



# Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

## **DIE RAVIOLIDOSE**

Konzeption für den Chemieunterricht

Andrzej Danel, Ewa Kulig, Iwona Maciejowska

Deutsche Übersetzung von  
Christiane Schüler



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.**





---

## **EINLEITUNG**

---

In diesem Artikel wird eine Unterrichtskonzeption vorgestellt, die in die Chemie der Nahrungsmittel und in deren Konservierung einführt. Wir empfehlen dabei das Arbeiten an Stationen. Das vorliegende Material beinhaltet:

1. Einführung in das Arbeiten an Stationen,
2. Konzeption einer Unterrichtsstunde,
3. Arbeitsblätter für Schülerinnen und Schüler.

---

## BESCHREIBUNG DER ARBEIT AN STATIONEN

---

Beim Arbeiten an Stationen bearbeiten die Schüler in kleinen Gruppen von zwei bis drei Personen eine Aufgabe und wechseln anschließend zur nächsten Station. Die Reihenfolge der Stationen kann entweder festgelegt sein oder sie wird durch die Schüler ausgewählt.

Zu Beginn des Unterrichts wählen die Schüler die Station aus, mit der sie beginnen möchten. Alternativ werden die Anfangsstationen von der Lehrkraft festgelegt. Jede Gruppe muss eine Station zur Verfügung haben. Wenn die Lehrkraft ein Zeichen gibt - oder nachdem die Gruppen ihre Aufgaben gelöst haben - werden die Stationen gewechselt.

Die Aufgabe der Lehrkraft ist es, die Stationen vorzubereiten (Geräte, Chemikalien, Versuchsvorschriften, Texte, Fragen für die Schüler etc.), die Arbeiten der Schüler zu organisieren, beim Lösen der Aufgaben zu helfen, auf das Einhalten der Sicherheitsvorschriften zu achten und zu kontrollieren, dass die Arbeitsplätze von den Schülern ordentlich verlassen werden.

Es ist möglich, das Arbeiten an Stationen zu variieren. So kann z. B. jede Schülergruppe das an einer Station bearbeitete Arbeitsblatt mit der Schrift nach unten liegen lassen und zur nächsten Station gehen. Hier muss die Gruppe nicht nur die dort gestellten Aufgaben lösen und ein Arbeitsblatt bearbeiten, sondern auch das Arbeitsblatt der vorhergehenden Gruppe anschauen und mit den eigenen Ergebnissen vergleichen. Voneinander abweichende Ergebnisse werden notiert. Das Blatt der vorhergehenden Gruppe wird mitgenommen, das eigene Arbeitsblatt wird an der Station für die nächste Gruppe zurückgelassen. Nachdem alle Stationen bearbeitet worden sind, werden die Ergebnisse vorgestellt. Jede Schülergruppe präsentiert das Ergebnis einer Station. Es ist sehr wichtig, dass das Wissen, das anhand aufeinander folgender Aufgaben erarbeitet wurde, noch einmal in Zusammenhang dargestellt wird.

Ist eine Gruppe sehr leistungsstarker Schülern in der Klasse, können weitere Stationen vorbereitet werden, die zusätzlich zu den „Pflichtstationen“ zur Verfügung stehen.

Bei großen Schülerzahlen in einer Klasse können z. B. zwei Schulstunden eingeplant werden oder Stationen mit identischen Aufgaben werden verdoppelt. Es kann auch die Schülerzahl pro Gruppe erhöht werden oder die Zahl der Pflichtstationen wird verringert.

Das Arbeiten an Stationen kann unterschiedlich strukturiert werden:

- eine geschlossene Struktur: Diese wird strikt durch den Lehrer geplant. Nur auf Anweisung durch den Lehrer kann eine Arbeitsstation verlassen werden und eine neue bearbeitet werden. Jede Gruppe muss jede Arbeitsstation absolvieren.



- Eine halb-offene Struktur: Die Schüler entscheiden selbst, wann und wie sie eine Arbeitsstation absolvieren. Sie dürfen auch entscheiden, wieviele Stationen sie durchlaufen möchten, z. B. fünf von acht.
- Eine offene Struktur: Die Schüler wählen die Stationen und die Zahl der Stationen selbst aus.

---

## ANWENDUNG DER ARBEIT AN STATIONEN IM CHEMIEUNTERRICHT

---

Es wird hier eine Unterrichtseinheit vorgestellt, die sich mit Nahrungsmitteln und deren Konservierung befasst. Sie beinhaltet maximal sieben experimentelle und zwei theoretische Stationen:

- Theoretische Station - Chemische Methoden der Nahrungsmittelkonservierung
- Theoretische Station - Physikalische Methoden der Nahrungsmittelkonservierung
- Experimentelle Station - Die Banderole
- Experimentelle Station - Die Konservendose
- Experimentelle Station - Die Metallschicht der Konservendose
- Experimentelle Station - Die innere Beschichtung
- Experimentelle Station - Die Tomatensauce
- Experimentelle Station - Die Nudeln
- Experimentelle Station - Das Fleisch

### Hinweise

Die Versuchsvorschriften können auf der Website des CITIES Projekts nachgelesen werden. Die Wahl der Experimente ist abhängig von der Laborausstattung, dem Stundenplan, dem Wissen und den Fähigkeiten der Studenten usw. Je nach den Voraussetzungen kann der Lehrer eine Auswahl treffen.

### Einleitung

Zu Beginn des letzten Jahrhunderts war die Hauptursache von Todesfällen nicht Krieg, Verbrechen oder Unfälle, sondern Magen-Darm-Erkrankungen, einschließlich Vergiftungen, die durch Bakterien, wie das *Clostridium Botulinum* hervorgerufen wurden. Botulinumtoxin stellt eines der stärksten bekannten Gifte dar. Es ist in seiner Wirkung stärker als Cyanide oder Arsen.

Eine der ältesten Konservierungsmethode von Nahrungsmitteln ist das **Trocknen**. Pilze, Früchte und Fleisch wurden getrocknet und auf diese Weise haltbar gemacht. Während des Trocknens verdunstet das Wasser und das Nahrungsmittel kann so für eine längere Zeit aufgehoben werden.





Der nächste Schritt war eine **thermische Behandlung** der Nahrungsmittel. Durch Grillen oder Kochen denaturieren die Eiweißstoffe nicht nur im Fleisch sondern auch in den Zellen der Bakterien.

In Regionen mit kaltem oder arktischem Klima wurde das Haltbarmachen durch **niedrige Temperaturen** erreicht.

Um Nahrungsmittel in **sauerstofffreier Umgebung**, unter Ausschluss von Licht und bei niedrigen Temperaturen aufzubewahren, wodurch der Zerfallsprozess verlangsamt wird, wurden sie vergraben, wie z. B. Eier in China und Butter in Irland und Groß-Britannien. Heutzutage verwenden wir in unseren Haushalten Kühlschränke und Gefriertruhen.

---

## ARBEITSBLATT: THEORETISCHE STATION 1

---

### Chemische Konservierungsmethoden von Lebensmitteln

Lese den Text und löse anschließend die Aufgaben.

Neben dem Grillen wurde früher das Räuchern zum Haltbarmachen von Fleisch, Fisch und Käse verwendet. Bei ganz bestimmten Temperaturen wird die Nahrung haltbar gemacht, indem diese durch den Rauch getrocknet wird und durch Komponenten des Rauches - wie z. B. Kresole - Bakterien und Pilze getötet werden.

Eine neue Möglichkeit, Nahrung haltbar zu machen, ergab sich mit der Entdeckung der konservierenden Wirkung von Salz (Tafelsalz, Natriumchlorid). Die Konservierung mit Salz basiert dabei auf einem osmotischen Prozess. Das Salz "trocknet" die Proteine im Fleisch, gleichzeitig wird die Struktur der Proteine von Bakterien zerstört. Die Konservierung mit Zucker hat eine vergleichbare Wirkung. In Zucker eingelegtes Obst, das im Keller aufbewahrt wird, ist über viele Jahre haltbar.

Früher wurde Nahrungsmitteln oft eine kleine Menge Salicylsäure zugefügt, um diese haltbarer zu machen. Salicylsäure kommt in der Rinde der Silberweide *Salix alba* vor. Auf Grund ihrer gesundheitsschädlichen Wirkung für den Menschen ist Salicylsäure heute verboten und durch Benzoesäure (oder Natriumbenzoat) ersetzt worden. Benzoesäure kommt unter anderem in Heidelbeeren vor und schützt ebenfalls vor dem Verderben von Lebensmitteln.

Spezielle Konservierungsmethoden sind die **alkoholische Gärung**, die bei der Herstellung von Wein und Bier eine Rolle spielt, und die **Milchsäure-Gärung** bei der Herstellung von Milchprodukten sowie beim Einlegen von Gewürzgurken und Sauerkraut. Bei der Milchsäure-Gärung wird Milchsäure aus Kohlenhydraten gebildet. Mikroorganismen, wie z. B. Milchsäurebakterien, produzieren chemische Abbauprodukte, die wiederum für andere Mikroorganismen schädlich sind.

Eine weitere Methode ist als **Beizen** bekannt und war unseren Großmüttern und Müttern noch geläufig. Bei niedriger Temperatur wird Fleisch durch eine Mischung aus Natriumchlorid und Kaliumnitrit haltbar gemacht. Durch diese Methode wird eine Veränderung von Farbe und Geschmack und eine Reifung des Lebensmittels erzielt (Beispiel: rosa Schinken).

**Schwefeldioxid** ist ein weiteres chemisches Konservierungsmittel, das bereits in Homers "Odyssee" Erwähnung findet.  $\text{SO}_2$ , mit dem Symbol E220, wird in der Weinindustrie und bei der Konservierung von Obst verwendet. Auf Grund seiner reduzierenden Wirkung schützt das Schwefeldioxid Lebensmittel vor Oxidation.

## Aufgaben

1. Erkläre in einem Satz, warum Menschen Butter unter Wasser zum Schutz vor Verderben aufbewahrt haben.

.....  
.....  
.....  
.....

2. Wähle aus den nachfolgend aufgeführten Verbindungen diejenigen aus, die durch den Gärungsprozess bei der Haltbarmachung von Nahrungsmitteln gebildet werden (zwei Antworten sind richtig).

- Kohlenwasserstoffe
- Alkohole
- Säuren
- Kohlenhydrate
- Proteine

---

## ARBEITSBLATT: THEORETISCHE STATION 2

---

### Physikalische Konservierungsmethoden von Lebensmitteln

Lese den Text und bearbeite anschließend die nachfolgenden Aufgaben.

Während der Napoleonischen Kriege (1798 bis 1815) war der Bedarf an Lebensmitteln für die Soldaten sehr hoch. Die französische Zeitung *Le Monde* setzte einen Preis von 12.000 Francs für denjenigen aus, dem es gelingen würde, hierfür eine Lösung zu finden.

Im Jahr 1809 bot Nicolas Francois Appert seinen Dienst an. Er hatte beobachtet, dass Lebensmittel, wenn sie in einem Glasgefäß gekocht wurden, nicht verdarben, wenn das Glas anschließend fest verschlossen wurde. Dieser Vorgang wurde als **Appertisation** bezeichnet. Das war die Lösung! Zu dieser Zeit war der Grund für dieses Phänomen allerdings noch nicht bekannt (Louis Pasteur sollte erst einige Jahre später geboren werden.) Leider waren Gefäße aus Glas wegen ihres Gewichts und ihrer Zerbrechlichkeit oft untauglich.

Basierend auf der Appert'schen Methode ließ sich Peter Durand ein Verfahren zur Nahrungsmittelkonservierung in hermetisch abgeschlossenen Konservendosen aus Eisen patentieren (1810). Die Konservendosen wurden bald gebräuchlich. Allerdings gab es technische Probleme, denn die Soldaten mussten sie mit ihren Bayonetten oder mit Steinen öffnen. Außerdem verursachten die auf diese Weise konservierten Lebensmittel gesundheitliche Probleme, die durch Blei verursacht wurden, das als Lötlot für die Eisenbleche verwendet wurde. Heute wird das Eisenblech mit Zinn oder Lack beschichtet, um den Kontakt der Nahrung mit dem Metall zu unterbinden und kein Blei mehr verwendet. Auf diese Weise wurde eine bedeutende Verbesserung der Qualität der Lebensmittel erzielt.

Ähnlich der Appertisation wird das **Einmachen** immer noch im Haushalt durchgeführt. Es ist eine Art Pasteurisation, bei der durch hohe Temperaturen Mikroorganismen abgetötet werden. Die Nahrungsmittel werden gekocht in das Einmachgefäß gefüllt, mit einem Glasdeckel und einer Klammer luftdicht verschlossen.

**Bestrahlung** gehört zu den anspruchsvolleren Methoden der Nahrungsmittelkonservierung. Es wird der Zerfall der radioaktiven Elemente Kobalt ( $^{60}\text{Co}$ ) oder Caesium ( $^{137}\text{Cs}$ ) genutzt, die dabei energiereiche  $\gamma$ -Strahlung emittieren. Die Strahlung zerstört Bakterien, Schimmelpilze und Schädlinge und verlangsamt die Reifungsprozess und das Verderben des Nahrungsmittels. Die Strahlung vernichtet aber keine Viren oder Gifte, die durch Bakterien produziert werden.

Durch **Evakuieren** von Verpackungen werden ebenfalls Lebensmittel haltbarer. Oft wird solchen Verpackungen eine Tüte beigefügt, die eine Substanz enthält, die noch verbleibenden Sauerstoff adsorbiert. Dadurch wird Bakterien das lebensnotwendige Element entzogen. Lebensmitteltechnologe empfehlen ebenso die Konservierung durch **Modifizierung der Atmosphäre** in der Verpackung.

Hierzu werden meist Stickstoff und Kohlendioxid eingesetzt. So wird festes Kohlendioxid (Trockeneis) verwendet, das verdampft und die Bakterien durch den Sauerstoffmangel zerstört. Dieser Vorgang wird als Hypoxie und Hypercarpie bezeichnet.

Bei der Konservierung von Obst, Gemüse, Saucen und Fertiggerichten wird oft die **Hochdrucktechnik** angewendet. In einem Stahlbehälter, der mit Nahrungsmitteln gefüllt ist, wird Wasser unter einem Druck von 5000 atm gepumpt. Das ganze Verfahren dauert ungefähr 6 Minuten, wobei die Zellstruktur infolge des hohen Druckes zerstört wird. Vorteile dieses Verfahrens sind: Es dauert nur kurze Zeit, der Geschmack oder der Geruch werden nicht verändert, die Nahrung behält ihr frisches Aussehen bei.

**Gefriertrocknen (Lyophilisation)** ist eine interessante Methode der Nahrungsmittelkonservierung, die ursprünglich aus Südamerika stammt. Vor einigen hundert Jahren lagerten die Inkas (Peru) ihre Nahrung in den Bergen, die dort gefror und trocknete, da das Eis durch den geringen Druck, der in diesen Höhen herrschte, sublimierte. Heutzutage wird dieser Prozess künstlich in speziellen Behältern, in denen sich die Nahrung befindet, durch Gefrieren bei geringem Druck durchgeführt. Nahrung, die so konserviert worden ist, kann über einen sehr langen Zeitraum aufbewahrt werden, da bei der Lyophilisation das Wasser sowohl der Nahrung als auch den Zellen der Mikroorganismen entzogen wird.

Abschließend sei noch eine weitere Methode erwähnt, die Konservierung durch ein **pulsierendes elektrisches Feld, PEF**. Sie wird zur Konservierung von Säften, Milch, Kefir, Joghurt, Suppen oder auch Flüssigei eingesetzt. Bei diesem Verfahren, das bei Raumtemperatur abläuft, fließt die Flüssigkeit zwischen zwei Elektroden und wird für eine kurze Zeit ( $\mu\text{s}$ ) einem Impuls eines elektrischen Felds mit einer Spannung von 20 bis 80 kV ausgesetzt. Mikroorganismen und Mikroben werden zerstört. Nach der Behandlung mit dieser hohen Spannung wird das Lebensmittel abgekühlt. Geschmack und Geruch der Nahrung bleiben erhalten.

## Aufgaben

- Du lebst im 21. Jahrhundert und kennst die Ergebnisse von Louis Pasteurs Arbeit. Schreib einen kurzen "virtuellen" Brief (2 bis 3 Sätze) an Monsieur Nicolas Francois Appert, in dem du die naturwissenschaftlichen Grundzüge seiner Methode erklärst, z. B. weshalb Lebensmittel, die einem Glasgefäß gekocht werden, nicht verderben, wenn dieses fest verschlossen wird.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Finde die charakteristischen Eigenschaften von Bleiverbindungen heraus (Wähle lösliche Salze).  
Erkläre, weshalb Nahrung aus Konservendosen gesundheitliche Probleme verursachte, bei denen Blei als Lötlot für die Eisenbleche verwendet wurde.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

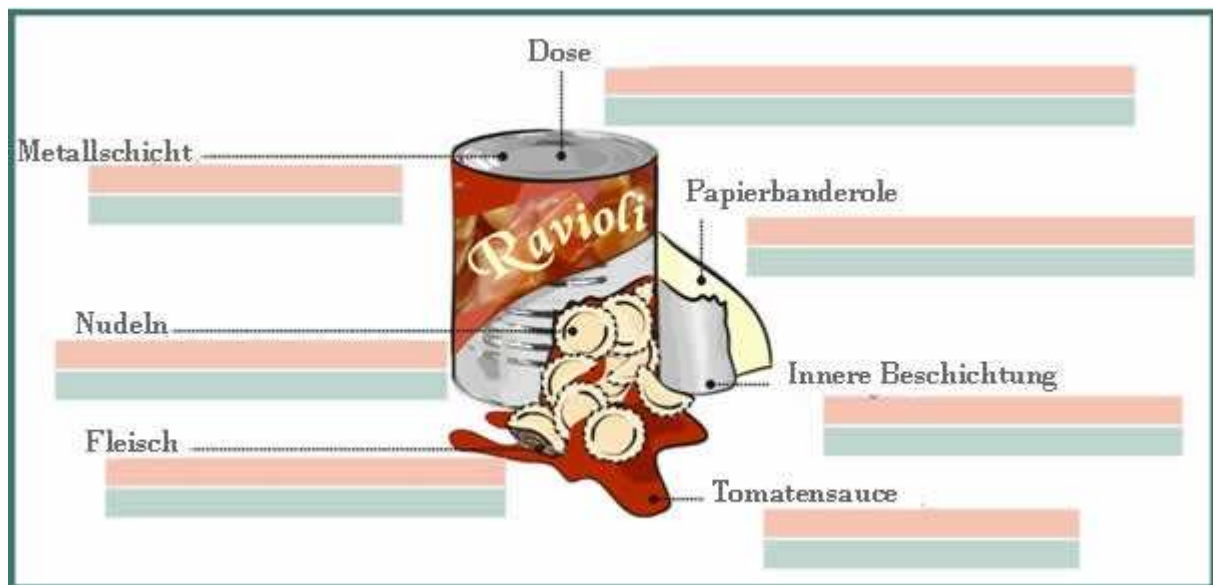
- Welche der genannten Bakterien werden bei der Nahrungsmittelkonservierung durch eine modifizierte Atmosphäre zerstört? Ordne diese der betreffenden Spalte der Tabelle zu.

- *Mycobacterium tuberculosis* (Tuberkel Bazillus, aerobes Bakterium)
- *Clostridium tetani* (Tetanus Bazillus, anaerobes Bakterium)
- *Clostridium botulinum* (Botulinus Bazillus, anaerobes Bakterium)
- *Mycobacterium leprae* (Leprosy Bazillus, aerobes Bakterium)
- *Streptococcus pneumoniae* (*Pneumococcus*, aerobes Bakterium)

Sollten zerstört werden:	Sollten nicht zerstört werden:

## ARBEITSBLATT: ZUSAMMENFASSUNG

Ergänze in der Abbildung die Namen der Substanzen und die chemischen Reaktionen, die als Nachweis benutzt wurden.



Graphische Gestaltung: Agnieszka Węgrzyn.



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.