)



7,8-Dihydroxy-6-methoxycumarin  
(Fraxetin)



Aesculin



Fraxin

Abbildung 2 - relevante Strukturen; oben: Aglykone, unten: Glykoside

Cumarine sind in der Natur recht weit verbreitet – in höherer Konzentration sind sie in Waldmeister (*Galium odoratum*), Tonkabohne (*Dypteryx odorata*) sowie Cassiazimt (z. B. *Cinnamomum burmanni*) enthalten [3]. Außerdem sorgen sie für den charakteristischen Geruch von geschnittenem, welkendem Gras – auch hier liegen sie glykosidisch gebunden vor und werden erst nach dem Schnitt freigesetzt [7]. Es wird daher davon ausgegangen, dass sie als Warnsignal der Pflanze, d. h. als Verbisschutz bzw. Fraßgift dienen [5].

Die verletzte Pflanze signalisiert durch die Ausschüttung des Bitterstoffs Cumarin: „Hau ab! Du verträgst mich nicht!“. Wenigstens bezüglich des unsubstituierten Cumarins ist dies auch in klinischen Studien belegbar [1]. So kann Cumarin zu Leberschäden führen – doch wahrscheinlich erst nach vergleichsweise langer Exposition, hohen Dosen und einschlägiger Sensibilität [3]; außerdem wirkt es blutverdünnend, was seinen zwischenzeitlichen Einsatz in Rattengiften begründet [7]. Eine gewisse Unverträglichkeit kann man im Selbstversuch leicht beobachten: Nach dem Genuss von Maibowle, die mit echtem Waldmeister angesetzt worden ist, kommt es nicht selten zu unwillkommenen Folgeerscheinungen (*vulgo* „Kater“), für die nicht allein das zugeführte Lösungsvolumen verantwortlich sein muss.

Die unterschiedliche Färbung der Fluoreszenz ist auf die unterschiedliche Substitution der beiden Aglykone zurückzuführen. So üben die substituierten Hydroxygruppen bereits einen vergleichsweise starken –I-Effekt auf das  $\pi$ -System des Cumarins aus, der im Fall des Fraxetins durch die zusätzliche Methoxygruppe noch verstärkt wird. Es resultiert, dass Fraxetin gegenüber dem Aesculetin ein weniger ‚bewegliches‘  $\pi$ -Elektronensystem haben sollte; da gleichzeitig die räumliche Erstreckung des  $\pi$ -Systems im Fraxetin um ein Zentrum wächst, verschiebt sich jedoch das Absorptionsmaximum – in guter Übereinstimmung mit den Scott’schen Regeln [7] – um etwa 30 nm ins längerwellige Spektrum. Die Emission erfolgt, gemäß Stokes’scher Verschiebung, wiederum weiter im Langwelligen, da ein Teil der Anregungsenergie in Wärmedissipation aufgeht und lediglich der ‚Differenzbetrag‘ als Strahlung im sichtbaren Bereich des Spektrums abgegeben wird [9]. Das Maximum für Fraxin liegt gegenüber dem von Aesculin ebenfalls ‚rotverschoben‘.

Aesculetin absorbiert mit einem relativen Maximum bei  $\lambda = 350$  nm und emittiert mit einem Maximum bei  $\lambda = 467$  nm [10]– das Glukosid absorbiert bei  $\lambda = 337,5$  nm und emittiert bei  $\lambda = 414$  nm [6]; beide Substanzen erscheinen entsprechend blau. Fraxetin – das Aglykon des in der Esche vorliegenden Fraxins – absorbiert bei  $\lambda = 380$  nm und emittiert bei  $\lambda = 517$  nm [10]; die wahrgenommene Farbe liegt daher im gelbgrünen Bereich.

- [1] K. Abraham, F. Wöhrlin, O. Lindtner, G. Heinemeyer und A. Lampen, *Molecular nutrition & food research* **2010**, *54*, 228–239, DOI: 10.1002/mnfr.200900281.
- [2] P. Drosky, M. Sander, K. Nakata, H.-U. Siehl, K.-P. Zeller, S. Berger und D. Sicker, *Chemie in unserer Zeit* **2014**, *48*, 450–459, DOI: 10.1002/ciuz.201400685.
- [3] M. Emden, *MNU Journal* **2016**, *69*, 343–348.
- [4] R. H. Goodwin und F. Kavanagh, *Archives of Biochemistry and Biophysics* **1952**, *36*, 442–455.
- [5] H.-W. Heldt und B. Piechulla, *Pflanzenbiochemie*, 5. Aufl., Springer Spektrum, Berlin, **2015**.
- [6] C. M. List und J. Schumburg, *Natürliche Fluoreszenzfarbstoffe*, Goslar, <https://www.dgzfp.de/Portals/24/IZ/PDF/Jugend%20forscht/LW%20NS%202017.pdf?ver=2017-04-19-124240-853>, **2017**.
- [7] W. Nultsch, L. Nover und E. W. Weiler, *Allgemeine und molekulare Botanik*, Thieme, Stuttgart, New York, **2008**.
- [8] D. Weiß und H. Brandl, *Chemie in unserer Zeit* **2013**, *47*, 50–54, DOI: 10.1002/ciuz.201300618.
- [9] S. Zajonc und M. Ducci, *Chemkon* **2013**, *20*, 9–13, DOI: 10.1002/ckon.201210188.
- [10] K. Żamojć, M. Zdrołowicz, A. Hać, M. Witwicki, P. B. Rudnicki-Velasquez, D. Wyrzykowski, W. Wiczak und L. Chmurzyński, *International journal of molecular sciences* **2019**, *20*, DOI: 10.3390/ijms20153802.

\*Zentrum für Didaktik der Naturwissenschaften, Pädagogische Hochschule Zürich