



# Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

## **DAS RAVIOLIDOSEN- PROJEKT ODER: DIE CHEMIE DER DOSENRAVIOLI**

Hans Joachim Bader



Education and Culture

**Socrates**  
Comenius



CITIES (*Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*) ist ein COMENIUS-Projekt, in dessen Rahmen Materialien für den Chemieunterricht erstellt und erprobt werden. Diese Materialien sollen Lehrkräften helfen, ihren Unterricht attraktiver zu gestalten, indem der Bezug sowohl zum Alltag und der Lebenswelt als auch zur chemischen Industrie aufgezeigt wird.

Am Projekt CITIES sind die folgenden Partner beteiligt:

- Goethe-Universität Frankfurt, Deutschland, <http://www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de>
- Czech Chemical Society, Prag, Tschechische Republik, <http://www.csch.cz/>
- Jagiellonian University, Krakau, Polen, [http://www.chemia.uj.edu.pl/index\\_en.html](http://www.chemia.uj.edu.pl/index_en.html)
- Hochschule Fresenius, Idstein, Deutschland, <http://www.fh-fresenius.de>
- European Chemical Employers Group (ECEG), Brüssel, Belgien, <http://www.eceg.org>
- Royal Society of Chemistry, London, United Kingdom, <http://www.rsc.org/>
- European Mine, Chemical and Energy Workers' Federation (EMCEF), Brüssel, Belgien, <http://www.emcef.org>
- Nottingham Trent University, Nottingham, United Kingdom, <http://www.ntu.ac.uk>
- Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh, Frankfurt/Main, Deutschland, <http://www.gdch.de>
- Institut Químic de Sarrià, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Spanien, <http://www.iqs.url.edu>

Weitere dem CITIES-Projekt assoziierte Institutionen:

- Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, United Kingdom
- Masaryk Secondary School of Chemistry, Prag, Tschechische Republik
- Astyle linguistic competence, Wien, Österreich
- Karls-Universität in Prag, Prag, Tschechische Republik



Dieses Projekt wird mit Unterstützung der Europäischen Kommission durchgeführt. Die vorliegende Publikation gibt die Meinung der Autorinnen und Autoren wieder. Die Europäische Kommission kann nicht für Folgen verantwortlich gemacht werden, die sich aus der Nutzung der vorliegenden Informationen ergeben können. Die am Projekt CITIES beteiligten Partner empfehlen dringend, dass jede Person, die die Versuchsvorschriften von CITIES nutzt, entsprechend beruflich qualifiziert ist sowie mit den Richtlinien für sicheres Arbeiten im Labor und dem Umgang mit Gefahrstoffen entsprechend den nationalen Regelungen vertraut ist. CITIES kann für keinerlei Schäden verantwortlich gemacht werden, die durch die Durchführung der beschriebenen Versuche entstehen.





---

# DAS RAVIOLIDOSEN-PROJEKT ODER: DIE CHEMIE DER DOSENRAVIOLI

---

## **Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Projekt**

### **"Die Chemie der Dosenravioli":**

Ute Albrecht, Melanie Escher, Susanne Hartnagel, Alexandra Heinz, Jürgen Knapp, Anita Kohlenberger, Matthias Leibold, Barbara Lesniak, Jörg Ludwig, Nicole Rust, Clemens Schwanzer, Oliver Solleder, Timo Vogt, Kirsten Fischer, Silke Heuser, Dr. Stefan Horn, Dorothea Klüsche-Hudson, Dr. Barbara Patzke, Dr. Jürgen Richter, Dr. Christiane Schüller

---

## FACHDIDAKTISCHE EINORDNUNG

---

Der hier vorgestellten Arbeit liegt ein projektorientierter unterrichtlicher Ansatz zu Grunde. Dabei wird ein zunächst nicht spektakulär erscheinendes Objekt tiefergehend betrachtet und aus chemischer Sicht unter verschiedenen Aspekten im Zusammenhang beleuchtet. Ziel war es nicht, eine Auswahl neuer und aufwändiger Versuche für den Chemieunterricht zusammenzutragen. Vielmehr sollte anhand des Alltagsproduktes Dosenravioli gezeigt werden, welche Erkenntnisse man mit einfachen allgemein bekannten chemischen Nachweisen erhalten kann.

Da die Eigentätigkeit der Schülerinnen und Schüler bei dem geplanten Unterrichtsprojekt im Vordergrund stand, wurde der Schwerpunkt auf Schülerversuche gelegt. Bereits die Reihenfolge der Versuche sollte der forschenden Vorgehensweise entsprechen, nach der man sich dem Untersuchungsgegenstand nähert und nach und nach tiefer vordringt. So ist das erste, das man an einer Raviolidose im Supermarktregal wahrnimmt, die bunte Verpackung, also das bedruckte Papier. Entfernt man dieses, stößt man auf die Metalldose, deren Zusammensetzung es zu ermitteln gilt. Es stellt sich die Frage nach dem Sinn einer solch aufwändigen und kostspieligen Verpackung. Die Antwort ergibt sich bei der Betrachtung der Konservierungsmöglichkeiten von Lebensmitteln. Öffnet man schließlich die Dose, gelangt man an die Nudeln, die ihrerseits die „Verpackung“ für das Fleisch darstellen. (Ravioli mit Gemüsefüllung werden hier vernachlässigt.) In der Soße schließlich können Verdickungsmittel und Farbstoffe nachgewiesen werden. Insgesamt ergeben sich die folgenden Themen:

Verpackung:            Papierbanderole  
                              Konservendose und Konservierung

Inhalt der Dose:      Nudelanteil der Ravioli  
                              Fleischfüllung  
                              Soße und ihre Bestandteile

Es werden somit unterschiedlichste Bereiche angesprochen, die bekanntermaßen im regulären Chemieunterricht nicht gleichzeitig erarbeitet werden können. Möchte man sich nicht auf eine rein phänomenologische Ebene beschränken, sollten deshalb die chemischen Grundlagen zu den Themenfeldern Metalle, Elektrolyse, Bindungstypen in organischen Molekülen (Einfach- und Doppelbindungen), Kohlenhydrate, Proteine und Fette bekannt sein. Besonders gut eignet sich die „Raviolidose“ für eine Unterrichtsphase am Ende der Realschule oder am Ende der 11. Klasse des Gymnasiums, wenn bereits bekannte Inhalte an einem praktischen Beispiel noch einmal vertieft werden sollen.

Das Thema bietet vielfältige fächerübergreifende Anknüpfungspunkte zur Erweiterung. Diese reichen von der Diskussion der Wirtschaftlichkeit des Recycling von Weißblechdosen über die moderner Ernährungsgewohnheiten bis zu der Frage, inwieweit Nahrungsmittelzusätze als gesundheitlich bedenklich einzuschätzen

sind. In jedem Fall bietet sich die Gelegenheit, im wahrsten Sinne des Wortes einen „Blick über den Tellerrand“ zu gewinnen.

---

## DIE EINZELNEN THEMENBEREICHE DES RAVIOLI-DOSEN-PROJEKTS

---

### Die Papierbanderole

Die Papierbanderole von Konservendosen hat einmal den Zweck, über den Inhalt zu informieren. Andererseits dient die Aufmachung verkaufpsychologischen Zielen. Versuche zur Analyse der Druckfarben würden den Rahmen dieses Projekts sprengen, aber Experimente zur genaueren Untersuchung des verwendeten Papiers sind einfach durchzuführen, z. B. der Nachweis von Stärke – ein üblicher Füll- und Festigungszusatz – sowie die Hydrolyse von Cellulose und der Nachweis von reduzierenden Zuckern im Hydrolysat.

Weiterführende Versuche im Rahmen eines Projekts können die Herstellung von Papier aus frischem Zellstoff sowie aus Altpapier [1,2] sein. Auch das Bleichen von Zellstoff ist in einfachen Schulversuchen durchführbar [3].

### Die Konservendose

Damit Konservendosen nicht rosten, bestehen sie aus Weißblech, d. h. aus einem mit einer dünnen Zinnschicht versehenen Eisenblech. Heute wird die Verzinnung auf elektrolytischem Wege durchgeführt, während man früher die Bleche durch ein geschmolzenes Zinnbad zog. Dadurch erhielt man allerdings nicht gleichmäßig dicke Zinnschichten und der Verbrauch dieses vergleichsweise seltenen Metalls war höher.

Um mögliche Beeinträchtigungen des Geschmacks des Inhalts zu vermeiden, werden Konservendosen heute oftmals innen zusätzlich mit einem Lack beschichtet. In Raviolidosen ist die weiße Schutzschicht gut zu erkennen.

Ein experimenteller Zugang zu diesem Themenbereich geht von dem Nachweis von Eisen und Zinn als Bestandteile des Weißblechs aus. Weiterhin kann der Korrosionsschutz durch die Zinnschicht in einem eindrucksvollen Experiment gezeigt werden.

Versuche zum Galvanisieren sind zahlreich in der Experimentalliteratur beschrieben (z. B. [4]) und können der Abrundung des Themas dienen.

Die Konservendose regt weiterhin zu einer kleinen mathematischen Frage an: Wie groß müssen Höhe und Durchmesser der üblicherweise 880 ml fassenden Dose sein, um den Materialaufwand zu minimieren? Die Lösung dieser Extremwertaufgabe führt tatsächlich bis auf geringe Abweichungen zu den gebräuchli-

chen Maßen der Dose. Die Durchmesser von Boden und Deckel sind allerdings geringfügig unterschiedlich, damit die Dosen stapelbar sind.

Insgesamt kann den Schülerinnen und Schülern an diesem Beispiel verdeutlicht werden, wie viel Know-how selbst in einem trivialen Alltagsprodukt steckt.

## Die Konservierung

Bei der Herstellung von Konserven werden nur physikalische Methoden angewandt, um eine Haltbarkeit zu erreichen. Durch Sterilisation, also durch Erhitzen auf mehr als 100 °C in Autoklaven, werden die Bakterien und Keime in den abzufüllenden Lebensmitteln abgetötet. Nach dem Abfüllen verschließt man die Dosen sofort luftdicht, wodurch ein Eindringen von Mikroorganismen und damit der Verderb von Konserven verhindert wird. Dieses Verfahren führt zu einer jahrzehntelangen Haltbarkeit. Da allerdings im Laufe der Zeit ein Geschmacksverlust einsetzen kann, wird meist durch Aufdruck eine wesentlich kürzere Haltbarkeit angegeben.

Beim Raviolidosenprojekt spielt somit die chemische Konservierung keine Rolle. Es ist jedoch hochinteressant, den Schülerinnen und Schülern anhand einer historischen Begebenheit zu verdeutlichen, dass Konserven nicht immer so unbedenklich wie heute waren. Als Grundlage empfiehlt sich das Buch „Der eisige Schlaf“ von Beattie und Geiger [5]. Darin wird von der Expedition von John Franklin berichtet, der 1845 mit drei Schiffen die Nordwestpassage erforschen sollte. Das Unternehmen war hervorragend ausgestattet, u. a. mit einer großen Menge Konserven. Die Expedition scheiterte allerdings ohne Überlebende. Nachforschungen blieben über Jahre erfolglos. Spätere Funde gaben Rätsel auf. Etwa fand man ein Rettungsboot, das Teile der Mannschaft über das Eis gezogen hatten, um das Festland zu erreichen, und darin völlig unnötige Gegenstände wie Silberbesteck und Seidentaschentücher. Erst die Exhumierung von Leichen, die im Permafrostboden vollständig konserviert waren, brachte in den 80er Jahren die Wahrheit ans Licht: Viele der Seeleute müssen infolge von Bleivergiftungen gestorben sein. Die Konserven waren damals mit Blei verlötet worden, d. h., über die Nahrung nahmen die Besatzungen konstant Blei auf, was zu den typischen Symptomen wie geistiger und körperlicher Schwäche führte.

Eine Behandlung weiterer Konservierungsmethoden für Lebensmittel kann als Erweiterung des Themas durchgeführt werden. Eine Sammlung von Vorschlägen hierzu findet man etwa im NiU-Themenheft Konservierungsstoffe – Konservierungsverfahren [6].

## Die Nudeln

Nudeln werden in Europa überwiegend aus Weizenmehl oder Weizengries hergestellt. Im ersten Schritt verknetet man Mehl oder Gries mit Wasser und ggf. Ei oder Eipulver zu einem Teig. Dabei wird das Wasser sowohl von der Stärke als auch von den Kleberproteinen des Weizenmehlkörpers gebunden. Der Teig wird geformt und getrocknet.



Hauptinhaltsstoff der Nudeln ist Stärke. (Der Proteinanteil des Weizenmehls liegt je nach Sorte bei 10 – 15 %.)

Isoliert man aus dem Ravioligericht die Nudeln, lässt sich somit problemlos Stärke nachweisen. Hierzu wird eine Probe der Nudeln im Reagenzglas kurz mit Wasser aufgekocht und Iod/Kaliumiodid-Lösung hinzugefügt. Allerdings ist dieser Versuch auch positiv, wenn man die Soße untersucht, da Anteile der Stärke bereits bei der Zubereitung in die Soße übergehen und Stärke als Soßenverdicker verwendet wird.

In einem weiteren Versuch lässt sich nachweisen, dass sowohl ungekochte als auch gekochte Nudeln sowie die Ravioli keine reduzierenden Zucker enthalten. Erst nach Spaltung der Stärke mit Säure sind reduzierende Zucker mit Fehling'scher Lösung nachweisbar.

Weitere Versuche zum Mehl und seinen Inhaltsstoffen – auch zum Proteinanteil - findet man in der angegebenen Literatur [7].

## Das Fleisch

Ravioli enthalten bekanntermaßen meist eine Fleischfüllung. Für die Schülerinnen und Schüler ist es wichtig zu erkennen, dass Fleisch eine der wichtigen Proteinquellen in unserer Nahrung darstellt, zusätzlich aber, je nach Herkunft, mehr oder weniger Fett enthält.

Das Fleisch der Ravioli lässt sich einfach durch Herauslösen isolieren und Eiweiß mit der Xantoproteinprobe nachweisen. Auch die bekannte Biuretreaktion kann durchgeführt werden und ist erwartungsgemäß positiv.

Der Verbraucher möchte natürlich gerne wissen, wie viel Fett die Fleischfüllung enthält. Hierfür wird die Füllung mehrerer Ravioli im Exsikkator über Phosphor-pentoxid oder einem anderen Trockenmittel mindestens 24 h getrocknet und sodann gewogen. (Wegen der Geruchsbelästigung sollte das Trocknen nicht im Trockenschrank erfolgen.) Nach der Extraktion des Fleisches mit Benzin und Verdampfen des Lösungsmittels in einem eingewogenen Kolben lässt sich der Fettanteil einfach bestimmen. (Bei dem von uns untersuchten Produkt lag dieser bei knapp 25 % der Trockenmasse.) Ein Hinweis, dass der Benzinextrakt überwiegend Fett enthält, liefert die Fettfleckprobe. Auch der Nachweis ungesättigter Fette mit Bromwasser ist positiv.

## Die Soße

Erst durch die rötliche Soße erhalten die Ravioli ihren typischen Geschmack. Sie wird aus Tomaten und Gewürzen hergestellt, wobei üblicherweise zur Geschmacksabrundung sowohl Zucker als auch Salz und – damit die Soße nicht die Konsistenz von Suppe hat – Verdickungsmittel wie Stärke zugesetzt werden.

Alle drei Zutaten lassen sich problemlos nachweisen. Hierzu wird etwas Soße über Watte filtriert und die erhaltene Lösung direkt mit Fehling'scher Lösung

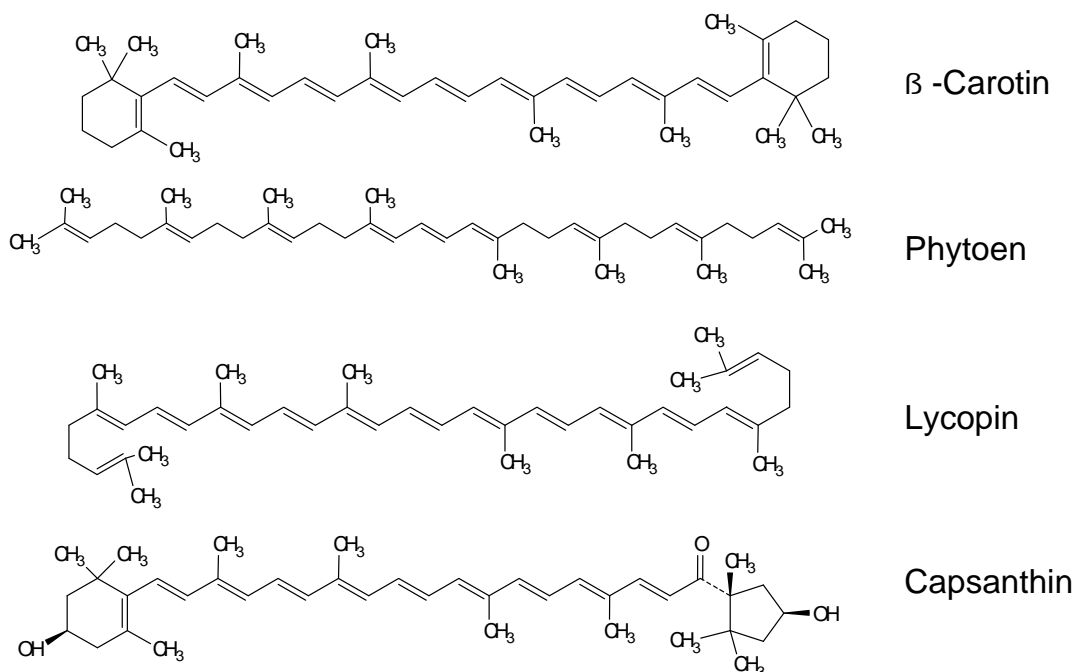
umgesetzt. Ein weiterer Teil des Filtrats dient dem Chloridnachweis. Stärke wird direkt aus der Soße mit Iod/Kalimiodid-Lösung nachgewiesen.

Tomaten enthalten als farbgebende Komponenten unterschiedliche Carotine, deren Anteil von Sorte zu Sorte unterschiedlich ist [8]. Dabei kann es sich beispielsweise neben anderen um das auch in Karotten anzutreffende  $\beta$ -Carotin handeln, das etwa in der Sorte "High Beta" zu 36 ppm enthalten ist. In anderen Sorten findet man als Hauptkomponenten Phytoen oder Lycopin, die sich chemisch nur wenig von  $\beta$ -Carotin unterscheiden, Tab. 1.

	$\beta$ -Carotin	Phytoen	Lycopin
Campbell	1,4	24,4	43,8
High Beta	35,6	32,5	0
Jubilee	0	68,6	5,1

**Tab. 1:** Carotine (Auswahl) von drei Tomatensorten, Angaben in ppm, nach [8]

Die große chemische Ähnlichkeit wird anhand der Formelschemata deutlich. Interessant ist in diesem Zusammenhang der Vergleich mit den Farbstoffen des roten Paprikas. Das vorherrschende Carotin ist dort das durch die beiden Hydroxylgruppen deutlich polarere Capsanthin.



**Abb. 1:**  $\beta$ -Carotin, Phytoen, Lycopin und Capsanthin

Eine dünnschichtchromatographische Trennung und Identifizierung einzelner Carotinoide der Tomatensoße ist mit den üblicherweise an Schulen vorhandenen einfachen Mitteln nicht möglich. Allerdings gelingt eine summarische Zuordnung: Vergleichschromatogramme von Benzinextrakten der Soße und von Karotten zeigen jeweils orangerote Substanzflecken mit nahezu identischen Rf-Werten. Ein deutlicher Unterschied ergibt sich zu einem Paprikaextrakt, dessen Chromatogramm einen intensiv roten Substanzfleck (wahrscheinlich Capsanthin) mit deutlich niedrigerem Rf-Wert enthält.

Oftmals werden Soßen Geschmacksverstärker zugesetzt. Auch Dosenravioli enthalten teilweise Natriumglutamat (E651), das den Geschmack salziger Speisen verstärkt, ohne dass der Eigengeschmack hervortritt [9].

Möchte man das Thema Gewürze vertiefen, bieten sich zahlreiche weiterführende Beispiele, wie die Isolierung von Pfefferaroma und von Kümmelöl, an [10].

---

## LITERATURVERZEICHNIS

---

- [1] Baierl, M. und Pfeifer, P.: Von der Cellulose zum Papier, NiU (Chemie) 6/29 (1995) 17.
- [2] Laier, B.: Papier machen aus Altpapier, NiU (Chemie) 6/29 (1995) 38.
- [3] Wöhrle, F. et. al.: Rund um´s Papier, NiU (Chemie) 6/29 (1995) 26.
- [4] Haupt, P.: Das Galvanisieren, in: Glöckner, W., Jansen, W. und Weissenhorn, R. G.: Handbuch der Experimentellen Chemie, Band 6: Elektrochemie, Aulis, Köln 1994, S. 318.
- [5] Beattie, O., Geiger, J.: Der eisige Schlaf. Piper, München 1992.
- [6] Seabert, H., Wöhrmann, H.: Experimente zu historischen Konservierungsverfahren. In: NiU-Chemie 4 (1993), Nr. 19, S. 36.
- [7] Glöckner, W., Jansen, W. und Weissenhorn, R. G.(Hrsg.): Handbuch der Experimentellen Chemie, Band 12: Kunststoffe, Recycling, Alltagschemie, Aulis, Köln 1997, S. 167.
- [8] Belitz, H.-D., Grosch, W.: Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Springer Berlin 1987, S. 196.
- [9] Lebensmittelchemische Gesellschaft der GDCh (Hrsg.): Schulversuche mit Lebensmittel-Zusatzstoffen. Behr, Hamburg 1990, S. 97.
- [10] Sallatsch, I.: Pfeffer als Beispiel für die Betrachtung von Gewürzen. NiU (PC) 31, 1983, 164.



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-No Derivative Works 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.