

Markus Emden, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer

Versuche aus dem Küchenschrank: Wer braucht schon Froschschenkel?

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, Elektrizität, Stromkreis

Bibliografie Preprint

Emden, Markus, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer. 2019. «Versuche aus dem Küchenschrank.» Preprint. 10.5281/zenodo.3935473.

Bibliografie Original

Emden, Markus, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer. 2020. «Wer braucht schon Froschschenkel? (Versuche aus dem Küchenschrank).» *Chemie in unserer Zeit* 54 (1): 66-67. 10.1002/ciuz.201980069.



[doi:10.5281/zenodo.3935473](https://doi.org/10.5281/zenodo.3935473)

2019

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

Versuche aus dem Küchenschrank Wer braucht schon Froschschenkel?

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

Preprint

Emden, Markus, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer. 2019. «Versuche aus dem Küchenschrank.» Preprint. [10.5281/zenodo.3935473](https://doi.org/10.5281/zenodo.3935473).

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

Original

Emden, Markus, Pitt Hild, Kirsten Kallina und Livia Murer. 2020. «Wer braucht schon Froschschenkel? (Versuche aus dem Küchenschrank).» *Chemie in unserer Zeit* 54 (1): 66-67. [10.1002/ciuz.201980069](https://doi.org/10.1002/ciuz.201980069).

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.»

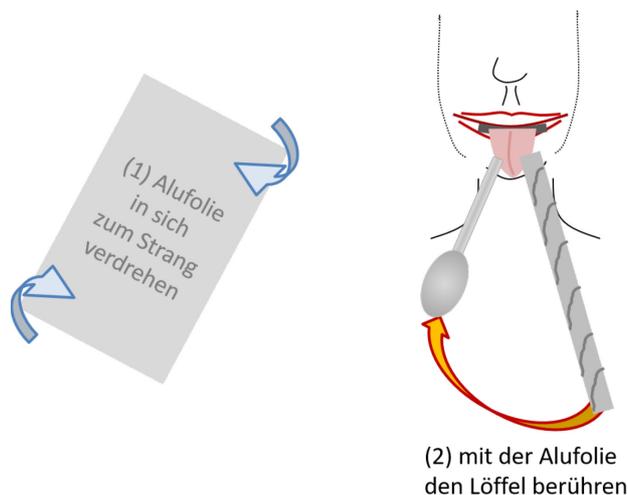
Die Versuche sind explizit nicht als Experimente im fachdidaktischen bzw. wissenschaftstheoretischen Sinn konzipiert, sondern sollen vor allem durch Erzeugung einfacher naturwissenschaftlicher Phänomene eine positive Haltung gegenüber der Chemie wecken.

In sprachlich reduzierter Form haben sie Eingang gefunden im Projekt *Der Kleine Schlaufuchs* an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd. [5]

Bloß keinen Schnaps zum Amerikaner!

Durchführung

Ein Stück Aluminiumfolie (15 x 15 cm) wird zu einem Strang verdreht. Ein Löffel aus Edelstahl sowie ein Stück Silberbesteck werden bereitgelegt. Nun bringt man die Alufolie an den linken Zungenrand der herausgestreckten Zunge und hält den Edelstahlöffel an den rechten Zungenrand. Schließlich berührt man gleichzeitig mit dem unteren Ende der Aluminiumfolie den Löffel. Analog wiederholt man den Versuch mit einem Stück Silberbesteck.



Beobachtung

Sobald sich die beiden Metallstücke berühren, kitzelt bzw. kribbelt es auf der der Zunge. Wir nehmen einen elektrischen Strom wahr. Im Vergleich der Versuche mit dem Edelstahlöffel bzw. dem Silberbesteck ist das empfundene Kribbeln beim Silber deutlicher ausgeprägt.

Erklärung

Im Jahr 1791 legte Luigi Galvani (1737-1798) seine Studie über die Wirkung von Elektrizität auf die Muskelbewegung vor [6], in der er über seine Versuchsreihen mit u. a. Fröschen berichtete. Im Zuge ihrer Untersuchungen zu ‚animalischer Elektrizität‘, hatten er und seine Mitarbeiter knapp zehn Jahre zuvor durch Zufall beobachtet, dass bei Berührung eines Froschnervs mit einem Skalpell und gleichzeitiger Entladung einer Leydener Flasche der Muskel im Froschbein kontrahierte [3]. Es resultierte ein umfassendes Forschungsprogramm [8], das er in seiner Schrift von 1791 darstellt und zusammenfasst. So stellten sie nicht nur fest, dass es einer metallisch-leitenden Verbindung bedurfte, um die Muskelkontraktion auszulösen, sondern auch, dass die Kontraktionen ohne Verwendung einer Leydener Flasche durch gleichzeitige Berührung eines Bogens aus zwei unterschiedlichen Metallen hervorzurufen waren. Darüber hinaus erkannten sie, dass sich bei unterschiedlichen Metallen unterschiedlich starke Kontraktionen ergaben («contractiones pro metallorum diversitate essent diversae» [6]). Galvani deutete diese Beobachtungen, dass es eine Elektrizität in den Muskeln der Tiere gebe, die durch die Metalle zum Abfließen gebracht werde und so die Zuckung verursache.

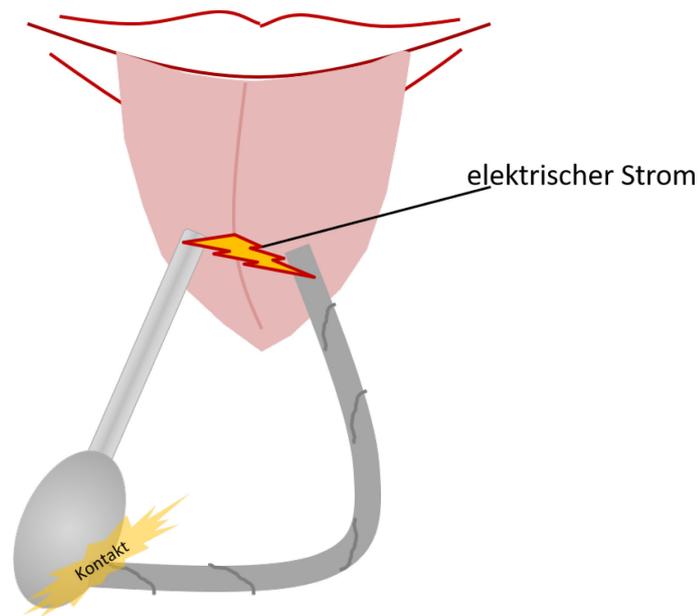
Alessandro Volta (1745-1827) widersprach dieser Annahme, insbesondere da die Galvanische Theorie, die die notwendige Elektrizität als im Tier inhärent ansah, nicht erklären würde, wieso die Muskelkontraktionen bei Kontakt mit zwei Metallen unterschiedlich ausfielen. Hierfür müsse es eine Erklärung ‚außerhalb‘ des Froschkörpers geben, sodass die Metalle die Ursache der Elektrizität seien und der Froschkörper nurmehr ein Leiter [8]. Er entwickelte in der Folge eine Theorie, die der Galvanischen *elettricità animale* entgegengesetzt war: die *elettricità metallica* [9]. Galvani selbst war ein recht zurückhaltender Mensch und befeuerte den Konflikt kaum mit eigenen Beiträgen. Sein Neffe, Giovanni Aldini (1762-1834), hingegen stieg in den Diskurs mit umso mehr Verve ein [9] und ergänzte die 1791er Arbeit seines Onkels in einer Neuauflage um ein über 20-seitiges Argumentarium für den Galvanismus [7]. Aldini erweiterte die Forschungen zur *elettricità animale* auf Warmblüter und griff u. a. auf die Leichen von hingerichteten Strafgefangenen des Newgate-Gefängnisses in London zurück [1; 4].

Heute ist die Theorie Voltas anerkannte Lehrmeinung: Strom kann dann fließen, wenn es zwischen zwei Polen eines Stromkreises eine Potentialdifferenz gibt. Dieses Potential stellt sich beispielsweise dann ein, wenn zwei unterschiedliche Metalle leitend in Verbindung gebracht werden oder bei zwei unterschiedlich aktiven ‚Bereitungen‘ desselben Metalls (z. B. bei Verdünnungsreihen, Metalllegierungen oder verunreinigten Metallen, so wie Volta sie für Versuche Galvanis annahm [3]). Der vorgestellte Versuch illustriert dies und kann sich dabei ebenfalls auf die Beobachtungen Voltas berufen, der feststellte, dass an der Zunge bei Kontakt zweier unterschiedlicher Metalle ein deutlich saurer Geschmack auftritt («la saveur etoit decidément acide») [10].

Die elektrochemischen Standardreduktionspotentiale für die im Versuch eingesetzten Metalle zeigen (für Edelstahl wird vereinfachend das Potential von Eisen angenommen), dass eine Potentialdifferenz zwischen den Metallen besteht und so prinzipiell ein Strom fließen könnte, insofern sie leitend miteinander verbunden werden: $E^0(\text{Al} | \text{Al}^{3+}) = -1,71 \text{ V}$; $E^0(\text{Fe} | \text{Fe}^{2+}) = -0,44 \text{ V}$; $E^0(\text{Ag} | \text{Ag}^+) = 0,79 \text{ V}$ [11]. Die Zunge ist im Mundraum von Speichel umspült und mit einem Speichelfilm überzogen; Speichel ist vergleichsweise reich an ionisch gelösten Substanzen (insbesondere Na^+ , K^+ , Cl^- und HCO_3^- [2]) – elektrische Leitfähigkeit ist entsprechend gegeben. Gegenüber dem Edelstahlöffel, ist bei gleichbleibendem elektrischen Widerstand R und

steigender Spannung (Potentialdifferenz) U gemäß Ohmschem Gesetz von einer erhöhten Stromstärke I auszugehen, wenn Silber und Aluminium durch den Speichel auf der Zunge leitend verbunden werden. Und das spürt man auch ...

Patienten mit Zahnfüllungen auf Amalgambasis bemerkten denselben Effekt, wenn sie mit dem Kaffeelöffel gegen die Füllung stießen. Auch dann ‚ziepte‘ es, weil das legierte Quecksilber ein gegenüber Edelstahl hohes Standardreduktionspotential aufweist ($E^0(\text{Hg} | \text{Hg}^{2+}) = 0,85 \text{ V}$).



- [1] J. Aldini, *Essai théorique et expérimental sur le galvanisme: avec une série d'expériences*, L'imprimerie de Fournier Fils, Paris, **1804**.
- [2] W. Buchalla. Multitalent Speichel: Bekanntes und Neues zu Zusammensetzung und Funktion, *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* **2012**, 67, 438–446.
- [3] C. Cajavilca, J. Varon und G. L. Sternbach. Luigi Galvani and the foundations of electrophysiology, *Resuscitation* **2009**, 80, 159–162, DOI: 10.1016/j.resuscitation.2008.09.020.
- [4] Crook, C. T. (Hrsg.), *The Complete Newgate Calendar*, Navarre Society Limited, London, **1926**.
- [5] M. Emden und B. Risch. Entwickelnder Transfer fachdidaktischer Outreach-Projekte: Das Rad nicht neu erfinden, *Chemie in unserer Zeit* **2019**, 53.
- [6] A. Galvani, *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*, Typographica Instituti Scientiarum, Bologna, **1791**.
- [7] A. Galvani, *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*, Societas Typographica, Modena, **1792**.
- [8] N. Kipnis. Scientific Controversies in Teaching Science: The Case of Volta, *Science & Education* **2001**, 10, 33–49.

- [9] A. Parent. Giovanni Aldini: From Animal Electricity to Human Brain Stimulation, *The Canadian Journal of Neurological Sciences* **2004**, 31, 576–584.
- [10] A. Volta. On the Electricity Excited by the Mere Contact of Conducting Substances of Different Kinds: In a Letter from Mr. Alexander Volta, F.R.S. Professor of Natural Philosophy in the University of Pavia, to the Rt. Hon. Sir Joseph Banks, Bart. K.B. P.R.S., *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **1800**, 90, 403–431.
- [11] Weast, Robert C. (Hrsg.), *CRC handbook of chemistry and physics: A ready-reference book of chemical and physical data*, CRC Press, Boca Raton, FL, **1983**.

*Zentrum für Didaktik der Naturwissenschaften, Pädagogische Hochschule Zürich