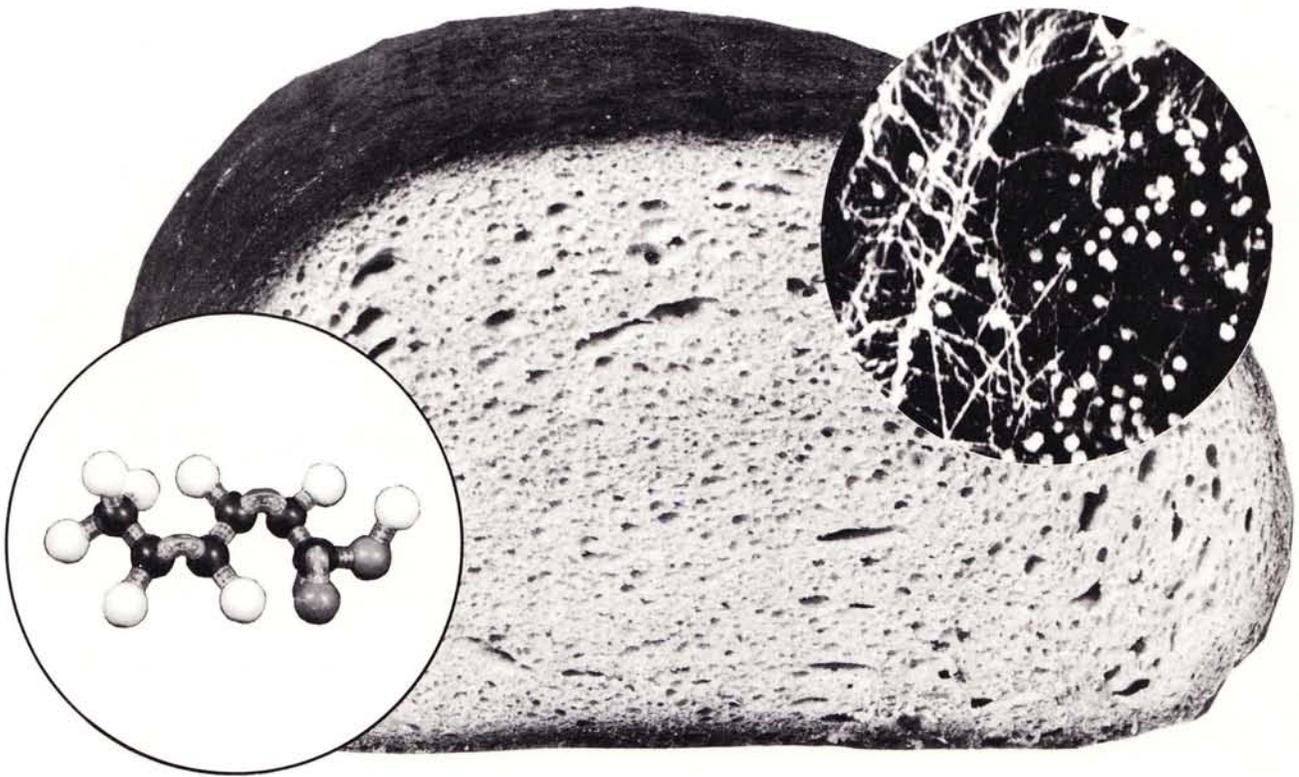


Soznat

Materialien für den Unterricht 33

Heidrun Seabert

Holger Wöhrmann



**Konservierung von Lebensmitteln
mit und ohne Chemie**

Naturwissenschaften sozial

Heidrun Seibert / Holger Wöhrmann

KONSERVIERUNG VON
LEBENSMITTELN
MIT UND OHNE CHEMIE

Materialien zu einer Unterrichtsreihe

Marburg 1992

Redaktion: Lutz Stäudel

Graphik: Angela Bender

Herausgeber:
AG Naturwissenschaften - sozial

c/o Lutz Stäudel
Gesamthochschule
Kassel, FB 19
Heinrich-Plett-Str. 40
3500 Kassel

c/o Armin Kremer
AG Soznat
Universität Marburg, FB 21
Postfach 2150
3550 Marburg

Das Titelbild zeigt

- im rechten Teil den Ausschnitt einer elektronenmikroskopischen Aufnahme von Brotschimmel, freundlicherweise zur Verfügung gestellt von der Abteilung Biologie der Gesamthochschule Kassel,
- im linken Teil die Sorbinsäure als Molekülmodell.

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Seibert, Heidrun:

Konservierung von Lebensmitteln mit und ohne Chemie /
Heidrun Seibert ; Holger Wöhrmann. Hrsg.: AG Naturwissen-
schaften - Sozial. - 1. Aufl. - Marburg : Red.-Gemeinschaft
Soznat, 1992

(Soznat ; Bd. 33)
ISBN 3-922850-64-2

NE: Wöhrmann, Holger.; GT

1. Auflage 1992

(c) Redaktionsgemeinschaft Soznat Marburg
Postfach 2150 3550 Marburg

Druck: Alpdruck Marburg

Alle Rechte vorbehalten - Kopien zu Unterrichtszwecken erlaubt

ISBN 3-922850-64-2

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	1
Konservieren als Gegenstand des Unterrichts Fächer / Richtlinien / Methoden / Realisierungsmöglichkeiten in Sekundarstufe I und II	2
Geschichte der Lebensmittelkonservierung im Überblick Ursprünge / Altertum / Verwissenschaftlichung / Chemische Konservierungsstoffe / Lebensmittelkontrolle	7
Ursachen für den Verderb / Notwendigkeit der Lebensmittelkonservierung Wirkungsweise von chemischen Konservierungsstoffen	17
Die Konservierungsverfahren im einzelnen Das Trocknen / Das Salzen / Konservierung von Milch / Das Räuchern / Das Schwefeln / Das Pökeln / Behandeln mit Kräutern / Das Einzuckern / Einlegen in Honig / Behandeln mit Ameisensäure und ihren Salzen / Einlegen in Essig / Behandeln mit Sorbinsäure und ihren Salzen / mit Benzoessäure und ihren Salzen / mit Antioxidantien / Sterilisieren / Bestrahlung	20
Lebensmittelkonservierung und Gesundheit Lebensmittelkonservierung und Krebserkrankungen / Nitrosamine / PAKs / Allergien	51
Vorbemerkungen zu den Experimenten, praktischen Versuchen und Untersuchungen mit Konservierungsstoffen und -verfahren	57
Das Trocknen von Kartoffeln / Pilzen / Fleisch / Granatäpfeln / Trauben	58
Das Salzen von Champignons / Fleisch / Bohnen / Knoblauch / Pfirsichen	62
Milchkonservierung Milchpulver / Käse / Milchsäurenachweis / Speiseeis	65
Das Räuchern aus der Sicht des 19. Jahrhunderts / Räuchern von Käse	70
Das Schwefeln Nachweis von Schwefeldioxid in Trockenobst / in Wein / in anderen Lebensmitteln / Schwefeln von Marmeladengläsern	72
Das Pökeln von Fleisch nach Hausfrauenart / Pökeln von Fleisch / Nachweis von Nitrat und Nitrit in Rohwurst und Hackfleisch / Nitrit-/Nitratgehalte in Schinken	75
Konservieren mit Kräutern Winterweitrauben / Eingelegte Rüben / Eingelegte Feigen	79
Das Einzuckern Römische Brombeeren / Gezuckerte Heidelbeeren	81
Das Konservieren mit Honig Äpfelkonservierung nach Aspicus / Nachweis von Glucose in Honig / Frischhalten von Fleisch mit Honig / Nachweis von Ameisensäure in Honig / Enzymatischer Nachweis	83
Konservieren mit Essig Konservierung von gebratenem Fisch / Herstellung von Ketchup	90
Konservieren mit Sorbinsäure Sorbinsäure wirkt antimikrobiell / Nachweis von Sorbinsäure	92
Konservieren mit Benzoessäure Benzoessäure verhindert die alkohol. Gärung / Benzoessäure in Erfrischungsgetränken	97
Der Zusatz und die Wirkung von Antioxidantien Nachweis von Vitamin E in Speiseöl / Bestimmung von Vitamin C in Pilzkonserven	100
Erfahrungen mit einem Projekt 'Konservierung' im Chemieunterricht der Jahrgangsstufe 12	104
Literaturhinweise	113

Vorbemerkung

Die Konservierung von Lebensmitteln und anderen Gegenständen - Körpern, Häuten und Fellen, Gebrauchsgegenständen - begleitet die Geschichte der Menschheit seit Anbeginn als eine spezifische Art, dem Verfall von Stoffen bewußt und praktisch die Kenntnis von der Haltbarmachung entgegenzusetzen. Die ersten Bewohner der Erde schufen sich mit einfachen Techniken (Trocknen, Räuchern, Beizen, Gerben) Nahrungsvorräte und Kleidung, die eine weitere Verbreitung der Menschen in unwirtlichere Zonen überhaupt erst ermöglichten.

Heute stellen die Konservierungstechniken, alte wie neue, einen unverzichtbaren Faktor der Wirtschaft dar: Die Trennung der Orte der Produktion und des Konsums, die Entwicklung von Ballungszentren mit umfassenden, differenzierten Bedürfnissen (der Ernährung), der internationale Warenaustausch usw. machen die Konservierung bei der Mehrzahl der Produkte zu einem notwendigen Verarbeitungsschritt.

Daß dazu nicht immer ein chemisches Verfahren - im engeren Sinn - notwendig ist, wird am Beispiel schnell deutlich: Nudeln etwa werden durch einfaches Trocknen haltbar und marktfähig gemacht. Umgekehrt läßt sich zeigen, daß Konservieren stets etwas mit Chemie - im weiteren Sinn - zu tun hat. Ob bei der Marmeladeherstellung durch hohe Zuckerkonzentration das Wachstum von Mikroben verhindert wird oder beim Salzen durch Wasserentzug, in jedem Fall findet eine chemische Veränderung der betreffenden Stoffe statt mit dem Ziel, Verderb durch Ausbreitung von Bakterien oder Pilzen zu verhindern.

Die modernen chemischen Konservierungsverfahren stellen unter diesem Blickwinkel eine mehr oder weniger gezielte Ergänzung der klassischen Methoden dar, wenn sich auch gezeigt hat, daß die Behandlung von Lebensmitteln mit Chemikalien zu Konservierungszwecken nicht immer unproblematisch ist.

Lange benutzte Substanzen wie Propionsäure mußten wegen objektiver Gesundheitsgefahren verboten werden, und die meisten der während der letzten 100 Jahre vorgeschlagenen chemischen Konservierungshilfsmittel gelangten aus gleichem Grund nie zur breiten Anwendung. Aber nicht nur historisch ist das Thema Konservierung von Lebensmitteln interessant: Im Zuge der Öffnung des EG-Binnenmarktes und der Vereinheitlichung bestehender Vorschriften findet seit Ende der 80er Jahre eine heftige Auseinandersetzung um die jüngste Konservierungsmethode statt, die Behandlung mit Gammstrahlung aus radioaktiven Präparaten. Und auch Stoffe wie Parabene oder Benzoate gerieten jüngst wieder ins Blickfeld der Öffentlichkeit, als die genehmigten Lebensmittelzusatzstoffe insgesamt unter gesundheitlichen Gesichtspunkten diskutiert wurden.

Ziel der Auseinandersetzung mit Konservierungsverfahren und -stoffen im Unterricht muß es sein, über die theoretische und praktische Kenntnis verschiedener Methoden und deren geschichtlichen Hintergrund zu einem Verständnis zu gelangen, das kritisches Verbraucherverhalten fördert und

beiträgt zu einer reflektierten Teilhabe an den (gesellschafts-)politischen Entscheidungen der Gegenwart und der Zukunft. Angesprochen werden aber auch die Interessen der Schülerinnen und Schüler an einer generellen Auseinandersetzung mit Bereichen ihrer Alltagsumwelt, zu deren Aufklärung die Naturwissenschaften wenigstens partiell beitragen können. Schließlich wird über die zahlreichen Möglichkeiten der ganz praktischen Bearbeitung sowohl ein Teil naturwissenschaftlicher Arbeitstechniken zugänglich gemacht und andererseits die Selbsttätigkeit der SchülerInnen gefördert bei der Konfrontation mit vielen schon nicht mehr geläufigen Techniken der häuslichen Lebensmittelkonservierung, vom Einwecken bis zur Herstellung von Sauerkraut.

Für eine Arbeit in diesem Sinne werden in diesem Materialheft alle für die Behandlung im Unterricht relevanten Konservierungsmethoden dargestellt, in historischer, fachlicher und praktischer Hinsicht. Einige Methoden wurden dabei nicht berücksichtigt, z.B. der Zusatz von pHB-Estern (Ester der para-Hydroxybenzoesäure), der wegen der deutlichen Geschmacksveränderung nur bei der Fischkonservierung eine gewisse Bedeutung besitzt. Dagegen sind Antioxidantien aufgeführt, die definitionsgemäß zwar nicht zu den Konservierungsstoffen zu zählen sind, jedoch auch zur Haltbarmachung von Lebensmitteln eingesetzt werden.

Der Konservierung bzw. Verarbeitung von Milch ist ein eigener Abschnitt gewidmet, da hier im Lauf der Geschichte sehr spezifische Methoden (Käsen, Buttern, Ultrahoherhitzen) entwickelt worden sind und zur Konservierung im engeren Sinn die unterschiedlichsten Methoden (Trocknen, Milchsäuregärung, Pasteurisieren, Gefrieren) angewendet wurden und werden.

Konservieren als Gegenstand des Unterrichts

Die mit diesen Materialien vorgeschlagene schulische Auseinandersetzung mit dem Thema "Konservieren von Lebensmitteln" kann, muß aber nicht, im Chemieunterricht stattfinden. An vielen Stellen wird explizit auf chemische Sachverhalte hingewiesen oder es werden gar Reaktionsmechanismen dargestellt. Diese sind jedoch zunächst als Information für die betreuende Lehrkraft zu verstehen. Keineswegs sollte der Eindruck entstehen, daß die Formelkenntnis Voraussetzung für ein Verständnis des konkret angesprochenen Sachverhaltes ist. Dies gilt umso mehr, als auch in wissenschaftlicher Hinsicht der genaue Wirkungsmechanismus einzelner Konservierungsverfahren durchaus nicht abschließend geklärt ist.

Da zudem Materialien und Versuche so ausgewählt sind, daß auch eine Behandlung im Anfangsbereich der Sekundarstufe I möglich sein sollte, kommen für die 'Lebensmittelkonservierung' auch andere Formen schulischer Auseinandersetzung in Frage:

- der integrierte naturwissenschaftliche Unterricht der Klassen 5 bis 7/8 (wie er z.B. an zahlreichen Gesamtschulen existiert),
- entsprechend - ev. mit Verschiebung des Akzentes - der Biologieunterricht der gleichen Jahrgangsstufen,
- der Wahlpflichtbereich der Jahrgänge 7/8 oder 9/10 (Naturwissenschaften & Technik),
- Projekttage und -wochen,
- fächerübergreifende Unterrichtsprojekte,
- der Chemie- und Biologieunterricht der Klassen 8 bis 10
- aber auch der naturwissenschaftliche Unterricht in der gymnasialen Oberstufe.

Um die Angemessenheit dieses Themenbereichs für den Chemieunterricht zu zeigen, sind im folgenden auszugsweise Rahmenrichtlinien (Sek. I) und Kursstrukturpläne (Sek. II) aus Hessen zitiert. Dort heißt es,

"... daß es in entscheidender Weise vom Stand der Naturwissenschaften, nicht zuletzt der Chemie, abhängen wird, ob und in welcher Weise gesellschaftliche Probleme wie Überbevölkerung oder Umweltschutz gelöst werden. Naturwissenschaftliche und gesellschaftliche Probleme sind hier eng miteinander verknüpft. Dem Chemieunterricht obliegt es, Grundlagen zu schaffen, die für das Verständnis dieser Fragen unumgänglich sind" (RRL Ch 1976, S. 4).

bzw.:

"Für die Mitwirkung an Entscheidungsprozessen z.B. zum Schutze der Umwelt und zur Verbesserung der Lebensbedingungen ist chemisches Sachverständnis Voraussetzung, für das der Chemieunterricht einen wichtigen Beitrag leisten kann.

Daneben muß der Chemieunterricht die Schüler aber auch in die Lage versetzen, chemische Zusammenhänge in ihrer Umwelt zu erkennen. ... auf ein kritisches Bewußtsein der Schüler bezüglich ihres eigenen Verhaltens als Verbraucher, als Mitverantwortliche für die Gestaltung der Umwelt, überhaupt als politisch Handelnde hingearbeitet werden" (KSP Ch 1979, S. 4).

Wie gefordert weist das Thema "Konservierung von Lebensmitteln"

- erkennbare Bezüge zwischen Alltag und Unterricht auf,
- bezieht Alltagsprobleme in den Unterricht ein und fördert die Entwicklung von Lösungsstrategien.
- Es orientiert sich inhaltlich und methodisch an SchülerInneninteressen und geht bei der wissenschaftsorientierten Erarbeitung von deren Alltagsvorstellungen aus.

Für verschiedene Fächer gibt es zudem ausdrückliche Hinweise darauf, sich mit dieser Thematik auseinanderzusetzen:

Für die *Jahrgangsstufe 5* sehen die RRL Biologie in Hessen eine UE "Nahrung und Ernährung beim Menschen" vor, der u.a. die folgenden Lernziele zugeordnet sind:

- *Mögliche Schädigung durch Lebensmittelzusätze aufzeigen können.*
 - *Grundregeln einer gesunden Ernährung erläutern können: ...*
 - 4. *Vorsicht vor Konservierungsmitteln.*
 - *Zur Lösung eines Problems die experimentelle Untersuchung einer Vermutung fordern können.*
 - *Einfache Handversuche selbst durchführen können*" (RRL Bio 1978, S. 72ff.).
- Sollen Schüler - wie gefordert - zu kritischem Verbraucherverhalten und zu einer gesunden Ernährungsweise erzogen werden, ist es unumgänglich, ihnen die Gründe darzulegen, die zu den unterschiedlichen Konservierungsmethoden geführt haben. Das Kennenlernen des Trocknens, Salzens, Räucherns, Pökeln, des Einlegens in Kräuter oder Honig, Einzuckerns und die Konservierung von Milch kann hier über die selbständige Durchführung von themenbezogenen Versuchen erfolgen und den SchülerInnen die Einsicht vermitteln, daß auch Salz, Zucker, Honig und Essig im eigentlichen Sinne Konservierungsstoffe sind.

Für den *Chemieunterricht im 10. Schuljahr* heißt es:

"Das 2. Halbjahr (des) Elementarkurses ist für die Durchführung von Projekten bestimmt, durch die vor allem die Verbindungen der Chemie zur Umwelt der Schüler und zur Arbeitswelt deutlich gemacht werden sollen."

Zu den vorgeschlagenen Projektthemen gehört auch das 'Kochen, Braten, Backen' (RRL Ch 1976, S. 24).

In der Sekundarstufe II sind verschiedene Zeitpunkte für einen projektorientierten Unterricht mit dem Thema 'Konservierung' denkbar:

In der *Jahrgangsstufe 11* ist für das 2. Halbjahr der Themenkreis 'Chemie der Kohlenstoffverbindungen' vorgesehen, der u.a. die Behandlung der Carbonsäuren beinhaltet. Hier bietet sich die Bezugnahme auf die heute zugelassenen Konservierungsstoffe an, die größtenteils zur Stoffgruppe der Carbonsäuren gehören (KSP Ch 1979, S.9).

In der *Jahrgangsstufe 12* ist ein Grundkurs mit dem Rahmenthema 'Kohlenstoff-Chemie' vorgesehen. Dort heißt es u.a.

"Funktionelle Gruppen nehmen für die Erschließung von Eigenschaften aus vorgegebenen Strukturen und umgekehrt eine Schlüsselstellung ein; ... Die Korrelation zwischen Struktur und Eigenschaften wird somit zu einem weiteren Ordnungsprinzip des Kurses und ist vorrangig gegenüber chemischen Stoffkenntnissen zu berücksichtigen. Praxisbezüge sind angemessen zu beachten" (KSP Ch 1979, 4.3.7).

Diesem Ziel kann das Thema 'Konservierung' in idealer Weise zugeordnet

werden: Es ermöglicht u.a. das Erkennen ähnlicher Eigenschaften von Konservierungsstoffen, z.B. saurer Charakter, Erhöhung der Wirksamkeit gegenüber Mikroorganismen bei steigendem pH-Wert usw..

Als *Projekt* - integriert in den Stundenplan oder gesondert in einer Projektwoche - bietet die Thematik nahezu alle wünschbaren Möglichkeiten für diese Arbeits- und Lernform: Zur praktischen und theoretischen Auseinandersetzung, zur Herstellung vorzeigbarer Produkte, zum Aufsuchen außerschulischer Lernorte und Einbeziehung von Eltern oder schulfremden Fachleuten und Literaturstudien, zur Darstellung eigener Ergebnisse für die (Schul-)Öffentlichkeit und zur interessengeleiteten Planung des eigenen Arbeitsprozesses in einer Gruppe. Zur Geltung kommen hier auch Bezüge zu anderen Fächern, der Geschichte und dem gesellschaftlichen wie individuellen Alltag. Wegen der unterschiedlichen sachlichen, fachlichen und methodischen Anforderungen ist eine jahrgangsübergreifende SchülerInnenbeteiligung durchaus wünschenswert.

Die *Bezüge zu anderen (Fach-)Gebieten* können hier nur stichpunktartig genannt und erläutert werden:

* Die Erarbeitung der geschichtlichen Entwicklung fördert das Verständnis für den gegenwärtigen Alltag mit seinen Problemen und Möglichkeiten. Dabei wird *"grundsätzlich der gesellschaftliche Zusammenhang"* einbezogen und *"die Bedingtheit und Veränderbarkeit dieser 'Gegebenheiten' dadurch erkennbar (ge)macht und so ein umfassendes Verständnis von (Natur-)Wissenschaft und Gesellschaft ermöglicht"*.^{*)}

Stichpunkte: Bedeutung des Pökeln für Salzhandel; Konserven ermöglichten lange Wanderungen (z.B. Völkerwanderung, Kreuzzüge, Kriege); Entstehung neuer Berufe; Wissenschaftsentwicklung.

* Für ein Verständnis der Konservierung sind u.a. biologische und medizinische Fragen relevant, z.B.: Was sind Mikroorganismen? Wie ist eine Zelle aufgebaut? und: Was bedeutet Cancerogenität?

* Politik: Wirtschaftliche Bedeutung der Konservierung, Handel, Handelswege, Märkte; Rechtsvorschriften sowie deren Kontrolle; welche Kontrollinstanzen sieht der Gesetzgeber vor?

* Religion, Kunst: Rituelle Bedeutung von bestimmten Nahrungsmittel-Behandlungstechniken; zeitgenössische Darstellungen und ihre Aussage.

* Geographie: Regionale Abhängigkeit bestimmter Konservierungsmethoden.

* Sprachlicher Bereich: Textanalyse; Übersetzung fremdsprachiger Rezepte usw.

^{*)} Vgl. G. Strobl: Die Natur der Dinge und die Natur der Naturwissenschaft. Bielefeld 1990, S. 8

Die Konservierungsverfahren auf einen Blick

Schwefeln

Pökeln

Räuchern

Zusatz von

* Alkohol

* chemischen

Konservierungsstoffen

* Antioxidantien

chemisch

Bestrahlen

Vakuum

Pasteurisieren

Gefrieren

Gefriertrocknung

physikalisch

Lebensmittel-
konservierung

natürlich

Einsalzen

Einmachen

Einlegen in Honig

Einlegen in Essig

Milchsäuregärung

natürlich

Trocknen

Kühlen

Sterilisieren

Die Geschichte der Lebensmittelkonservierung im Überblick

Die Ursprünge

Die Anfänge der Konservierung von Lebensmitteln reichen zurück bis in die Ur- und Steinzeit: Jäger und Sammler begannen, Teile ihrer Beute bzw. ihrer "Ernte" im Herbst gezielt für den Winter haltbar zu machen und als Nahrungsreserven - auch für Krisenzeiten bzw. die Wanderung - verfügbar zu halten. Bei den sich entwickelnden Verfahren der Konservierung spielten immer mehrere Aspekte eine Rolle:

- die überlieferte Erfahrung, also die handwerkliche Tradition,
- religiös-kultische Vorstellungen als sich über Generationen entwickelndes Brauchtum, wie die handwerkliche Erfahrung in Abhängigkeit von geographischer und klimatischer Situation,
- und seit Beginn der Neuzeit ein gezieltes Umgehen mit den Stoffen auf der Basis von (naturwissenschaftlichen) Vorstellungen über die Ursachen von Verderb und Konservierung.

Mit Beginn der Vorratshaltung in der Steinzeit wurden die ersten Konservierungsverfahren, 'Salzen' und 'Räuchern/Trocknen', entwickelt. Welche Verfahren in unterschiedlichen geographischen Zonen zur Anwendung kamen, hing insbesondere von den klimatischen Bedingungen ab: So konservierten die Ägypter um 2000 v. Chr. durch Trocknen, indem Schlachtstücke und Fische an Stricken in Vorratskammern aufgehängt wurden. Dagegen wurde in klimatisch feuchteren Regionen das Räuchern bevorzugt, dessen Anwendung durch auf 9000 Jahre datierte archäologische Funde gesichert belegt wurde (siehe die Darstellungen von *J. C. Leuchs* auf der folgenden Seite).

Ebenfalls seit ca. 10000 Jahren wurden in verschiedenen Regionen die spezifischen Eigenschaften von Milch, Honig und Pflanzensäften zur Haltbarmachung genutzt: So konnten Hinweise auf die sehr frühe Herstellung von Käse gefunden werden, was dem Einsatz von Fermenten entspricht.

Das Konservieren mit Öl war seit ca. 3000 v. Chr. in Mesopotamien bekannt, wo gekochter Fisch und gekochtes Fleisch in Gefäßen aufbewahrt wurden, die mit Sesamöl gefüllt waren.

Diese beiden Methoden wurden im Altertum durch das Konservieren mit Essig (Ägypten ab ca. 2000 v. Chr.) und die Behandlung von Lebensmitteln mit Schwefel (im Römischen Reich) ergänzt.

Interessant ist, daß manche historische Verfahren erst viel später als "Konservierungsmethoden" erkannt werden konnten. So berichtet die Bibel über das Volk Israel in Ägypten, daß der Pharao Josef befahl, "in den 7 fetten Jahren den fünften Teil des Getreides in Fruchthäusern einzulagern, um Vorrat für die 7 mageren Jahre zu haben". Bei der daraufhin entwickelten Speicher-Lagerung von Getreide handelte es sich wahrscheinlich um einen ersten Fall von Gaslagerung, bei der das Getreide durch bei der Atmung entstehendes Kohlendioxid

vor Verderb geschützt wird.

Konservierung unter verschiedenen klimatischen Bedingungen

"So verschiedene Bedürfnisse, so verschiedene Zwecke brachten die Kunst Körper zu erhalten, bald zu einer gewissen Vollkommenheit, die größtenteils vom Klima abhängig war.

In einem sehr warmen und feuchten Lande (z.B. in mehreren Teilen Ostindiens) giengen alle Körper sehr schnell in Gährung und Fäulniß über; man konnte sie dort durch kein anderes Mittel haltbar machen, als durch das Trocknen.

In einem feuchten (z.B. Holland) wurden die hölzernen Theile der Gebäude und alle Körper schnell von der Vermoderung oder Fäulniß ergriffen. Man mußte erstere durch Ausstreichen von Oelfarben, letztere durch verschiedene Mittel haltbar zu machen suchen; man mußte die größte Reinlichkeit beobachten, um Ansteckungstoffe und feuchte Dämpfe zu entfernen.

In einem kalten Lande waren so viele Vorsichten nicht nöthig. Der Mangel an Wärme hielt die Gährung und Fäulniß zurück, und den größten Theil des Jahres konnte man die Nahrungsmittel im Schnee, oder zu Eis gefroren aufbewahren."

Aus: J.C. Leuchs: Lehre der Aufbewahrung und Erhaltung aller Körper.
Nürnberg 1820

Daß auch magisch-kultische Vorstellungen und Handlungsanweisungen oft eine (erst heute bekannte) rationale Grundlage hatten, macht ein Blick auf entsprechende geschichtliche Zeugnisse deutlich:

Angaben über antidämonische Pflanzen finden sich bereits in der Bibel:*)

"...und nehmet ein Büschel Ysop und tunket es in das Blut in dem Becken und berühret damit die Überschwelle und die zween Posten"
(2. Buch Moses, 12. Vers 22/23).

Dieser Ritus sollte vor dem Eindringen des Verderbers schützen, da Ysop das 'Faulwerden des Blutes' verhinderte. Spätere Untersuchungen erbrachten, daß Ysop und artverwandte Pflanzen eine stark antiseptische Wirkung infolge hoher Carvacrol-, Cineol- oder Thymolgehalte besitzen.

*) Nach: F. Eichholtz: Die toxische Gesamtsituation auf dem Gebiet der menschlichen Ernährung. Berlin 1956

Neben der antidämonischen Pflanze Ysop wird auch der Gebrauch von Rauch in der Bibel beschrieben (und magisch gedeutet):

"Die bösen Geister fliehen vor Rauchwerk" (Tob. 8, Vers 2).

Die zugrundeliegende Ansicht, daß jedes Ereignis (z.B. auch die Zersetzung von Lebensmitteln) von bestimmten Göttern und Wesen hervorgerufen wird, war in vielen Völkern verbreitet und besteht z.T. auch heute noch. Diese dem Menschen oftmals feindlich gesinnten Gestalten können nur mit Hilfe geeigneter Mittel versöhnt oder bekämpft werden. Aus dieser Denkweise erklärt sich, daß jede Arznei, zu der auch Konservierungsstoffe zählten, von alters her als Zaubermittel (Pharmakon) galt, da sie geeignet erschien, die finsternen Mächte abzuschrecken oder zu vertreiben. *Homer* bspw. beschrieb Schwefel als 'fluchabwehrend' und empfahl neben dem Schwefeln von Wein auch das Schwefeln von Wohnhäusern.

Auch im deutschen Schrifttum werden viele Heilpflanzen aufgeführt, die gegen Verhexung und Verzauberung empfohlen werden. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß die Pflanzen, die besonders stark konservierende Wirkung entfalten, zur Spitzengruppe der Apotropaia gehören:

- Origanum Maru: Sein Verwandter, der Dost (*Origanum vulgare*), galt neben dem Quendel im deutschen Volksglauben als wichtigste antidämonische Pflanze.
- Beifuß und Raute stellten die wichtigsten antidämonischen Pflanzen im römisch-germanischen Kulturkreis dar.
- Lorbeer und Myrrhe wurden in der griechischen Gedankenwelt entsöhnende Kräfte zugesprochen.

All diesen Pflanzen sind pharmakologische Eigenschaften gemeinsam, die aus ihren Carvacrol-, Thymol- und Cineolgehalten resultieren. Zu dieser Gruppe müssen daher auch Wacholder und Knoblauch hinzugezählt werden, die beide starke antiseptische Wirkung zeigen.

Im Laufe der Zeit traten die antidämonischen Eigenschaften der Pflanzen in den Hintergrund, und aus dem Apotropaion wurde das Gewürz. Allerdings tauchen die alten Erfahrungen in neuer Benennung immer wieder auf. So wurde beispielsweise in einem deutschen Patent 1862 das Konservieren von Fleisch mit einem Aufguß verschiedener, nun als Gewürze bezeichneter Apotropaia empfohlen. In einem weiteren Patent von 1939 erschien den Autoren ein Gemisch aus Thymianöl und Essig geeignet, geräucherte Lebensmittel frischzuhalten.

Konservierungstechniken und -stoffe im Altertum

Die wichtigsten Faktoren für die Weiterentwicklung der frühen Konservierungsmethoden sind in den gesellschaftlichen und kulturellen Veränderungen zu suchen: Zum einen erforderten die zahlreichen Kriege und andere lang andauernde Auseinandersetzungen um Einflusßbereiche und Vorherrschaft eine

gesicherte Versorgung der eigenen Soldaten, zum anderen stiegen mit der sich ausbildenden Differenzierung zwischen Stadt und Land auch die Gefahren von Hungersnöten in Krisenzeiten, bei Mißernten wie bei kriegerischen Auseinandersetzungen. Die Herausbildung gesellschaftlicher Arbeitsteilung und unterschiedlicher Gruppen, Schichten oder Klassen und die Möglichkeiten gehobenen Konsums führten zudem zum Wunsch, bestimmte Nahrungsmittel auch über die Zeit der Ernte hinaus verfügbar zu haben.

Der Römer *Plinius* (24 - 79 n. Chr.) beschreibt in seiner 'Naturalis historia' die Aufbewahrung von Obst durch Verschließen der Oberflächen mit dicht abschließenden Überzügen: Äpfel wurden mit in Wein geknetetem Ton umhüllt oder Quitten mit Bienenwachs überzogen. Ein ähnliches Verfahren nutzen später Seefahrer, indem sie Eier durch Wachsen für lange Schiffsreisen konservierten. *Plinius* berichtete weiter auch über die (konservierenden) Eigenschaften von Apfel-, Ameisen-, Essig-, Milch-, Oxal-, Wein- und Citronensäure, natürlich ohne sie in dieser Weise zu benennen bzw. ohne ihre 'Zusammensetzung' zu kennen.



Das Haltbarmachen von Lebensmitteln durch niedrige Temperaturen ist in Berichten des *Athenäus* (ca. 200 n. Chr.) beschrieben: Lebensmittel wurden in Tonschüsseln gegeben, welche kühl lagernd permanent von außen angefeuchtet wurden. Entsprechende Gefäße - in die Erde eingelassene Amphoren - finden sich im gesamten Mittelmeerraum vom minoischen Kreta bis zu den frühen phönizischen Siedlungen in Südspanien.

Über Spanien und dessen maurische Besatzung kam später die Konservierung von Früchten mit Alkohol nach Europa (beurkundet für die Zeit um 1000 n. Chr.). Insgesamt bewirkte der kulturelle Kontakt mit den Arabern eine Wiederentdeckung der im 'christlichen Abendland' verlorengegangenen alchemistischen Traditionen und Erfahrungen. Ebenfalls aus dem Orient stammt die Konservierung mit Milchsäure, die auch in Ostasien um die Jahrtausendwende bekannt war.

Durch die Kreuzzüge kam um 1100 auch die im vorderen Orient angewandte Konservierung mit Zucker nach Europa, welche bald eine wichtige Rolle spielte: Den frühesten überlieferten Hinweis auf das Konservieren mit Zucker gibt ein königlicher Erlaß von 1353, welcher den französischen Apothekern, die mit Zucker eingemachte Früchte herstellten und verkauften, untersagte, den weißen 'Caffetinzucker' durch Honig zu ersetzen.

Erst knapp hundert Jahre später (um 1450) berichtete der Leibarzt des Fürsten von Tarent, *D'Asculo*, über die gärungshemmenden Eigenschaften konzentrierter Zuckerlösungen: er konservierte Butter und Fett durch dichtes Bestreuen mit Puderzucker. 1714 wies *Leibniz* in den 'Utrechter Denkschriften' auf die Möglichkeit hin, Fleisch durch Eintauchen in geschmolzenen Zucker haltbar zu machen.

Allen Versuchen, Zucker als Konservierungsmittel zu verwenden, stand bis 1747 dessen hoher Preis entgegen. Erst die Entdeckung *Marggrafs*, daß die Runkelrübe den gleichen Zucker enthält wie das Zuckerrohr, führte zur Entwicklung von industriellen Produktionsverfahren. 1801 wurde die erste Zuckerfabrik im schlesischen Cunern gegründet. Mitte des 19. Jahrhunderts wurde Zucker für viele erschwinglich und fand hauptsächlich Verwendung als Konservierungsmittel für Obst.

Eine wichtige Rolle spielte das Konservieren von Fleisch und Fleischwaren mit Nitrat. Die Erfindung dieses Verfahrens wird dem 1397 verstorbenen Holländer *G. Beukel* zugeschrieben. Allerdings wird vermutet, daß das nach ihm benannte *Pökeln* von Schlachtfleisch schon um 2500 v. Chr. in Babylonien bekannt gewesen ist. Auch finden sich Hinweise, daß um 400 gegen Ende des Römischen Reiches Nitrat zum Rotfärben von Fleisch verwendet wurde; im Mittelalter schließlich wurde Salpeter beim Einsalzen von Fleisch (mit-)verwendet.

Über das Schwefeln von Wein finden sich in Deutschland Ende des 15. Jahrhunderts interessante Nachrichten. So erschien 1487 in Rothenburg an der Tauber eine Verordnung, die das Schwefeln von Wein nur unter folgenden Bedingungen gestattete:

- Es durfte nicht mehr als ein Lot (16,6 g) Schwefel pro 'Füdriges Faß' (ca. 1100 l) verwendet werden, und
- der Wein durfte nur einmal geschwefelt werden.

Diese Hinweise lassen erkennen, daß diese Form der Konservierung offensichtlich zur gängigen handwerklichen Praxis geworden war, gleichzeitig als kontrollbedürftig erschien.

1497 wurde auf dem Reichstag in Lindau über das zu starke Schwefeln des Weins beraten, welches innerhalb der 1498 im Reichstag zu Freiburg i.B. erlassenen "Römischen Königlichen Majestät Ordnung und Satzung über Wein" mißbilligt wurde.

Die Verwissenschaftlichung

Inzwischen setzte eine rasche Veränderung der europäischen Gesellschaften ein, die schließlich in eine weitgehende Industrialisierung mündete. Eine Folge davon war, daß große Teile der Landbevölkerung ihre Existenzgrundlage verloren hatten und in die aufblühenden Städte geflüchtet waren. Die daraus resultierenden Versorgungsprobleme - längere Transportwege und -zeiten, Notwendigkeit von Lagerhaltung in großem Umfang, Verteilungsprobleme - führte zu einem neuen Schub für die Konservierungstechniken.

Neben eher erfahrungsgemäßer konservierender Behandlung von Lebensmitteln gab es bereits früh Forschungen über die Ursachen des Verderbs. So benannte *Cardamus* (1557) den Wassergehalt von Lebensmitteln und deren Berührung mit der Außenluft als Ursache für ihren Verderb. Die zur Verhinderung dieses Verderbs eingesetzten Konservierungsstoffe (Honig, Oel, Essig, Rauch, Pech, Salz, Branntwein, Balsam) sollten jedoch mit größter Vorsicht verwendet werden. Andere Forscher, wie etwa *Paracelsus*, suchten nach einem 'wirksamen Prinzip', welches sie in Form von 'Elixieren' aus den bekannten Konservierungsstoffen (z.B. Myrre, Safran, Aloe patico) extrahieren zu können glaubten.

Das erste britische Patent für eine Methode, Lebensmittel zu konservieren wurde 1691 von *Porter* und *White* angemeldet. In diesem beschrieben sie das 'optimale Konservieren mit Hilfe einer Flüssigkeit', deren Zusammensetzung sie jedoch nicht mitteilten.

Erste systematische experimentelle Untersuchungen über 'fäulniswidrige Stoffe' unternahm 1750 der britische Truppenarzt *Sir J. Pringle*. Er führte die Bezeichnung 'antiseptisch' ein und kam zu folgenden Ergebnissen:

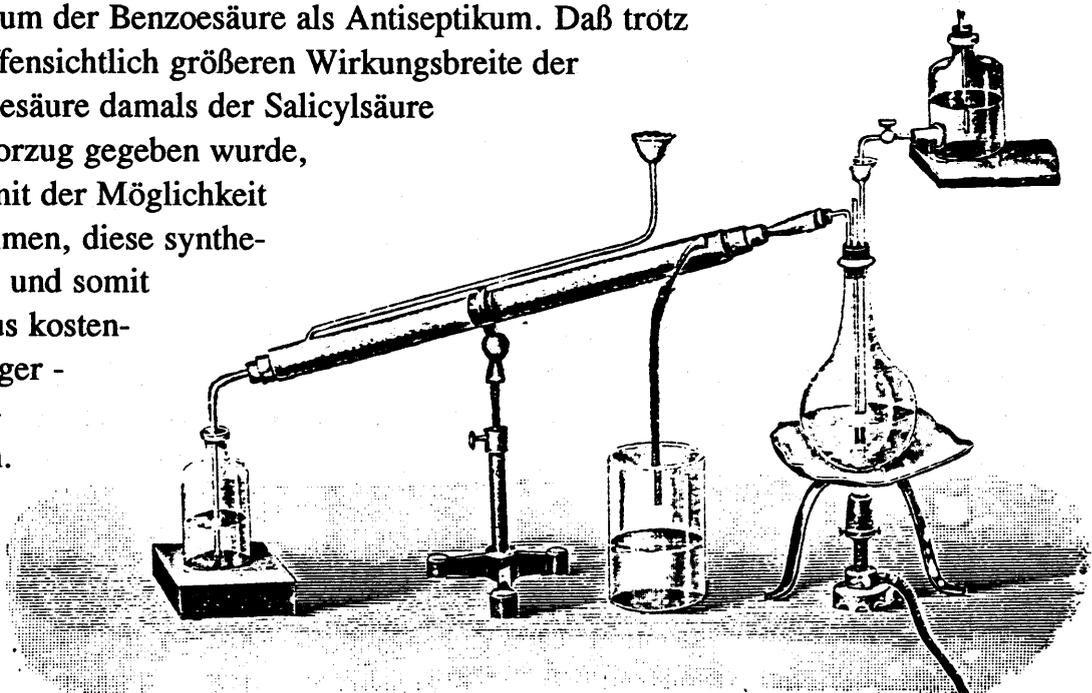
- Säuren sind die stärksten Antiseptika.
- Salpeter ist dem Salz bei der Konservierung von Fleisch überlegen.
- Pflanzenstoffe wie Kamille, Kampfer und Myrrhe sind wirksame Antiseptika.

1765 wies *L. Spallanzani* nach, daß in einer aufgekochten Flüssigkeit keine neuen fäulniserregenden Stoffe erscheinen können. Diese Forschungen führten 1875, also über 100 Jahre später, zu der Erkenntnis, daß Mikroorganismen für den Verderb von Lebensmitteln verantwortlich sind. *L. Pasteur* zeigte nämlich, daß junger, hermetisch abgeschlossener Wein nicht altert, und daß sein Bitter- und Sauerwerden auf der Infektion mit bestimmten Mikroorganismen beruht. Er fand, daß "eine Kurzerhitzung auf 40°C - 60°C genügt, um Wein vor jeder Infektion zu schützen". Einhergehend mit dieser Entdeckung erfolgte die Benennung der Wirkungsweise von Konservierungsmitteln als 'antimikrobiell'.

Die Erfindung der Konservendose kann Napoleons Leibkoch *N.F. Appert* zugesprochen werden, der 1809 das Konservieren von Lebensmitteln in luftdichten Gefäßen, die im Wasserbad eine bestimmte Zeit erhitzt wurden, vorstellte.

Chemische Konservierung seit 1850

Im Zuge des Fortschritts der wissenschaftlichen Forschung konnten zunehmend chemische Verbindungen in Reinform gewonnen oder später auch synthetisiert werden. Im Zusammenhang mit der Charakterisierung der gefundenen Substanzen wurde oft auch eine Prüfung auf deren antiseptische Wirkung durchgeführt. So berichtete *Jodin* 1865 über die Wirksamkeit der Ameisensäure als Antiseptikum; 1874 beschrieben *Kolbe* und *Thiersch* die antiseptische Wirkung von Salicylsäure. Im Jahre 1875 berichtete *Fleck* über das große Wirkungsspektrum der Benzoesäure als Antiseptikum. Daß trotz der offensichtlich größeren Wirkungsbreite der Benzoesäure damals der Salicylsäure der Vorzug gegeben wurde, hing mit der Möglichkeit zusammen, diese synthetisch - und somit weitaus kostengünstiger - herzustellen.



Aufgrund der Erkenntnis, daß Nitrat erst in der reduzierten Form (Nitrit) konservierend wirkt, wurden die Einsatzmöglichkeiten und -formen des Nitrits eingehend untersucht. Die erste Genehmigung zur direkten Verwendung von Nitrit in Fleischprodukten wurde 1923 in den USA erteilt. Im gleichen Jahr entdeckte *Sabalitschka* die antimikrobielle Wirkung von p-Hydroxybenzoesäureester.

Von *Hoffmann, Dalby* und *Schweitzer* wurde 1938 der Einsatz von Propionsäure zur Backwarenkonservierung empfohlen. Sie stützten ihre Empfehlung auf die Erkenntnis, daß der *Bacillus subtilis*, der das Fadenziehen des Brotes verursacht, säureempfindlich ist und durch Zusatz von Propionsäure, einer im Sauerteig natürlich vorkommenden Säure, am Wachstum gehemmt werden kann.

Die konservierenden Eigenschaften der Sorbinsäure, des heute wohl bedeutendsten Konservierungsstoffs, wurde 1939 von *E. Müller* bei Untersuchungen von ungesättigten Fettsäuren entdeckt. Unabhängig davon stellte *Gooding* 1940 die konservierende Wirkung von Sorbinsäure in Margarine fest.

Eine neue Form der Lebensmittelkonservierung entstand während der 50er Jahre. In den westlichen Industrieländern, in der damaligen UdSSR und in Japan fanden breitangelegte Untersuchungen zur Bestrahlung von Lebensmitteln mit Kobalt- und Caesium-Isotopen statt. Im Laufe der folgenden Jahre wurden zahlreiche Anwendungen genehmigt, jedoch sind in Deutschland die Lebensmittelbestrahlung für den inländischen Markt und der Handel mit bestrahlten Lebensmitteln bis heute verboten.

Lebensmittelkontrolle

Die erste Lebensmittelkontrolle ist aus Athen bekannt: Um das Jahr 450 v. Chr. hatte eine Marktaufsicht alle gehandelten Waren zu überprüfen.

Das erste Lebensmittelgesetz im deutschen Raum dürfte das von *Bonifatius* erlassene Gebot sein, in welchem er den Genuß von Speck und Schweinefleisch nur in geräuchertem oder gekochtem Zustand gestattete.

Ende des 18. Jahrhunderts - offenbar unter dem Eindruck eines zunehmend unkontrollierten Einsatzes verschiedener Konservierungsstoffe mit möglicherweise schädlichen Auswirkungen auf den Menschen - fand der Schutz der Bevölkerung vor gesundheitsschädlichen Lebensmitteln ausdrücklich im 'Allgemeinen Landrecht des Preußischen Staates' vom 1. Juni 1794 Berücksichtigung.

Das erste Lebensmittelgesetz für Deutschland wurde am 5. Juli 1927 als "Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen" erlassen. Dieses wurde am 23. Dezember 1958 von dem "Gesetz zur Änderung und Ergänzung des Lebensmittelgesetzes" abgelöst. Am 19. Dezember 1959 wurden zusätzliche Änderungsverordnungen erlassen, z.B. über Konservierungs-

stoffe und die Lebensmittelbestrahlung. Innerhalb dieser Verordnungen wurde bspw. Salicylsäure als Konservierungsmittel verboten. Das heute gültige Lebensmittelgesetz ist das 1974 erlassene 'Gesetz zur Reformierung des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes' (LMBG).

Über verschiedene Zusatzverordnungen ist u.a. die Deklaration aller bei der Herstellung eines Lebensmittels verwendeten Zutaten geregelt: Seit dem 26.12.1983 müssen alle Lebensmittel eine Zutatenliste auf der Verpackung führen. Zusatzstoffe sind in diesen mit ihren E-Nummern (z.B. Konservierungsstoffe: 200er Nummern, Antioxidantien: 300er Nummern) anzugeben, die von der europäischen Gemeinschaft einheitlich festgelegt werden. Für Fruchtsäfte und -nektare trat dies erst Mitte 1984 in Kraft; für Lebensmittel, die länger als 18 Monate haltbar sind (z.B. Vollkonserven), ist erst seit Anfang 1987 eine Zutatenliste erforderlich.

Keine Zutatenliste benötigen dagegen Honig, Zucker, Kakao, Kaffee-Extrakte, Aromen und alkoholische Getränke mit mehr als 1,2% Alkohol (z.B. Wein, Bier).

Konservierungsmittel - E-Nummern

Aus: KATALYSE (Hrsg.):
Was wir alles schlucken.
Reinbek 1988, S. 29-30

Konservierungsmittel

E 200	Sorbinsäure
E 201	Natriumsorbat (Natriumverbindung der Sorbinsäure)
E 202	Kaliumsorbat (Kaliumverbindung der Sorbinsäure)
E 203	Calciumsorbat (Calciumverbindung der Sorbinsäure)
E 210	Benzoessäure
E 211	Natriumbenzoat (Natriumverbindung der Benzoessäure)
E 212	Kaliumbenzoat (Kaliumverbindung der Benzoessäure)
E 213	Calciumbenzoat (Calciumverbindung der Benzoessäure)
E 214	p-Hydroxibenzoessäureethylester
E 215	p-Hydroxibenzoessäureethylester-Natriumverbindung
E 216	p-Hydroxibenzoessäure-n-propylester
E 217	p-Hydroxibenzoessäure-n-propylester-Natriumverbindung
E 218	p-Hydroxibenzoessäuremethylester
E 219	p-Hydroxibenzoessäuremethylester-Natriumverbindung
E 220	Schwefeldioxid
E 221	Natriumsulfit
E 222	Natriumhydrogensulfit (Natriumbisulfit)
E 223	Natriumdisulfit (Natriumpyrosulfit oder Natriummetabisulfit)
E 224	Kaliumdisulfit (Kaliumpyrosulfit oder Kaliummetabisulfit)
E 226	Calciumsulfit
E 227	Calciumhydrogensulfit (Calciumbisulfit)
E 230	Biphenyl (Diphenyl)
E 231	Orthophenylphenol
E 232	Natriumorthophenylphenolat
E 233	Thiabendazol
E 236	Ameisensäure
E 237	Natriumformiat (Natriumsalz der Ameisensäure)
E 238	Calciumformiat (Calciumsalz der Ameisensäure)
E 250	Natriumnitrit
E 251	Natriumnitrat
E 252	Kaliumnitrat
E 260	Essigsäure*
E 261	Kaliumacetat*
E 262	Natriumdiacetat*
E 263	Calciumacetat*
E 270	Milchsäure*
E 280	Propionsäure
E 281	Natriumpropionat (Natriumverbindung der Propionsäure)
E 282	Calciumpropionat (Calciumverbindung der Propionsäure)
E 283	Kaliumpropionat
E 290	Kohlendioxid (Treibgas)

Konservierungsstoffe: notwendig, nicht unbedenklich

Das sind die Konservierungsstoffe	Ihre Herkunft	Sie können sein in	ADI	Und so können sie wirken
<i>E-Nr. Name</i>	<i>synthetisch oder natürlich</i>	<i>Lebensmittel</i>	<i>mg</i>	<i>Erkrankungen</i>
E 210 Benzoessäure bis und Benzoate E 213	synthetisch	Mayonnaise, Salate, Marinaden, Gemüse-, Obstkonserven	5,0	Allergien
E 220 Schwefeldioxid bis und E 227 Verbindungen	synthetisch, Schwefel	Wein, Trockenfrüchte, Kartoffelerzeugnisse, Meerrettich-, Spargelkonserven	0,7	Asthma, Kopfschmerzen, Übelkeit, Durchfall
E 230 Biphenyl E 231 Orthophenylphenol E 232 Na-Orthophenylphenolat E 233 Thiabendazol	synthetisch	Oberflächenbehandlung von Früchten	kein Verzehr	endgültige toxikologische Beurteilung steht noch aus
E 250 Natriumnitrit	synthetisch, bei längerem Stehen und Warmhalten von Gemüse	Fleisch, Fischprodukte, Käse	0,2	Bildung von krebserregenden Nitrosaminen
E 251 Natriumnitrat E 252 Kaliumnitrat	synthetisch, Pflanzen, besonders Spinat, Blattsalat, Rettich, Rote Bete	Fleisch, Fisch, Käse	5	Bildung von krebserregenden Nitrosaminen
E 280 Propionsäure bis und E 283 Propionate	synthetisch	Schnittbrot Backwaren		im Tierversuch krebserregend

Konservierungsstoffe: notwendig und unbedenklich

Das sind die Konservierungsstoffe	Ihre Herkunft	Sie können sein in	ADI
<i>E-Nr. Name</i>	<i>synthetisch oder natürlich</i>	<i>Lebensmittel</i>	<i>mg</i>
E 200 Sorbinsäure bis und Sorbate E 203	synthetisch	Margarine, Mayonnaise, Feinkostprodukte, Marmeladen, Wein	25
E 214 PHB-Ester bis und E 219 Verbindungen	synthetisch	Fischmarinaden, Süßwaren	10
E 236 Ameisensäure bis und Formiate E 238	synthetisch	Fischmarinaden, Sauergemüse	6

Ursachen für den Verderb / Notwendigkeit der Lebensmittelkonservierung:

Beim Verderb von Lebensmitteln werden nicht nur wertvolle Nahrungsmittel ungenießbar, durch den mikrobiellen Stoffwechsel entstehen auch für den Menschen toxische Substanzen.

Die für die Bildung der Toxine verantwortlichen Mikroorganismen können aufgrund der unterschiedlichen Orte ihrer Toxinbildung in zwei Gruppen aufgeteilt werden:

1. Toxinbildner: Das Toxin entsteht im Nahrungsmittel vor dessen Verzehr. Zu dieser Gruppe gehören u.a. das anaerobe Bakterium 'Clostridium botulinum' und die Schimmelpilze.
2. Infektionserreger: Hier entsteht das Toxin im Darm nach Verzehr befallener Lebensmittel. Beispiele für diese Gruppe sind Salmonellen und 'Clostridium perfringens'.

Die Wirkungsweise von chemischen Konservierungsstoffen

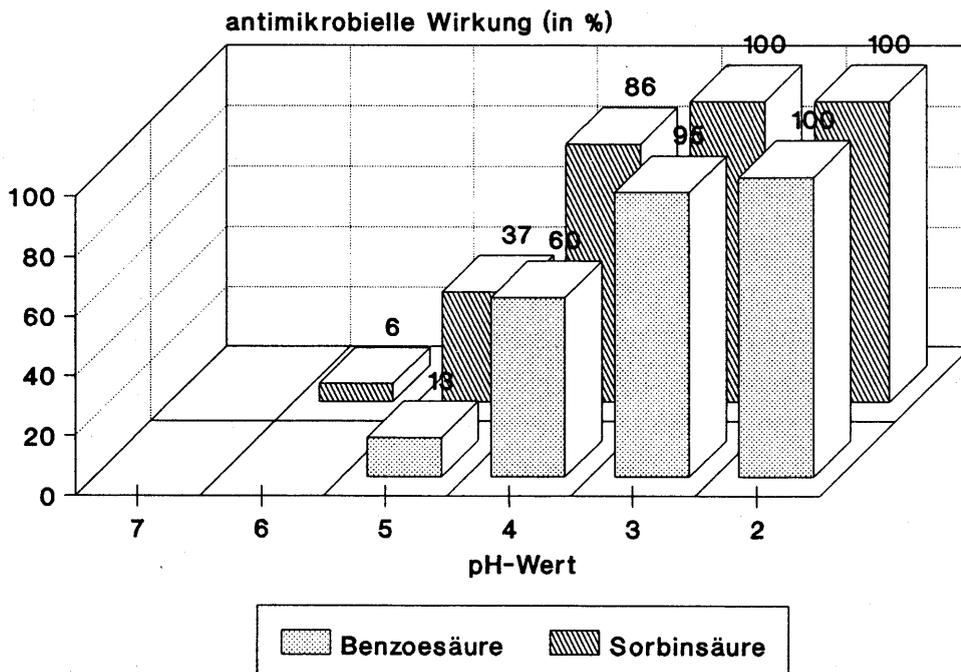
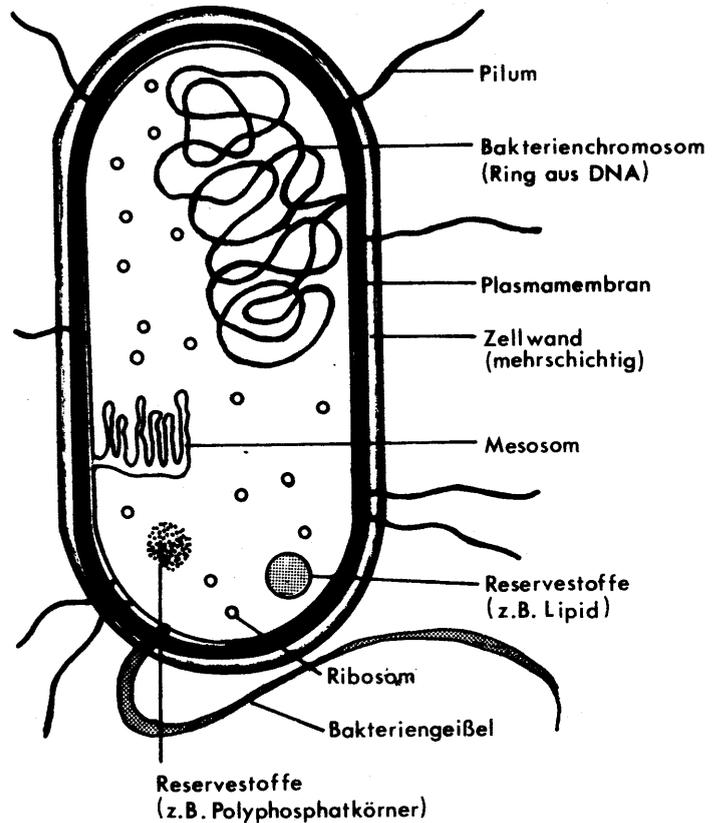
Der Zusatz von Konservierungsstoffen zu Lebensmitteln erfolgt, um Mikroorganismen, die den Verderb von Lebensmitteln bewirken bzw. beschleunigen, an der Vermehrung zu hindern. Neben den chemischen Konservierungsstoffen zeigen auch ätherische Öle, Auszüge aus Gewürzpflanzen, Alkohole, Rauchbestandteile und Kohlendioxid (CO₂) mikrobienhemmende Eigenschaften. So verbessert beispielsweise der Zusatz von CO₂ die Stabilität von Fruchtsäften und Tafelwässern in mikrobiologischer Hinsicht; Zimt, Nelken und Senf setzen z.B. die Gefahr einer Mykotoxinbildung erheblich herab.

Ein wichtiger Grundsatz für die Zugabe von Konservierungsstoffen lautet jedoch, daß nach dem gültigen Lebensmittelgesetz der Zusatz von chemischen Konservierungsstoffen nur dann erfolgen darf, wenn andere mikrobienhemmende Verfahren wie z.B. die Erniedrigung der Temperatur, des pH-Wertes oder der Gleichgewichtsfeuchtigkeit auf das zu konservierende Lebensmittel nicht angewendet werden können. Beispiele, für die dies zutrifft, sind Mayonnaisen, Obst- und Gemüsezwischenprodukte, deren Fertigerzeugnisse und Meerestierprodukte.

Die eigentlichen Wirkungsmechanismen der Konservierungsstoffe sind wenig untersucht. Die antimikrobielle Wirkung läßt sich in den meisten Fällen als Beeinflussung der Mikrobienzelle erklären. Wie die Schemazeichnung zeigt, kommen als Angriffspunkte gleich mehrere Orte in der Zelle in Frage:

Um zu den Angriffspunkten innerhalb der Mikrobenzelle zu gelangen, müssen die Konservierungsstoffe die aus Proteinen und Lipiden aufgebauten Membranen durchdringen.

Saure Konservierungsstoffe wie Sorbinsäure oder Benzoesäure können die Zellmembran nur in ihrer undissoziierten - und damit lipidlöslichen - Form passieren, woraus eine pH-Abhängigkeit ihrer konservierenden Wirkung resultiert:

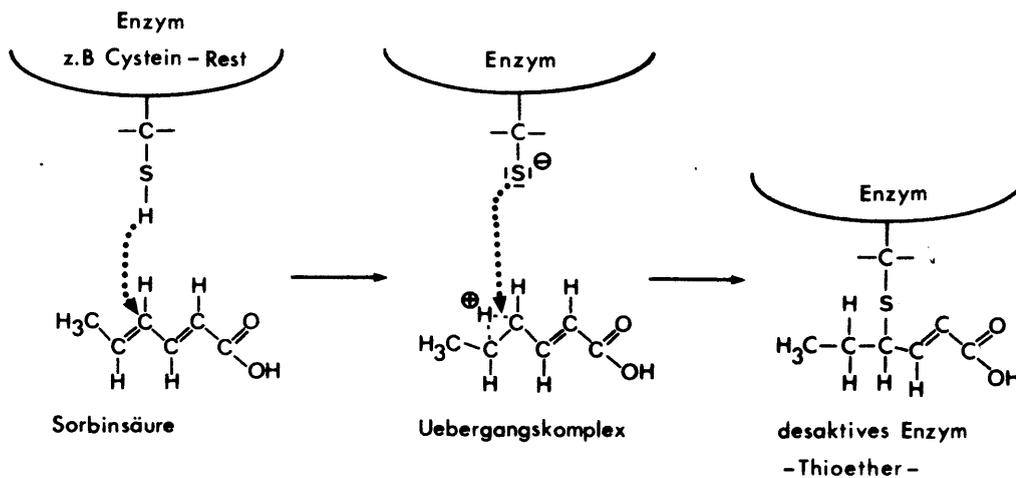


Abhängigkeit der antimikrobiellen Wirkung vom pH-Wert^{*)}

Als wichtigster Faktor für die Erklärung der antimikrobiellen Wirkung galt lange die Hemmung von Enzymreaktionen. Hier zeigt die Sorbinsäure bemerk-

^{*)} Nach: MERCK AG (Hrsg.): Konservierungsstoffe für Lebensmittel. Darmstadt 1983

kenswerte Eigenschaften: sie geht über ihre Doppelbindung kovalente Bindungen mit SH-Gruppen von Enzymen ein, die dadurch inaktiviert werden.



Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß Konservierungsstoffe auch auf Zellwand und Zellmembran wirken und in den Transportmechanismus von Nährstoffen in die Zelle störend eingreifen.

Die Angabe eines genau definierten Wirkungsspektrums der Konservierungsstoffe ist nicht möglich, da die Empfindlichkeit verschiedener Arten und Gruppen von Mikroorganismen entscheidend von deren Alterszustand, ihren Ernährungsbedingungen und der Temperatur abhängt:

Wirksamkeit einiger Konservierungsstoffe gegenüber Mikroorganismen *)

	Bakterien	Hefen	Schimmelpilze
Nitrit	++	-	-
Sulfit	++	+	+
Ameisensäure	+	++	++
Sorbinsäure	++	+++	+++
Benzoessäure	++	+++	+++

- unwirksam / + wenig wirksam / ++ mittelstark wirksam / +++ gut wirksam

*) Nach: E. Lück: Chemische Lebensmittelkonservierung. Berlin 1985

Die Konservierungsverfahren im einzelnen

Das Trocknen

Das wohl älteste Konservierungsverfahren ist das Trocknen. Hierbei wird den für den Lebensmittelverderb verantwortlichen Mikroorganismen die wichtige Lebensgrundlage Wasser entzogen.

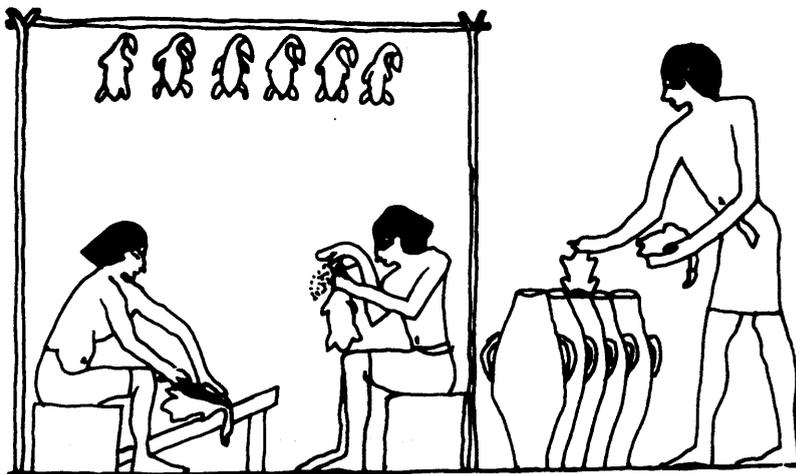
So ist ein Lebensmittel fast unbegrenzt haltbar, wenn dessen Wassergehalt beim Trocknen unter 4% gesenkt und es anschließend vor Feuchtigkeit geschützt aufbewahrt wird. Dies ist u.a. durch einen Mumienfund bestätigt worden, bei welchem die Mumie einen Beutel mit Popcorn (getrockneter Mais) trug.

Aufgrund der Möglichkeiten einer optimalen Erhaltung aller wertvollen Bestandteile und der Quellfähigkeit, werden in neuerer Zeit Lebensmittel (z.B. Kaffee) zunehmend in der Kälte getrocknet. Hierbei verdampft das Wasser aus der Ware und schlägt sich als Eis an Kühlschlangen nieder.

Die Methode der (natürlichen) Gefriertrocknung macht sich bis heute u.a. die Bevölkerung des nördlichen Skandinaviens bei der Stockfischherstellung zunutze, indem die Fische in der Kälte im Freien aufgehängt werden.

Das Salzen

Kochsalz wurde schon mit Beginn der Vorratshaltung als Konservierungsmittel verwendet. Aus dem Altertum ist bekannt, daß Sumerer und Babylonier mit Salzfleisch und Salzfish handelten. In Rom wurde Olivenöl durch den Zusatz von Salz haltbarer gemacht. Ebenso verwendeten die Ägypter Salz zum Konservieren, wie u.a. das folgende Bild zeigt. Auch Mumienfunde belegen diese Annahme.



Frühägyptische Szene: Herrichten und Einsalzen von Geflügel

Nach: P. und D.R. Brothwell: Manna und Hirse. Eine Kulturgeschichte der Ernährung.
Mainz 1984, S. 229

Auch über die Wirkung des Salzens gab es bereits frühe Vermutungen und Deutungen:

"Bey dem Einsalzen bestreut man den einzusalzenden Körper mit Salz, welches sich dann in den wässerigen Theilen desselben auflöst und ihn durchdringt, oder man legt ihn in Salzauflösung, von der er auf ähnliche Art durchdrungen wird, und dann weit weniger einer freywilligen Zersetzung unterworfen ist."

J.C. Leuchs: Lehre der Aufbewahrung und Erhaltung aller Körper.
Nürnberg 1820, S. 273

Aus heutiger Sicht ergänzt bedeutet dies, daß dem Salz die Aufgabe zukommt, dem zu konservierenden Lebensmittel Wasser und damit die Lebensgrundlage für Mikroorganismen zu entziehen. Allerdings sind hierfür erhebliche Mengen an Salz notwendig. Beispielsweise ist für die Konservierung von Fleisch eine mindestens 15%ige Kochsalzlösung erforderlich.

Ebenfalls sehr früh waren den Medizinern die negativen Folgen zu hohen Salzkonsums bekannt. So warnte der chinesische Arzt *Huang Ti Nei Ching Su Wen* bereits vor 4500 Jahren:

"Wenn wir die Nahrung zu stark salzen, wird der Puls hart ... und wenn dann das Herz sehr kräftig schlägt und die einzelnen Schläge deutlich verlängert sind, tritt eine Krankheit auf, die die Zunge zusammenzieht und den Patienten der Sprache beraubt." *)

Auch in der modernen Medizin wird der vorsichtige Umgang mit Kochsalz empfohlen. Es wird beispielsweise als ein wesentlicher Faktor für die Entstehung von Bluthochdruck angegeben:

"Der Kochsalzkonsum bestimmt ganz wesentlich Manifestation und Schweregrad der Hypertonie; seine Einschränkung ist damit zugleich wichtigste Therapie und Prävention". **)

Kochsalz wird heute nur noch selten als alleiniges Konservierungsmittel verwendet, jedoch häufig in Kombination mit anderen Konservierungsstoffen (z.B. Essig) und Konservierungsverfahren (z.B. Trocknen). Diese Vorgehensweise hat zur Folge, daß der Kochsalzzusatz verringert und das Wirkungsspektrum gegen Mikroorganismen erweitert werden kann.

Die Vorteile dieser Methode waren auch *Runge* (1866), *Aspicus* (ca. 100 n.Chr.) und *Columella* (etwa 50 n.Chr.) bekannt, welcher Weinessig und starkes Salzwasser als unabdingbare Voraussetzungen für die Konservenherstellung bezeichnete.

*) Zit. nach: Katalyse Umweltgruppe (Hrsg.): Was wir alles schucken. Reinbek 1985, S. 146

**) B. Neuhaus: Innere Medizin. Münster 1986, S. 233

Eine Regelung des Kochsalzzusatzes gibt es nicht (Ausnahme: salzarme oder salzfreie diätetische Lebensmittel), da es wegen seiner Eigenschaft als essentieller Nahrungsbestandteil nicht unter die engere Definition der Lebensmittelzusatzstoffe fällt.

Konservierung von Milch

Milch nimmt innerhalb der menschlichen Ernährung eine Sonderstellung ein: sie ist das einzige allen Menschen zu jeder Zeit bekannte Lebensmittel und die erste Nahrung, die ein Mensch zu sich nimmt. Aus diesem Grunde ist es nicht verwunderlich, daß vielfältige Versuche unternommen wurden (und werden), Milch haltbar zu machen.

Die wahrscheinlich ersten Versuche dieser Art galten dem *Trocknen* von Milch, das bisher nur von den asiatischen Reitervölkern bekannt ist.

Dieses Verfahren wurde erst in neuerer Zeit weiterentwickelt. 1859 berichtete *F. Artmann* über die Herstellung von Milchpulver durch das Eindampfen von ungezuckerter Milch bis zur Trockene. Dieses Milchpulver wurde nicht nur lose in gut schließenden Gefäßen verpackt aufbewahrt, sondern auch in Form von gepreßten Milchtafeln.

1865 begann in Vevey der Frankfurter Apotheker *H. Nestlé* die fabrikmäßige Herstellung von Trocken- und *Kondensmilch*. Letztere stellt eine weitere haltbare Form von Milch dar, die dazu auf etwa ein Fünftel des Volumens eingedickt und anschließend in einer verschlossenen Weißblechdose erhitzt wird. *Appert*, der Erfinder des Sterilisierens von Milch, engte Milch auf zwei Drittel ihres Volumens ein.

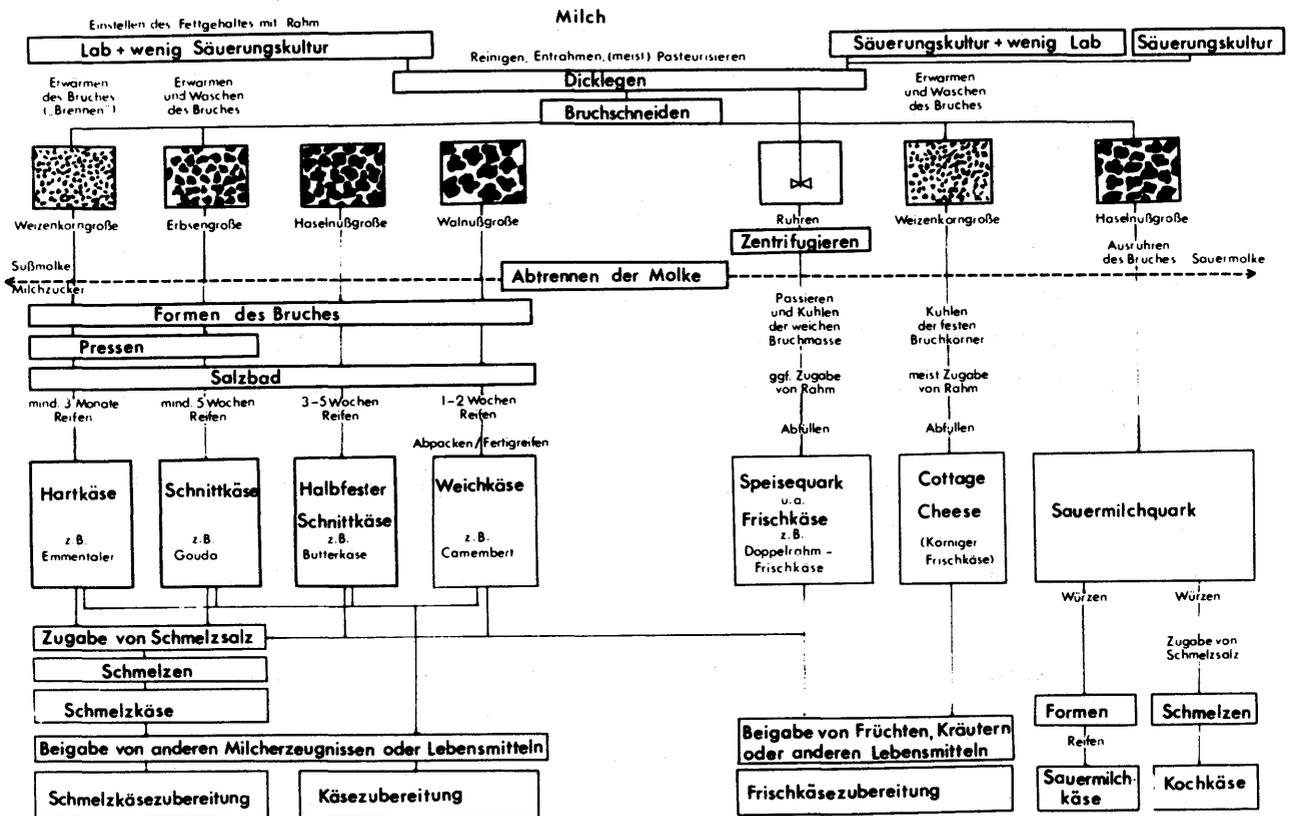
Eine weitere Methode der Milchkonservierung bildet die *Käseherstellung* (vgl. Versuch M2, S. 66 f). Von den Sumerern ist bekannt, daß sie schon 2800 v. Chr. Käse in großem Umfang zum Export nach Ägypten und in Gebiete nördlich des Tigris produziert haben.

Auch in Rom existierte eine weit entwickelte Käserei. *Columellas* 62 n. Chr. erschienenem Buch 'De re rustica' läßt sich entnehmen, daß Käsesorten wie Hartkäse (vergleichbar: Emmentaler, Parmesan, Gorgonzola), Sauermilchkäse (vergleichbar: Harzer) und Kochkäse hergestellt wurden. Manche Käsesorten räuchernte man zur Verbesserung ihrer Haltbarkeit.

Eine große Rolle spielte und spielt bei der Käseherstellung Kochsalz, welches neben seinen konservierenden Eigenschaften (je nach Sorte wird Käse eine Stunde bis fünf Tage in ein Salzbad getaucht) die Herstellung bestimmter Käsesorten ermöglicht. Zum Beispiel wird bei der Herstellung von blauem Käse (wie Roquefort, Bleu de Bresse) der Ansatz stark gesalzen, um die meisten Bakterien und Pilze am Wachstum zu hindern. Lediglich der relativ

salztolerante Schimmelpilz *Penicillium roqueforti* kann sich entwickeln und gibt dem Käse sein charakteristisches Aussehen und Aroma.

Die heutigen Herstellungsmöglichkeiten von verschiedenen Käsen sind im folgenden dargestellt.



Herstellungsmöglichkeiten verschiedener Käse *)

Die Ausnutzung der Milchsäuregärung führte im Orient und in Ostasien um 1000 n. Chr. zur Herstellung von Sauer Milch, Joghurt und Kefir. Hierbei werden Kohlenhydrate durch verschiedene Bakterien zu Milchsäure abgebaut, die sowohl über das abdissoziierende Proton (Erniedrigung des pH-Wertes), als auch über das neutrale Salz konservierend wirkt. Untersuchungen haben gezeigt, daß letzteres hemmend auf das Auskeimen von Buttersäure-Bakterien und von sporenübertragenden Fäulnisbakterien wirkt. Das gefährliche Toxin des *Bacillus botulinus* kann durch Milchsäuregärung sogar unschädlich gemacht werden.

Milchsäure wird auch in reiner Form als Konservierungsmittel verwendet, unter anderem in alkoholfreiem Bier.

*) Nach: Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft m.b.H. (CMA) (Hrsg.): Ein Milchlexikon. Bonn 1988

Die Anwendung der 1875 von *Pasteur* für Wein beschriebenen Konservierungsmethode auf Milch führte im gleichen Jahr zur ersten erfolgreichen Konservierung von Milch in unveränderter Form (*Pasteurisieren*).

Bald versuchte man auch, Milch *chemisch zu konservieren*. Nachdem 1882 der hannoversche Chemiker *Busse* ein Gemisch aus Borax und Wasserstoffperoxid vorgeschlagen und *Schrodt* die konservierende Wirkung des Wasserstoffperoxids erforscht hatte, arbeiteten Forscher in aller Welt an der Erstellung eines geeigneten Konservierungsverfahrens. Als Beispiel sei der Kopenhagener Chemiker *Budde* erwähnt, nach welchem eine mit Wasserstoffperoxid konservierte Milch 'buddisiert' genannt wurde.

Ebenso gab es um die Jahrhundertwende Versuche, Milch mit Formaldehyd zu konservieren.

Beide Verfahren wurden mit Aufstellung des Lebensmittelgesetzes 1927 verboten. Grund für dieses Verbot war neben den geschmacklichen Veränderungen auch die negative Haltung der Verbraucher gegenüber derart konservierter Milch.

Aufgrund der Entwicklung von technischen Kühlmöglichkeiten (z.B. Gefrieranlagen) Ende des 19. Jahrhunderts wurde es möglich, Milch in gefrorener Form lange aufzubewahren. Ein Beispiel für die Handelsform ist Speiseeis.

Die Milchsäuregärung wird als Konservierungsverfahren auch bei anderen Lebensmitteln eingesetzt; bekanntestes Beispiel ist die Herstellung von Sauerkraut. Voraussetzung für den von Bakterien bewirkten Prozeß ist das Vorhandensein von Fruchtzucker bzw. von enzymatisch umgewandelter Saccharose. Um konkurrierende bakterielle Prozesse zu verhindern, wurden bei der Sauerkrautherstellung früher große Mengen Kochsalz zugesetzt (bis zu 60g/l). Die milchsäurebildenden Bakterien können auch unter diesen Bedingungen den Fruchtzucker verstoffwechseln; durch die gebildete Milchsäure wird der pH-Wert weiter in den sauren Bereich verschoben, so daß störende Konkurrenzreaktionen (wie z.B. Fäulnis) im Verlauf des Gärungsvorgangs praktisch ausgeschlossen werden.

Neben Kohl können auch Gurken, Bohnen, Sellerie, Rote Beete, Zwiebeln, Mais u.a. Gemüse durch bakterielle Säuerung haltbar gemacht werden. *)

Sauerkraut begleitete bereits *James Cook* auf seiner Weltumseglung als Nahrungskonserve (um 1770); weil bei diesem schonenden Konservierungsverfahren die Vitamine weitgehend erhalten bleiben, trat die gefürchtete Vitamin-C-Mangelerkrankung der Seefahrer Skorbut hier nicht mehr auf.

*) Darstellungen der Milchsäuregärung in biochemischer Sicht finden sich in den gängigen Lehrbüchern. Rezepte für praktische Konservierungsversuche finden sich z.B. in: J. Pütz: Hobbythek-Buch 7. a.a.O.; hier: "Sauer macht lustig" (S. 141 - 153), sowie: Redaktion Time-Life: Konservieren - die Kunst des Kochens. Methoden und Rezepte. 3S. 46 - 47.

Das Räuchern

"Rauch, Symbol des Vergänglichen, Zeichen der Besinnlichkeit, Rauchopfer, Kulthandlung der frühen Menschheit, Rauch der Friedenspfeife, Erinnerung an geheimnisvolle Bräuche, Rauch und Abgase, drohende Wolken am Himmel unserer technischen Zivilisation - seit Urzeiten begleitet diese sichtbare Veränderung der Umgebung den Menschen, den einen faszinierend, dem anderen lästig. Kaum hatte der Urjäger den Gebrauch des Feuers kennengelernt, hatte beobachtet, daß man damit das Fleisch seiner Jagdbeute in eine besonders wohlschmeckende Form bringen konnte, da wurde er auch schon gewahr, daß man damit die Beute für längere Zeit bewahren konnte. Die Lebensmittelkonservierung hatte ihren Anfang genommen"

K. Möhler: Das Räuchern. Alzey 1978, S.13

Eine sehr genaue Beschreibung des traditionellen Räucherverfahrens für Fleisch, Schinken und Wurst findet sich in einer Vorschrift des kurfürstlichen Mainzischen Mundkochs *M. Marxen Rumpolt* von 1581:

"henck sie nicht in den Schornstein, sondern in Rauch, da kein Hitz darzu kompt, laß sie ein Wochen oder vier darinnen hencken, so wirdt es innwendig fein rot, und helt sich ein Jar oder zwey, mache es auch nicht im Sommer, sondern im Winter, wann es gar kalt ist."

Zitiert nach: Möhler 1978, S.15

Dieses Verfahren wird heute als **Kalträucherung** bezeichnet, da es meist bei Temperaturen von 15 - 25°C durchgeführt wird. Die konservierende Wirkung beruht hierbei auf zwei Komponenten:

- a) Der Rauch enthält bakterizide, fungizide und auch antioxidative Bestandteile, wodurch er sowohl dem mikrobiellen als auch dem chemischen Verderb entgegenwirkt. Beispielsweise sollen Mesentericus- und Subtilis-Bakterien sicher abgetötet werden, während Coli- und Proteus-Bakterien zum Teil erhalten bleiben. Als Antioxidantien wirken vor allem die Dihydroxybenzole im Rauch; die fungizide Wirkung wird mit der Anwesenheit von Phenolen erklärt.
- b) Durch das lange Hängen (zwei bis sechs Wochen) trocknet das Lebensmittel, dadurch wird den Mikroorganismen die Lebensgrundlage entzogen.

Da das traditionelle Verfahren einen hohen Personal- und Zeitaufwand hat und zudem durch das Autrocknen der Ware bis zu 40 Prozent des Gewichts verloren gehen, gilt es als unwirtschaftlich. Daher wurde das wenige Stunden dauernde **Heißräuchern** entwickelt, bei welchem vor allem Brühwürste bei

60°C - 65°C geräuchert werden. Die derart geräucherte Wurst ähnelt der traditionell geräucherten in Aussehen und Geschmack, besitzt allerdings einen höheren Wassergehalt. Der konservierende Effekt ist bei diesem Verfahren verlorengegangen.

Einen weiteren gravierenderen Nachteil dieser Methode bildet die Erhöhung des Benzo(a)pyren-Gehaltes auf der Räucherware bis um das 20fache. Diese Verbindung gehört zu den polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und wirkt nachweislich carcinogen. Geräucherte Lebensmittel stellen somit neben Luftverschmutzung und Zigarettenrauch einen gewichtigen Faktor der Krebsentstehung durch PAK dar.

Die relativ hohe Konzentration des Benzo(a)pyrens im Zigarettenrauch ist häufig Argument für einen unbedenklichen Umgang mit geräucherten Lebensmitteln. Vorsicht ist dennoch geboten, denn trotz der Vorgabe durch den Gesetzgeber in Form der Zusatzstoff-Zulassungsverordnung von 1977 über die Beschaffenheit des Rauches ("frisch entwickelter Rauch aus naturbelassenen Hölzern und Zweigen, Heidekraut und Nadelholzsamenständen, auch unter Mitverwendung von Gewürzen") wurden nach einem Bericht der Bundesanstalt für Fleischforschung in einigen Betrieben aus wirtschaftlichen Gründen Saftschinken innerhalb von Minuten schwarz geräuchert. Dieser Effekt ließ sich jedoch nur durch Verglimmung unzulässiger Materialien (wie etwa Gummireifen) erreichen, wodurch der Benzo(a)pyren-Gehalt drastisch erhöht wird.

Um solchen Auswüchsen Einhalt zu gebieten, schrieb 1973 der Gesetzgeber ein Höchstgehalt von 1 ppb (1 ppb = 1 µg/kg) Benzo(a)pyren in allen geräucherten Fleischwaren vor.

Eine schadstofffreie alternative Form des Räucherns stellt das *Behandeln* der Waren *mit Flüssigrauch* dar. Hierbei wird die Wurst mit in Flüssigkeiten kondensiertem Rauch behandelt. Allerdings ist dieses Verfahren noch in Deutschland verboten; es läßt sich jedoch indirekt anwenden, indem pulverisierte Rauchkondensate mit Salz oder Gewürzen vermengt und anschließend als geräucherte Lebensmittel zum Aromatisieren von Fleischwaren zugesetzt werden.

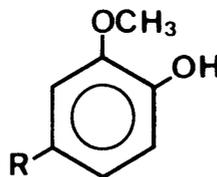
Anzumerken ist, daß die Zulassung des Räucherrauches zur Oberflächenbehandlung nicht den allgemeinen Grundsätzen des Lebensmittelgesetzes entspricht, welches nur Zusatzstoffe erlaubt, die nachweislich keine gesundheitliche Schädigung hervorrufen. Seine Zulassung verdankt der Räucherrauch daher einzig und allein seiner traditionellen Anwendung.

Zusammensetzung des Räucherrauchs *)

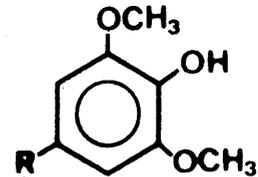
Räucherrauch entsteht bei der unvollständigen Verbrennung (Pyrolyse bzw. Verglimmung) von Holz. Dabei werden die Bestandteile des Holzes

Cellulose (ca. 50%) - *Lignin* (ca. 25%) - *Hemicellulose* (ca. 25%)
 gespalten und in einige tausend andere Verbindungen umgewandelt. Unter diesen Verbindungen befinden sich Phenole, Alkohole, Carbonyle, Säuren und andere Verbindungen, die für die aromatisierenden, farbgebenden und konservierenden Eigenschaften des Räucherrauchs verantwortlich sind. Aus den primären Pyrolyseprodukten entstehen dabei unter der Einwirkung von Sauerstoff und Wärme weitere Folgeprodukte.

Aus dem Lignin bilden sich insbesondere Phenole, die zum charakteristischen Räucheraroma beitragen. Je nach Verwendung von Weich- oder Harthölzern entstehen bevorzugt Derivate des Guajakols bzw. des Syringols.



Guajakol-Derivate



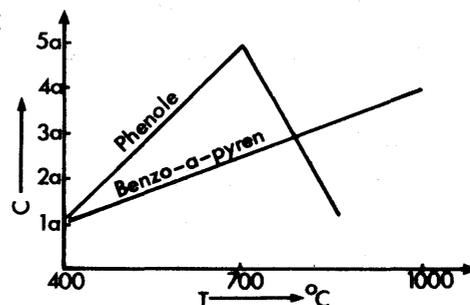
Syringol-Derivate

Diese Phenole wirken u.a. antioxidativ, da sie durch Abgabe von Wasserstoff ein Ranzigwerden von Fetten verhindern.

Die charakteristische Farbe des Räucherguts kommt wahrscheinlich durch Reaktion von Carbonylen (des Rauchs) mit Aminoverbindungen (des Räucherguts) zustande - vergleichbar der Maillard-Reaktion beim Bräunen / Braten. Die Reaktion von Carbonylen und Aminen trägt auch zum Eigengeschmack des Räucherguts bei.

Beim 'Schwarzröchern' entstehen größere Mengen Ruß, die in der Lage sind, PAKs wie Benzo-a-pyren zu adsorbieren und anzureichern. Solche schwarzgeröcherten Waren können bis zu 300 ppb B-a-P enthalten statt der zulässigen 1 ppb. Neben der Rußbildung spielt die Räuchertemperatur eine entscheidende Rolle für den B-a-P-Gehalt:

Während der Anteil der gewünschten Verbindungen oberhalb 700°C drastisch abnimmt, steigt der B-a-P-Gehalt linear an. Oberhalb 1000°C nimmt zudem die Rußproduktion deutlich zu.



*) Nach: K. Potthast. Das Räuchern. Ein altes Verfahren aus der Sicht neuer Erkenntnisse. In: Labor 2000, 1985, S. 166 ff

Das Schwefeln

Das Schwefeln von Lebensmitteln erfolgt über deren Behandlung mit Schwefeldioxid oder Salzen der schwefligen Säure (E 220 - 227). Diese Methode ist zugelassen z.B. für Trockenfrüchte, kandierte Früchte, getrocknete Kartoffelerzeugnisse und Wein. Die zugesetzte bzw. gebildete schweflige Säure bindet hauptsächlich Sauerstoff und schützt dadurch Wein und Früchte vor dem Braunwerden. Weiterhin wird die Entwicklung von Mikroorganismen (z.B. Schimmel- und Kahlhefen in Wein) gehemmt.

Im Wein kommt der schwefligen Säure noch eine weitere Aufgabe zu: sie soll den im Gärungsprozeß gebildeten geschmacksschädlichen Acetaldehyd binden und dadurch den Erhalt der Bouquetsstoffe, die den Handelswert bestimmen, gewährleisten.



Die (traditionelle) Verwendung von schwefliger Säure bei der Weinherstellung ist durchaus kontrovers diskutiert worden:

Nach heutigem Wissensstand konservierten erstmals die Römer ihren Wein durch Schwefeln. Dazu behandelten sie zunächst die Fässer, in die der Wein gegeben werden sollte, mit Schwefeldioxid. Diese Behandlung unterschied sich sicherlich nicht wesentlich von der, die zu *Runges* (1866) Zeiten üblich war:

"...nimmt er (der Weinküfer) sog. Schwefelfäden, wie sie der Krämer feil hat, und hängt sie angezündet durchs Spundloch in's Faß. Das Loch unten ... bleibt hierbei geöffnet, damit ein kleiner Zug entstehe und der Schwefel nicht zu schnell erlösche. ... Nun ist die Luft im Fasse eine völlig umgewandelte: sie ist größten Theils ihres Sauerstoffgases nicht nur beraubt, da an seine Stelle das schwefligsaure Gas getreten, sondern auch Pilz und Schimmel bildende Keime sind gänzlich zerstört."^{*)}

^{*)} F.F. Runge: Hauswirtschaftliche Briefe 1. - 3. Dutzend. 1866 (Reprint Weinheim 1988), S. 37

In dem anschließend eingefüllten Wein löste sich dann das Schwefeldioxid in verschiedenen Formen: Gelöstes Schwefeldioxid, undissoziierte schweflige Säure, Hydrogensulfit- und Sulfit-Ionen.

Die negativen Folgen des Genusses eines derart konservierten Weines blieben auch den Römern nicht verborgen, woraus *Columella* schloß, "*daß der beste Wein derjenige ist, der sich ohne jegliche Konservierungsmittel zu halten vermag*".*)

Im 15. Jahrhundert wurde in Köln das Schwefeln von Wein wegen seiner "*Belästigung der Natur des Menschen und der Gesundheitsgefährdung des Trinkers*" gänzlich verboten. In anderen Regierungsbezirken wie Lindau wurde die Verwendung von Schwefel bei der Weinerzeugung stark reglementiert.

Dennoch wurde und wird sowohl von Winzern als auch von Lebensmittelchemikern das Schwefeln des Weins als ein fester und unverzichtbarer Bestandteil bei seiner Erzeugung angesehen. Auch die negativen Auswirkungen des Schwefeldioxids auf den Menschen (Allergien, Vitamin-B1-Mangelerscheinungen, Auslösung von Krämpfen der Bronchialmuskulatur bei empfindlichen Patienten) haben bis heute zu keiner schwefeldfreien Weinherstellung führen können. Zwar hat ein Pfälzer Weinproduzent Ende der 70er Jahre ein Patent zur schwefeldfreien Erzeugung von Wein angemeldet und mit der entwickelten Technik prämierte Weine produziert, der Großteil der Winzer jedoch verweigert eine Anerkennung dieser Methode.

Auch der von der Weltgesundheitsorganisation festgelegte ADI-Wert (vgl. S. 51) von 0,7 mg/kg besteht nicht kritikfrei. Laut KATALYSE-Institut soll der Wert entgegen der üblichen Annahme eines Sicherheitsfaktors von 1:100 mit einem niedrigeren Faktor angesetzt worden sein.**)

Das Pökeln

Das Konservieren mit Kochsalz und Nitrat (Pökeln) wird wahrscheinlich seit dem Mittelalter angewendet. Während dafür zumeist Salpeter (Kaliumnitrat) verwendet wurde, wird seit der 1899 erfolgten Entdeckung, daß erst das aus dem Nitrat auf mikrobiologischem Wege gebildete Nitrit antimikrobiell wirksam ist, zunehmend letzteres verwendet. Es besitzt jedoch im Gegensatz zu Nitrat toxische Eigenschaften und darf daher nur in Mischung mit Kochsalz verwendet werden.

Der Zusatz von Kochsalz und Pökelfstoffen (Natriumnitrit und/oder Kaliumnitrat; E 250 - 252) zu Lebensmitteln (größtenteils Fleisch) kann auf drei unterschiedlichen Wegen erfolgen:

*) Zit. nach: P. und D.R. Brothwell, a.a.O., S. 244

**) Vgl. Katalyse Umweltgruppe (Hrsg.): Chemie in Lebensmitteln. Köln 1982

a) **Trockenpöckelung**

Das Fleisch wird mit einem Kochsalz-Pökelsstoff-Gemisch eingerieben und gekühlt mehrere Wochen bis Monate gelagert. Das Pökelsalz darf hierbei pro 100g nur 0.4 - 0.5 g Natriumnitrit enthalten.

b) **Naßpöckelung**

Die zu pökelnende Ware wird in eine wäßrige Pökelsalzlösung, die weitere Pökelhilfsstoffe (z.B. Kaliumascorbat) und Gewürze enthält, ein bis mehrere Tage eingelegt.

c) **Spritzpöckelung**

Fleisch wird durch Injektion von Pökellake mit genau dosierten Mengen Pökelsalz versetzt und anschließend einen Tag in Pökellake gelegt.

Die antimikrobielle Wirkungsweise von Nitrit ist noch nicht gänzlich aufgeklärt. Sicher ist, daß sie sich fast ausschließlich gegen Bakterien richtet. Allerdings reichen die in der Fleischtechnologie üblichen Nitritkonzentrationen von 80-160 mg/kg im Nährbodenversuch nicht aus, Bakterien sicher zu hemmen.^{*)} Daher ist anzunehmen, daß erst die Kombination mit Kochsalz (bis zu 8%) und weitere Faktoren wie ein erniedrigter pH-Wert, eine erniedrigte Lagertemperatur und die Erhitzung und Keimarmut des Konservierungsgutes einen wirksamen Schutz bilden.

Neben konservierenden Eigenschaften besitzt Nitrit die Fähigkeit, sich an den Muskelfarbstoff Myoglobin unter Bildung des kochbeständigen Nitrosomyoglobins anlagern zu können. Dadurch erhält Fleisch eine rote Farbe. Dieser Effekt war und ist ein Grund für die Anwendung des Pökeln.

Neuere medizinische Untersuchungsergebnisse führten zur Kritik am Einsatz von Nitraten und Nitriten bei der Lebensmittelkonservierung:

1. Obwohl Nitrat und Nitrit selbst keine carcinogenen Stoffe sind, reagieren sie im sauren Milieu des Magens mit natürlich im Körper und in Lebensmitteln vorkommenden Aminen zu Nitrosaminen, welche zu den cancerogenen Verbindungen gehören.
2. Das gemeinsame Erhitzen von gepökelter Ware und Käse (bspw. Pizza oder Hawaii-Toast) ermöglicht ebenfalls die Bildung von Nitrosaminen.
3. Wegen ihres Gehaltes an Nitroso-dimethylamin (NDMA) wurden Anfang der 80er Jahre schmerzstillende Medikamente, die den Wirkstoff Aminophenazon enthielten, verboten. Im Vergleich enthält gepökelttes Fleisch 2000mal mehr NDMA pro kg als eine Tablette Aminophenazon.
4. Erfahrungen in der Medizin, wo Nitrit zur Entspannung der glatten Muskulatur (z.B. bei Asthma bronchiale) eingesetzt wird, haben gezeigt, daß bei nitritempfindlichen Menschen schon bei sehr geringen Dosen Kollapsgefahr besteht.

^{*)} Vgl. S. Kendereski: Einfluß von Nitrat und Nitrit auf Bakterien, die Fleischverderbnis und Lebensmittelvergiftungen verursachen können. In: Fleischwirtschaft 61. Jg. (1981), S. 173 ff

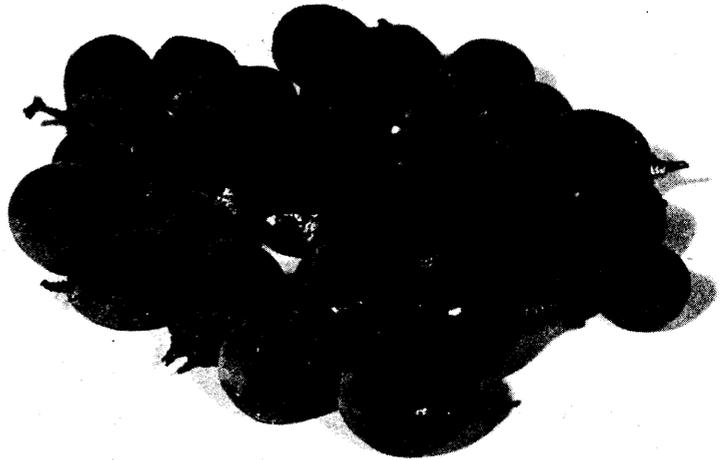
Daß ohne Zusatz von Pökelsalz hergestellte Rohwurst ebenso Gefahren in sich bergen kann, zeigt eine Untersuchung von 1991. Neben teilweise unangenehmem Geschmack wiesen zahlreiche Proben Befall mit Salmonellen auf: Ohne Pökelsalz stellte die Wurst keinen geeigneten Lebensraum für Mikrokokken und Säurebildner dar, welche die Haltbarkeit von Wurst erst ermöglichen. Aufgrund dieser reduzierten Konkurrenzsituation konnten sich Salmonellen entwickeln und die Ware ungenießbar machen. Wie das Beispiel Norwegens zeigt, wo seit 1973 Wurst und Fleisch nitratfrei und äußerst nitratarm produziert werden, können strenge Kontrollen der Hygienevorschriften zusammen mit der notwendigen handwerklichen Erfahrung der pökelsalzarmen bzw. -freien Wurstherstellung durchaus positive Ergebnisse erbringen.

Behandeln mit Kräutern

Kräuter werden Lebensmitteln bereits seit Beginn der Vorratshaltung zugesetzt, zunächst aus kultisch-rituellen Motiven, um sie vor 'Dämonen' zu schützen und sie auf diese Weise haltbar zu machen. Selten wurden sie jedoch einzeln zugesetzt, sondern meist in Kombination mit anderen Kräutern und/oder Konservierungsmitteln.

Ein Beispiel für die alleinige Verwendung eines 'Krauts' ist das von den Römern praktizierte Einlegen von Weintrauben in Gerstenkleie. In ihr halten sich Weintrauben einige Wochen frisch, was nicht nur im hohen Fettgehalt der Kleie (und damit der Feuchtigkeitserhaltung) begründet ist, sondern auch in ihrem Gehalt an Vitamin E, welches als Antioxidans wirkt.

Ähnliche antioxidative Eigenschaften besitzen Hafermehl, Salbei, Rosmarin, Vanille, Majoran und Bohnenkraut.



Zum Konservieren von Rüben benutzten die Römer in Kombination mit Honig und Essig Myrten-Beeren. Diese enthalten neben Gerbstoffen, Mittostoffen und Terpenen auch Cineol, Myrthenol und Geraniol, welche als antimikrobiell wirksam (besonders Geraniol) anzusehen sind. Andere Beeren, z.B. Wacholderbeeren, wurden lange Zeit zur Konservierung von Fleisch verwendet; Wacholderöl diente bis in die 50er Jahre sogar zur Sterilisation von Catgut einem Material für chirurgische Näthe, das vom Körper resorbiert werden kann.

Ähnlich verhält es sich mit Gewürznelken, die durch Trocknen von Blütenknospen des Gewürznelkenbaumes, einer Myrtenart, hergestellt werden. Ihr Zusatz bei der Herstellung haltbarer Lebensmittel (z.B. Sauerbraten) ist auch heute noch üblich.

Kräuter wurden auch bei der Konservierung von Wein verwendet. So wurden beispielsweise Narden, Kostwurz, Myrrhe und Zimt gemeinsam mit Harz dem Wein beigemischt. Die auf den ersten Blick verwunderliche Zugabe von Harz als Konservierungsmittel läßt sich verstehen, wenn man bedenkt, daß einer der heute wichtigsten Konservierungsstoffe, die Benzoesäure, erstmalig durch trockene Destillation aus dem Benzoharz, einem vanilleartig duftenden Baumharz südostasiatischer und indonesischer Styraxarten, gewonnen wurde. Geharzter Wein ist als Geschmacksrichtung heute noch in Griechenland unter der Bezeichnung 'Retsina' verbreitet.

Ein weiterer heute zugelassener Konservierungsstoff, pHB-Ester, wird weiterhin in seiner natürlichen Vorkommensform verwendet, z.B. bei der Konservierung von Gurken mit Senfsamen zusammen mit Essig.

Daß häufig Erfahrungswissen und Dämonenglaube vermengt werden, zeigt sich beim Knoblauch, der in südlichen Ländern zur Konservierung von Wurst verwendet wird und zusätzlich Vampire vertreiben soll.

Das Einzuckern

Zucker wird erst seit Mitte des letzten Jahrhunderts als Konservierungsmittel verwendet. Dies ist darin begründet, daß erst zu diesem Zeitpunkt eine industrielle Produktion des Zuckers möglich und dieser dadurch preislich erschwinglich wurde.

Hauptsächlich wurde und wird Zucker zur Konservierung von Marmeladen, Konfitüren und Gelees in einer Konzentration von 50 - 65% verwendet. Seine Wirksamkeit wird meist unterstützt durch die Zugabe von Alkohol, der bei der durch den Zucker erniedrigten Wasseraktivität des Lebensmittels schon in einer Konzentration von 2 - 4% wirksam gegen Mikroorganismen (hauptsächlich gegen Schimmelpilze) eingesetzt werden kann. Im gleichen Sinne ist die Erniedrigung des pH-Wertes durch Citronensäure zu verstehen.

Als alleiniges Konservierungsmittel wird Zucker in Marzipan, Nougat und Pralinenfüllungen verwendet, die zu etwa 70% aus Zucker bestehen.

Das Problem der Zuckerbeschaffung umgingen die Römer durch Einengen von süßen Obstsäften, wodurch ein zur Konservierung verwendbarer Sirup entstand.

Einlegen in Honig

Der Gebrauch von Honig wurde wahrscheinlich schon in prähistorischer Zeit den Bären abgeschaut, da in den frühesten bekannten Felszeichnungen (Alter: etwa 15000 Jahre) u.a. die Verwendung von Honig dargestellt ist. Honig wurde zumeist als Süßungsmittel genutzt, bei den Ägyptern der Pharaonenzeit findet er sich auch als Grabbeigabe. Die Germanen verstanden sich auf die Herstellung eines würzigen und sehr süßen Weines, dem Met, indem sie Honig vergären ließen.

Die Verwendung des Honigs als Konservierungsmittel ist erst von den Römern und Griechen bekannt. Hier wie dort wurde Honig zur Konservierung von Fleisch und Obst verwendet.

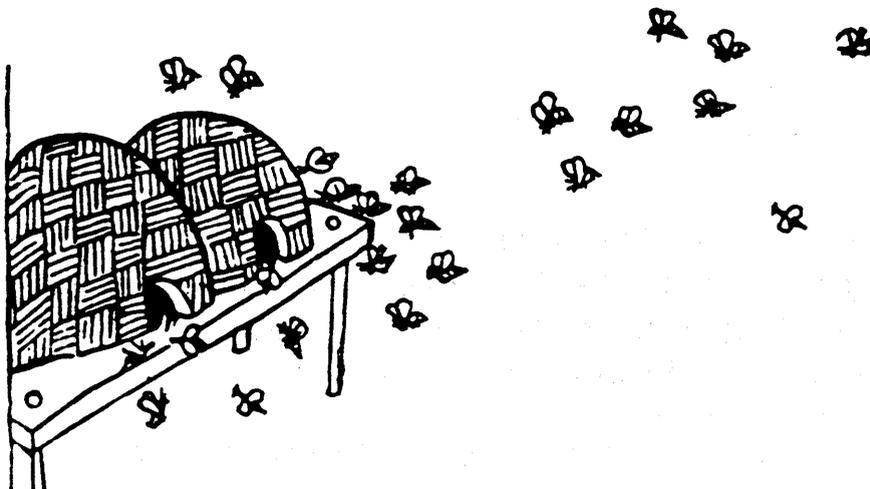
Der bei der Konservierung verwendete Honig wurde gleichzeitig als Heilmittel angesehen; *Columella* sprach z.B. der Quittenhonigflüssigkeit (melomeli) stärkende Eigenschaften für kränkliche Personen zu.

Auch in Kombination mit anderen Konservierungsstoffen (meist Essig) ist Honig verwendet worden. *Aspicius* verwendete ein Honig-Essig-Gemisch zur Konservierung von Artischocken und Rüben.

In der mittelalterlichen Pharmazie stellte Honig das wichtigste Konservierungsmittel dar, wie aus dem wahrscheinlich ersten Lehrbuch für Apotheker hervorgeht, das von dem italienischen Apotheker und Professor *Saladin von Ascolo* um 1450 geschrieben wurde:

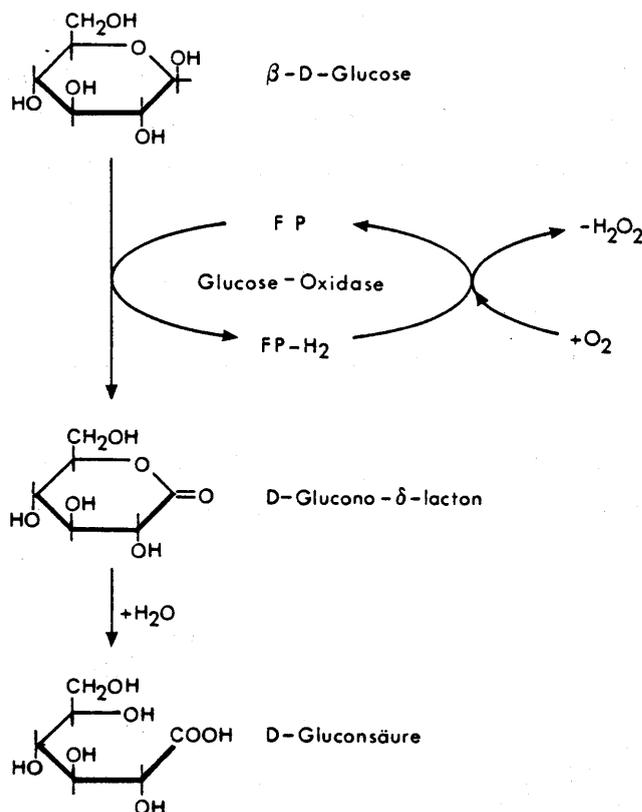
"Merke, daß Honig mehr als Zucker die Eigenschaft hat, alles in ihn Gelegte zu erhalten, mehr als irgendeine Sache der Erde, deshalb halten sich confecta und electuaria aus Honig länger als solche aus Zucker."

Das hervorragende Konservierungsvermögen des Honigs resultiert aus dem Zusammenspiel einer Vielzahl von Faktoren, bzw. Inhaltsstoffen, die sich gegenseitig ergänzen und verstärken.



Die wichtigsten sind im folgenden genannt:*)

- Honig besitzt nur einen Wassergehalt von 15-20%.
- Der Gesamtzuckergehalt in Honig beträgt 60-80%, wovon 25-35% Glucose und 32-42% Fructose ist.
- In Honig sind organische Säuren (300-600 mg/kg) enthalten wie Gluconsäure, die hauptsächlich für die Einstellung des pH-Wertes von 3.5 bis 5.5 verantwortlich ist, oder Ameisensäure und Benzoesäure, welche als chemische Konservierungsmittel bekannt sind.
- Während der Honigreifung werden in einer durch Glucoseoxidase katalysierten Reaktion etwa 50 mg/kg Wasserstoffperoxid gemeinsam mit Gluconsäure gebildet (siehe das Reaktionsschema unten). Diese Konzentration reicht aus, um keimhemmend und sogar keimtötend zu wirken.
- Honig enthält das antimikrobiell wirksame flavonone 'Pinocembrine', welches relativ unempfindlich gegen Hitze, Licht und lange Lagerzeiten bei Raumtemperatur ist.
- Vitamine, wie bspw. Vitamin C, können als Synergisten in Honig wirken.



Reaktion der
Glucoseoxidase*)

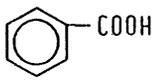
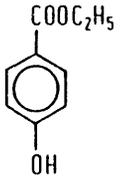
(FP=Flavoprotein)

Als Konservierungsmittel hat Honig - abgesehen von Anwendungen in der Vollwertküche - weitgehend an Bedeutung verloren. Dagegen wird er neben seinem Gebrauch als Süßungsmittel und Brotaufstrich als Haus- und Heilmittel bei einer Vielzahl von Krankheiten angewendet:

*) Nach: A. Deifel: Die Chemie des Honigs. In: Chemie in unserer Zeit. 23.Jg. (1989), S. 25 ff

- Beispielsweise wird Honig aufgrund seiner harntreibenden und leicht abführenden Eigenschaften und seines Gehalts an Acetylcholin gerne für "blutreinigende" mehrwöchige Honigkuren verwendet, die sich gleichzeitig stabilisierend auf Nerven, Herz und Kreislauf auswirken sollen. Des Weiteren wird er bei Fieber und Erkältungen im Verbund mit heißen Getränken empfohlen.
- Bekannt sind auch äußerliche Anwendungsmöglichkeiten, wie etwa die Behandlung von Wunden, Eiterungen und Verbrennungen oder die Spülung der Augen mit Honiglösung bei Augenschwäche und -entzündungen.

Die chemischen Konservierungsmittel

Modellformel	Name	Wirkungsspektrum	Anwendungsbeispiele	Bemerkungen
	Benzoessäure	gegen Schimmelpilze und Hefen	Fischmarinaden, Feinkostsalate, Obsterzeugnisse	Wenn der pH-Wert über 4,5 liegt, ist keine konservierende Wirkung zu beobachten.
	p-Hydroxybenzoessäureethylester	aktiv gegen Bakterien wirksam	pharmazeutische und kosmetische Produkte	Bei erhöhter Konzentration (80 mg/kg Lebensmittel) wird das Lebensmittel geschmacklich verändert. Es tritt Metallgeschmack auf.
$\begin{matrix} \text{HC} \diagup \text{O} \\ \text{OH} \\ \text{(HCOOH)} \end{matrix}$	Ameisensäure	gute antimikrobielle Wirksamkeit	Fischerzeugnisse	Die toxische Beurteilung ist uneinheitlich. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft zählt sie zu den „vorläufig duldbaren“ Stoffen
H_2SO_3	Schweflige Säure	Wirkt konservierend, antioxidativ, enzymhemmend und reduzierend. Dabei steht der farberhaltende Effekt des SO_2 gegenüber dem konservierenden im Vordergrund.	Schwefelung von Wein	Toxikologisch ist Schwefeldioxid nicht unbedenklich. Der Haupteffekt ist die Inaktivierung von Vitamin B ₁ .
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$	Sorbinsäure	Wirkt gegen Schimmelpilze und Hefen.	Käse, Margarine, Schokolade, Marzipan, Salate u. a.	Relativ geschmacksneutraler und untoxischer Lebensmittelzusatzstoff.

Chemische Konservierungsmittel auf einen Blick*)

*) Aus: I. Sallatsch: Das Konservieren von Lebensmitteln. In: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie 33, (1985), S. 27

Behandeln mit Ameisensäure und ihren Salzen

Die erste Darstellung von Ameisensäure (E 236 - 238) gelang 1670 *Marggraf*, der diese mit Wasserdampf aus Ameisen destillierte (etwa 20% des Körpergewichts der Ameise *Formica rufa* bestehen aus Ameisensäure). Ihre konservierende Wirkung wurde erst knapp einhundert Jahre später (1865) von *Jodin* entdeckt.

Das Vorkommen der Ameisensäure im Honig wurde 1882 von *Vogel* entdeckt und es wurde lange angenommen, daß sie "im Honig eine Hauptrolle spiele, weil die Biene sie als Konservierungsmittel zusetze". Der Säuregehalt des Honigs wurde aufgrund dieser Rollenzuschreibung oft in 'Prozent Ameisensäure' angegeben. Neuere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß Gluconsäure den Hauptteil Säure in Honig bildet. Sie wird über ein säureerzeugendes Enzymsystem, welches von der Biene mit ihrem Kopfdrüsen saft zugegeben wird, aus Traubenzucker, Luftsauerstoff und Wasser über das Gluconolacton gebildet.

Ameisensäure gelangt auf drei Wegen in den Honig:

1. Sie ist im Drüsen saft der Bienen enthalten.
2. Sie gehört zu der Gruppe der Aromastoffe, die den verschiedenartigen Duft der Blüten und damit des Nektars und Honigs ergeben. Ihre Bildung wird wie folgt angenommen:
"... besitzt jede Pflanze eine bestimmte Matrize zur Bildung von verschiedenen Aminosäuren. ... Dieses Aminosäurengemisch wird durch Fermente in die dazugehörigen Alkohole umgewandelt, die dann weiter fermentativ zu den Aldehyden oder Ketonen und weiter zu organischen Säuren oxidiert werden."^{*)}
3. Wahrscheinlich spalten sich während des Reifungsprozesses unter Einfluß der pH-Wert-Erhöhung aus Hexosen drei Moleküle Wasser ab und es bildet sich dabei Hydroxymethylfurfural, welches unter Wasseraufnahme in Lävulinsäure und Ameisensäure zerfällt.^{**)}

Ende des 19. Jahrhunderts wurde der Einsatz von Ameisensäure als Konservierungsmittel von verschiedenen Wissenschaftlern untersucht. Als Beispiel soll der von *Feyerabendt* 1877 veröffentlichte Bericht über die Erfolge seiner Konservierungsversuche stehen:

"Ameisensäure in saurer Lösung übertrifft Carbolsäure an Wirkung und ist ganz besonders geeignet zur Konservierung von Fruchtsäften. Versuche, die ich seit 2 Jahren in meiner Haushaltung angestellt habe, sind ohne Ausnahme von Erfolg gewesen. Zwei Gläser aus dem Jahre 1875, Gurkenzucker und Essiggurken, nur mit lose auf-

^{*)} Vgl. E. Zander, A. Maurizio: Der Honig. Stuttgart 1975, S. 97

^{**)} Vgl. E. Lehnartz: Chemische Physiologie. Berlin 1959

liegendem Glasdeckel verschlossen, waren 1877 noch vollkommen frisch, keine Spur von Schimmel und Fäulnis. ... Ich habe zu Essig und Fruchtsäften, Leim und Tinte 1/4 - 1/2 Proz. angewandt, bin jedoch überzeugt, daß schon viel geringere Mengen den Zweck erfüllen. ^{)}*

Heute wird Ameisensäure, bedingt durch ihre hohe Dissoziationskonstante (Ameisensäure zeigt nur in stark saurem Milieu ($\text{pH} < 3.5$) antimikrobielle Wirkung) und die Entwicklung neuer Konservierungsverfahren, relativ selten zur Konservierung verwendet. Sie wird nur noch bei einigen Fischkonserven, bei Sauerkonserven und bei Zwischenprodukten von Fruchtsafterzeugnissen (Obstmutteraft, Obstpulpen, u.a.) angewendet.

Üblich ist jedoch der Gebrauch von Ameisensäure bei der Grün-(Silo)-Futterkonservierung, da sie die Gärungserreger im Futter intakt läßt, andere Keime (z.B. Hefen, *Bacterium coli* und Thyphusbakterien) jedoch in ihrer Entwicklung hemmt bzw. abtötet, so daß eine nahezu reine Milchsäurebakterienkultur im Futtermittel entstehen kann.

Gesundheitliche Gefahren scheinen von dem Verzehr der mit Ameisensäure konservierten Lebensmittel nicht auszugehen. Beispielsweise blieb eine tägliche Zufuhr von 8 mg/kg Körpergewicht ($\text{ADI} = 3 \text{ mg/kg}$) über einen Zeitraum von vier Wochen ohne nachteilige Wirkungen auf den menschlichen Organismus. Auch konnte in Fütterungsversuchen keine carcinogene Wirkung nachgewiesen werden.

Einlegen in Essig

Das Einlegen in Essig (5-10%ige Essigsäure - E 260) war schon um 5000 v. Chr. im Orient als Konservierungsverfahren bekannt, wo Essig aus Palmwein hergestellt wurde. Während von den Babyloniern, Assyrern und Ägyptern nur die Verwendung des reinen Essigs zur Lebensmittelkonservierung bekannt ist, weiß man von den Römern, daß sie Essig nicht nur pur verwendet haben (z.B. bei der Haltbarmachung von Fisch), sondern auch in Kombination mit Salz, Wein und Gewürzen. Ein Essig-Salz-Gemisch wurde bspw. zur Konservierung von Obst und Gemüse eingesetzt; ein Verfahren, das bis heute nichts an Bedeutung verloren hat (z.B. bei Essiggurken oder Roter Beete).

Neben seiner Verwendung als Konservierungsmittel besaß Essig (verdünnt mit Wasser) gerade in warmen Ländern große Bedeutung als erfrischendes und durststillendes Getränk. Soldaten führten auf Kriegszügen häufig einen Beutel Essig mit sich, und nach dem Zeugnis der Bibel soll ein mitleidiger Soldat dem am Kreuze hängenden Jesus einen essiggetränkten Schwamm gereicht haben.

^{*)} Zitiert nach: G. Lebbin: Ameisensäure als Konservierungsmittel. In: Chemikerzeitung 30. Jg. (1906), S. 1009 ff

Im alten China schließlich galt der Krug mit dem Essig als Symbol des Lebens. Die Herstellung des Essigs erfolgte bis in das frühe Mittelalter im Haushalt. Im 14. Jahrhundert begann in Frankreich die Essigherstellung in größerem Maßstab, so daß Essig zunehmend zur Handelsware wurde. Im 18. Jahrhundert führen schließlich 'Essigträger' von Haus zu Haus.

Heute wird Essig sowohl durch biologische Verfahren gewonnen, die alle auf der Fähigkeit des Bakteriums *Acetobacter rancens* beruhen, Ethanol zu Essigsäure zu oxidieren, wie auch auf synthetischem Wege durch die Oxidation von Acetaldehyd.

Die Wirksamkeit der Essigsäure als Konservierungsmittel beruht im wesentlichen auf der Absenkung des pH-Wertes des Lebensmittels und wirkt daher hauptsächlich gegen Bakterien, die ihr Wachstumsoptimum im schwach sauren bis neutralen pH-Bereich besitzen. Andere Bakterien wie das *Bacterium xylinum* und *Lactobacillen* sind im normalen Speiseessig noch gut lebensfähig, weswegen Gärungseessig häufig geschwefelt wird.

Wie schon den Römern bekannt war (s.o.), kann die Wirksamkeit der Essigsäure durch den Zusatz von Kochsalz verbessert werden.

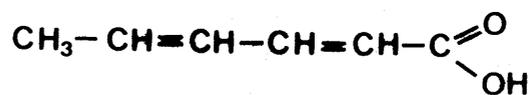
Heute wird bei der Lebensmittelkonservierung Essigsäure allgemein in Kombination mit physikalischen Konservierungsverfahren oder chemischen Konservierungsstoffen verwendet. So wird Essig bei der Herstellung von Mayonaisen und Feinkostsalaten nicht nur grundsätzlich mit Salz, sondern häufig auch mit Benzoesäure oder Sorbinsäure kombiniert; bei der Herstellung von Essiggurken werden diese immer abschließend sterilisiert.

Aufgrund ihrer Eigenschaften als körpereigener Substanz, natürlichem Geschmacksstoff und traditioneller Genußsäure unterliegt der Zusatz von 5 bis 10%iger Essigsäure zu Lebensmitteln praktisch keinen lebensmittelrechtlichen Beschränkungen.

Behandeln mit Sorbinsäure und ihren Salzen

Die Darstellung von Sorbinsäure wurde erstmalig 1859 von *Hoffmann* beschrieben. Er hatte aus einem durch Destillation von Vogelbeeren (Früchte der Eberesche, *Sorbus aucuparia*)

gewonnenen Öl, durch weitere Destillationen und Umfällungen eine "krystallinische Säure" gewonnen, die er 'Sorbinsäure' nannte.



Sorbinsäure

Die antimikrobielle Wirkung dieser Säure wurde erst 1939 entdeckt. Ihr Einsatz beschränkte sich zunächst nur auf technische Produkte wie Leim, Casein und Futtermittel. Unabhängig von dieser Entdeckung wurde im Februar 1940 in den USA ein Patent angemeldet, in welchem u.a. die wachstumshemmende Wirkung von Sorbinsäure auf Schimmelpilze und ihr Zusatz als Konservierungsmittel zu Margarine empfohlen wurde.

Mitte der 50er Jahre wurde mit der industriellen Produktion von Sorbinsäure (E 200 - 203) begonnen. 1959 erfolgte ihre Zulassung als Konservierungsmittel in der Bundesrepublik Deutschland. Seitdem wird sie zunehmend in der Lebensmittelkonservierung eingesetzt.

Der von der WHO empfohlene ADI-Wert liegt mit 25 mg deutlich über den Werten der meisten anderen zugelassenen Konservierungsstoffe. Dies ist in den durchgängig positiven Untersuchungsergebnissen begründet; im menschlichen Stoffwechsel reagiert die Sorbinsäure ganz ähnlich wie gesättigte und einfach ungesättigte Fettsäuren:

"Sorbinsäure wird im Stoffwechsel wie die gesättigte oder einfach ungesättigte Fettsäure derselben C-Atomzahl in qualitativer und quantitativer Hinsicht umgesetzt und im Organismus kalorisch verwertet. ... Chronische Fütterungsversuche haben ergeben, daß 5% Sorbinsäure im Futter von Ratten sich nicht schädlich auswirken. Wahrscheinlich ist die unschädliche Dosis noch erheblich größer.")*

Ein weiterer Vorteil von Sorbinsäure gegenüber anderen Konservierungsstoffen ist die Tatsache, daß nur vereinzelt Menschen allergisch gegen sie reagieren.

Die antimikrobielle Wirkung der Sorbinsäure beruht auf der Hemmung von verschiedenen Enzymen in der Mikrobenzelle und der teilweisen Zerstörung der Zellmembran. Um in der Mikrobenzelle wirksam zu werden, muß Sorbinsäure zunächst die Zellwand durchdringen. Dies kann nur in undissoziierter Form geschehen, woraus sich die Wirkungsabhängigkeit vom pH-Wert erklärt.

Sorbinsäure wirkt hauptsächlich gegen Hefen und Schimmelpilze. Gegen bereits im Lebensmittel vorhandene Schimmelpilze ist sie jedoch unwirksam, da sie von diesen abgebaut werden kann. Daraus erwächst ein deutlicher Vorteil für den Verbraucher, da mit Sorbinsäure keine angeschimmelte Ware 'geschönt' werden kann.

Aufgrund ihrer gesundheitlichen Unbedenklichkeit besitzen Sorbinsäure und ihre Salze (Sorbate) ein weites Anwendungsgebiet. Einige Beispiele sind im folgenden aufgeführt:

*) Vgl. R. Lang, 1960, S. 999

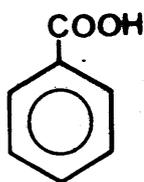
- a) Wegen ihres überaus günstigen Verteilungskoeffizienten zwischen Öl und Wasser wird Sorbinsäure in einer Konzentration von 0,05 - 0,1 % zur Konservierung von Margarine verwendet.
- b) Würste können zum Schutz gegen Schimmelbefall in eine Kaliumsorbatlösung getaucht werden.
- c) Ein Hauptanwendungsgebiet für Sorbinsäure ist Käse. Sie wird hier nicht nur als Käsezusatz verwendet (z.B. zu Frischkäse oder Schmelzkäse in Konzentrationen von 0,05 - 0,07 %), sondern auch zum Tauchen, Besprühen und Waschen des Käses (wäßrige Sorbatlösung), als Salzbadzusatz, zur Oberflächenbehandlung von reifendem Hartkäse (Calciumsorbat-Suspension) und zur Herstellung von fungistatischem Verpackungsmaterial (2 - 4g Sorbinsäure/m³).
- d) Zur Konservierung von Tomatenprodukten wird Sorbinsäure häufig mit Kochsalz und/oder Essig kombiniert.
- e) In Wein wird Sorbinsäure gegen Nachgärungen eingesetzt (bis zu 200 mg/l), gegen die Schwefeldioxid nur eine geringe Wirksamkeit zeigt.

Behandeln mit Benzoesäure und ihren Salzen

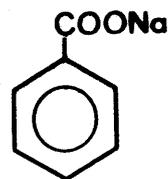
Die erste Erwähnung von Benzoesäure bildet wahrscheinlich die in alten Arzneibüchern zu findende Angabe, "daß die Wurzel der Päonie (Pfingstrose) antidämonisch wirkt und ein wirksames Mittel gegen Epilepsie darstellt". Der für diese muskelentspannende Wirkung verantwortliche Inhaltsstoff, dessen Existenz der 1504 geborene Arzt und Naturforscher *Nostradamus* beschrieben haben soll, ist in der Mitte dieses Jahrhunderts als Benzoesäure identifiziert worden. Moderne Arzneibücher, die eine Anwendung der Päonienwurzel bei Epilepsie (und Asthma) bestätigen, führen bis zu 1,1 % Benzoesäure (bei *Radix Paeoniae lactiflorae*) als Inhaltsstoff auf.

Die konservierenden Eigenschaften der Benzoesäure, die erstmalig Ende des 16. Jahrhunderts bei der trockenen Destillation des Benzoeharzes isoliert wurde, sind 1875 von *Fleck* beschrieben worden. Zur Lebensmittelkonservierung wird sie seit der Jahrhundertwende verwendet, da zu diesem Zeitpunkt ihre industrielle Herstellung gelang. Seitdem ist sie einer der am meisten angewandten Konservierungsstoffe, obwohl ihre toxikologischen Eigenschaften bis heute nicht einheitlich beurteilt werden können. So kann Benzoesäure im Unterschied zur Sorbinsäure im normalen Stoffwechsel nicht abgebaut werden, sondern muß über die Leber entgiftet werden. Hierbei wird sie zunächst wie die Fettsäuren durch Bindung an Coenzym A zu Benzoyl-Coenzym A 'aktiviert', anschließend wird daraus unter dem Einfluß von Glycin-N-acylase mit Glykokoll Hippursäure gebildet. Die Hippursäure wird dann mit dem Harn ausgeschieden. Personen mit gestörter Leberfunktion bereitet diese Entgiftungsleistung und somit der Verzehr benzoensäurehaltiger Nahrungsmittel Schwierigkeiten.

Auch scheint von Benzoesäure eine negative Wirkung auf die Sauerstoffversorgung von Blut und Geweben in Leber, Nieren und Gehirn auszugehen. Bei überempfindlichen Personen kann Benzoesäure Allergien hervorrufen, die sich sowohl in Form einer Nesselsucht, als auch in einem Asthmaanfall äußern können. Die betroffenen Allergiker müssen daher nicht nur Nahrungsmittel mit natürlichen Gehalten an Benzoesäure (z.B. Preiselbeeren, Heidelbeeren, Himbeeren, Johannisbeeren, Pflaumen, Nelken, Anisöl) meiden, sondern auch alle mit Benzoesäure konservierten Lebensmittel.



Benzoessäure



Natriumbenzoat

Benzoessäure (E 210 - 213) ist aufgrund enzym-inaktivierender Effekte und Irritationen der Mikrobenzellwand antimikrobiell wirksam. Zur Entfaltung dieser Wirkungen muß sie zunächst die Zellwand von Mikrobenzellen durchdringen, welches nur in der undissoziierten Form möglich ist. Innerhalb der Zelle erfolgen dann Hemmungen von Enzymen, die den Essigsäurestoffwechsel und die oxidative Phosphorylierung regeln und Enzymen des Citratcyclus (z.B. α -Ketoglutar säure- und Bernsteinsäuredehydrogenase).*)

Die Wirkung der Benzoesäure richtet sich hauptsächlich gegen aerobe Bakterien, Hefen und Schimmelpilze.

Da die Wirksamkeit der Benzoesäure stark vom pH-Wert abhängig ist, wird sie nur in sauren Lebensmitteln wie kohlen säurehaltigen Getränken (z.B. Faß-Brause), Sauergemüse, Fruchtsalaten und Mayonnaisen (als Kombination von Natriumbenzoat und Kaliumsorbat) zur Konservierung verwendet.

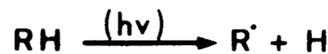
Fette und Fettprodukte unterliegen einer besonderen Form des Verderbs, dem autoxidativen Verderb. Hierbei werden bei der Reaktion mit Luftsauerstoff ungesättigte Fettsäuren abgebaut, was neben einer Verringerung der essentiellen Fettsäuren auch die Bildung geruchlich und geschmacklich unangenehmer Stoffe zur Folge hat (Ranzigwerden). Zur Verhinderung dieser Reaktion, die auch durch Metalle wie Eisen und Kupfer (natürliche Spurenelemente in Lebensmitteln) bzw. deren Verbindungen gestartet werden kann, existieren verschiedene Möglichkeiten:

*) Vgl. E. Lück 1985

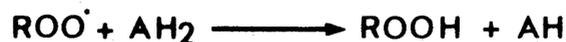
- Ausschluß von Sauerstoff durch Vakuum- oder Inertgasverpackungen: Beispielsweise werden Fette in Instantpulvern (z.B. Milchpulver) vor einer Reaktion mit Sauerstoff durch die Verpackung unter einem inerten Gas (z.B. Stickstoff) geschützt.
- Zugabe von Antioxidantien und Synergisten: Antioxidantien sollen in den mit ihnen behandelten Lebensmitteln der Autoxidation entgegenwirken, d.h. sie sollen die in den Fetten entstehenden Radikale abfangen und dadurch das Kettenwachstum unterbrechen. Die dabei entstehenden neuen Radikale (AH \cdot) sollen dabei so stabil sein (z.B. durch Resonanz mit einem aromatischen System), daß kein Wasserstoff aus einer ungesättigten Fettsäure abstrahiert werden kann.^{*)} Aus dieser Forderung erklärt sich die Tatsache, daß heute bekannte Antioxidantien über mindestens eine phenolische OH-Gruppe verfügen.

Die wichtigsten Reaktionsschritte zu dem Mechanismus der Autoxidation (1) und den Wirkungsmechanismen der Antioxidantien (2) lassen sich wie folgt beschreiben:^{**)}

1. Autoxidation



2. Wirkungsweise von Antioxidantien (AH₂)

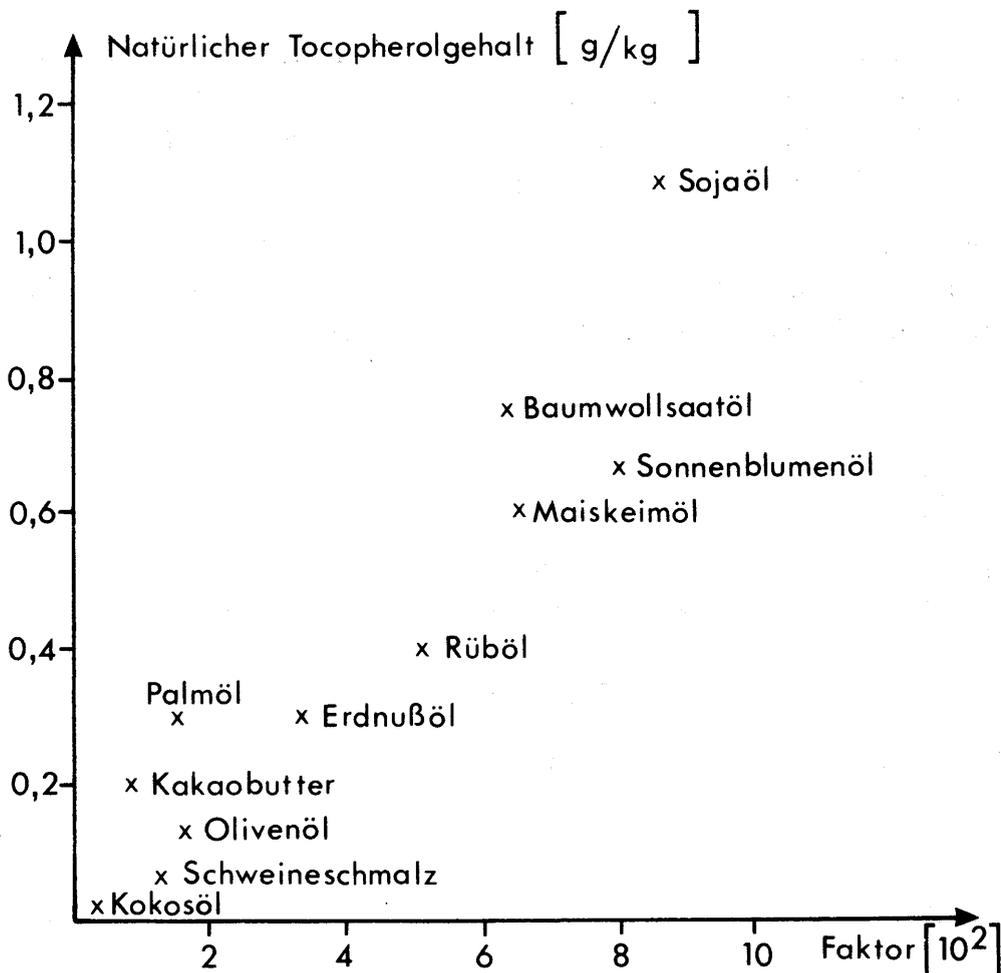


Antioxidantien bilden in vielen pflanzlichen Fetten und Ölen einen natürlichen Bestandteil, deren Aufgabe es vermutlich ist, das Öl der Samen und Früchte von Pflanzen während des normalen Lebenslaufs vor dem Verderb zu schützen.

Den wichtigsten Vertreter dieser natürlichen Antioxidantien, die auch in der Lebensmittelkonservierung eingesetzt werden, bildet das Vitamin E (Tocopherole, E 306 - 309), welches z.B. in großen Mengen in Weizenkeimöl (270 mg/100 g) enthalten ist. Wie in der nachstehenden Abbildung gezeigt steigt mit zunehmendem Tocopherolgehalt von Ölen und Fetten auch deren Stabilität gegen Oxidation. (F: Summe des Gehalts an ungesättigten Fettsäuren x Oxidationsstabilität der einzelnen Fettsäuren)

^{*)} Vgl. G. Schwedt: Chemie und Analytik der Lebensmittelzusatzstoffe. Stuttgart 1986

^{**)} Nach: B. A. J. Sedlacek: Mechanismus der Wirkung von Ascorbylpalmitat und anderen Antioxidantien auf die Autoxidation der Fette. In: Die Nahrung 19.Jg (1975), S. 219 ff



Zusammenhang zwischen natürlichem Tocopherolgehalt pflanzlicher Triglyceride und ihrer Oxidationsstabilität^{*)}

Weitere natürliche Antioxidantien, denen aufgrund ihrer geringen Verfügbarkeit keine Bedeutung bei der Lebensmittelkonservierung zukommt, bilden u.a. der Farbstoff Carotin, Sesamol aus Sesamöl und Extrakte aus Hafermehl.

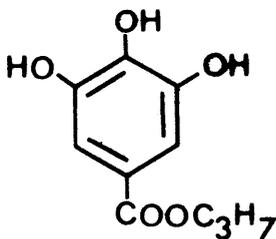
Ein anderes natürliches Antioxidans stellt das Vitamin C (L-Ascorbinsäure, E 300) dar, welches hauptsächlich gegen eine weitere oxidative Veränderung eines Lebensmittels eingesetzt wird: Das Bräunen von angeschnittenem Obst und Gemüse. Verantwortlich für diese Bräunung sind Enzyme, die nach der Zellzerstörung beim Zerkleinern Sauerstoff auf die farblosen Phenole des Lebensmittels übertragen. Dabei bilden sich Chinone, die im weiteren zu braunen Pigmenten ("Phlobaphene") polymerisieren.^{**) Ascorbinsäure greift in diesen Reaktionsmechanismus ein, indem sie die gebildeten Chinone vor deren Polymerisation zu den entsprechenden Hydrochinonen reduziert.}

^{*)} Nach: F. Timmermann: Tocopherole - Antioxidative Wirkung bei Fetten in Ölen. In: Henkel-Referate Nr. 27, 1991, S. 13

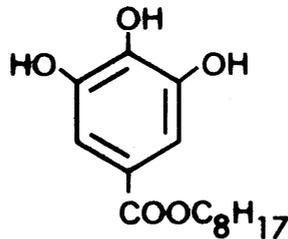
^{**) Nach: A. Jäger: Vitamin C (Ascorbinsäure) als Antioxidationsmittel. In: Lebensmittelchemische Gesellschaft, Fachgruppe in der GDCh (Hrsg.): Schulversuche mit Lebensmittelzusatzstoffen. Hamburg 1990}

Aus dieser Reaktionsfolge wird ersichtlich, daß gebräunte Lebensmittel nur noch einen sehr geringen Gehalt an natürlichem Vitamin C besitzen. Einhergehend mit dieser Vitaminminderung erfolgt die Zerstörung von lebensmittelcharakterisierenden Aroma- und Farbstoffen.

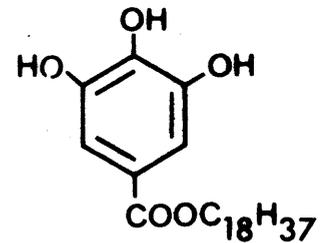
Neben den natürlichen Antioxidantien werden bei der Lebensmittelverarbeitung auch synthetische Antioxidantien eingesetzt. Die für Deutschland durch die Zusatzstoff-Zulassungsverordnung vom 20.12.1977 zugelassenen synthetischen Antioxidantien sind:



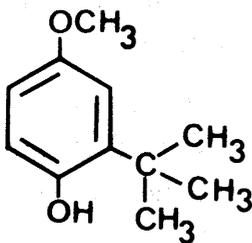
Propylgallat (E 310)



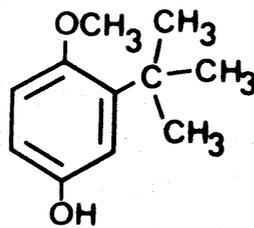
Octylgallat (E 311)



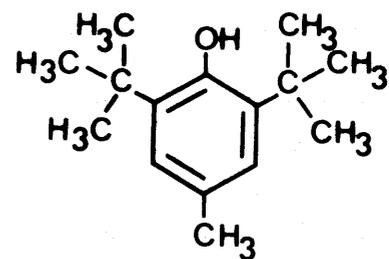
Dodecylgallat (E 312)



Butylhydroxyanisol (BHA) (E 320)

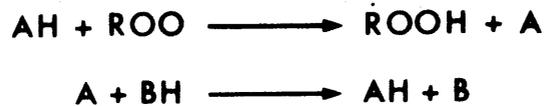


Butylhydroxytoluol (BHT) (E 321)



Die Wirkung von Antioxidantien kann durch sogenannte Synergisten erhöht werden. Dies kann zum einen dadurch geschehen, daß durch Zugabe von Komplexbildnern - z.B. Citronensäure (E 330), Milchsäure (E 270), Weinsäure (E 334) - die prooxidative Wirkung von oxidationsfördernden Stoffen (z.B. Metallspuren) durch Komplexbildung aufgehoben wird.

Zum anderen kann durch Umsetzung zwischen zwei Antioxidantien (AH und BH) eine Regenerierung des ersten erfolgen:*)



Zur Regeneration (BH) wird häufig Ascorbinsäure eingesetzt.

Nach bestehendem Lebensmittelrecht dürfen in Deutschland nur bestimmten Lebensmitteln synthetische Antioxidantien zugesetzt werden. Dies sind vor allem Lebensmittel, in denen Fette auf großen Flächen verteilt sind (z.B. Tomatensuppe, Kartoffeltrockenprodukte, Marzipan). Für die Gruppe der natürlichen Antioxidantien und deren Synergisten gilt eine allgemeine Zulassung.

Sterilisieren

Im Jahre 1809 reichte *N.F. Appert* aufgrund einer Ausschreibung der französischen 'Ackerbaugesellschaft', in der nach der besten Konservierungsmethode für Lebensmittel gesucht wurde, die Beschreibung eines Verfahrens ein, welches die Erhaltung aller "animalischen und vegetabilischen Substanzen" über mehrere Jahre ermöglichen sollte. Eine Zusammenfassung dieser Beschreibung findet sich bei LEUCHS (1820, S. 348):

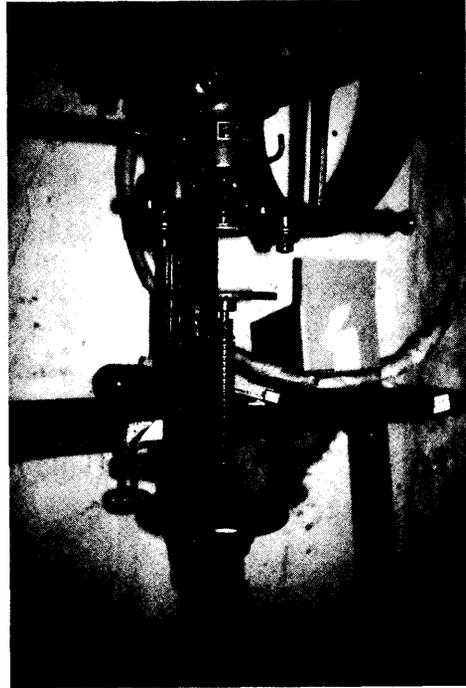
"Appert bringt den aufzubewahrenden Körper in ein Gefäß (eine Flasche), verpfropft diese luftdicht, und setzt sie dann bestimmte Zeit der Hitze des siedenden Wassers (in einem Wasserbade) aus. In diesen wenigen Arbeiten besteht das ganze Verfahren, durch welches feste und flüssige Nahrungsmittel in ihrem natürlichen Zustande erhalten werden können."

Nach einer Überprüfung dieses Verfahrens durch eine Kommission, der auch *Guy-Lussac* angehörte, wurde Appert 1810 der ausgeschriebene Preis in Höhe von 12.000 Franc zuerkannt. Dieser gründete daraufhin in Paris die erste Konservenfabrik ('Maison d'Appert'; sie existierte bis 1933) und legte damit den Grundstein für den Aufbau der Konservenindustrie.

Das Appert'sche Verfahren wurde um die Jahrhundertwende in Süddeutschland von einem Fabrikanten namens Weck zum "Einwecken" (dieser Ausdruck erscheint erstmalig 1906 in *Wecks* Firmenzeitschrift 'Frischhaltung') von Obst, Gemüse und Fleisch übernommen.

Eine wesentliche Verbesserung des Verfahrens erfolgte 1910 mit der Erfindung der Weißblechdose durch den Engländer *P. Durent*.

*) Vgl. A. Seher: Fremde Stoffe - Antioxidantien. In: J. Scormüller (Hrsg.): Handbuch der Lebensmittelchemie. Bd. II/2. Berlin 1967



Konservendosen-Deckelmaschine^{*)}

Leuchs (1820) ging davon aus, daß die konservierende Wirkung des Verfahrens auf einer "Verbindung des vorhandenen Sauerstoffes mit den oxydierbarsten Theilen des Körpers" beruht, wodurch dieser Körper "sich nicht zersetzen kann, weil die Luft, die ihn umgibt, kein Sauerstoffgas mehr enthält". Erst um 1870 konnte *Pasteur* zeigen, daß bei der Erhitzung von Lebensmitteln die vermehrungsfähigen Formen von Mikroorganismen abgetötet werden.

Heute werden je nach Lebensmittel unterschiedliche Möglichkeiten der Hitze-sterilisation zur Konservierung verwendet:

Langfristig haltbare (bis zu 5 Jahren) Vollkonserven (z.B. aus Obst, Pilzen, Gemüse) entstehen durch Erhitzen bei Temperaturen um 1000°C.

Empfindliche Lebensmittel (z.B. Milch, Bier) werden bei Temperaturen um 65°C sterilisiert ('Pasteurisieren'). Hierbei werden jedoch nur 90 - 99% der Mikroorganismen abgetötet, so daß bspw. Milch nur einige Tage haltbar bleibt. Eine vollkommene Keimfreiheit bei Milch kann durch ein weiteres Verfahren, der Uperisation (aus Ultrapasteurisation), erreicht werden. Dazu wird Milch in einem Düsensystem durch Einblasen von überhitztem Wasserdampf erhitzt und sofort im Vakuum entspannt. Dabei verdampft das durch den Dampf in die Milch gelangte Wasser, wodurch diese augenblicklich wieder abkühlt und so nur maximal eine halbe Sekunde auf 130 - 150°C erhitzt wird. Die so behandelte Milch (H-Milch) ist bei keimfreier Aufbewahrung lange unverändert haltbar.

^{*)} Die Maschine befindet sich im Besitz von Frau Desch, Laubach-Wetterfeld. Mit dieser Maschine wurden bzw. werden die wurstgefüllten Konservendosen des ortsansässigen Metzgers 'gedeckelt'.

Behandeln mit ionisierender Strahlung

Die ersten Untersuchungen zur Lebensmittelkonservierung mittels Bestrahlung mit ionisierender Strahlung (energiereiche Photonen- oder Korpuskularstrahlen ionisieren zufällig getroffene Atome oder Moleküle) erfolgten Ende der 40er Jahre in den USA. Hier suchte das Militär nach bei jeder Aufbewahrungsart lange haltbaren Lebensmittelkonserven.

Neben der Durchführung eigener Untersuchungen (ab 1943 am U.S. Army Research and Development Center) erteilte das Militär auch Forschungsaufträge an Universitäten (z.B. Universität von Michigan) und Forschungszentren (z.B. Massachusetts Institute of Technology). Diese Forschungen, die zeitverzögert auch in der ehemaligen UdSSR, Kanada, Japan und einigen europäischen Ländern aufgenommen wurden, führten 1958 zur ersten Freigabe der Bestrahlung für ein Lebensmittel (Kartoffel) in der ehemaligen UdSSR. Weitere Zulassungen folgten in den USA (Weizen, Weizenmehl (1963) und Kartoffeln (1964)) und Kanada (Kartoffeln (1964)). Die in diesem Zeitraum erteilte Genehmigung für die Bestrahlung von Dosenschinken in den USA wurde 1969 aufgrund von negativ verlaufenen Fütterungsversuchen an Mäusen, Ratten und Hunden (erhöhte Sterblichkeit der Nachkommen, Verminderung der Zahl der roten Blutkörperchen, Cancerogenitätsverdacht) wieder zurückgenommen.

Nach ausführlichen internationalen Diskussionen in den 70er Jahren kamen 1980 die Internationale Atomenergie-Agentur, die Weltgesundheitsorganisation WHO und die UN-Landwirtschaftsorganisation FAO zu dem Schluß, daß Lebensmittelbestrahlung unbedenklich und weitere Untersuchungen nicht mehr erforderlich seien.

Trotz dieser positiven Beurteilung ist das Bestrahlen von Lebensmitteln und der Handel mit derart behandelter Ware nicht nur in Deutschland bis heute verboten. Einige wenige Staaten (z.B. die Niederlande, Belgien, Südafrika, Israel) haben die Bestrahlung für einige Lebensmittel freigegeben. Hierbei liegt in den Niederlanden die großzügigste Genehmigung vor: Mindestens 14 unterschiedliche Lebensmittel (z.B. Erdbeeren, Gewürze, Fische, Reis, Roggenbrot) dürfen durch Bestrahlung konserviert werden.

Da im Zuge der Schaffung eines Europäischen Binnenmarktes ab 1993 mit allen in einem EG-Land zugelassenen Lebensmitteln auch in den anderen EG-Mitgliedsländern gehandelt werden darf, wird zur Zeit in Brüssel darüber verhandelt, inwieweit die Bundesregierung verpflichtet ist, das bestehende Bestrahlungs- und Handelsverbot aufzuheben bzw. zu entschärfen.

Die großen Meinungsverschiedenheiten auch innerhalb der Fachwelt bezüglich der gesundheitlichen Unbedenklichkeit der Lebensmittelbestrahlung resultieren nicht zuletzt aus der Tatsache, daß die benötigten Strahlen (Gamma-Strahlen) durch radioaktives Material (Kobalt-60) erzeugt werden müssen. Die zu bestrahlenden Lebensmittel werden daher ferngesteuert in einen Bestrahlungsraum

transportiert und bis zu mehreren Stunden um die Strahlungsquelle geführt. Die dabei eingesetzten Dosen überschreiten um ein Vielfaches die für den Menschen geltende Letaldosis (vgl. Tabelle S. 50).

Die Auswirkungen der Strahlenbehandlung auf die Lebensmittel und die Ernährungssituation des Menschen werden unterschiedlich beurteilt. Unumstritten sind folgende Effekte nach einer Strahlendosis über 10 kGy (Kilo-Gray):

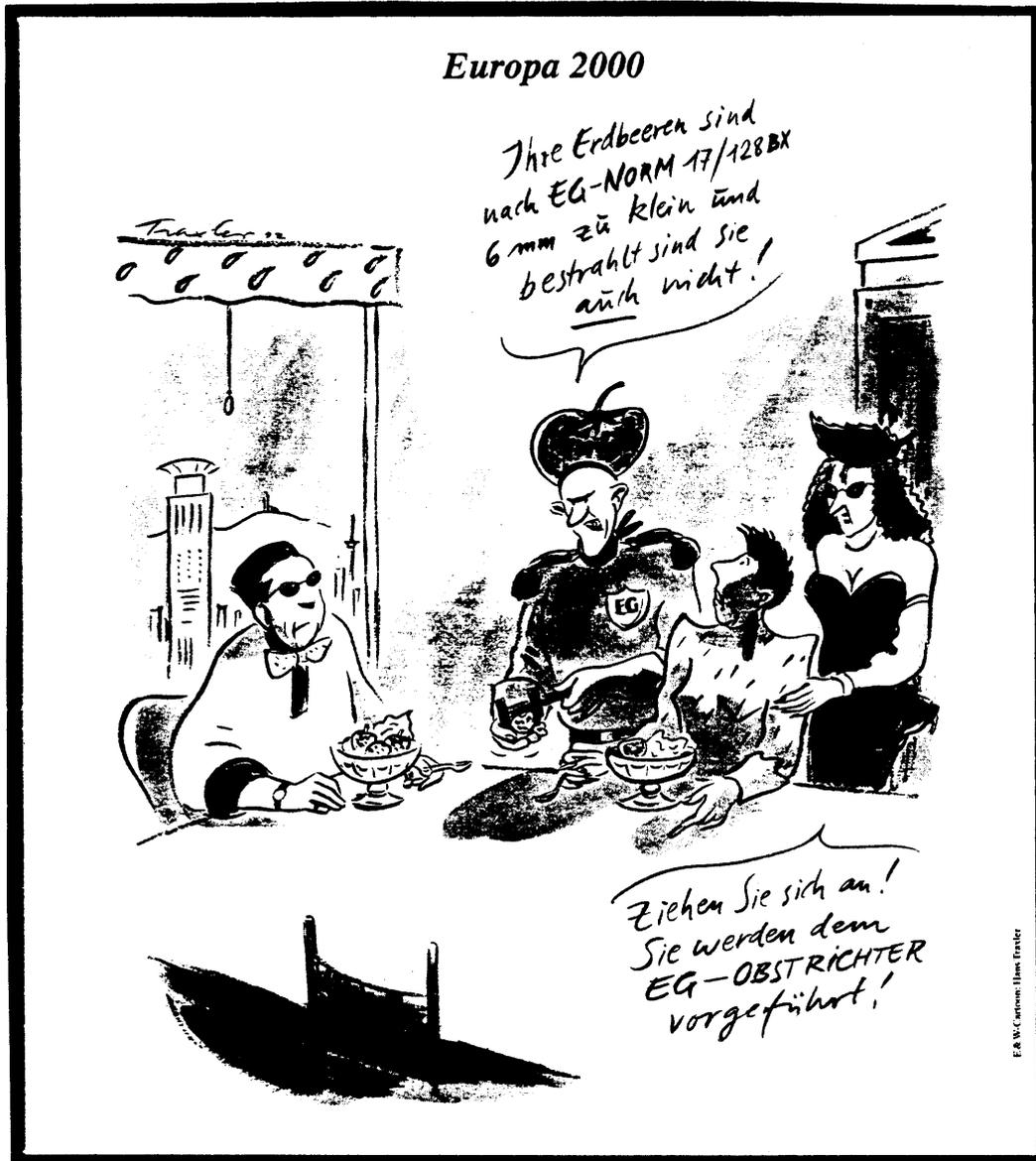
- Vitamine (besonders A, B1, D, E und K) werden zu 60% abgebaut. Fütterungsversuche haben gezeigt, daß eine Ernährung mit ausschließlich bestrahlter Kost zu Mangelerscheinungen (z.B. negative Einflüsse auf Wachstum und Fertilität) führt.
- Entstehung von Verbindungen, die Veränderungen der Geruchs- und Geschmackseigenschaften des Lebensmittels hervorrufen.
- Depolymerisation von Makromolekülen, die mit einer Senkung der Viskosität und einer Erhöhung löslicher Produkte verbunden ist. Die Folge ist matschiges Obst.
- Stimulation der nichtenzymatischen Bräunung. Betroffen hiervon ist hauptsächlich Milch; Bräunungsschäden sind allerdings auch bei Obst und Gemüse verbreitet.

Kontroverse Ansichten existieren jedoch in Bezug auf die im folgenden dargestellten Gegenargumente zur Lebensmittelbestrahlung.

Neben dem nachgewiesenen Nährwertverlust können bei bestrahlten Lebensmitteln toxisch wirkende Substanzen ("Radiotoxine") entstehen, die allerdings relativ instabil und nach einigen Monaten abgebaut sein sollen. Die Anwendbarkeit bei Frischwaren ist dadurch absolut in Frage gestellt.

Neben der Bildung neuer Substanzen stellt auch die Existenz von Bakterien und Viren in Lebensmitteln ein gesundheitliches Risiko dar. So variiert bspw. die Strahlenempfindlichkeit von Bakterien enorm, was dazu führen kann, daß durch die Bestrahlung nur eine partielle Entkeimung erreicht werden kann und sich die verbleibenden (meist pathogenen) Mikroorganismen aufgrund des Verlusts von Gegenspielern verstärkt ausbreiten. Ebenso kann bereits verdorbene Ware durch Bestrahlung so geschönt werden, daß der Verderb nicht mehr zu erkennen ist.

Die Auswirkungen auf den menschlichen Organismus nach Verzehr bestrahlter Nahrung sind nicht bekannt. Nachdenklich stimmen jedoch die von *Herzog* (1984) aufgeführten Untersuchungsergebnisse sowjetischer und japanischer Forscher, in denen das Vergiften der Versuchstiere durch Verfütterung bestrahlter Kost beschrieben wird. Ebenso haben amerikanische Untersuchungen nicht ausschließen können, daß sich die Zahl der weißen Blutkörperchen bei Versuchstieren nach Verfütterung bestrahlter Kost vermindert und der dadurch verursachte Immunsystemdefekt negative Auswirkungen auf die Niere hat.



Aus: Erziehung und Wissenschaft, H. 7/1992 (letzte Umschlagseite)

Aufgrund dieser ungeklärten Situation ist es verständlich, daß sowohl Verbraucher als auch Wissenschaftler mit Sorge auf die Schaffung des Europäischen Binnenmarktes blicken und eine Absicherung des in Deutschland geltenden Gesetzes fordern.

Effekte ionisierender Strahlung auf verschiedene Organismen*)

Strahlendosis in kGy	Letaldosis für	Anwendung	Ziel
0.05 - 0.01	Menschen und höhere Tiere		
0.01 - 0.4		Keimhemmung bei Kartoffeln, Yams, Karotten, Zwiebeln und Knoblauch	LV/VM
0.2 - 1.0	Insekten	Desinfektion von Getreide, Mehl, Kaffee, Trockenobst und Futtermitteln	VM
1.0 - 5.0		Haltbarkeitsverlän- gerung von Obst, Gemüse und Pilzen	LV/VM
3.0 - 10	die meisten Hefen, Bakterien, Schimmelpilze und Salmonellen	Haltbarkeitsverlän- gerung von Fleisch (jedoch nur in Verbin- dung mit Erhitzen), Fisch, Fleisch- und Fischwaren, Geflügel, Obstsäfte	LV/VM/KM
10 - 70	alle Bakterien einschließlich Bakteriensporen	Sterilisation von Fleisch, Fisch, Geflügel, Gewürze, Gelatine, Enzympräparate	LV/VM/KM
10 - 150	Viren		

LV: Lagerzeitverlängerung / VM: Verlustminderung / KM: Keimminderung

*) In Anlehnung an: H. Seidler: Strahlenbehandlung von Lebensmitteln. In: L. Rosival u.a. (Hrsg.): Fremd- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln. Leipzig 1978; und: KATALYSE Umweltgruppe (Hrsg.): Was wir alles schlucken. Reinbek 1985

Lebensmittelkonservierung und Gesundheit

Konservierungstoffe und -verfahren für die Haltbarmachung von Lebensmitteln wurden unter Gesundheitsaspekten schon immer ambivalent beurteilt. Dem offensichtlichen Nutzen wurden zu allen Zeiten mögliche Risiken gegenübergestellt.

So äußerte Anfang des 18. Jahrhunderts der aus Halle stammende Medizinprofessor *F. Hoffmann* (1660-1742), daß der Genuß von geräuchertem oder gepökeltem Fleisch "physiologisch ungünstig" sei. Eine ähnliche Auffassung vertrat 1784 der Straßburger Arzt und Pharmakologe *J.R. Spielmann*: geräuchertes Fleisch sei gesundheitlich bedenklich, da "durch das Räuchern das Fleisch wie mit einem Firnis überzogen wird".*)

Eine Intensivierung der medizinischen Forschungen zur Aufklärung des Zusammenhangs zwischen der Aufnahme von als Konservierungsmittel zugelassenen Substanzen mit der Nahrung und der Auslösung von Krankheiten erfolgte in den letzten Jahrzehnten, insbesondere als Folge internationaler Aktivitäten: Mit der 1948 gegründeten 'World Health Organisation' (WHO) begann der Versuch, für alle Nationen und Staaten minimale hygienische, medizinische und ernährungsphysiologische Standards zu definieren und möglichst auch durchzusetzen.

In der Zwischenzeit hat die WHO zahlreiche Richtlinien herausgegeben, von denen einige auch den Bereich der Konservierungsmittel (und anderer Nahrungsmittelzusatzstoffe) betreffen. Wie für andere Chemikalien und eine Reihe von toxischen Substanzen wurde für Konservierungsmittel eine Art medizinisch begründeter Grenzwerte aufgestellt, die sogenannten ADI-Werte. Damit wird der *acceptable daily intake*, also ein Grenzwert für die tägliche Aufnahme einer bestimmten Substanz mit der Nahrung definiert. Um vom ADI-Wert (in mg/kg Körpergewicht) zu der für ein Nahrungsmittel zulässigen Höchstmenge zu gelangen, müssen der Verzehr dieses Nahrungsmittels pro Person und Tag abgeschätzt und bestimmte (regionale) Ernährungsgewohnheiten berücksichtigt werden. Es ist leicht erkennbar, daß dieses Verfahren sehr unscharf ist (z.B. wegen der Nichtberücksichtigung von besonders gefährdeten Personengruppen: Alte, Kranke, Kinder) und nur zu groben Anhaltspunkten führen kann.

Während über ADI-Werte oder Höchstmengenverordnungen eventuelle negative Wirkungen auf Herz, Kreislauf und innere Organe begrenzt werden können, ist dies im Bereich von Krebserkrankungen und Allergien nicht möglich.

Die Forschungsergebnisse hierzu sind noch widersprüchlich; einige Tendenzen sollen im folgenden dargestellt werden.

*) Zit. nach: K. Möhler: Das Räuchern. Alzey 1978

Lebensmittelkonservierung und Krebserkrankungen

Den Forschungsstand Anfang der 80er Jahre beschreibt der Krebsforscher Wagner vorsichtig wie folgt:

*"Die Rolle unserer Ernährung beim Zustandekommen von Krebserkrankungen liegt noch weitgehend im dunkeln. ... Die Schwierigkeiten einer ätiologischen Krebsforschung - lange Latenzzeit, komplizierte multifaktorielle Zusammenhänge - erklären unseren noch immer als unbefriedigend zu bezeichnenden Wissensstand. (...) (Es existieren) Einzelbefunde und epidemiologische Hinweise, daß für bestimmte Krebsformen mit unserer Nahrung zugeführte Stoffe eine Rolle zu spielen scheinen. "**)*

Hingewiesen wird in diesem Zusammenhang auch auf die Probleme, die sich bei der Deutung von Ergebnissen aus Tierversuchen und deren Übertragung auf den Menschen ergeben.

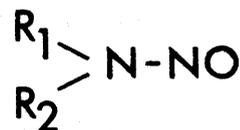
Eine prinzipielle Schwierigkeit stellt die Abschätzung des Gesundheitsrisikos für den Menschen bei Aufnahme von möglicherweise cancerogenen Substanzen dar. Im Gegensatz zu toxischen Stoffen, deren Wirkungen häufig reversibel sind und für die ein no-effect-level und somit Höchstmengen für die Aufnahme festgelegt werden können, kann für kreberregende Substanzen kein Grenzwert angegeben werden. Prinzipiell kann jedes einzelne Molekül eines solchen Stoffes zum Auslöser eines Karzinoms werden; höhere Konzentrationen erhöhen die Wahrscheinlichkeit der Erkrankung. **) Insgesamt stellt sich das Gebiet der Krebserkrankungen als immer noch wenig aufgeklärt und unübersichtlich dar. Für die Krebsentstehung selbst werden eine Reihe unterschiedlicher Prozesse angenommen, von denen die beiden wichtigsten im folgenden aufgeführt sind:

- Cancerogene Substanzen sind in der Lage, Sauerstoffradikale zu bilden, welche zu unerwünschten Oxidationsreaktionen (z.B. an der DNA) führen.
- Cancerogene können auf unterschiedlichste Weise mit Makromolekülen innerhalb der Zellstrukturen reagieren und irreversible Veränderungen herbeiführen, die zur Entartung der normalen Zellen führen.

Die wichtigsten cancerogenen Substanzen, die über die Lebensmittelkonservierung in die menschliche Nahrung gelangen, sind *Nitrosamine* und *PAKs*.

Nitrosamine

Nitrosamine sind Verbindungen, die eine an einem Stickstoffatom gebundene Nitrosogruppe besitzen.

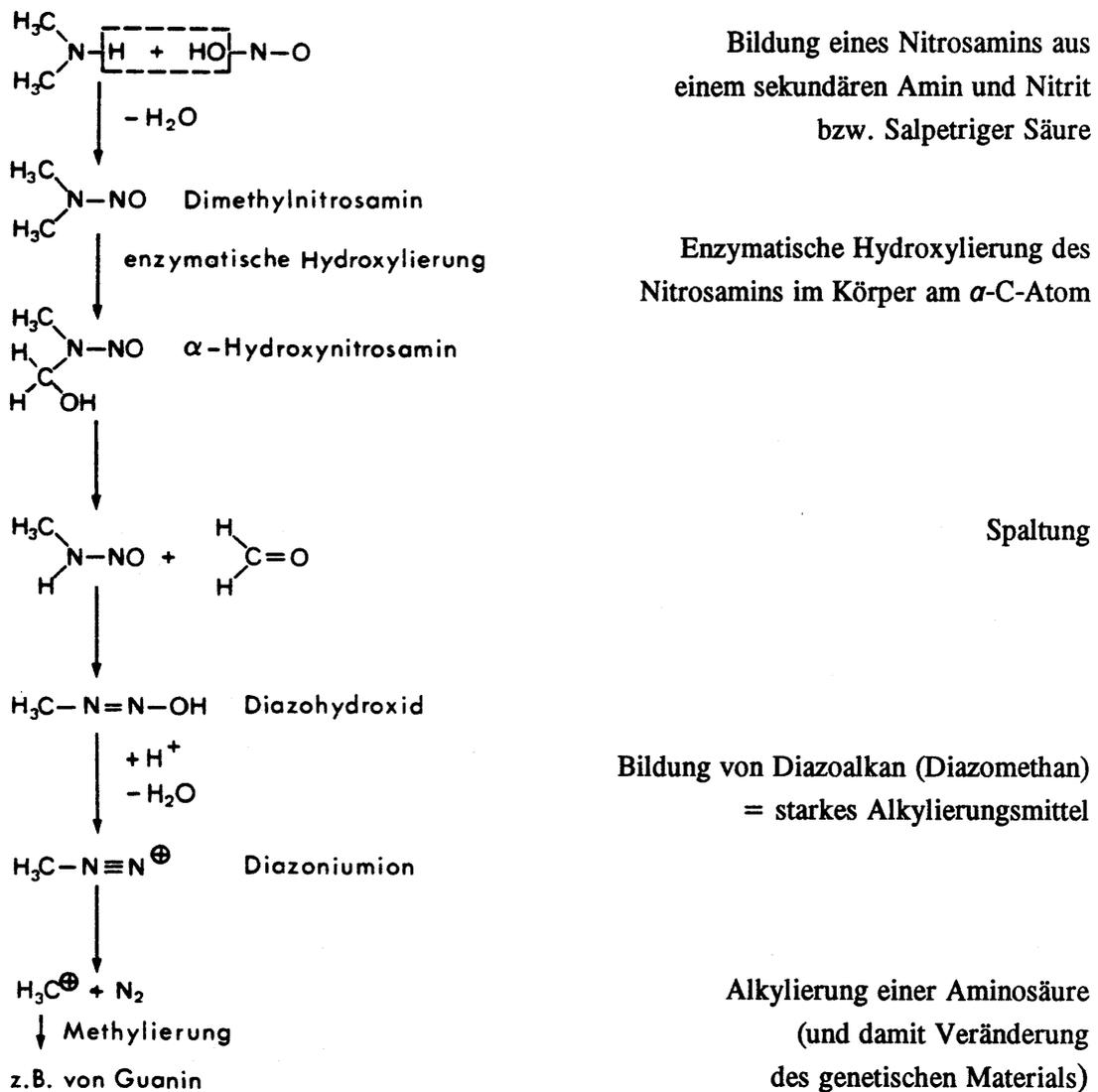


*) G. Wagner: Krebs und Ernährung. In: Der Kassenarzt 20 Jg. (1980), S. 1751

**) Vgl.: AG Naturwissenschaften sozial: Weltmacht Drogen. Materialien zu einer Unterrichtsreihe. Bd. 30. Marburg 1991, S. 59 ff

Nitrosamine gehören zu den stärksten heute bekannten chemischen Cancero-genen. Ihre Fähigkeit, bösartige Tumoren auszulösen, ist im Tierversuch reproduzierbar bestätigt worden, und zwar bei nahezu allen getesteten Tierarten und für praktisch alle tierischen Organe. Die gebildeten Konzinome entsprechen in ihrem *"histologischen Aufbau oft verblüffend den aus der menschlichen Klinik bekannten Bildern"*.*) Neuere Untersuchungen haben die Vermutung erhärtet, daß einige menschliche Krebsarten wie Magen- und Speiseröhrenkrebs von Nitrosaminen ausgelöst werden können.

Die Auslösung von Krebserkrankungen durch Nitrosamine erfolgt vermutlich *indirekt* durch eine Alkylierung von Aminosäuren. Die reaktiven Carbenium-ionen entstehen aus einem Nitrosamin nach folgendem Schema:**)



*) R. Preussmann: Potentielle Kanzerogene in Nahrungsmitteln. In: Der Kassenarzt 20.Jg. (1980), S. 1882

***) Nach: K. Möhler: Krebs und Ernährung. In: Umschau 77.Jg. (1977), S. 236 ff; sowie: P. Rademacher: Chemische Carzinogene. In: Chemie in unserer Zeit 9.Jg. (1975), S. 79 ff

Nitrosamine bilden sich entweder im Lebensmittel oder im menschlichen Organismus (Magen-Darm-Trakt) als Folge von Konservierungsverfahren bzw. des Zusatzes von Konservierungsmitteln, und zwar bei der Reaktion von sekundären Aminen mit salpetriger Säure (HNO_2), welche sich im sauren Medium aus Nitrit bildet.

Die in Lebensmitteln nachweisbaren Nitrosamine sind hauptsächlich Nitrosodimethylamin (NDMA) und Nitrosodiethylamin (NDEA). Sie werden vorwiegend in gepökelten Fleischerzeugnissen (nach Behandlung mit Nitrat bzw. Nitrit) und Erzeugnissen aus Fisch und Seetieren gefunden.

Nachgewiesen wurde NDMA erstmalig 1964, nachdem Anfang der 60er Jahre in Norwegen bei Wiederkäuern, die mit nitritbehandeltem Heringsmehl gefüttert worden waren, schwere Leberschäden auftraten. Der Erstdnachweis von NDEA folgte 1966 in Weizenmehl, pasteurisierter Milch und Käse.

Nitrat - Nitrit - Nitrosamin

Bei gleichzeitiger Aufnahme von

- * nitrithaltiger Nahrung (z.B. gepökeltes Fleisch) und
- * Lebensmitteln, die reich an sekundären Aminen sind (z.B. Fisch, Fruchtsäfte, gekochte proteinhaltige Lebensmittel)

können im sauren Milieu des menschlichen Magen-Darm-Trakts Nitrosamine (hauptsächlich NDMA und NDEA) nach oben beschriebenen Mechanismus gebildet werden.

Auch bei der Aufnahme von *nitrathaltiger* Nahrung (z.B. Rote Beete, Sellerie, Salat, Spinat, Rettich, Rhabarber) kommt es zu dieser Reaktion, da Nitrat in einem endogenen Prozeß zu Nitrit reduziert werden kann:

"Aus der Nahrung aufgenommenes Nitrat wird nach Resorption und Verteilung im Blut teilweise wieder über die Speicheldrüsen in die Mundhöhle ausgeschieden und dort von der Mundhöhlenflora zu Nitrit reduziert.")*

Zur Vermeidung der Entstehung von Nitrosaminen sind verschiedene Maßnahmen möglich:

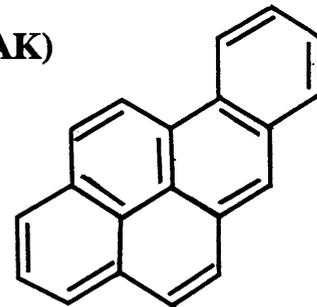
- Reduzierung des Nitratgehaltes in pflanzlichen Lebensmitteln:
Durch starke, stickstofforientierte Düngung im Rahmen eines intensivierten Gemüseanbaus ist der Nitratgehalt in pflanzlichen Lebensmitteln enorm gestiegen. Eine Verringerung der Düngung könnte dieser Entwicklung entgegenwirken.

*) R. Preussmann, a.a.O., S. 1895

- Reduzierung des Nitritgehaltes in gepökelten Lebensmitteln:
Wie die gesetzlich geregelte Verarbeitungspraxis von Fleisch in Norwegen gezeigt hat, kann der Zusatz von Nitrit auf ein Minimum reduziert werden, ohne daß dies negative Auswirkungen auf die Haltbarkeit der verarbeiteten Lebensmittel hat.
- Hemmung der Nitrosaminbildung:
Ascorbinsäure reagiert bevorzugt mit Nitrit und hemmt dadurch die Nitrosaminbildung kompetitiv. Auch gibt es Hinweise auf eine anticarcinogene Wirkung der Ascorbinsäure. Dies hat dazu geführt, daß Ascorbinsäure vermehrt als Pökelhilfsstoff eingesetzt wird.
- Vielseitige Gestaltung der Ernährung und gegebenenfalls Vermeidung bestimmter Speisekombinationen untereinander sowie Verzicht auf gepökelte Nahrungsmittel und hoch nitratbelastetes Treibhausgemüse.

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Der wichtigste in Lebensmitteln zu findende cancerogene PAK ist das Benzo(a)pyren. Es entsteht wie alle PAK hauptsächlich bei der unvollständigen Verbrennung organischer Substanzen. Im Tierversuch zeigt es deutlich carcinogene Eigenschaften, wobei die äußere Wirkung deutlicher ist als die auf Magen oder Darm.



Benzo[a]pyren

Epidemiologische Studien zeigen einen ausgeprägten Zusammenhang zwischen Krebserkrankungen und der Häufigkeit der Verzehrs von geräucherten (und benzo(a)pyrenhaltigen) Lebensmitteln.

So wird die hohe Erkrankungsrate an Magenkrebs in Island mit dem häufigen Konsum von geräuchertem Fleisch und geräuchertem Fisch in Zusammenhang gebracht.

Ebenso scheint der bevorzugte Verzehr von Räucherfisch Grund dafür zu sein, daß baltische Fischer in Ungarn und der ehemaligen Sowjetunion viermal so oft an Krebs des Magen-Darm-Trakts erkranken und dreimal häufiger an Krebs sterben als die vergleichbare Inlandsbevölkerung.

Lebensmittelkonservierung und Allergien

Die Frage, inwieweit chemische Konservierungsstoffe allergische Reaktionen auslösen, war lange Zeit Gegenstand von heftigen Auseinandersetzungen in der Medizin. Während sich früher in der Literatur nur vereinzelt Hinweise auf eine entsprechende Reaktionen fanden, kann heute als sicher gelten, daß zumindest die Benzoesäure und ihre Salze ein hohes allergenes Potential besitzen. So wird u.a. berichtet, daß Asthmatiker besonders empfindlich auf Benzoate reagieren,

und zwar nicht nur auf der Nahrung zu Konservierungszwecken zugesetzte sondern auch natürlicherweise (z.B. in verschiedenen Beerensorten) enthaltene.*)

Tatsächlich besteht über die Wirkungsweise von chemischen Substanzen, zu denen auch die Konservierungsstoffe zählen, im menschlichen Körper noch immer Unsicherheit. Deutlich wird dies u.a. an der Unterscheidung zwischen 'Allergie' und 'Pseudoallergie'. Beide zeigen prinzipiell ähnliche Symptome, werden jedoch verschieden interpretiert:

Während mit Allergie die *spezifische Reaktion des Immunsystems auf Substanzen* bezeichnet wird, welche *aufgrund ihrer molekularen Struktur in der Lage sind, eine Reaktion auszulösen*, versteht man unter Pseudoallergie eine *Unverträglichkeitsreaktion, die nicht an einen Immunmechanismus gekoppelt ist*. Bei einer Allergie sind stets Antikörper im Blut nachweisbar, auch genügen äußerst kleine Substanzmengen zur Auslösung der Symptome. Die Pseudoallergie ist eher als fehlgesteuerter Stoffwechselprozeß zu verstehen, bei dem nach Aufnahme eines Reizstoffes im Körper Substanzen gebildet werden, die wiederum zu Erscheinungen wie Hautreaktionen, Schwellungen, Unruhe u.ä. führen. Entsprechend ist das Ausmaß der Reaktion von der aufgenommenen Menge eines Stoffes abhängig.

Durch verbesserte Untersuchungsmethoden konnte in letzter Zeit jedoch in einigen Fällen gezeigt werden, daß auch im Bereich der Reaktionen auf Nahrungsmittel und Nahrungsmittelzusatzstoffe Antikörper auftreten, es sich also um eine Allergie im klassischen Sinn handeln könnte.

Neben Benzoesäure und ihren Estern (PHB-Ester) gelten insbesondere das Sulfit (Natriumbisulfit E 222) und einige Antioxidantien als allergieverdächtig.

In der Regel reagieren Menschen mit einer Unverträglichkeit gegen Konservierungsstoffe auch auf andere Allergene, z.B. Blütenpollen. Oder umgekehrt: Viele Allergiker haben auch Schwierigkeiten im Bereich der Ernährung.

Ernstzunehmende Kritiker weisen unter dem Eindruck zunehmender Allergierkrankungen seit langem darauf hin, daß im Nahrungsmittelbereich aber auch in vielen anderen Lebensbereichen ungezählte und nur wenig bekannte und bzgl. ihrer physiologischen Verträglichkeit untersuchte synthetische Substanzen auf den Körper einwirken und so den Streß für das Immunsystem erhöhen, mit der Gefahr einer Überreaktion in Form allergischer Erscheinungen. Wenn auch nicht immer realisierbar, so sollte zumindest im bei der eigenen Ernährung auf ein Minimum an Zusatzstoffen geachtet werden. Dabei stellen die (zugelassenen) Farbstoffe jedoch offensichtlich ein größeres Problem dar als die Konservierungsstoffe.

*) Vgl. z.B.: M. Häberle: Pseudoallergische Reaktionen auf Konservierungs- und Farbstoffe. In: Ernährungs-Umschau 36 (1989), S. 8 ff.. H. Allepp, St. Vieths: Probleme der Nahrungsmittelallergie. In: Deutsche Lebensmittel-Rundschau 88 (1992), S. 171 ff.. Katalyse (Hrsg.): Was wir alles schlucken. a.a.O.

Vorbemerkungen

zu den Experimenten, praktischen Versuchen und Untersuchungen mit Konservierungsstoffen und -verfahren

Die Reihenfolge der Vorschläge für Experimente, praktische Versuche und Untersuchungen folgt der des allgemeinen Teils.

Aufgenommen wurden Vorschläge mit ganz unterschiedlichem Charakter:

- handlungs- und alltagsorientierte Konservierungsverfahren
- historische Texte zu klassischen Konservierungsverfahren
- einfache Nachweise der konservierenden Wirkung bestimmter Stoffe
- qualitative und (halb-)quantitative Verfahren zur Bestimmung einzelner Lebensmittelzusatzstoffe.

Die ausgeführten Vorschläge sind sämtlich erprobt, zum überwiegenden Teil auch in der Schulpraxis.

Die detaillierten Anleitungen eignen sich z.T. auch für den Einsatz als Schülerarbeitsblätter. Inwieweit die vorgeschlagenen Versuche jedoch mit einer konkreten Lerngruppe selbständig durchgeführt werden können, muß die betreuende Lehrkraft unter Abwägung der tatsächlichen Umstände (praktische Vorerfahrungen, Gruppengröße etc.) und der geltenden Sicherheitsvorschriften entscheiden. Soweit gefährliche Stoffe verwendet werden sollen, dürfen die Versuche nur von qualifizierten FachlehrerInnen durchgeführt bzw. angeleitet werden. Im übrigen gelten die Regelungen der TRSG 450 vom 20.3.1989 bzw. die dazu erlassenen Länderbestimmungen.

Besondere Vorsicht ist beim Umgang mit verschimmelten bzw. verdorbenen Lebensmitteln geboten. Es besteht Vergiftungsgefahr!

Soweit jedoch nicht anders vermerkt können die nach den Arbeitsvorschlägen hergestellten konservierten Lebensmittel unbedenklich konsumiert werden.

Da sich die Materialien an LehrerInnen von der beginnenden Sekundarstufe I bis zum Ende der Sekundarstufe II richten, weisen die Darstellungen unterschiedliche fachliche Tiefe auf. Die angegebenen Formeln sind zunächst als Information für die betreuenden Lehrkräfte zu verstehen. Im Unterricht der Oberstufe kann im Einzelfall ein Reaktionsmechanismus auch mit den SchülerInnen be- bzw. erarbeitet werden. Für das grundsätzliche Verständnis der meisten Nachweisreaktionen ist die Kenntnis der Mechanismen jedoch nicht Voraussetzung.

Das Trocknen

T 1 : Die Kartoffelchips der Inkas

*"... Mc Neish und Kollegen liefern weiteres Belegmaterial, das aufzeigt, welchen Nährwert sie (die Trockenkartoffeln) schon für frühere Bewohner Perus etwa um 3800 v. Chr. mit Sicherheit besessen haben. Die archäologischen Feldforschungen haben auch prähistorische Vorratslager von chuño (chuños - dehydrierte⁺) Trockenkartoffeln, eine Art 'Kartoffelkonserve' also) aufgedeckt. ... Man setzt die Kartoffeln über Nacht strengem Frost aus, dann stampft man sie mit den Füßen ein, um die Flüssigkeit auszupressen, schließlich werden sie den ganzen Tag über der Sonne und den trocknenden Winden preisgegeben. Dieser Trocknungsprozeß dauert 4, 5 Tage." *)*

Herstellen von Kartoffelchips:

Materialien:

1 Messer, 1 Gefrierdose, Trockenschrank, Gefrierschrank, Alufolie, Papierhaushaltstücher, Kartoffeln

Zeit: 20 Minuten / 1 Woche (Wartezeit)

Versuchsanleitung:

Kartoffeln werden geschält und in sehr dünne Scheiben geschnitten. Die Scheiben werden in eine Gefrierdose gegeben und unverschlossen über Nacht eingefroren. Am nächsten Tag läßt man die Scheiben antauen, nimmt sie vorsichtig auseinander und legt sie einzeln auf Papiertücher. Nun werden durch Druck mit der Hand und unter Verwendung weiterer Tücher die Scheiben gepreßt, bis sie keine Flüssigkeit mehr abgeben. Anschließend werden die Scheiben so in einen mit Alufolie ausgelegten Trockenschrank gegeben, daß sie sich nicht berühren und etwa eine Woche bei 40°C getrocknet.

Anmerkung:

Werden die Kartoffelscheiben nicht sorgfältig ausgepreßt, sind sie nach dem Trocknen schwarz, da der Preßsaft (Per)Oxidasen enthält, die an der Luft dunkelgefärbte Produkte bilden.

⁺) 'dehydriert': gemeint ist hier der Entzug von Wasser

^{*)} Aus: P. u. D.R. Brothwell: Kulturgeschichte der Ernährung. Mainz 1984, S. 153

Kommentar:

Bei der Gestaltung des Versuches wurde berücksichtigt, daß den SchülerInnen getrocknete Kartoffeln in Form von Kartoffelchips aus ihrem Alltag bekannt sind. Daher wird nicht mit ganzen Kartoffeln sondern mit dünnen Kartoffelscheiben gearbeitet.

Das Gefrieren der Kartoffeln führt zunächst zu einer Zerstörung der Zellen; dies erleichtert das nachfolgende Auspressen des Wasser. Des weiteren verdunstet beim offenen Einfrieren bereits ein kleiner Teil des Wassers aus den Kartoffeln; es stellt also

eine Art Gefrietrocknung dar. Die durch das weitere Dörren von der vorgetrockneten Kartoffelscheiben erhaltenen Kartoffelchips sind auch ohne Gewürze sehr schmackhaft.

Eine mittelgroße Kartoffel ergibt etwa 7 g Chips.

**T 2 : Trockenpilze bei den Yosemite-Indianern**

Aus verschiedenen Quellen geht hervor, daß die Yosemite-Indianer Pilze blättrig schnitten und trockneten. Zum Essen wurden diese gekocht und mit Salz gegessen oder als Pilzsuppe zubereitet.

Herstellung von Trockenpilzen**Materialien:**

1 Messer, Trockenschrank, Alufolie, Papierhaushaltstücher, frische Champignons

Zeit: 3 Stunden (incl. Trockenzeit)

Versuchsanleitung:

Die Champignons werden sorgfältig gesäubert und in Scheiben geschnitten. Die Pilzscheiben werden dann auf einer Alufolie locker ausgelegt und mitsamt der Folie in einen Trockenschrank gelegt.

Zunächst wird bei 40°C getrocknet; nach 30 Minuten wird die Temperatur auf 70°C erhöht und weitere zwei Stunden getrocknet.

Kommentar:

Das Dörren von frischen Champignons ist recht einfach und läßt auch ungeübte Schülergruppen schnell zu einem Ergebnis kommen. 300g frische Pilze ergeben etwa 8 g Trockenpilze.

Lohnend ist es auch, mit den selbst hergestellten Dörripilzen eine Pilzsuppe zuzubereiten.

**T 3 : Trocknen von Fleisch**

Die Haltbarmachung von Fleisch durch Trocknen ist von vielen Völkern bekannt. Je nach Klimazone wurde Fleisch in der Sonnehitze oder in der Kälte (gefrier-)getrocknet.

Herstellung von Trockenfleisch (Pemmikan) *)**Materialien:**

Holzstäbchen, eventuell ein Stück Blech, fettfreies Rindfleisch, Maismehl

Zeit: Je nach Sonnenschein einige Stunden

Versuchsanleitung:

Fettfreies Rindfleisch wird in dünne schmale Streifen geschnitten, die nicht dicker als 1 cm sind. Die Streifen werden dann dick mit Maismehl eingerieben und anschließend auf hölzernen Stäbchen frei in die Sonne gelegt. Dabei muß die Luft von allen Seiten Zutritt zu den Fleischstreifen haben.

Wenn das Sonnenlicht zu einer schnellen Austrocknung des Fleisches nicht ausreicht, so lege man - um die Wärmewirkung zu erhöhen - in einem Abstand von etwa 5 cm ein Blech unter die Holzstäbchen.

Das Fleisch sollte aber *nicht gebraten* werden.

Gefahrenhinweis:

Beim Verzehr von nicht vollständig konserviertem Fleisch besteht die Gefahr der Fleischvergiftung. Auch wegen möglicher Schimmelbildung muß daher vom Verzehr dringend abgeraten werden.

*) Nach: O. Krätz: Historische chemische und physikalische Versuche. In: F. Bukatsch, W. Glöckner (Hrsg.): Experimentelle Schulchemie. Köln 1979, S. 202

T 4 : Getrocknete Granatäpfel

"... sie mit Binsen zusammenzubinden, dann in erhitztes Meerwasser einzulegen, bis sie die Farbe verloren, und sie anschließend drei Tage an der Sonne dörren zu lassen. Wollte man sie später verwenden, mußte man sie in kaltem, frischen Wasser über Nacht einweichen".)*

T 5 : Getrocknete Trauben - Rosinen

*Bereits um 1800 v. Chr. wußten sich die "Indianer die Trauben zunutze zu machen; sie trockneten sie zu 'Rosinen' und lagerten sie als Kost für den Winter".**)*

*"Man hat verschiedene Arten die Weinbeeren ... zu trocknen. ... So wie die Traube ganz reif scheint, so schneidet man den Stengel, an dem sie hängt, halb durch, so daß sie zwar hängen bleibt, aber wenig Saftzufluß mehr hat. Dieß geschieht in Spanien mit den Passarillas del sol. In Ungarn läßt man die Trauben, ohne den Stengel zu durchschneiden, den Winter über am Stamme hängen, wo sie trocknen, und dann zu Tokaner Wein gebraucht werden. Auch gelassen bis sie fast trocken sind".***)*

*"Die Korinthen werden ohne Vorbehandlung getrocknet. Die Trocknung erfolgt auf dem Erdboden, indem die Trauben meist auf Tüchern ausgebreitet werden oder in mehrschichtigen Drahtgestellen, die eine gute Durchlüftung der flach verteilten Trauben ermöglichen. ... Bei allen Rosinen sind vor dem Abpacken technisch recht aufwendige Verfahren erforderlich und zwar zum Reinigen, zum Entfernen der Stielchen, zum Einstellen der Feuchtigkeit auf ca. 15% und zum Ölen, um das Zusammenkleben der Rosinen zu verhindern".****)*

*) P. u. D. R. Brothwell, a.a.O., S. 188

***) P. u. D. R. Brothwell, a.a.O., S. 209

****) J. C. Leuchs, a.a.O., S. 233

*****) G. Würdig, R. Woller: Chemie des Weines. Stuttgart 1989

Das Salzen

S 1 : Konservierung von Champignons nach Runge

In *Runge's* 'Hauswirthschaftlichen Briefen' von 1866 (S. 32) findet sich folgende Anleitung zur Konservierung von Champignons:

"Man nimmt auf: 50 Loth frische Champignons 2 Loth Salz und 4 Loth Essigsäure⁺⁾ , die man nachdem sie wohl gereinigt und zerschnitten, in einem flachen Gefäß mittelst eines Porzellanlöffels behutsam vermengt und damit öfters fortführt. Bald tritt der Saft aus und ist dessen nach 24 Stunden soviel, daß die Champignons völlig davon bedeckt sind. Man füllt sie nun in Gläser und bewahrt sie wohlverschlossen auf."

Dieses Rezept vereint die unterschiedlichen Konservierungsmethoden Salzen und Einlegen in Essig.

Konservierung von Champignons

Geräte:

1 große Porzellanschale, 1 Holzlöffel, mehrere kleine Schraubdeckelgläser (ca. 300ml), 1 Messer, Waage

Chemikalien und Materialien:

Essigessenz, Kochsalz, frische Champignons, Papierhaushaltstücher, Haushaltsfolie



Zeit: 1 Stunde (+ 2 Tage Wartezeit)

Versuchsanleitung:

200g frische Champignons werden gewaschen und sorgfältig getrocknet. Anschließend werden sie in Scheiben geschnitten und in eine Porzellanschale gegeben. Nun werden 8g Kochsalz darübergestreut, 16g Essigessenz zugegeben und umgerührt. Die Schale wird abgedeckt an einen kühlen Ort gestellt.

Am nächsten Tag wird vorsichtig umgerührt und nochmals 30 Minuten gewartet. Dann werden die Champignons gemeinsam mit der entstandenen Flüssigkeit in die Schraubdeckelgläser gefüllt und an einem kühlen Ort aufbewahrt.

⁺⁾ 1 Loth entspricht 16,6 g

Anmerkung:

Reicht die entstandene Flüssigkeit nicht zum vollständigen Bedecken der Champignons aus, so kann mit verdünnter Essigessenz (1:3) aufgefüllt werden. Die mit Salz und Essig konservierten Pilze können bei Temperaturen um 8°C mindestens 12 Monate aufbewahrt werden.

S 2 : Einsalzen von Fleisch

*"Ehe man das Fleisch einsalzt, nimmt man sorgfältig alle Knochen weg, es sey denn daß das Fleisch nur kurze Zeit halten soll. ... besonders nehme man auch das Mark aus den Knochen. ... Man bestreut das Fleisch mit Salz und reibt dieses mit einem Streichholz (mit einem glatten Stein, mit der Hand, ec.), so gut als möglich ein. Besonders sucht man es in die Höhlungen und Spalten zu bringen, und setzt das Reiben so lange fort, als das Fleisch noch Salz annimmt, bestreut es dann mit Salz so, daß es ganz weiß wird, läßt es 24 bis 48 Stunden liegen, und preßt es so stark als möglich. Die abfließende Lake wird aufgefangen, eingekocht und zum Übergießen gebraucht. Das Fleisch aber herausgenommen, neuerdings mit Salz bestreut und in Fässer gepackt. " *)*

S 3 : Gesalzene Bohnen

"Bohnen in Flaschen.

7 Pfd. Bohnen, 1 Pfd. Salz.

*Die Bohnen werden gewaschen, abtropfen gelassen, von den Fäden befreit und in feine Streifen geschnitten. Dann mischt man Bohnen und Salz gut durcheinander und läßt sie über Nacht stehen. Am nächsten Tage füllt man die Bohnen mit Hilfe eines Kochlöffelstiels möglichst fest in saubere Flaschen, gibt die Brühe, die sich gebildet hat, darüber, verkorkt die Flaschen und bewahrt sie stehend im Keller auf. Beim Gebrauch holt man die Bohnen mit Hilfe eines Flaschenhäkchens heraus, schwenkt sie mit frischem Wasser ab, kocht sie in ungesalzenem Wasser in offenem Topfe weich und behandelt sie weiter wie frische Bohnen. "**)*

*) J. C. Leuchs, a.a.O., S. 285

**) E. Quenzer: Das Süddeutsche Koch- und Haushaltungsbuch. München 1930, S. 1469

S 4 : Eingelegter Knoblauch

Columella empfiehlt zur Konservierung von Knoblauch, diesen erst zu trocknen und anschließend in Weinessig und Salzlake sauer-salzig einzulegen.

S 5 : Eingelegte Pfirsiche nach Aspicus

"DURACINA PERSICA UT DIU DURENT:

eligito optima, et mitte in muriam.

postera die exime, et spongiabis diligenter, et collocabis in vas.

fundes salem, acetum, satureiam.

KONSERVIERUNG VON PFIRSICHEN:

Wähle die besten Früchte und gib diese in eine Salzlake.

Nimm sie am nächsten Tag wieder heraus und wische sie vorsichtig ab.

*Gib sie in ein Gefäß und streue Salz, Essig und Bohnenkraut darüber." *)*

S 6 : Der Mann im Salz

Es war im Jahre 1573, in einem Wintermonat. Ein Kometstern zeichnete eine feurige Bahn in den nachtschwarzen Himmel, und die Menschen im Salzburgischen wagten kaum daran zu denken, was nun mit ihnen geschehen sollte. Was hatte dieses unheimliche Omen zu bedeuten?

Im Salzberg Dürrnberg ging man seiner Arbeit nach wie bisher. Das Salz mußte zutage gefördert werden; man konnte keine Rücksicht auf die abergläubischen alten Frauen nehmen, die die Bergleute vor einem Unglück zu warnen versuchten.

Der Himmel hatte zwar mit den fleißigen Männern ein Einsehen und verschonte sie, aber es kam zu einer unheimlichen Begebenheit: Ein Bergmann fand, 630 Schuh tief im Gestein, einen Menschen, völlig unverseht. Der Mann war unverwest, er trug Kleidung, und Bart- sowie Haarfarbe waren noch zu erkennen. Aber sein Fleisch war gelb und hart, wie geseicht.

*Damit alle Anwohner den erstaunlichen Toten besehen konnten, wurde er bei der Kirche des Ortes aufgebahrt. Bisher vom Salz konserviert, begann die Leiche aber nach einigen Tagen zu verfallen und zu verfaulen, so daß der Tote schließlich zu Grabe getragen werden mußte. **)*

*) B. Flower, E. Rosenbaum: The Roman Cookery Book. London 1958, S. 54

**) Aus: S. Falckenberg: Salz ist Leben. Genf 1987

Milchkonservierung

M 1 : Asiatisches Milchpulver

Asiatische Reitervölker um 1200 n. Chr. nahmen als 'Reiseproviand' getrockneten Milchrahm mit.

Getrocknete Milch findet sich im Alltag heute in vielfältiger Form: in Kaffeeweißer, Babynahrung, als Zutat von z.B. Schokolade, Puddingpulver, etc..

Herstellung von asiatischem Milchpulver

Geräte:

1 große Schüssel, 1 Eßlöffel, 1 Becherglas (250 ml), Trockenschrank, 1 Dreifuß mit Keramikplatte, 1 Feuerzeug, 1 Schraubdeckelglas

Materialien:

1 Liter Rohmilch, Alufolie, Trinkwasser

Zeit: 15 Minuten (Wartezeit 3 Tage)

Versuchsanleitung:

Die Rohmilch wird in eine große Schüssel gegeben und mindestens 20 Stunden bei etwa 15°C stehengelassen. Der gebildete Rahm wird dann mit einem Eßlöffel abgeschöpft und in einer aus Alufolie hergestellten Wanne dünn ausgestrichen. Die Wanne wird anschließend in den Trockenschrank gegeben und der Rahm zwei Tage bei 35°C getrocknet. Die so entstandene Trockenmilch wird in ein Schraubdeckelglas gegeben.

Soll aus dem Produkt ein Getränk hergestellt werden, so wird ein halber Eßlöffel davon in 100ml heißem Wasser gelöst.

Hinweise:

Der sich während des Trockenvorganges oft entwickelnde unangenehm käsige Geruch führt zu keiner Beeinträchtigung des Produktes.

Die so durch Trocknen von Rahm hergestellte Trockenmilch ist mindestens drei Monate haltbar. Das daraus durch Auflösen in heißem Wasser herstellbare Getränk schmeckt leicht säuerlich und angenehm frisch.

M 2 : Käse - konservierte Milch

*"Käseherstellung ist ... eine einleuchtende praktische Art und Weise, überschüssige Milch zu konservieren, wenn man sie nicht restlos verteilen oder verwerten konnte oder wenn die Tiere fern der Ansiedlung auf der Sommerweide waren, ... **)*

Käseherstellung

Geräte:

1 Schüssel, 1 Leinentuch, 1 Teelöffel, 4-5 leere Konservendosen, Gewichte

Materialien:

Kochsalz, 2 Liter Rohmilch, Wasser, 1 Zitrone, Pergamentpapier

Zeit: 5 - 8 Wochen

Versuchsanleitung:

Zu zwei Litern frischer Rohmilch gibt man in einer Schüssel einen Teelöffel Zitronensaft und läßt bei Raumtemperatur solange stehen, bis Dickmilch daraus geworden ist (etwa 1-2 Tage).

Die Dickmilch gibt man in ein Leinentuch und läßt die Molke ablaufen. Den so entstandenen Quark füllt man in Konservendosen, deren Böden und Wände mit mehreren kleinen Löchern versehen sind, legt die Deckel darauf und preßt den Quark mit Hilfe von Gewichten.

Wenn die Molke vollständig aus dem Quark gepreßt ist, wird der entstandene Käse in den folgenden vier Wochen täglich morgens und abends mit einer 20%igen Salzlake abgewaschen.

Abschließend wird der Käse von jeder Seite zweimal gesalzen und zum Reifen gelagert. Dazu gibt man den Käse in ein Tongefäß (vgl. Abb. S. 67) oder auf ein Holzbrett, deckt mit einem Leinentuch ab und läßt ihn ca. vier Wochen an einem kühlen Ort stehen.

Hinweise:

Es ist auch möglich, Käse mit Gewürzen und Kräutern herzustellen. Dazu gibt man diese in den gewonnenen Quark und bearbeitet ihn wie oben beschrieben. **)

*) P. u. D. R. Brothwell a.a.O., S. 64

**) Weitere interessante Rezepte zur Käseherstellung finden sich in: J. Pütz: Hobbythek-Buch 7. Köln 1982.

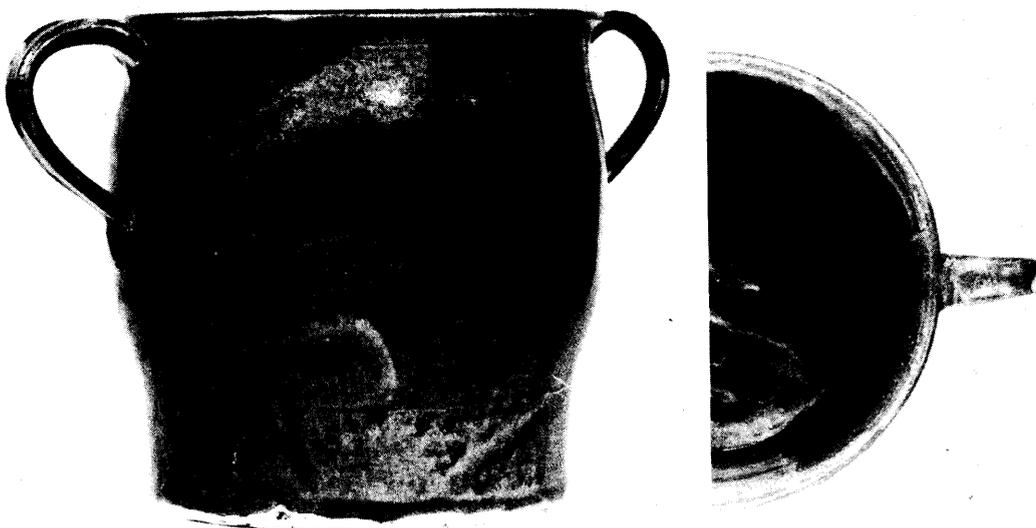
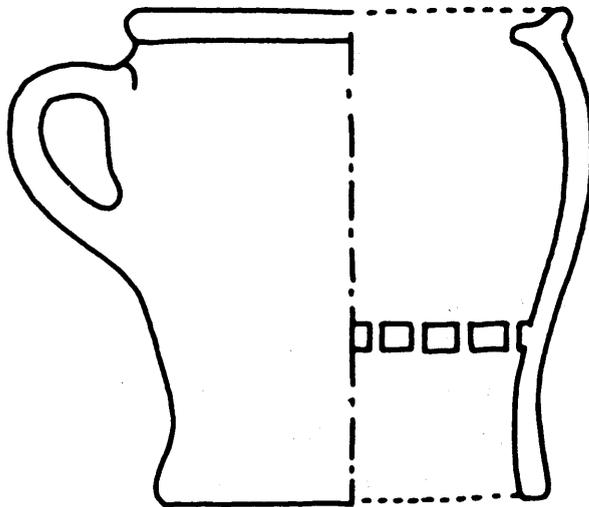
Die Käseherstellung ist im eigentlichen Sinne keine Konservierung von Milch. Sie hatte aber in früheren Zeiten große Bedeutung als Methode zur Haltbarmachung und zur Lagerung.

Neben diesem Verarbeitungsverfahren von Milch kommen im Zusammenhang mit der Käseherstellung eine Reihe von Konservierungsverfahren zur Anwendung, die auch von anderen Nahrungsmitteln bekannt sind: Salzen, Räuchern und das Reifen.

Das Reifen kann auf Holzbrettern, besser aber in einem Tongefäß erfolgen:

Ein Gefäß zum Reifen von Käse

Das nachfolgend abgebildete Gefäß wurde nach einer Literaturvorlage^{*)} im Fachbereich Polytechnik/Arbeitslehre an der Gesamthochschule Kassel hergestellt.



Tongefäß im Schnitt, in Vorderansicht und Draufsicht

*) Vgl. P. u. D. R. Brothwell a.a.O., S. 64

M 3 : Nachweis von Milchsäure in Kefir

Milchsäure stellt ein Konservierungsmittel dar, welches im Lebensmittel selbst entsteht, also nicht zugesetzt wird. Der folgende Versuch zeigt eine einfache Möglichkeit, Milchsäure in Milchprodukten nachzuweisen.

Nachweis von Milchsäure

Geräte:

1 Erlenmeyerkolben (50ml), 1 Glastrichter, 1 großes Reagenzglas, Pipette mit Hütchen, 1 Vollpipette, 1 Peleusball

Chemikalien und Materialien:

konz. Iod-Kaliumiodidlösung (20g KI, 10g I₂, 80ml H₂O), 10%ige NaOH, Kefir, Verbandsmull

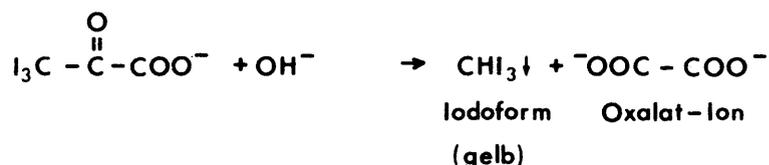
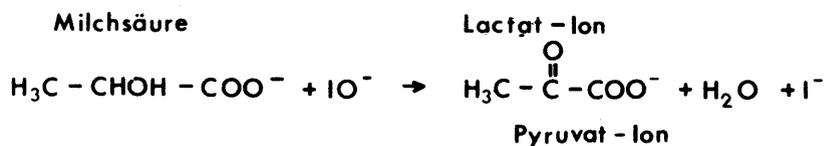
Zeit: 15 Minuten

Versuchsanleitung:

Durch einen doppelt gelegten Mullfilter läßt man einige Milliliter Kefir abtropfen. 2ml des Filtrats werden in einem großen Reagenzglas mit Natronlauge neutralisiert. Anschließend wird die 5-10fache Menge einer konzentrierten Iod-Kaliumiodidlösung hinzugefügt. Der Iodüberschuß wird durch Zugabe von einigen Tropfen Natronlauge beseitigt.

Es bildet sich gelbes Jodoform (Tri-Jod-Methan).

Der Nachweis von Milchsäure in Milchprodukten beruht auf der sog. *Iodoformreaktion*. Dieser Reaktion liegt folgender Mechanismus zugrunde:



M 4 : Konservierung von Milch: Speiseeis**Herstellung von Bananeneis****Geräte:**

Handrührgerät, große Edelstahlschüssel, Plastikschüssel, Teelöffel, Gabel, Meßbecher, Teller, Kühlschrank,

Materialien:

500 ml Milch, 140 g Zucker, 300 g Bananenfleisch (500 bis 600 g Bananen), 1 Ei, 1 TL Rum, Eis/Siedesalz, Wasser

Zeit: 45 Minuten (ohne Wartezeit)

Arbeitsanleitung:

Milch, Bananen und Ei werden im Kühlschrank über Nacht gekühlt. Am folgenden Tag werden die Bananen geschält und das Bananenfleisch auf einem Teller mit einer Gabel gut püriert. Das Ei wird in eine Edelstahlschüssel gegeben und gemeinsam mit dem Zucker schaumig geschlagen. Diese Eiercreme wird zunächst mit 100 ml Milch verrührt. Nach fünfminütigem Rühren werden die restlichen Zutaten zugegeben, die Schüssel in ein Kältebad gestellt und die Masse so lange geschlagen, bis ein halbfestes Eis entstanden ist.

Eisvariationen:

In prinzipiell gleicher Weise können folgende Eissorten hergestellt werden (jeweils für 500 ml Milch):

Nußeis:

80 g Zucker, 50 g zerkleinerte Haselnüsse, 40g Nutella, 2 Eier

Schokoladeneis:

300 g Schlagsahne, 150 g Zucker, 100 g Schokoladenraspeln aufgelöst in Milch, 4 Eier, 1 TL Rum)

Vanilleeis:

100 g Zucker, 2 Eier, 1/2 Stange echte Vanille

Zitroneneis:

400 ml Milch, 200 ml Zitronensaft, 75g Zucker, 2 Eier

Apfeleis mit Zimt:

400 g geraspelte Äpfel, 150 g Zucker, 2 Eier, 1 Prise Zimt, 1 Prise Salz, 2 EL in Rum eingelegte Rosinen

Nougat-Mandeleis:

100 g Schlagsahne, 100 g Nutella, 50 g gem. Mandeln, 30 g Zucker, 30 g Kaba, 1 Ei

Das Räuchern

R 1 : Das Räuchern aus der Sicht des 19. Jahrhunderts

"Wenn man einen Körper räuchert, so setzt man ihn der Einwirkung des Rauches aus. Einige Theile des Rauches verbinden sich dabey mit dem Körper, andere hängen sich bloß an ihn. Die ersteren sind größtentheils fäulnißwidriger Natur, und machen ihn daher haltbar.

Gewöhnlich braucht man zum Räuchern Holz, Pflanzenblätter und verschiedene Theile von Pflanzen. Diese bestehen größtentheils aus Faserstoff, enthalten aber auch mehr oder weniger Schleim, Harze, flüchtige Oele ec. Beym Verbrennen verbinden sich die Grundbestandtheile mit dem Sauerstoff der Luft, die übrigen Theile werden in Essigsäure, (branstige Holzsäure), Kohlensäure, kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, brenzlichtes Oel zersetzt.

Ein Theil Kohle bleibt zurück, die sich aber bey fernerm Verbrennen mit Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure verbindet, und ein anderer Theil entweicht als ein eigener kohlenartiger, schwarzer, fein zertheilter Körper, mit den luftartigen Theilen, setzt sich aber bald wieder an feste Körper ab. Es ist dies der Ruß, der vorzüglich aus Kohle, etwas Harz, brenzlichtes Oel, einem bitteren, scharfen Körper und etwas Säure besteht.

*Alle diese Körper sind nun in verschiedenen Mengen = Verhältnissen im Rauche enthalten. Setzt man Fleisch der Einwirkung des selben aus, so scheinen vorzüglich der Holzessig, die branstige Schleimsäure, und ein Theil der gewürzhaften harzigen Körper, in dasselbe einzudringen. Die größeren Theile, namentlich der Ruß, und ein Theil des branstigen Oeles, können nicht durch die engen Schweißlöcher des Fleisches, die durch vorheriges Einsalzen noch mehr verkleinert sind, und setzen sich daher nur außen an. Das Fleisch wird hierbey also, theils durch Verbindung mit gährungshemmenden Körpern, theils durch Wasserentfernung (Trocknen) haltbar. **)*

R 2 : Räuchern von Käse

*Im römischen Kochbuch des Columella wird geräucherter Käse erwähnt; er wurde zuerst in Salzlake gehärtet und dann im Rauch von Apfelbaumholz gefärbt. **)*

*) Aus: J. C. Leuchs a.a.O., S. 311 ff

**) Nach: B. Flower, E. Rosenbaum a.a.O., S. 27

Wegen der gesundheitlichen Gefahren beim traditionellen Räuchern wird im folgenden eine *moderne Variante* (unter Verwendung von Räuchersalz) dargestellt:

Räuchern von Käse (oder von anderen Lebensmitteln) *)

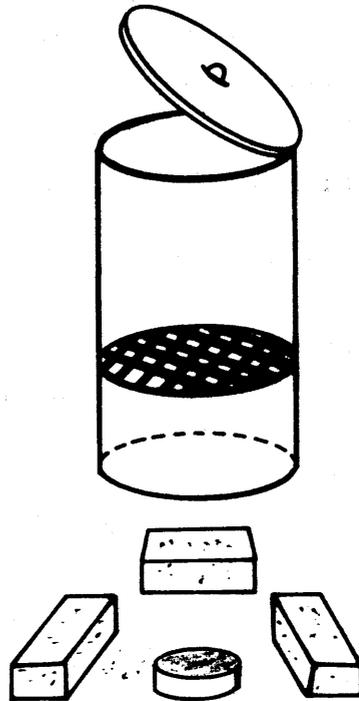
Geräte:

Räuchertonne mit Rost,
3 Backsteine, leere
flache Konservendose

Materialien:

Pergamentpapier, Milch,
Zitrone, Wasser, Kochsalz,
Spiritus, Räuchermehl
(zu beziehen in
Fischräuchereien)

Zeit: 45 Minuten



Arbeitsanleitung:

Die drei Backsteine werden (im Freien!) hufeisenförmig angeordnet und in deren Mitte eine mit Spiritus gefüllte flache Konservendose gestellt.

Der Boden der Räuchertonne wird mit Räuchermehl bestreut, der Rost eingesetzt und der Käse daraufgegeben. Nun wird die Tonne mit dem Deckel verschlossen und auf den Backsteinofen gestellt, der Spiritus wird entzündet und der Käse etwa 30 Minuten geräuchert. Während des gesamten Räuchervorgangs muß der Deckel verschlossen bleiben.

Nach Beendigung des Räucherns wird die Konservendose entfernt, die Tonne etwas stehengelassen und nach Abkühlen auf etwa 50°C vorsichtig geöffnet.

Ergebnis: Käse erhält durch Räuchern eine gelbbraune Färbung und einen 'rauchigen' Geschmack.

Das beschriebene Verfahren eignet sich nicht nur zum Räuchern von (selbst hergestelltem) Käse, sondern kann mit Fisch oder anderen Lebensmitteln durchgeführt werden. Fische werden dazu mit dünnem Draht an einem Querstab im oberen Teil der Tonne eingehängt und der Boden mit dem Räuchersalz mit Alufolie als Tropfschutz abgedeckt.

*) Nach: J. Pütz: Das Hobbythek-Buch Bd. 3. Köln 1979, S. 73 ff. Weitere Hinweise zum Räuchern finden sich z.B. in der Zeitschrift BRIGITTE Heft 19/1991.

Das Schwefeln

Bei einem großen Teil der Obstprodukte wird Schwefeldioxid (SO_2) als temporäres Konservierungsmittel verwendet. Es wird den Roh- oder Halbfabrikaten zur Verhinderung von Bräunungsreaktionen zugesetzt und im weiteren Verarbeitungsprozeß durch Hitze oder Vakuum wieder weitgehend entfernt. Die Deklaration der verbleibenden Restmenge entfällt, wenn sie nicht mehr als 10 mg/kg beträgt. Ausnahmen von dieser Vorgabe werden durch die Schwefeldioxid-Verordnung vom 13.08.1969 geregelt. So dürfen bspw. Aprikosen deklarationsfrei bis zu 20 mg/kg SO_2 enthalten.

SCH 1 : Nachweis von Schwefeldioxid in Trockenfrüchten

Untersuchung von Trockenobst auf Schwefeldioxidgehalt*)

Geräte:

Bunsenbrenner, Erlenmeyerkolben (250ml) mit passendem Gummistopfen, 1 kleiner Gummistopfen, Dreifuß mit Keramikplatte, 2 Bechergläser (50ml), 2 Tropfpipetten mit Hütchen, Filterpapier, Glasstab, Fön, Schere, Messer

Chemikalien und Materialien:

Iod-Kaliumiodid-Lösung (20g KI, 10g I_2 , 80ml H_2O), Stärke, destilliertes Wasser

Zeit: 30 Minuten

Versuchsdurchführung:

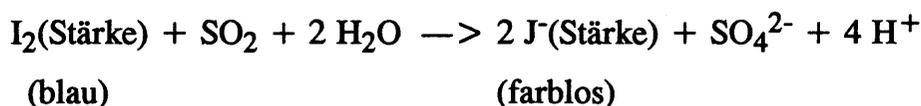
Zwei Blatt Filterpapier werden in etwa 1 cm breite Streifen geschnitten. In einem Becherglas werden etwa 40 ml gesättigte Stärkelösung hergestellt, einige Zeit stehengelassen und die klare überstehende Lösung in ein weiteres Becherglas abgegossen. Die Filterpapierstreifen werden vollständig in diese Lösung getaucht, wieder herausgenommen und mit einem Fön getrocknet. Durch Eintauchen in eine Iod-Kaliumiodidlösung werden die Papierstreifen blau gefärbt.

Einige Trockenfrüchte werden fein zerkleinert und gemeinsam mit 50 ml dest. Wasser in einen Erlenmeyerkolben gegeben. Dieser wird mit einem Stopfen, der in einem Einschnitt blaues Reagenzpapier trägt, leicht verschlossen und über dem Bunsenbrenner leicht erwärmt.

Bei Gegenwart von Schwefeldioxid wird das blaue Iod-Stärke Papier gebleicht.

*) Nach: H. Körperth: Die Konservierung der Lebensmittel. Köln 1979

Der Nachweis basiert auf folgender Reaktion:



Trockenobst wird nicht nur zur Verhinderung des mikrobiell bedingten Verderbs "geschwefelt", sondern auch zur Farberhaltung und zur Verhinderung unerwünschter Verfärbungen. Das "Schwefeln" erfolgt in einem Gasraum, der etwa 2 Volumenprozent SO_2 enthält.

SCH 2 : Bestimmung des SO_2 -Gehaltes in Wein

Iodometrische Titration zur Bestimmung des SO_2 -Gehaltes in Wein

Geräte:

1 Bürette (25ml), Magnetrührer, Rührfisch, 2 300ml-Erlenmeyerkolben, Vollpipette (100ml), Meßzylinder (25ml), Glastrichter, Becherglas (100ml), 1 Meßkolben (1000ml) mit Stopfen, Tropfpipette mit Hütchen, Peleusball, Spatel, Waage, Filterpapier

Chemikalien und Materialien:

NaOH-Lösung (2 M), H_2SO_4 (2,5 M), 1%ige Stärkelösung, Iod-Kaliumiodidlösung (dazu 24 g KI und 12,7 g I_2 mit dest. Wasser lösen und auf 1000 ml auffüllen), Weißwein

Zeit: 45 Minuten

Versuchsanleitung:

Die Bestimmung des SO_2 -Gehaltes von Wein wird stets als Doppelbestimmung ausgeführt.

Zwei Wein-Proben von je 100 ml werden mit jeweils 25 ml NaOH-Lösung versetzt und 15 Minuten stengelassen.

In der Zwischenzeit wird die Iod-Kaliumiodidlösung mit Hilfe eines Trichters in die Bürette gefüllt und der Flüssigkeitsstand notiert.

Die Proben werden mit jeweils 20 ml H_2SO_4 angesäuert, mit einigen Tropfen Stärkelösung versetzt und gegen die Iod-Kaliumiodidlösung titriert.

Der Endpunkt der Bestimmung wird durch Entstehen des blauen Iod-Stärke-Komplexes angezeigt.

1 ml der (0,05 molaren) Iod-Kaliumiodidlösung entsprechen 3,203 mg SO_2 .

Der Zusatz von SO₂ im Wein hat neben konservierenden Effekten auch die Funktion, vorhandenen Acetaldehyd zu binden. Um den Gesamtgehalt des Weins an Schwefeldioxid zu bestimmen, muß auch (an Aldehyd- und Keto- gruppen) gebundenes SO₂ erfaßt werden.

Die auf S. 73 beschriebene Bestimmungsmethode stellt das in der EG gebräuchliche Verfahren zur Überprüfung der gesetzlichen Vorgaben dar. Mit ihr kann der Gesamtgehalt an SO₂ im Wein ermittelt werden, da vor der Bestimmung die Additionsverbindungen durch Zusatz von NaOH hydrolisiert werden.

Je nach Weinsorte ist ein SO₂-Gehalt von höchstens 400 mg/l erlaubt.

SCH 3 : Enzymatische Bestimmung von SO₂ in Lebensmitteln

Ergänzend zur iodometrischen Bestimmung von Sulfit in Lebensmitteln ist seit Mitte der 80er Jahre ein enzymatisches Verfahren in Gebrauch. *) Es beruht auf dem gleichen Prinzip wie die in Versuch H 5 (S. 87 f) beschriebene enzymatische Bestimmung von Ameisensäure.

Der Sulfitgehalt kann damit deutlich genauer bestimmt werden als mit dem bei SCH 2 dargestellten Verfahren.

SCH 4 : Schwefeln von Marmeladengläsern **)

"Sehr zu empfehlen ist das Schwefeln der Gläser, z.B. bei Früchten, die mit wenig Zucker eingemacht worden sind. Zu diesem Zwecke legt man ein Stückchen Schwefelschnitte auf einen alten Teller, zündet es an und hält ein Glas so lange darüber, bis es mit Schwefeldampf angefüllt ist. Dann füllt man sofort die Früchte ein oder stülpt das Glas umgekehrt auf ein Tuch.

(Das Schwefeln geschieht am Besten am offenem Fenster.)"

*) Vgl.: H. O. Beutler, J. Schütte: Eine enzymatische Methode zur Bestimmung von Sulfit in Lebensmitteln. DLR 79. Jg. (1989), S. 323 ff

**) E. Quenzer a.a.O., S. 430

Das Pökeln

In früheren Jahrhunderten war das Pökeln als Konservierungsmethode von größter Bedeutung, eine der Ursachen für die damalige politische Bedeutung des Salzhandels.

P 1 : Pökelfleisch nach Hausfrauenart*)

"Etwa 8-10 Pfd. Ochsenfleisch vom Schlegel, 4 1/4 l Brunnenwasser, 1 Pfd. Salz, 60g Zucker, 15g Salpeter. Nach Belieben 1 Zwiebel, 2 Löffel Wacholderbeeren, einige Pfefferkörner und Schalottenzwiebeln, Estragon und Basilikum, 2 Lorbeerblätter, 2 Nelken.

Aus Wasser, Salz und Zucker kocht man eine Lake, läßt sie ganz erkalten und gibt sie dann mit den Gewürzen über das in einen Stein- topf gelegte Fleisch, beschwert es und stellt es an einen kühlen Ort. Das Fleisch muß ganz mit der Lake bedeckt sein. Nach zwei bis drei Wochen kann das Fleisch gekocht und kalt oder warm gegeben werden. Übriges Fleisch läßt man bis zum Gebrauch in der entfetteten Kochbrühe liegen."

P 2 : Pökeln von Fleisch

Fleisch wird durch Pökeln besser haltbar

Geräte:

3 Bechergläser (1000 ml), Frischhaltefolie, Waage

Chemikalien:

Pökelsalz (NaCl mit 0,4% NaNO₂; zu beziehen über Metzger oder Fachhandel), Wasser, 2 Fleischstücke à 200 g

Zeit: 20 Minuten (Wartezeit 2 Wochen)

Versuchsanleitung:

In einem Becherglas wird knapp 1 Liter 10-12%iger Pökellake hergestellt. Anschließend gibt man in dieses und in ein leeres Becherglas je ein Fleischstück, verschließt sie mit Frischhaltefolie und läßt sie eine Woche bei Raumtemperatur stehen.

*) E. Quenzer a.a.O., S. 282

Nach einer Woche nimmt man das Fleischstück aus der Pökellake und legt es in ein leeres Becherglas. Die beiden Gläser mit dem behandelten und dem unbehandelten Fleisch läßt man eine weitere Woche mit Folie bedeckt stehen.

Während das gepökelte Fleischstück zum Ende der Versuchsdauer meist noch frisch erscheint, weist das unbehandelte deutliche Spuren von Fäulnis auf.

Achtung:

Um eine Gesundheitsgefährdung durch die entstandenen Fäulnisprodukte zu vermeiden, darf die Frischhaltefolie nur unter dem Abzug unter Verwendung von Handschuhen entfernt werden. Das verdorbene Fleisch wird in mehrere Lagen Folie bzw. Plastiktüten eingeschlagen und muß umgehend entsorgt werden.

P 3 : Nachweis von Nitrat und Nitrit in Rohwurst und Hackfleisch*)

Nitrit und Nitrat in Wurst und Fleisch

Geräte:

mehrere große Reagenzgläser, Porzellanschälchen, ein Messer, ein Holzbrettchen, 1 Becherglas (500ml), 3 Erlenmeyerkolben (100ml), Tropfpipette mit Hütchen, 2 Meßpipetten, Peleusball, Glastrichter, Spatel, Glasstab, Filterpapier, 1 Bunsenbrenner, Dreifuß mit Keramikplatte

Chemikalien und Materialien:

konz. Schwefelsäure, Diphenylamin, Sulfanilsäure, α -Naphthylamin, Essigsäure (30%), dest. Wasser, 100g Rohwurst, 100g Hackfleisch

Zeit: 90 Minuten

Versuchsanleitung:

Die Fleischproben werden gut zerkleinert und mit Wasser 60 Minuten ausgekocht. Nach dem Filtrieren und Abkühlen führt man folgende Nachweise durch:

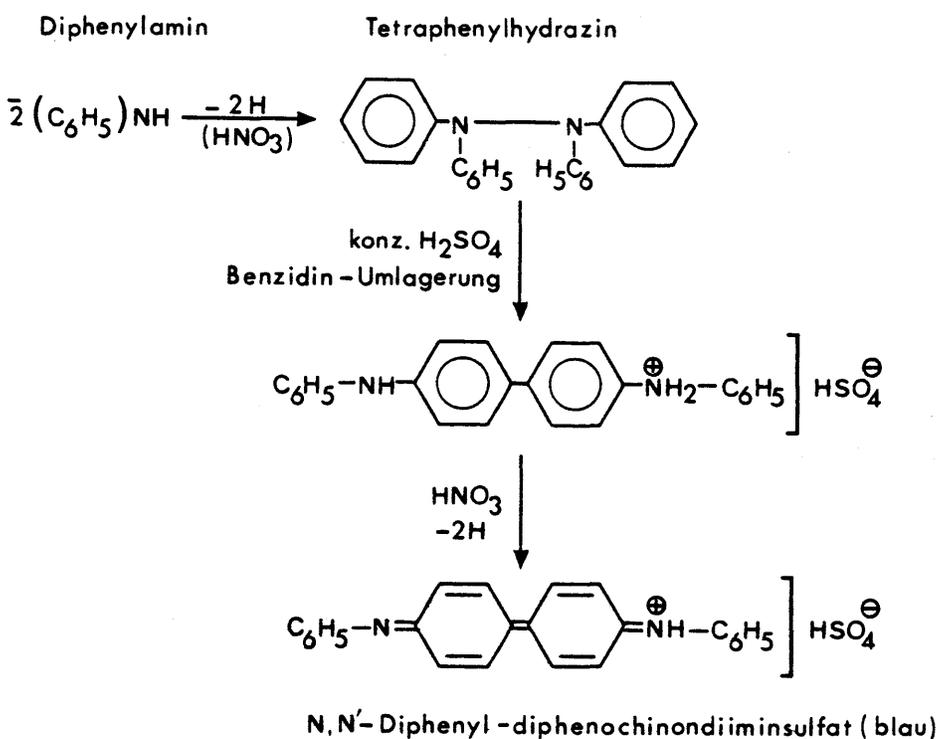
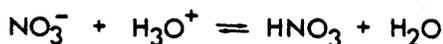
*) Nach: H. Körperth: Die Konservierung der Lebensmittel. Köln 1979

a) Nitrat-Nachweis

In einem weißen Porzellanschälchen (oder auf einer Tüpfelplatte) werden einige Stäubchen Diphenylamin in konzentrierter Schwefelsäure gelöst. Dazu gibt man vorsichtig mit Hilfe eines Glasstabes 1 Tropfen des Filtrats.

Blaufärbung zeigt das Vorhandensein von Nitrat an.

Der Nachweis von Nitrat mit Diphenylamin basiert auf folgender Reaktion:



Nitrit-/Nitratgehalte in Schinken *)

Gepökelte Schinken wurden 1990 von der Stiftung Warentest untersucht. Bei neunzehn Sorten aus Versand- und Einzelhandel wurden geprüft

- der Wassergehalt (34 - 58%),
- der Gehalt an Kochsalz bezogen auf die Trockenmasse (5,5 - 17,2%),
- die mikrobiologische Beschaffenheit,
- die sensorischen Eigenschaften sowie
- Art und Menge der verwendeten Pökelfstoffe.

"Nach der chemischen Analyse gab es insgesamt vier zu beanstandende Proben, eine davon bei den Versandschinken. Gemäß Fleischverordnung ist Natriumnitrit ausschließlich im Gemisch mit Kochsalz als Nitritpökelsalz (vier bis fünf Gramm

*) Nach: Stiftung Warentest (Hrsg.): Test Heft Nr. 11/1990, S. 71-74

Natriumnitrit pro Kilogramm Nitritpökelsalz) zur Pökellung ganzer Schinken und Schinkenteile zugelassen. Die zulässige Höchstmenge ist mit 150 Milligramm pro Kilogramm Fertigerzeugnis festgelegt. (...) (Nitrit)

Auf der Grundlage der verwendeten Pökelfstoffe gemäß deklarerter Zutatenliste ergaben sich in vier Schinken teilweise deutliche Überschreitungen der zulässigen Höchstwerte."

Schinken mit einem Gehalt an Pökelsalz von bis zu 1655 mg/kg (als Kaliumnitrat berechnet; Höchstmenge 600 mg/kg) bzw. von 263 mg/kg (als Natriumnitrit berechnet; Höchstmenge 150 g/kg) sind zu beanstanden und dürfen gemäß J 11 Abs. 1, Nr.2 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes nicht gewerbsmäßig in Verkehr gebracht werden.

b) Nitrit-Nachweis mit Lunges Reagenz

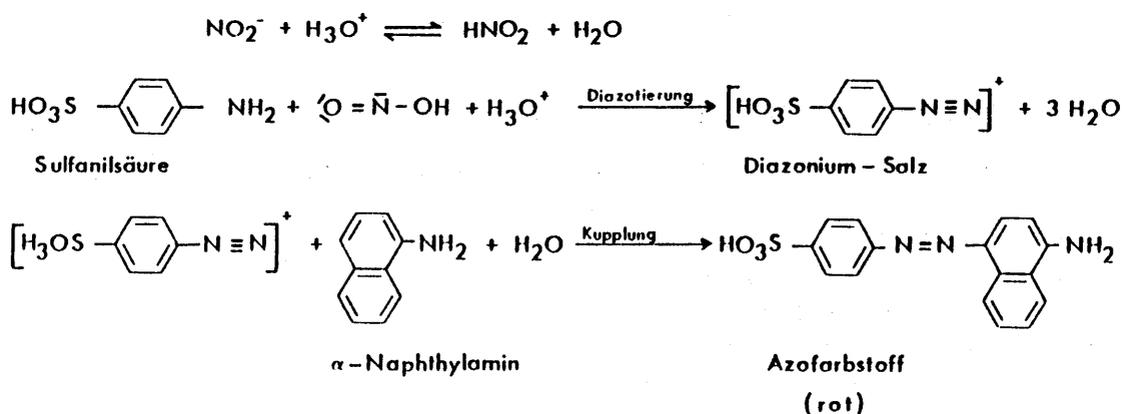
Man stellt folgende Lösungen her:

Lösung A: 0,5 g α -Naphthylamin löst man in 20ml heißem Wasser, filtriert und ergänzt das Volumen des Filtrats mit 30%iger Essigsäure auf 100ml.

Lösung B: 0,8 g Sulfanilsäure werden in 100ml 30%iger Essigsäure gelöst.

In einem Reagenzglas mischt man je 3 ml der Lösungen A und B. Zu diesem Gemisch gibt man 10 ml des Filtrats.

Bilden sich braune Flecken, so wiederholt man den Versuch mit verdünntem Filtrat.



Der Zusatz von Pökelsalz zu Hackfleisch ist gemäß dem Lebensmittelgesetz verboten. Daher muß ein Nitrat-/Nitrit-Nachweis hier negativ ausfallen.

Konservieren mit Kräutern

K 1 : Winterweintrauben

Die Römer hielten ihre Weintrauben bis in den Winter hinein mit Hilfe von Gerstenkleie frisch.

*Die Kleie wirkte dabei nicht nur antioxidativ, sondern auch - im Zusammenspiel mit niedrigen Temperaturen - über die Schaffung eines Klimas, welches ähnlich wie ein Lehmkeller optimale Lagerbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) für die Früchte bietet. *)*

Frischhalten von Weintrauben mittels Gerstenkleie

Geräte: Becherglas (500 ml), Schere

Materialien: Gerstenkleie, frische Weintrauben (am Stiel)

Zeit: 10 Minuten (ohne Wartezeit)

Arbeitsanleitung:

Die Weintrauben werden zusammen mit der Gerstenkleie wie folgt vorsichtig in das Becherglas gefüllt:

Zuerst wird der Boden mit Gerstenkleie bedeckt. Darauf verteilt man die Weintrauben derart, daß sie weder die Becherwand, noch sich gegenseitig berühren. Anschließend bedeckt man sie vollständig mit Gerstenkleie und schichtet darauf wiederum Weintrauben. So verfährt man, bis das Glas gefüllt ist; den Abschluß bildet eine Gerstenkleieschicht.

Das gefüllte Gefäß wird bei Temperaturen zwischen 5°C und 10°C aufbewahrt.

Mit diesem Verfahren lassen sich Weintrauben mindestens drei Monate frisch halten.

*) Nach: P. u. D. R. Brothwell, a.a.O.

K 2 : Eingelegte Rüben *)

*"RAPAE UT DIU SERVENTUR:
ante accuratas et compositas
asperges myrtae bacis cum
melle et aceto*

KONSERVIEREN VON RÜBEN:
*Zuerst reinige und arrangiere
sie in einem Gefäß.
Dann übergieße sie mit
Myrten-Beeren gemischt mit
Honig und Essig."*

K 3 : Eingelegte Feigen **)

*Columella konservierte Feigen wie folgt:
Er zerstampfte sie, vermischte mit geröstetem Sesam, Anis, Fenchel-
samen und Kreuzkümmel, formte Bällchen aus dieser Mixtur und
wickelte sie in Feigenblätter. Waren sie getrocknet, bewahrte er sie
anschließend in irdenen Vorratsbehältern.*



*) B. Flower, E. Rosenbaum a.a.O., S. 54

**) Nach: P. u. D. R. Brothwell, a.a.O.

Wegen weiterer Rezepte zur Verwendung von Kräutern bei der Konservierung von Lebensmitteln vgl. z.B. H. Gäbler: Gesundheit durch Heilkräuter. Hamburg 1989

Das Einzuckern

Z 1 : Römische Brombeeren

In Aspicius 'römischem Kochbuch' findet sich folgender Vorschlag zur Konservierung von Brombeeren:)*

"MORA UT DIU DURENT:

*ex moris sucum facito, et cum
sapa misce, et in vitreo vase
cum mora mitte: custodies
multo tempore."*

**KONSERVIEREN VON
BROMBEEREN:**

*Mache Saft von den Brombeeren
und mische diesen mit eingedicktem
Traubensaft; dieses Gemisch
gib in ein Gefäß zusammen mit
ganzen Brombeeren.
Du wirst sie für lange Zeit
aufbewahren können.*

Einzuckern von (Brom-)Beeren

Geräte:

Herd mit mehreren Kochstellen oder DreifüÙe mit Keramikplatten und Bunsenbrennern, Kochtopf, Sieb, Schüssel, Holzlöffel, 2 Bechergläser (500ml), 1 Becherglas (1000ml),

Materialien:

Haushaltsfolie, 1 Liter roter Traubensaft, 500 g frische Brombeeren (ersatzweise gefrorene Beeren)

Zeit: 2 Stunden

Arbeitsanleitung:

Ein 500ml-Becherglas wird in einem Kochtopf 20 Minuten ausgekocht. In das 1000ml-Becherglas gibt man zunächst 500 ml roten Traubensaft und erhitzt über dem Bunsenbrenner. Nach und nach gibt man den restlichen Saft zu und engt so lange ein, bis der Saft auf ein Drittel reduziert worden ist. Die Brombeeren werden gewaschen und 250 g davon beiseite gestellt. Aus den restlichen Beeren bereitet man mit Hilfe des Siebes Saft, der in einem Becherglas kurz zum Sieden gebracht wird.

In das keimarme Becherglas gibt man nun 150 ml des reduzierten Traubensafts und 150 ml Brombeersaft und schwenkt vorsichtig um. Hierzu gibt man vorsichtig die ausgewählten Brombeeren, verschließt das Glas mit Folie und bewahrt es an einem kühlen und dunklen Ort (5°C - 10°C) auf.

*) B. Flower, E. Rosenbaum a.a.O., S. 52

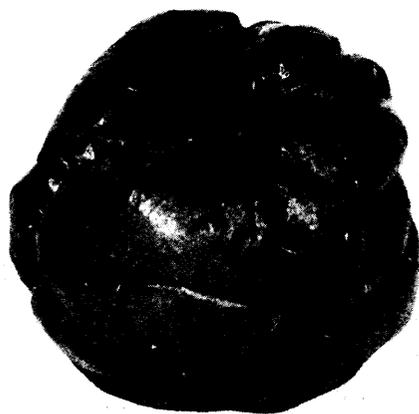
Durch das Eindicken des Traubensaftes wird die Zuckerkonzentration der Lösung erhöht. Durch Einlegen in ein Gemisch aus eingedicktem Traubensaft und eigenem Saft können Brombeeren bei Temperaturen um 10°C mindestens acht Wochen frischgehalten werden.

Z 2 : Gezuckerte Heidelbeeren*)

"Heidelbeeren in Zucker.

1 Pfd. Heidelbeeren, 1/2 - 3/4 Pfd. Zucker.

Man verliert die Beeren, wäscht sie, läßt sie abtropfen und vermischt sie mit Zucker. Dann nimmt man sie aufs Feuer, bringt sie langsam zum Kochen und läßt sie schön dick einkochen. Nun füllt man sie in geschwefelte Gläser, legt nach dem Erkalten ein Rumpapier darauf und bindet die Gläser zu. "



In Honig konservierter ganzer Apfel (s. S. 83)

*) E. Quenzer a.a.O., S. 433

Das Konservieren mit Honig

H 1 : Äpfelkonservierung nach Aspicus

Das 'römische Kochbuch' von Aspicus gibt folgende Anweisung zur Konservierung von Äpfeln:)*

*"FICUM ... MALA ... UT DIU
SERVES:*

*omnia cum peciolis diligenter
legito et in melle ponito, ne
se contignant.*

*KONSERVIEREN VON FRISCHEN
ÄPFELN :*

*Sammle die Früchte vorsichtig
mit ihren Stielen und gib sie
in Honig, so daß sie sich nicht
berühren."*

Konservieren von Äpfeln mit Honig

Geräte: 2 Schraubdeckelgläser (500ml) , 1 Messer

Materialien: Honig, 2 Äpfel

Zeit: 10 Minuten

Arbeitsanleitung:

Die Äpfel werden gründlich gewaschen.

Anschließend gibt man den ersten Apfel in ein Schraubdeckelglas.

Den zweiten Apfel schneidet man in Viertel, entkernt diese und gibt sie in das andere Schraubdeckelglas.

Beide Gläser füllt man vollständig mit Honig, verschließt sie und bewahrt sie möglichst kühl und dunkel auf.

Äpfel, die in Honig eingelegt werden, halten (sogar bei Helligkeit und Raumtemperatur) mindestens zwei Jahre frisch.



*) B. Flower, E. Rosenbaum a.a.O, S. 52

H 2 : Nachweis von Glucose in Honig

Die einfachste Möglichkeit, Glucose nachchemisch nachzuweisen, ist die Fehling'sche Probe. Dazu kann der Honig ohne entsprechende Vorbehandlung eingesetzt werden.

Glucose-Nachweis mit der Fehling'schen Probe

Geräte:

Reagenzglas, Reagenzglasklammer, Meßpipetten, Peleus-Ball, Teelöffel, Becherglas (250ml), Dreifuß mit Keramikplatte, Gasbrenner,

Chemikalien:

Fehling'sche Lösung I (63,3 g Kupfer(II)-sulfat/l),
Fehling'sche Lösung II (346 g Kaliumnatriumtartrat + 100 g Natriumhydroxid /l), Honig

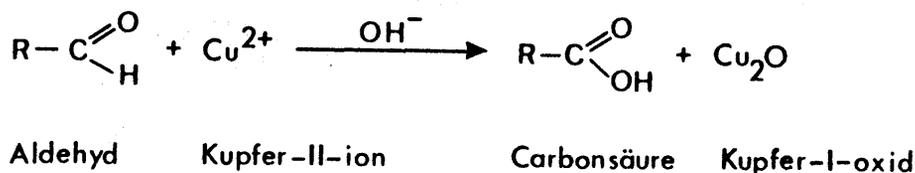
Zeit: 10 Minuten

Versuchsanleitung:

Es werden je ein Milliliter der Fehling'schen Lösungen I und II in ein Reagenzglas gegeben. Zu diesem Gemisch gibt man einen Teelöffel Honig zu und erwärmt.

Der sich bildende braun-rote Niederschlag weist auf das Vorhandensein von Glucose hin.

Der Nachweis erfolgt gemäß der Reaktion:



H 3 : Frischhalten von Fleisch mit Honig^{*)}

*"UT CARNES SINE SALE
QUOVISTEMPORE RECENTES
SINT:*

*carnes recentes quales volueris
melle tegantur, sed vas pendeat,
et, quando volueris, utere. hoc
hieme melius fit, aestate paucis
diebus durabit. et in carne
cocta itidem facies "*

*WIE MAN FLEISCH FRISCH
HÄLT SOLANGE ES BELIEBT,
OHNE DAß MAN ES SALZT:*

*Man bedecke das Fleisch, welches
frisch gehalten werden soll, mit
Honig, hängt das Gefäß auf und
verwendet das Fleisch, wenn es
gewünscht wird. Dieses Verfahren
eignet sich für den Winter besser,
da das Fleisch im Sommer in dieser
Zubereitung nur ein paar Tage hält.
Diese Methode eignet sich auch für
gekochtes Fleisch.*

H 4 : Nachweis von Ameisensäure in Honig

Einen Zusammenhang zwischen der hohen Haltbarkeit von Honig und seinem Gehalt an Ameisensäure vermuteten Wissenschaftler Anfang dieses Jahrhunderts :

*"Plagge und Trapp ... sagen unter k) Ameisensäure: wirkt stark
gärungs- und fäulnishemmend, konzentriert sogar sporentötend. Die
Nichtzersetzung des Honigs soll auf seinem Gehalt an derselben
beruhen, ...^{**)}*

Obwohl mittlerweile erwiesen ist, daß der Ameisensäure nicht die oben beschriebene Bedeutung bei der Konservierung von Honig zukommt, hat sie doch maßgeblich Anteil an Geruch und Geschmack des Honigs. Der unterschiedliche Gehalt an Ameisensäure bei verschiedenen Honigsorten kann mit den folgenden Verfahren bestimmt werden:

Nachweis von Ameisensäure

Der traditionelle Nachweis von Ameisensäure erfolgt mittels Wasserdampfdestillation. Das Destillat wird in einem Gemisch von Bariumhydroxid und -carbonat aufgefangen und anschließend durch Etherextraktion und Schwefelsäurezugabe isoliert.

Um gesundheitsschädliche Substanzen wie lösliche Bariumverbindungen zu vermeiden, wurde das Verfahren wie folgt modifiziert: Das die Ameisensäure enthaltende Destillat wird direkt in einer Kühlfalle aufgefangen.

^{*)} B. Flower. E. Rosenbaum a.a.O., S. 48

^{**)} G. Lebbin a.a.O, S.1010

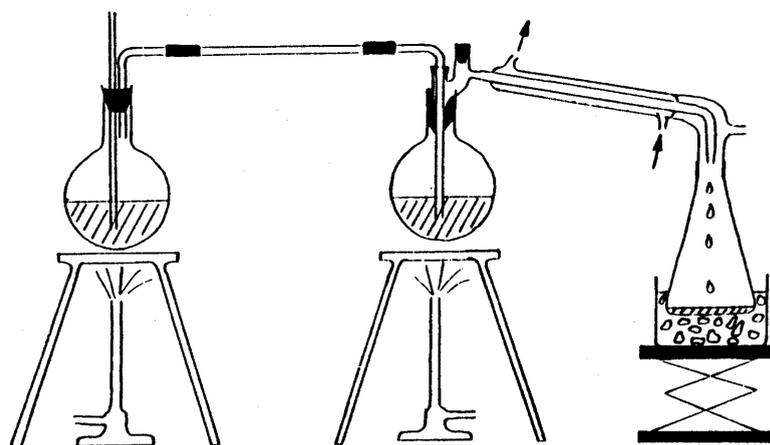
Modifizierter qualitativer Nachweis von Ameisensäure *)

Geräte:

Wasserdampfdestillationsapparatur:

3 Stative, 3 Doppelmuffen, 3 Stativklammern, 2 Bunsenbrenner, 2 Dreifüße mit Keramikplatte, Laborständer, 2 Standrundkolben (500ml), Erlenmeyerkolben (100ml) mit Schliff, Kühlbrücke, 2 Wasserschläuche, doppelt durchbohrter Gummistopfen, Quickfithülse, Glasstopfen, 3 Federn, 2 gewinkelte Glasrohre, Gummischlauch, Siedesteine,

Plastikschüssel, Reagenzglas, Reagenzglasständer, Tropfpipette mit Hütchen



Chemikalien:

Honig, dest. Wasser, Weinsäure, Siedesalz, Eis, ammoniakalische Silbernitratlösung

Zeit: 90 Minuten

Versuchsdurchführung:

50 g Honig werden mit 10 ml Wasser aufgeschlämmt, mit 2 g Weinsäure angesäuert und im Wasserdampf destilliert. Das Destillat, welches die Ameisensäure enthält, wird in der Kühlfalle aufgefangen. Nach Beendigung der Destillation gibt man dieses in ein Reagenzglas, versetzt mit einigen Tropfen ammoniakalischer Silbernitratlösung und läßt etwa 10 Minuten stehen: Es scheidet sich elementares Silber (durch Reduktion) ab.

*) Die von H. Körperth (1979) vorgeschlagene Methode wurde in Zusammenarbeit mit Prof. Follmann (Gesamthochschule Kassel) modifiziert.

H 5 : Enzymatischer Nachweis von Ameisensäure^{*)}

Im folgenden Versuch wird der Gehalt an Ameisensäure in Honig indirekt photometrisch bestimmt. Hierbei wird ausgenutzt, daß bei der Oxidation von Ameisensäure durch Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NAD^+) in Gegenwart von Formiat-Dehydrogenase (FDH) äquivalente Mengen an NADH (= reduzierte Form von NAD^+) entstehen:



NADH besitzt gegenüber der oxidierten Form im UV-Spektrum eine zusätzliche Adsorptionsbande mit einem Maximum bei 340 nm. Über die Zunahme dieser Bande kann die in der Probe enthaltene Menge an Ameisensäure bestimmt werden.

Enzymatische Ameisensäurebestimmung mittels Photometer**Geräte:**

Photometer, Waage, Meßzylinder (100ml), 2 Spatel, Magnetrührer, Rührfisch, Reagenzglas, Reagenzglashalter, Kolbenhubpipette, mehrere Pipettenspitzen, 2 Küvetten (OS), Rührspatel, Parafilm, Stoppuhr

Chemikalien:

Kaliumphosphat-Puffer (50 mM KH_2PO_4 -Lösung mit KOH auf pH=7,5 einstellen),
FDH-Lösung (2mg FDH auf 50 ml bidest. Wasser = 1 U/50 ml^{**}),
 NAD^+ , Honig, doppelt dest. Wasser

Arbeitstemperatur: 20°C - 25°C

Zeit: 45 Minuten

Versuchsanleitung:

In ein Reagenzglas gibt man 5 ml Puffer und löst darin 65 mg NAD^+ . 10 g Honig werden in einen Meßzylinder genau eingewogen, mit aqua bidest bis 100 ml aufgefüllt und mit Hilfe des Magnetrührers gut gemischt.

^{*)} In Anlehnung an: Boehringer Mannheim GmbH (Hrsg.): Methoden der enzymatischen Lebensmittelanalytik mit Einzelreagentien. Mannheim 1984

^{**}) Die Ezymlösung muß stets im Kühlschrank aufbewahrt werden und darf sich nicht erwärmen.
Die Einheit Unit (U) ist wie folgt definiert: Ein Unit ist diejenige Menge eines Enzyms, die unter Standardbedingungen ein Mikromol Substrat je Minute umsetzt.

In die Küvette für die Messung des Leerwertes werden 500 ml NAD^+ -Lösung und 500 ml aqua bidest. gegeben; in die Probenküvette gibt man 500 ml NAD^+ -Lösung, 200 ml Honiglösung und 300 ml aqua bidest.

Beide Lösungen werden gut durchmischt. Nach fünfminütiger Inkubationszeit wird von jeder Lösung die Extinktion (E_1) bei 340 nm gemessen. Anschließend gibt man im Abstand von 15 Sekunden je 50 ml der FDH-Lösung zu, mischt und verschließt die Küvetten mit Parafilm.

Nach genau 20 Minuten wird erneut von jeder Lösung die Extinktion (E_2) bei 340 nm gemessen.

Auswertung:

Zuerst berechnet man die Extinktionsdifferenzen ($E_2 - E_1$) für den Leerwert (Lw) und die Probe (P):

$$\begin{aligned} E_{2(\text{Lw})} - E_{1(\text{Lw})} &= \Delta E_{(\text{Lw})} \\ E_{2(\text{Pr})} - E_{1(\text{Pr})} &= \Delta E_{(\text{Pr})} \end{aligned}$$

Um die Extinktionsdifferenz für Ameisensäure zu erhalten, zieht man die Differenz des Leerwertes von der Differenz der Probe ab:

$$\Delta E_{(\text{Pr})} - \Delta E_{(\text{Lw})} = \Delta E_{\text{Ameisensäure}}$$

Die Konzentration wird daraus wie folgt berechnet:

$$c = [(V \cdot \text{MG}) / (\epsilon \cdot d \cdot v \cdot 1000)] \cdot \Delta E \quad [\text{g/l}]$$

mit:

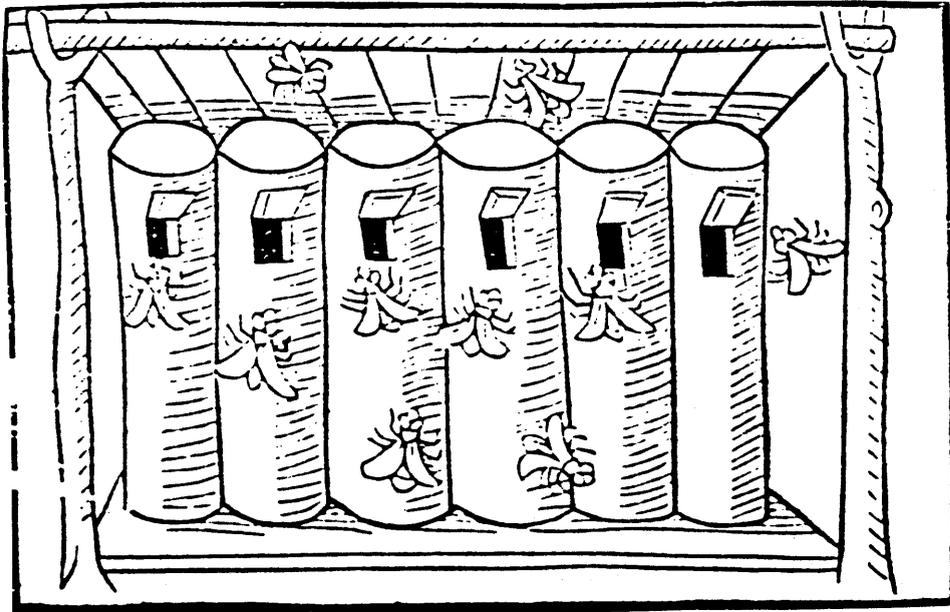
- V = Testvolumen [ml]
- v = Probevolumen [ml]
- MG = Molgewicht der zu bestimmenden Substanz [g/mol]
- d = Schichtdicke [cm]
- ϵ = Extinktionskoeff. von NADH bei 340nm [l/mmol · cm]

Hieraus ergibt sich für die Konzentration der Ameisensäure:

$$c = 3,65 \cdot 10^{-2} \cdot \Delta E \quad [\text{g/l}]$$

Messungen von fünf verschiedenen Honigsorten führten zu folgenden Ergebnissen:

Honigsorte	Gehalt an Ameisensäure (mg/l)
Wald-Honig	12,1
Wildblüten-Honig	2,0
Landhonig	1,8
Akazien-Honig	0,9
Klee-Honig	0,7



Konservieren mit Essig

E 1 : Konservierung von gebratenem Fisch

Der Römer Aspicius verwendete zur Konservierung von gebratenem Fisch ausschließlich Essig:

*"UT PISCES FRICTI DIU KONSERVIERUNG VON
DURENT: GEBRATENEN FISCH:
eodem momento, quo Sobald die Fische gebacken und
friguntur et levantur, ab aus der Pfanne genommen worden
aceto calido perfunduntur. sind, werden sie mit heißem Essig
übergossen. "*)*

Ähnlich wie zu Aspicius' Zeiten werden heute Heringe in Form von 'Bratrollern' konserviert. Dem Essig werden jedoch noch einige Gewürze und Salz zugegeben, um eine längere Haltbarkeit und einen würzigeren Geschmack zu erreichen.

Herstellung einer Fischkonserve

Geräte:

Bratpfanne, Bratwender, Messer, Holzbrett, Schüssel (1 Liter) mit Deckel, Meßzylinder, Becherglas (1000ml), Dreifuß mit Keramikplatte, Gasbrenner, Herdplatte, Eßlöffel, Teelöffel

Chemikalien und Materialien:

3 frische Heringe, Speiseöl, Margarine, Mehl, 1 Zitrone, 1 Zwiebel, 2 Lorbeerblätter, Pfefferkörner, Nelken, ½ l Weinessig, ½ TL Salz, Papierhaushaltstücher

Zeit: 30 Minuten (Wartezeit 60 Minuten)

Arbeitsanleitung:

Die Heringe werden geschuppt und gewaschen. Danach werden sie auch von innen gereinigt, von den Gräten gründlich befreit, geviertelt, nochmals gut gewaschen, mit Papiertüchern trockengetupft und in Mehl gewendet.

In eine Bratpfanne gibt man einen Eßlöffel Margarine und läßt diese bei mittlerer Temperatur schmelzen. Währenddessen gibt man den Essig in ein Becherglas und erwärmt ihn bis zum Sieden.

*) B. Flower, E. Rosenbaum a.a.O., S. 50

Ist die Margarine geschmolzen, brät man die Fischstücke von beiden Seiten 3 - 4 Minuten hellbraun und gibt sie anschließend in eine Schüssel. In diese werden nun Zwiebel- und Zitronenscheiben, ein Eßlöffel Speiseöl und die Gewürze gegeben. Das Ganze wird mit heißem Essig übergossen.

Nach dem Abkühlen wird die Schüssel mit einem Deckel verschlossen und an einem kühlen Ort aufbewahrt. Die so in Essig einglegte Fischkonserve, ist gekühlt mindestens sechs Wochen haltbar.

E 2 : Herstellung von Ketchup^{*)}

Herstellung von Ketchup

Geräte:

3 Bechergläser (2000ml), 2 Dreifüße mit Keramikplatte, 2 Gasbrenner, Messer, Holzbrett, Kochlöffel, feines Sieb, Schöpflöffel, mehrere kleine Schraubdeckelgläser, Laborzange, sauberes, frisch gebügeltes Geschirrhandtuch

Materialien:

Tomaten (2½ kg), 4 Zwiebeln, Weinessig (¼ l), Zucker (2 EL), Salz (1 EL), Ingwer (1 EL), Chili-Pulver (¼ TL), Wasser

Zeit: 50 Minuten

Arbeitsanleitung:

Die Schraubdeckelgläser werden in ein Becherglas gegeben, welches anschließend mit Wasser aufgefüllt und über dem Gasbrenner zum Sieden erhitzt wird. Nach 20minütiger Sterilisationszeit werden die Gläser mit einer keimarmen Laborzange aus dem Wasser genommen und mit der Öffnung nach unten auf das Geschirrhandtuch gestellt.

Währenddessen werden die Tomaten gewaschen, in Stücke geschnitten und gemeinsam mit gehackten Zwiebeln, Essig und den Gewürzen in ein Becherglas gegeben. Das Gemisch wird so lange bis zum Sieden erhitzt, bis die Tomaten und Zwiebeln eine weiche Konsistenz besitzen. Anschließend wird die Masse durch ein Sieb in ein zweites Becherglas passiert, erneut erhitzt und auf etwa 2/3 eingeeengt.

Der Ketchup wird heiß in die sterilisierte Schraubdeckelgläser gegeben, die sofort verschlossen werden. Nach dem Abkühlen werden die Gläser an einem kühlen Ort aufbewahrt (bei 5°C - 10°C mindestens sechs Monate).

^{*)} Nach: E. Quenzer a.a.O.

Konservieren mit Sorbinsäure

SO 1 : Sorbinsäure wirkt antimikrobiell

Sorbinsäure wird in großem Umfang zur Konservierung von Schnittbrot eingesetzt. Der folgende Versuch zeigt daher die Wirkung des Sorbinsäurezusatzes auf die Haltbarkeit von Brot.

Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit von Sorbinsäure *)

Geräte:

2 Erlenmeyerkolben (100ml), Glastrichter, Filterpapier, Spatel,
2 Petrischalen, Messer

Chemikalien und Materialien:

Sorbinsäure, trockenes Toastbrot, aqua dest.

Zeit: 10 Minuten (Wartezeit 5 Tage)

Versuchsanleitung:

In einen Erlenmeyerkolben gibt man etwa 80ml dest. Wasser. In diesem wird so lange Sorbinsäure (2 - 3 Spatelspitzen) gelöst, bis die Lösung gesättigt ist und sich ein kleiner Bodensatz gebildet hat. Die Lösung wird anschließend filtriert.

Zwei Brotscheiben werden so zurechtgeschnitten, daß sie gut in die Petrischalen passen. In jede Petrischale gibt man nun eine Brotscheibe. Die erste Scheibe wird gut mit dest. Wasser, die zweite mit der Sorbinsäurelösung durchfeuchtet. Danach verschließt man beide Petrischalen mit den zugehörigen Deckeln und bewahrt sie bei Zimmertemperatur auf.

Nach fünf Tagen zeigt sich das konservierte Brot unverändert, während sich auf dem unkonservierten Brot dicke Pilzrasen gebildet haben.

Achtung:

Nach Beendigung des Versuchs müssen die Petrischalen samt Inhalt sorgfältig desinfiziert werden. Dies kann mit Sagrotan oder einem Gemisch aus Butanol:Ethanol (60:40) geschehen.

*) Nach: H. Körperth a.a.O.

SO 2 : Nachweis von Sorbinsäure

Sowohl für den qualitativen als auch für den quantitativen Nachweis ist es notwendig, die Sorbinsäure aus dem zu untersuchenden Lebensmittel zu extrahieren. Aufgrund ihrer Wasserdampflichkeit kann Sorbinsäure am einfachsten über eine Wasserdampfdestillation gewonnen werden.

Halbquantitativer Nachweis von Sorbinsäure**Geräte:**

Wasserdampfdestillationsapparatur (vgl. Nachweis von Ameisensäure) Erlenmeyerkolben mit Schliff (250ml), 7 große Reagenzgläser, 2 Reagenzglasständer, Becherglas (1000 ml), Gasbrenner, Dreifuß mit Keramikplatte, Laborzange, je eine Vollpipette zu 10 ml, 5 ml, 2 ml und 1 ml, Meßpipette (10ml), 1 Peleus-Ball, Becherglas (50ml), 2 Erlenmeyerkolben (200ml), Glasstab, Waage, Meßzylinder (25ml), Spatel

Chemikalien und Materialien:

Magnesiumsulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Kaliumdichromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), Thiobarbitursäure, 1m Schwefelsäure, 0,15m Schwefelsäure, Sorbinsäure, dest. Wasser, mit Sorbinsäure konserviertes Lebensmittel (z.B. Fruchtzubereitung)

Zeit: 90 Minuten

Versuchsanleitung:

5 g des Lebensmittels werden mit 10 ml 10%ige Schwefelsäure und 5 - 10 g Magnesiumsulfat im Wasserdampf destilliert, bis 100 ml in einen Erlenmeyerkolben übergegangen sind.

Währenddessen stellt man folgende Lösungen her:

Lösung 1: 0,5%ige Thiobarbitursäurelösung

1 g Thiobarbitursäure werden in einen Erlenmeyerkolben eingewogen und der Kolben anschließend mit dest. Wasser auf 200 ml aufgefüllt.

Lösung 2: Kaliumdichromat in Schwefelsäure

0,15 g Kaliumdichromat werden in einen Erlenmeyerkolben eingewogen. Diese werden in 100 ml aqua dest. aufgelöst und mit 100 ml 0,15m Schwefelsäure aufgefüllt.

Gleichzeitig wird in einem großen Becherglas Wasser bis zum Sieden erhitzt.

Nach Beendigung der Destillation gibt man 10 ml des Destillats in ein Reagenzglas, fügt 20 ml der Lösung 2 zu und taucht das Reagenzglas in das Wasserbad. Nach fünf Minuten nimmt man dieses aus dem Wasserbad, gibt 20 ml der Lösung 1 zu und erhitzt erneut im Wasserbad.

Eine Rotfärbung weist auf das Vorhandensein von Sorbinsäure hin. Zur halbquantitativen (näherungsweise) Bestimmung des Sorbinsäuregehalts kann die Intensität der Färbung mit einer parallel hergestellten kolorimetrischen Reihe verglichen werden.

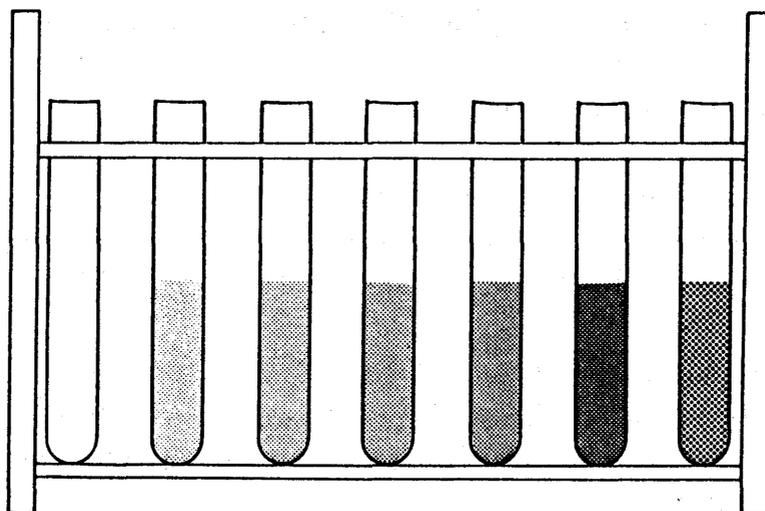
Herstellung der kolorimetrischen Reihe:

In einem kleinen Becherglas wird eine gesättigte Sorbinsäurelösung hergestellt. Anschließend werden sechs Reagenzgläser in einen Reagenzglasständer gestellt.

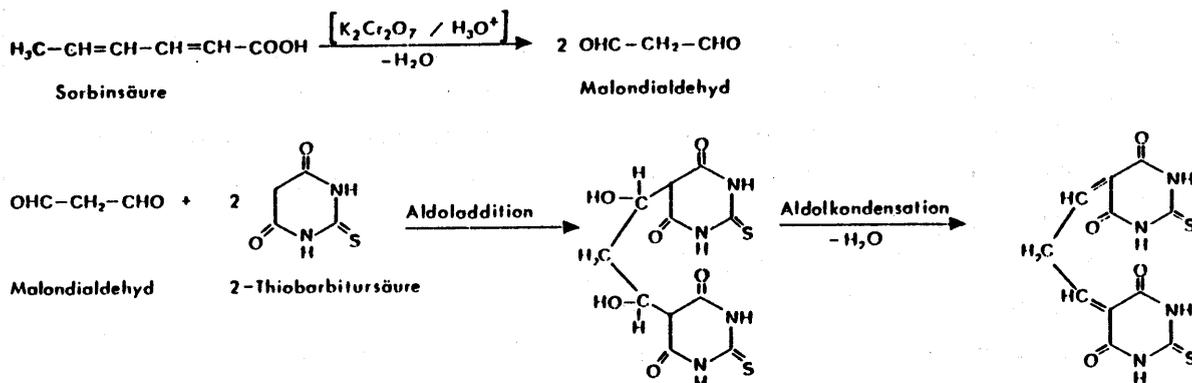
- In das erste Reagenzglas gibt man 9 ml der gesättigten Sorbinsäurelösung.
- In das zweite werden 1 ml der gesättigten Sorbinsäurelösung und 9 ml dest. Wasser gegeben. Nach gutem Durchmischen wird
- 1 ml dieser Lösung entnommen, in das dritte Reagenzglas gegeben und wiederum mit 9 ml dest. Wasser aufgefüllt.

So fährt man fort (dem letzten Reagenzglas wird ebenfalls 1 ml entnommen, der anschließend jedoch verworfen wird), bis eine Verdünnungsreihe (von etwa 0,2% bis etwa 0,000002%) entstanden ist.

Mit allen Lösungen verfährt man wie mit dem Destillat und erhält so eine kolorimetrische Reihe.



Der Entstehung des roten Farbstoffes liegt folgende Reaktion zugrunde:



Photometrische Bestimmung von Sorbinsäure *)

Geräte:

Wasserdampfdestillationsapparatur

Rundkolben (500ml), 2 Erlenmeyerkolben (100ml), Glasfilter, Filterpapier, Spatel, Meßkolben (100ml), Peleus-Ball, 2 Vollpipetten (5ml), je eine Vollpipette zu 50 ml, 25 ml, 10 ml, 4 Bechergläser (50ml), 6 Tropfpipetten mit Hütchen, Waage, Spektralphotometer, 2 Quarzküvetten

Chemikalien und Materialien:

Sorbinsäure, Magnesiumsulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Weinsäure, 0,5m Schwefelsäure, 0,005m Schwefelsäure, dest. Wasser, mit Sorbinsäure konserviertes Lebensmittel (z.B. Brot)

Zeit: 90 Minuten

Versuchsanleitung:

5 g feinzerkleinertes Lebensmittel werden mit 20 g Magnesiumsulfat und 5 g Weinsäure im Wasserdampf in einen Rundkolben destilliert, bis 400 ml

*) Bei der Wasserdampfdestillation geht Sorbinsäure nicht quantitativ in das Destillat über. Die Wiederfindungsrate liegt im Mittel bei nur 90%. Prinzipiell ist auch ein Nachweis von Sorbinsäure mittels Dünnschichtchromatographie möglich. Die Ergebnisse stehen jedoch in keinem Verhältnis zum notwendigen Aufwand.

übergegangen sind.

Währenddessen stellt man verschieden konzentrierte Sorbinsäurelösungen wie folgt her:

Stammlösung: 0,001g Sorbinsäure werden in einen 100 ml Meßkolben eingewogen und dieser mit aqua dest. bis zur Marke aufgefüllt.

Die folgenden Verdünnungen werden in Bechergläsern hergestellt, indem man jeweils 5 ml der Stammlösung vorlegt und die angegebene Menge dest. Wasser dazupipettiert.

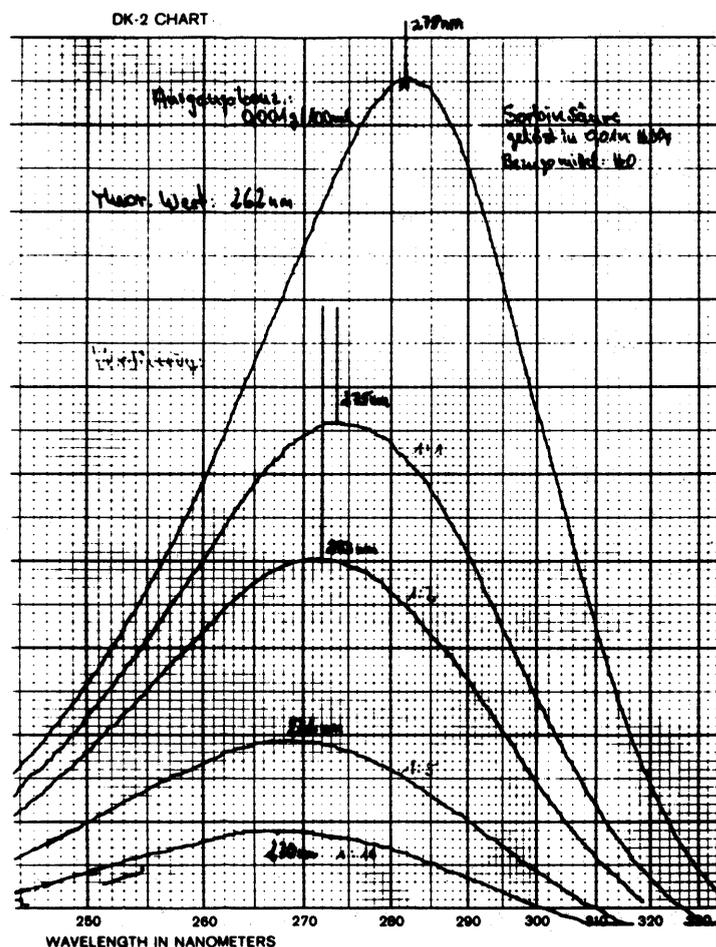
Verdünnung 1:1 : 5 ml Stammlösung + 5 ml dest. Wasser

Verdünnung 1:2 : 5 ml Stammlösung + 10 ml dest. Wasser

Verdünnung 1:5 : 5 ml Stammlösung + 25 ml dest. Wasser

Verdünnung 1:10: 5 ml Stammlösung + 50 ml dest. Wasser

Die Lösungen werden in einem Spektralphotometer bei 220 - 300 nm in Quarzküvetten gegen dest. Wasser gemessen. Mit den erhaltenen Werten wird eine Eichkurve erstellt.



Dem Destillat werden 5 ml 0,5m Schwefelsäure zugegeben, bis auf 500 ml mit dest. Wasser aufgefüllt und die Lösung photometriert.

Konservieren mit Benzoesäure

BE 1 : Nachweis der konservierenden Wirkung von Benzoesäure*)

Durch Zusatz von Hefe beginnen glucosehaltige Lösungen zu gären: es entstehen Ethanol und Kohlendioxid. Der Nachweis des Kohlendioxids mit Kalkwasser kann als Indikator für den Beginn des Gärungsprozesses eingesetzt werden. Der folgende Versuch zeigt, daß Benzoesäure die Gärung unterbinden kann.

Benzoessäure verhindert die alkoholische Gärung

Geräte:

je 2 Erlenmeyerkolben zu 100 ml und zu 50 ml, 1 Erlenmeyerkolben, 2 durchbohrte Gummistopfen, Tropfpipette mit Hütchen, Glastrichter, Glasstab, Spatel, Waage

Chemikalien und Materialien:

Traubenzucker, Hefe, Calciumcarbonat ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), Benzoesäure, dest. Wasser, Filterpapier

Zeit: 25 Minuten

Versuchsanleitung:

Zunächst wird Kalkwasser hergestellt. Dazu gibt man unter Rühren in einen Erlenmeyerkolben (50 ml) mit etwa 40ml dest. Wasser so lange $\text{Ca}(\text{OH})_2$, bis eine gesättigte Lösung mit Bodenkörper entstanden ist. Diese Lösung wird durch einen mit Filterpapier bestückten Glastrichter in einen zweiten Erlenmeyerkolben filtriert.

Für die Gärlösung werden in einen 200ml-Erlenmeyerkolben 15g Traubenzucker eingewogen und mit 100 ml dest. Wasser gelöst. In dieser Zuckerlösung werden 20 g Hefe aufgeschlämmt und das entstandene Gemisch gleichmäßig auf zwei gekennzeichnete (+/-) 100ml-Erlenmeyerkolben verteilt. In den (+)-Kolben werden 0,1 - 0,2 g Benzoesäure gegeben und beide Kolben mit den in Gummistopfen befindlichen Gärröhrchen verschlossen. In die Gärröhrchen wird abschließend mit Hilfe einer Tropfpipette vorsichtig Kalkwasser gefüllt.

Die beobachtende Verhinderung der Gärung durch Benzoesäure wird als Hemmung des Enzymsystem der Hefe (Zymase) interpretiert.

*) Nach: H. Körperth a.a.O

BE 2 : Nachweis von Benzoesäure in Erfrischungsgetränken

Erfrischungsgetränke werden immer weniger mit chemischen Konservierungsstoffen konserviert. Noch vor 10 Jahren konnte fast noch in jedem beliebigen Getränk Benzoesäure nachgewiesen werden. Inzwischen weist die Zutatenliste von Getränken nur noch selten Konservierungsstoffe auf. Dies ist sowohl eine Folge verbesserter Produktions-, Transport- und Lagerbedingungen wie auch eine Reaktion auf das zunehmende Interesse des Verbrauchers an möglichst wenigen chemischen Zusatzstoffen in Lebensmitteln.

Nachweis von Benzoesäure (Mohler-Reaktion)

Achtung: Durchführung nur im Abzug!

Vorsicht beim Umgang mit konzentrierten Säuren!

Vorsicht beim Umgang mit Hydroxylamin-HCl!

Vorsicht beim Umgang mit Ether!

Geräte:

Schütteltrichter (500ml) mit Stopfen sowie Stativmaterial für dessen Halterung, Meßzylinder (250 ml), je eine Vollpipette zu 10 ml und 2 ml, Meßpipette (10ml), Peleus-Ball, Tropfpipette mit Hütchen, 2 Erlenmeyerkolben (50ml), 2 Bechergläser (500ml, hohe Form), 1 großes Reagenzglas, Reagenzglasständer, Magnetrührer, Tiegelzange, Spatel, Waage

Chemikalien und Materialien:

Diethylether, Kaliumnitrat (KNO_3), Hydroxylaminchlorid (NH_2OCl), konzentrierte Schwefelsäure, 25%ige Ammoniaklösung, Eis, dest. Wasser, benzoessäure-haltiges Erfrischungsgetränk (z.B. Coca-Cola light), Filterpapier, pH-Indikatorpapier

Zeit: 40 Minuten

Versuchsanleitung:

Das Wasser wird in einem Becherglas auf der Heizplatte mit Magnetrührer zum Sieden gebracht. Gleichzeitig werden folgende Lösungen hergestellt:

Lösung A: In einen Erlenmeyerkolben wird 1 g KNO_3 eingewogen und in 10 ml H_2SO_4 konz. gelöst.

Lösung B: In einen Erlenmeyerkolben werden 0,5 g NH_2OCl eingewogen und mit 25 ml dest. Wasser gelöst.

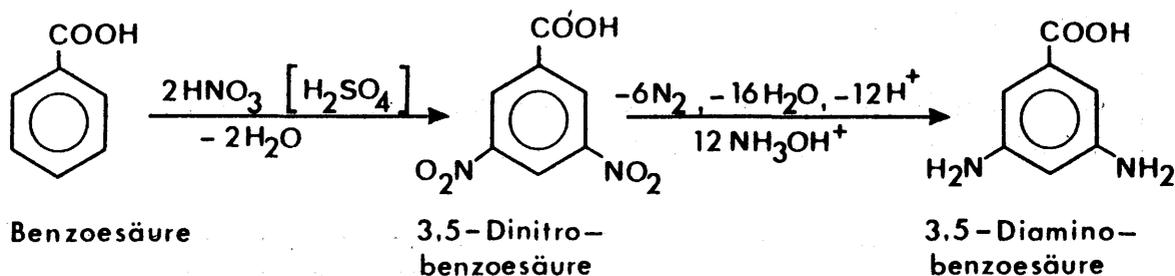
Des weiteren wird ein Becherglas zur Hälfte mit Eis gefüllt.

In einem Schütteltrichter werden 200 ml des Erfrischungsgetränkes mit 30 ml Ether mehrmals kräftig geschüttelt. Dabei wird immer wieder vorsichtig entlüftet.

Anschließend hängt man den Schütteltrichter zur Trennung der Phasen offen in einen gut befestigten Stativring. Trennen sich die Phasen dabei nicht deutlich, so kann das Gemisch unter Zusatz von etwas Kochsalz erneut geschüttelt werden ('Aussalzen'). Haben sich die Phasen getrennt, wird die wässrige Phase abgelassen und verworfen.

Die Etherphase wird in einem Reagenzglas aufgefangen, welches dann in das siedende Wasser gestellt wird. Ist der Ether verdunstet, wird das Reagenzglas mit der Tiegelzange entnommen, vorsichtig 2 ml der Lösung A hineingegeben und erneut im siedenden Wasser (bis zum Entweichen brauner Dämpfe) erwärmt. Nun wird das Reagenzglas im Eisbad gekühlt, das Reaktionsgemisch vorsichtig mit 4 ml dest. Wasser und nach erneutem Kühlen mit 4 ml der Lösung B versetzt. Dieses Gemisch wird tropfenweise mit Ammoniaklösung alkalisch gemacht und anschließend im nicht mehr siedenden Wasserbad noch fünf Minuten erwärmt.

Der Mechanismus der sog. Mohler-Reaktion wird wie folgt angegeben:



Der Nachweis von Benzoesäure in festen Lebensmitteln kann im Anschluß an eine Wasserdampfdestillation erfolgen. Man beachte, daß viele Lebensmittel einen natürlichen Gehalt an Benzoesäure aufweisen (Preiselbeeren z.B. bis zu 0,24%); andererseits ist die durchschnittliche Wiederfindungsrate nach einer Wasserdampfdestillation mit ca. 70% deutlich unsicher.

Im Destillat kann die Benzoesäure wie oben ausgeführt nachgewiesen werden oder durch Zusatz einer neutralen Eisen(III)-chlorid-Lösung, wobei ein fleischfarbener Niederschlag die Anwesenheit der Benzoesäure anzeigt.

Der Zusatz und die Wirkung von Antioxidantien

A 1 : Nachweis von Vitamin E in Speiseöl

Die Gruppe der Tocopherole (α -, β -, γ - und δ -Tocopherol) wird zusammenfassend als Vitamin E bezeichnet. In der Lebensmittelkonservierung werden tocopherolhaltige Extrakte natürlichen Ursprungs (E 306) und synthetisches α -Tocopherol (E 307) als Antioxidantien verwendet.

Nachweis von Vitamin E in Speiseöl^{*)}

Achtung: Versuch im Abzug durchführen!

Geräte:

Reagenzglas, Reagenzglasständer, Reagenzglasklammer, 2 Bechergläser (250ml, hohe Form), Magnetrührer, Meßzylinder (10ml), 2 Tropfpipetten mit Hütchen

Chemikalien und Materialien:

Speiseöl (z.B. Distelöl mit 5% Weizenkeimöl), Ethanol (getrocknet über Molekularsieb oder CaO), konzentrierte Salpetersäure, Eis, Siedesteinchen

Zeit: 15 Minuten

Versuchsanleitung:

Wasser wird in einem Becherglas auf einer Heizplatte zum Sieden erhitzt. Ein weiteres Becherglas wird mit Eis gefüllt.

Währenddessen werden in einem mit Siedesteinchen bestückten Reagenzglas einige Tropfen Speiseöl in 1 - 2 ml wasserfreiem Ethanol gelöst. Zu dieser Lösung werden vorsichtig tropfenweise 2 ml HNO₃ konz. gegeben.

Anschließend wird die Mischung unter dauerndem Schütteln im Wasserbad zum Sieden erhitzt und danach im Eisbad gekühlt.

In Gegenwart von Tocopherol entsteht Tocopherolrot. Die Intensität der Färbung nimmt bei niedrigen Temperaturen deutlich zu.

Dieser Versuch kann ebenso mit Pflanzenfett, dem Vitamin E als Antioxidans zugefügt wurde, durchgeführt werden.

^{*)} Nach: M. Just, A. Hradetzky: Chemische Schulexperimente. Bd.4, Berlin 1983

A 2 : Bestimmung von Vitamin C in Pilzkonserven^{*)}

Bei der Verarbeitung von bräunungsanfälligen Lebensmitteln (z.B. von Pilzen) werden schon dem Waschwasser Säuren zugegeben, die eine Bräunung verhindern sollen. Am häufigsten wird hierzu die mild schmeckende Citronensäure verwendet. Die pH-Absenkung reicht jedoch nicht aus, um das konservierte Lebensmittel über einen längeren Zeitraum zu schützen. Aus diesem Grund wird (auch bei Vollkonserven) zusätzlich Vitamin C als Antioxidans zugegeben, das mit Citronensäure in synergistischer Beziehung steht.

Titrimetrische Bestimmung von Vitamin C in Pilzkonserven^{)}****Geräte:**

Stativmaterial, Bürette, Magnetrührer mit Rührfisch, Erlenmeyerkolben (300 ml), 6 Erlenmeyerkolben (100 ml), 1 Becherglas (50 ml), 1 Meßkolben (1000 ml), 2 Glasstrichter, je eine Vollpipette zu 10 ml und zu 1 ml, Peleus-Ball, 2 Meßzylinder (25 ml), 1 Mischzylinder (50ml), eine braune Enghalsflasche (1000 ml) mit Stopfen, Glasstab, Spatel, Waage

Chemikalien und Materialien:

1 Vitamin-C-Tablette (50mg), Dichlorphenolindophenol (DCPIP), 5%ige Metaphosphorsäurelösung (giftig!), dest. Wasser, eine Pilzkonzerve (z.B. Champignons in Scheiben), säurefeste Handschuhe, Filterpapier

Zeit: 90 Minuten

Versuchsanleitung:

Zuerst wird die DCPIP-Maßlösung hergestellt und ihr Titer bestimmt. Dazu wiegt man in einen 300 ml-Erlenmeyerkolben 0,2 g DCPIP ein und löst es in etwa 200 ml dest. Wasser.

Die Lösung wird in einen 1l-Meßkolben filtriert, der Filter mehrmals mit dest. Wasser nachgewaschen und das Filtrat mit dest. Wasser auf genau 1000 ml aufgefüllt. Diese Lösung ist licht- und hitzeempfindlich und muß im Kühlschrank aufbewahrt werden, wo sie etwa vier Wochen haltbar ist.

Zur Bestimmung des Titers der hergestellten Lösung gibt man eine Vitamin-

^{*)} Nach: H. P. Haseloff, J. Mauch: Das Vitamin-C-Projekt. Frankfurt 1989

^{**)} Die titrimetrische Bestimmung von Vitamin C mit Dichlorphenolindophenol-Lösung wurde bereits 1927 von Tillmans beschrieben, weswegen die Reaktionslösung oft auch als Tillmans Reagenz bezeichnet wird.

C-Tablette mit bekanntem Vitamingehalt in einen Mischzylinder, füllt mit 50 ml 5%iger Metaphosphorsäurelösung auf (Handschuhe tragen!) und zerdrückt die Tablette vorsichtig mit einem Glasstab. Nach dem vollständigen Auflösen der Tablette wird mit einer Vollpipette genau 1 ml Vitamin-C-Lösung entnommen und in einen 100ml-Erlenmeyerkolben gegeben. Es werden 10 ml Metaphosphorsäurelösung und 10 ml dest. Wasser zugesetzt. Die Bürette wird mit Hilfe eines Glastrichters mit der DCPIP-Lösung gefüllt und der Flüssigkeitsstand notiert. Anschließend titriert man unter Verwendung des Magnetrührers so lange, bis einfallende blaue Tropfen nicht mehr entfärbt werden und die Lösung eine blasse Rosafärbung annimmt, die mindestens 30 Sekunden bestehen bleibt (ein weißer Hintergrund erleichtert hierbei das Erkennen der Rosafärbung). Der neue Flüssigkeitsstand in der Bürette wird notiert.

Es ist ratsam, diese Titration zweimal zu wiederholen, um aus dem gebildeten Mittelwert der drei Bestimmungen einen genauen Wert für den Titer zu erhalten.

Zur Bestimmung des Vitamin-C-Gehaltes im Aufguß der Pilzkonzerve gibt man in einen Erlenmeyerkolben

- 20 ml Aufguß
- 10 ml Metaphosphorsäurelösung und
- 20 ml dest. Wasser

und titriert wie oben beschrieben. Anschließend wird der Vitamin-C-Gehalt berechnet (siehe Beispiel-Auswertung unten).

Titerbestimmung der DCPIP-Lösung:

Vorlage: 1 mg Vitamin C (aus Vitamin-C-Tablette mit definiertem Gehalt)

Flüssigkeitsstand der DCPIP-Lösung in der Bürette:

Vor der Titration: $V_1 = 19 \text{ ml}$

Nach der Titration: $V_2 = 30 \text{ ml}$

Verbrauch: $\Delta V = 11 \text{ ml}$

(gemittelt aus 3 Bestimmungen)

d.h. 11 ml DCPIP-Lösung entsprechen 1 mg Vitamin C

und 1 ml DCPIP-Lösung entsprechen $1/\Delta V = 0,091 \text{ mg Vitamin C}$

somit ergibt sich der Titer zu:

1ml DCPIP-Lösung = 0,091 mg Vitamin C

Auswertung einer Titration:

Vorlage: x mg Vitamin C in 20 ml Aufguß

Flüssigkeitsstand der DCPIP-Lösung in der Bürette:

Vor der Titration: $V_1 = 17,5 \text{ ml}$

Nach der Titration: $V_2 = 1,0 \text{ ml}$

Verbrauch: $\Delta V = 16,5 \text{ ml}$

Titer der Lösung: 1 ml DCPIP-Lösung entsprechen 0,091 mg Vitamin C

damit ergibt sich:

$$16,5 \cdot 0,091 \text{ mg} = 1,5015 \text{ mg Vitamin C in 20 ml}$$

und für die Konzentration in mg/l:

$$1,5015 \text{ mg} \cdot 50 = 7,5075 \text{ mg Vitamin C / l}$$

Hinweis:

Soll der Vitamin-C-Gehalt einer festen Obstkonserve (z.B. Apfelmus) untersucht werden, so preßt man die in der Konserve enthaltene Flüssigkeit mit Hilfe einer sauberen Baumwollwindel oder eines Geschirrhandtuches aus und titriert 20 ml dieses Filtrats wie oben beschrieben.

Erfahrungen mit einem Projekt 'Konservierung' im Chemieunterricht der Jahrgangsstufe 12

Das Unterrichtsprojekt *Konservierung* wurde in einem Chemie-Grundkurs der Jahrgangsstufe 12 an einer Integrierten Gesamtschule in Hessen durchgeführt, und zwar als Abschluß der Unterrichtsreihe Alkohole/Aldehyde/Carbonsäuren. Der gut motivierte Kurs setzte sich aus 9 Schülerinnen und 11 Schülern zusammen. Der Gesamtumfang des Projektes betrug 13 Schulstunden.

Zur Einführung in die Thematik wurde den SchülerInnen ein etwa 10-minütiger Videofilm (Heidenreich 1989) vorgeführt, in dem die Entwicklungsgeschichte der Konservendose von 1810 bis heute geschildert wird. Die SchülerInnen zeigten sich verblüfft über die recht lange Geschichte der Konservendose, die sie als Errungenschaft der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg angesehen hatten. Zur weiteren Information wurde ihnen der Text von Leuchs aus dem Jahr 1820 ausgegeben (siehe S. 8), in dem die klimaabhängige Entwicklung von Konservierungsmethoden aus zeitgenössischer Sicht beschrieben wird.

Eine Bearbeitung des Themenkreises 'Konservierung' erschien den SchülerInnen - insbesondere unter dem Aspekt *kompetentes Verbraucherverhalten* - spannend und interessant. Beim Brainstorming nannten sie die folgenden Begriffe und Stichworte, die ihre Interessenlage weiter charakterisieren:

- Salz, Formalin
- Lebensmittel, Kosmetik
- Haltbarkeit
- Gesundheit
- Deklarationspflicht für Konservierungsstoffe (Nutzen z.B. für Allergiker), E-Nummern
- Selbstherstellung, Untersuchung von Lebensmitteln (z.B. Cola)
- Geschäfte vergleichen (z.B. Bäcker, Metzger), Mißbrauch ('Bio', 'Öko')

Im Verlauf der folgenden Stunden entwarfen die SchülerInnen anhand dieser Ideensammlung die folgende Skizze zur Durchführung des Projekts, wobei zunächst beschlossen wurde, die geplanten Untersuchungen auf Lebensmittel zu beschränken (und nicht, wie von einigen gewünscht, auf Kosmetika auszudehnen).

1. Eine Gruppe von SchülerInnen geht in mehrere Geschäfte und informiert sich dort, wie auf Konservierungsstoffe in Lebensmitteln hingewiesen wird und inwieweit das Personal über Informationen zu Konservierungsstoffen verfügt. Gleichzeitig kaufen diese Schüler Lebensmittel ein, die sowohl als 'konservierungsmittel-haltig' als auch als 'ohne Konservierungsstoffe' deklariert sind.
2. Ein zweite Gruppe erarbeitet Untersuchungsmethoden, mit denen die Aussagen der Deklarationen überprüft werden können.

3. Überprüft werden sollte auch der Zusatz von Konservierungsstoffen auf seine Notwendigkeit und das Vorhandensein möglicher Alternativen .

Die resultierenden Ergebnisse sollten zu Projektende in Form einer Ausstellung der Schulöffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Aus diesem Vorschlag ergaben sich schließlich 6 Arbeitsgruppen, die arbeits- teilig folgende Teilthemen in Angriff nahmen:

- Gruppe A: Erkunden verschiedener Geschäfte mit gleichzeitigem Einkauf von Lebensmitteln.
- Gruppe B: Zusammenstellung von Informationen zu den verschiedenen Konservierungsmethoden .
- Gruppe C: Sammlung und Auswertung allgemeiner Informationen zur 'Konservierung'
- Gruppe D: Praktische Konservierung verschiedener Lebensmittel
- Gruppe E: Entwicklung geeigneter Nachweismethoden für Konservierungs- stoffe in Lebensmitteln
- Gruppe F: Organisation der Ausstellung

Als Hilfe für die Realisierung des Projekts wurde den Schülern die von der Betreuerin zusammengestellte Handbibliothek vorgestellt (siehe thematisch geordnete Literaturliste S. 113). Die im Projektverlauf gesammelten Informa- tionen wurden nach und nach in diese Handbibliothek einsortiert, so auch die während der beiden folgenden Wochen durch einige Schüler bei der Verbrau- cherzentrale besorgten Broschüren zum Thema 'Konservierung'.

Gruppe A hatte ihren Erkundungsgang in Geschäften durchgeführt und Lebens- mittel für die Untersuchung eingekauft. Sie berichteten,

- daß von dem in Lebensmittelgeschäften (Supermärkte) arbeitenden Personal nur selten Informationen zu Konservierungsstoffen zu erhalten sind;
- daß in Metzgereien ausführliche Auskünfte zu Konservierungsmethoden (Pökeln, Räuchern) und -stoffen (Pökelsalz) gegeben wurden;
- daß auf Lebensmittelverpackungen auf das Fehlen von Konservierungsstoffen deutlicher hingewiesen wird als auf den Gehalt an Konservierungsstoffen.

Anhand der mitgebrachten Lebensmittel wurde folgender Untersuchungsplan erstellt:

- Nachweis von Benzoesäure in einer mit ihr konservierten Cola.
- Nachweis von Sorbinsäure in einer mit ihr konservierten Speisequark- Fruchtzubereitung.
- Nachweis von Sorbinsäure in Kakao, der keine Konservierungsstoffe enthalten soll.
- Nachweis von Schwefeldioxid in ungeschwefelten, getrockneten Aprikosen.

Gruppe D hatte sich inzwischen entschieden, geräucherte Wurst und Kartof- felchips herzustellen. Gruppe A wollte sich weiter mit der rechtlichen Seite des

Konservierungsstoffzusatzes beschäftigen und dazu auch Informationen der übrigen Gruppen einbeziehen.

Einige Zeit mußte in den folgenden Tagen für die Vorbereitung der Versuche (Aufbau der Wasserdampfdestillationsapparatur, Herstellung der Iod-Stärke-Indikatorpapiere) aufgebracht werden, wozu ein Teil der SchülerInnen u.a. auch Freistunden nutzten. Unter Aufsicht stellten sie so mit Hilfe der Wasserdampfdestillation Auszüge aus den auf ihren Sorbinsäuregehalt zu untersuchenden Lebensmitteln (Fruchtzubereitung, Kakao) her, ebenso wurde die kolorimetrische Reihe vorbereitet.

Der Großteil der Unterrichtszeit wurde im weiteren von alle Gruppen zur Bearbeitung der in ihren Arbeitsplänen erstellten Aufgaben verwendet. Jeweils zum Ende der Doppelstunde wurde ein Plenumsgespräch geführt, in dem jede Gruppe den aktuellen Stand ihrer Arbeit vortrug.

Erste Nachweisreaktionen brachten überraschende Ergebnisse: So war der Nachweis von Schwefeldioxid in *ungeschwefelten*, getrockneten Aprikosen mit Iod-Stärke-Papier positiv verlaufen. Die den Versuch durchführende Gruppe kommentierte dieses Ergebnis mit dem Hinweis, daß sie in der Literatur die Aussage gefunden hätten, daß getrocknete Aprikosen grundsätzlich geschwefelt seien, da sie anderenfalls ihre charakteristische Farbe verlören.

Die Diskussion erbrachte u.a. den Hinweis, daß der Nachweis evtl. durch die Temperatur des Wasserdampfes positiv verlaufen sei. Die zur Überprüfung des Ergebnisses durchgeführte Versuchswiederholung unter kontrollierten Bedingungen sowie weitere theoretische Betrachtungen führten zu dem Schluß, daß die Aprikosen tatsächlich geschwefelt worden sein mußten.

Aus diesem Resultat entwickelte sich die Frage, welche Rechtsvorschriften zur Schwefelung von Trockenfrüchten überhaupt existieren und wer bei begründetem Verdacht des Verstoßes gegen eine Deklaration für die Überprüfung zuständig sei.

Beim nächsten Termin hatte sich die Frage nach der Zuständigkeit geklärt: Staatliche Untersuchungsämter (in diesem Fall das Staatliche Veterinäramt) sind mit der Begutachtung von verdächtigen Lebensmitteln betraut. Über den betreuenden Lehrer wurde der Kontakt hergestellt und eine Terminabsprache getätigt. Dabei erfuhren die SchülerInnen auch die möglichen Folgen ihres Interesses: Wird eine verdächtige Lebensmittelprobe abgegeben, so wird gleichzeitig ein gerichtliches Verfahren gegen den Hersteller des Lebensmittels eröffnet. Da die im Unterricht durchgeführte Nachweismethode nicht juristisch anerkannt sei, wäre das Ergebnis nicht aussagekräftig genug, um solch ein Verfahren einzuleiten. Der Mitarbeiter des Amtes kündigte eine eigene Untersuchung an, die jedoch einige Wochen Zeit in Anspruch nehmen könne.

Niederschrift über die Entnahme einer Probe

- § 42 Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz -

Behörde, die die Probe entnommen hat	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 100%;">Nummer der Probe</td> </tr> <tr> <td>Warenart/Code-Nr.</td> </tr> </table>	Nummer der Probe	Warenart/Code-Nr.		
Nummer der Probe					
Warenart/Code-Nr.					
Eingangsstempel des Staatl. Untersuchungsamtes					
A) Betrieb (Name und Art) in dem Probe entnommen wurde (Ort d. Niederlassung Name u. Wohnort d. Inhabers oder seines Stellvertreters)					
B) Probe 1. Genaue Bezeichnung (Warenart, Menge, usw.)					
2. Bezeichnung ergibt sich aus:	<input type="checkbox"/> Schild an der Ware <input type="checkbox"/> Etikett <input type="checkbox"/> Originalpackung <input type="checkbox"/> Preistafel <input type="checkbox"/> mündliche Angabe				
3. Grund der Probeentnahme: (Für evtl. längeren Bericht Beiblatt verwenden)	<input type="checkbox"/> Planprobe <input type="checkbox"/> Verdachtsprobe <input type="checkbox"/> Nachprobe Probe Nr. zu Tgb. -Nr.				
4. Zeit und Örtlichkeit der Probeentnahme (Raum):	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Datum</td> <td style="width: 20%;">Uhrzeit</td> <td style="width: 40%;">Ort, an dem sich die Ware bei der Probeentnahme befand:</td> <td style="width: 20%;">Lager-temperatur</td> </tr> </table>	Datum	Uhrzeit	Ort, an dem sich die Ware bei der Probeentnahme befand:	Lager-temperatur
Datum	Uhrzeit	Ort, an dem sich die Ware bei der Probeentnahme befand:	Lager-temperatur		
5. Bezugsquelle:	<input type="checkbox"/> Lieferant: <input type="checkbox"/> Hersteller: <input type="checkbox"/> Importeur:				
6. Zeit des Bezugs und der Herstellung:	geliefert am: /hergestellt am: /mind. haltbar bis:				
7. Bezeichnung bei Lieferung:	<input type="checkbox"/> laut Rechnung vom <input type="checkbox"/> laut Lieferschein vom				
8. Bezogene und vorhandene Menge:	geliefert: /vorhanden:				
9. Einkaufs- u. Verkaufspreis:	Einkauf: DM je /Verkauf: DM je				
10. Bemerkungen: (Beschaffenheit bei der Entnahme und sonstige notwendige Angaben)					
C) Gegenprobe	<input type="checkbox"/> Gegenprobe <input type="checkbox"/> Zweitprobe wurde zurückgelassen. <input type="checkbox"/> Die Annahme und Verwahrung wurde abgelehnt. <input type="checkbox"/> Der Betriebsinhaber will die Gegenprobe untersuchen lassen durch: *)				
D) Probenehmer	Name u. Dienststellung in Druckschrift/Stempel Unterschrift				

Erklärung des Betriebsinhabers:

1. Über die Bedeutung der Gegenprobe wurde ich belehrt.
2. Als Entschädigung für Probe und Gegenprobe erhielt ich:

_____ DM _____ Pf

 (Unterschrift des Betriebsinhabers oder seines Stellvertreters)

Zutreffendes ist anzukreuzen

Mit 2 Durchschriften und Probe zur Untersuchung an das Staatliche Medizinal-, Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt

in _____

Bei Beanstandungen wird Gutachten zweifach erbeten.

*) soweit bekannt

Der Landrat/Oberbürgermeister
des Kreises/der Stadt
- Staatl. Veterinäramt -
Staatl. Chem./Veterinär-Untersuchungsamt

Empfangsbestätigung für Beschwerdeführer
Datum: _____ Uhrzeit: _____
Eingangsstempel

Niederschrift über die Annahme einer Beschwerdeprobe

A7

Es erscheint/wurde aufgesucht in		
Frau/Herr Straße, Wohnort		
Woher er/käufte am (Datum)	gegen (Uhrzeit)	von der Firma
		wurde
Straße/Ort		
Bezeichnung der Ware	Menge (kg/Stück./Ltr.)	Preis DM
gekauft		
Bezeichnung ergibt sich aus	Name des Käufers	Name der/s Verkäuferin/s
Reklamation des Beschwerdeführers (wann, bei wem)	Art der Beschwerde (z.B. Verderbenheit)	
Erfolg	Kaufnachweis (Quittung, Einwickler usw.)	
Behandlung/Aufbewahrung der Ware nach dem Kauf		
Wann wurde das Behältnis/die Packung geöffnet?	Zeitpunkt der ersten Beschwerdeerscheinung	Wer hat den Beschwerdegrund zuerst bemerkt?
Zeugen		
Erkrankte Personen/Anschrift		
Art der gesundheitlichen Beschwerden (nähere Erläuterungen)		
Ich beantrage amtliche Untersuchung und verzichte ohne Rücksicht auf das Untersuchungsergebnis auf Rückgabe des etwa übrigbleibenden Proberestes und auf eine amtliche Entschädigung für die Probe. Im Falle der Beanstandung lege ich Wert auf Ersatz durch den Verkäufer. Mein Name darf im Zuge der Ermittlungen - nicht - genannt werden. Das weitere Vorgehen überlasse ich der zuständigen Behörde / und / oder		
Ort, Datum		
Unterschrift des Beschwerdeführers	Unterschrift des aufnehmenden Bediensteten	
Amtliche Probe Nr. _____		
wird nachgereicht / ist beigelegt / erscheint nicht erforderlich		
Dem Staatlichen Veterinäramt	wurde am	die Einreichung der Beschwerdeprobe
bekanntgegeben. Die Entnahme einer amtlichen Probe/Vergleichsprobe wurde am		erbeten.
Raum für weitere Angaben oder für abschließende Beurteilung durch annehmendes Veterinäramt		

Die Nachforschungen zur Schwefelung von Trockenfrüchten ergaben, daß getrocknete Aprikosen bis zu 1250 mg SO₂/kg enthalten dürfen. Ergänzend wurde mitgeteilt, daß bis zu 20 mg SO₂/kg gänzlich deklarationsfrei sind. Daran entbrannte eine Diskussion, ob 'deklarationsfrei' mit einer 'ungeschwefelt'-Deklaration gleichzusetzen sei. Da diese Frage im Unterricht nicht endgültig beantwortet werden konnte, erhielten die Schüler, die die Aprikosen zur Untersuchung bringen wollten, den Auftrag, sich diese Frage von kompetenter Seite beantworten zu lassen.

In der Zwischenzeit wurden die durchgeführten Konservierungsversuche ausgewertet: ein Schimmelversuch, bei welchem unkonserviertes Brot mit Brot verglichen wurde, das mit Sorbinsäure behandelt worden war. Vorgestellt wurden die Funktionsweise der Wasserdampfapparatur und das Vergleichsverfahren für reaktive Färbungen mittels kolorimetrischer Reihe.

Die Fruchtzubereitung zeigt erwartungsgemäß ein positives Ergebnis, welches sich anhand der kolorimetrischen Reihe mit etwa 0,002% (20 mg SO₂/kg bei einer zugelassene Höchstmenge von 100 mg SO₂/kg) beziffern ließ. Überraschenderweise fiel nun auch der Nachweis in dem aus Kakao gewonnenen Auszug positiv aus.

Zu Beginn der folgenden Doppelstunde informierten die Schüler, die die Proben abgegeben hatten, anhand von Formblättern (siehe Seite 107/108) über den Verlauf der Abgabe. Sie hatten auch Antwort auf die Frage erhalten, was 'ungeschwefelt' bedeutet: Ein 'deklarationsfreier' Gehalt darf in keinem Fall als 'frei von' (hier: ungeschwefelt) bezeichnet werden.

Die abschließende Auswertung, die ihren Niederschlag in einer Ausstellung mit zahlreichen Postern fand, brachte u.a. folgende Ergebnisse und noch z.T. offene Fragen:

- Trotz mehrmaliger Durchführung der Nachweismethode war es nicht gelungen, Benzoesäure in Cola oder einer Blindprobe nachzuweisen.
- Die Unterdrückung des Gärungsprozesses mit Hilfe von Benzoesäure war eindrucksvoll gelungen.
- Die selbsthergestellten Kartoffelchips hatten eine schwarze Farbe angenommen und schmeckten mehlig. Als Ursache hierfür konnte der unzureichende Preßvorgang benannt werden.
- Anhand von selbstaufgenommenen Polaroidbildern dokumentierte eine Gruppe das in einer privaten Räucherammer durchgeführte Räuchern von Würsten.
- Während der Beschäftigung mit den verschiedenen Konservierungsmethoden hatten die SchülerInnen erkannt, daß die 'natürlichen' Konservierungsverfahren zum größeren Teil chemische Methoden darstellen (z.B. Einlegen in Essig, Einlegen in Alkohol, Zusatz von Salz oder Zucker), und somit nur bedingt als 'Alternativen zur chemischen Konservierung' bezeichnet werden

WARUM KONSERVIERUNGS- STOFFE?



Viele Lebensmittel lassen sich durch physikalische Methoden, wie Wärme - Kältebehandlung haltbar machen.

Doch läßt sich nicht für alle Lebensmittel einen erwünschten Schutz vor Verderb durch Bakterien, Hefe- oder Schimmelpilze erreichen. In solchen Fällen finden Konservierungsstoffe Verwendung, die das Wachstum von Mikroorganismen hemmen und damit die Haltbarkeit des Lebensmittels verlängern.

Das Konservieren ist vor allem eine Maßnahme des vorbeugenden Gesundheitsschutzes, weil Schimmelpilze und Bakterien oftmals gefährliche Stoffe ausscheiden:
TOXINE, die hochgiftig sein können!

KONSERVIERUNGSMITTEL

ZUCKER
ESSIG
ALCOHOL
ZNS

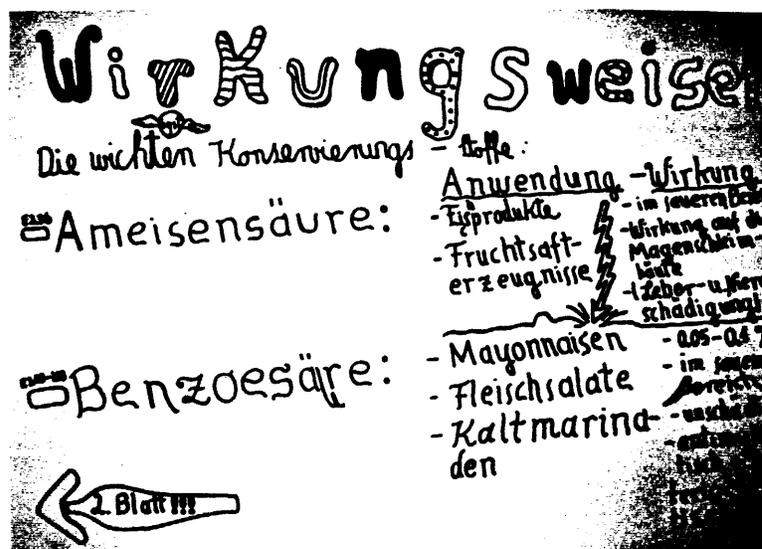
AMISERSÄURE
H-COOH

BENZOE-SÄURE
C6H5COOH

ESSIGSÄURE
CH3COOH

WEINSTEIN
NO-C6H4-CO-C6H4-NO2

- können, wenn auch Unterschiede nicht zu verkennen sind.
- Herausgearbeitet wurde, daß die meisten der verwendeten Konservierungsstoffe Carbonsäuren sind, die sowohl aufgrund ihrer Säureeigenschaften (saurer Milieu) wie auch über ihre organischen Reste (Lipidlöslichkeit) konservierend wirken.
 - Aus diesem Grund, so eine weitere Einsicht, werden nicht nur die freien Säuren sondern auch ihre Salze zur Lebensmittelkonservierung verwendet, letztere aufgrund besserer Lösungseigenschaften im wässrigen Milieu.
 - Der Zusatz von Konservierungsstoffen ist vom Gesetzgeber genau geregelt; es existieren sogar lebensmittelspezifische Angaben.
 - Die von den SchülerInnen mit Spannung erwarteten Ergebnisse der Untersuchung der abgegebenen Lebensmittelproben wurden leider nie in schriftlicher Form mitgeteilt. Auch eine telefonische Nachfrage erbrachte keine endgültige Antwort; allerdings wurde das Ergebnis der Untersuchung im Unterricht angezweifelt.



Im Rahmen der Auseinandersetzung mit dem Untersuchungsverfahren ergab sich die Notwendigkeit, einige chemisch fachliche Fragen (erneut) aufzugreifen und so weit möglich zu klären, u.a.:

- Warum wird das Iod-Stärke-Papier durch Schwefeldioxid entfärbt ?
- Welche Reaktionsmechanismen liegen den Nachweisen von Sorbinsäure und Benzoesäure in Lebensmitteln zugrunde ?
- Wodurch werden geschälte Kartoffeln braun ?
- Was ist Benzo(a)pyren ?
- Welches sind die Salze der Carbonsäuren ?

Die zum Abschluß stattfindende Stunde wurde zu einem allgemeinen Feedback genutzt, das hier in Stichpunkten wiedergegeben ist:

- * Positiv empfanden die SchülerInnen, daß ein Thema aus ihrem Alltag bearbeitet wurde, dem im Verlauf der Arbeit neue Aspekte hinzugefügt worden sind. Positiv bewertet wurde insbesondere die Möglichkeit der selbständigen Versuchsdurchführung.
- * Einige Schüler hatten zu Beginn des Projektes Schwierigkeiten mit der geforderten Selbständigkeit. Das Sammeln von Informationen anhand ihrer selbst formulierten Interessen mußte erst gelernt werden, ebenso die Auswertung und das Organisieren entsprechender Versuche. Als praktisch bedeutsame Orientierungshilfe bezeichneten sie in diesem Zusammenhang den erstellten Gesamtplan, die Arbeitspläne der Gruppen und die thematisch geordnete Handbibliothek.
- * Einige Schüler zweifelten am fachwissenschaftlichen Nutzen dieses Projektes. Diese Kritik wurde jedoch durch detaillierte Argumentation der Mehrzahl der MitschülerInnen entkräftet.
- * Ein beobachtender Lehrer gab zu bedenken, daß im Schulalltag normalerweise Versuche wie eine Wasserdampfdestillation aufgrund von Zeit- und Platzmangel nicht zu realisieren seien.

Die letzten beiden Punkte weisen u.E. jedoch lediglich darauf hin, daß trotz der Möglichkeit und Forderung eines auf Selbständigkeit und Selbsttätigkeit orientierten Unterrichts seitens des Gesetzgebers und der Didaktik SchülerInnen und LehrerInnen diesem weitaus weniger Bedeutung zumessen als einem Unterricht, der sich auf ein rezeptives Aneignen von Fachwissen beschränkt.

Die folgenden Literaturhinweise geben eine Übersicht über einschlägige, z.T. in öffentlichen Bibliotheken schnell verfügbare Titel. Nur in Einzelfällen wurden hier die Fundstellen aufgenommen, die bereits im Text erwähnt worden sind. Die Hinweise sind nach Bereichen grob zusammengefaßt und sollen auch als Anregung für die Zusammenstellung einer Handbibliothek für die Arbeit im Unterricht / im Projekt verstanden werden.

Allgemeines / Kulturgeschichte / kritische Darstellungen:

Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung. Landwirtschaft und Forsten e.V.: Lebensmittel-Kennzeichnung: Die Zutatenliste. Bonn 1987

P. Brothwell, D.R. Brothwell: Manna und Hirse. Eine Kulturgeschichte der Ernährung. Mainz 1984

Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH (CMA):

- Ein Milchlexikon. Bonn 1988

- Unser Zucker. Bonn 1991

B. Flower, E. Rosenbaum: The Roman Cookery Book. London 1958

M. Häberle: Pseudoallergische Reaktionen auf Konservierungs- und Farbstoffe. Ernährungs-Umschau 36 (1989), S.8ff

B. Heidenreich: Vor 180 Jahren - Nicolas Appert erfindet die Konservendose. Köln 1989

R. Heiss, K. Eichner: Haltbarmachen von Lebensmitteln. Berlin 1984

E. Kapfelsperger, U. Pollmer: Iß und Stirb. München, 1983

Katalyse Umweltgruppe (Hrsg.):

- Chemie im Lebensmittel. Köln 1982

- Was wir alles schlucken. Reinbek 1985

H. Körperth: Die Konservierung der Lebensmittel. Köln 1979

Kommission Der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.): Die Lebensmittelzusätze und der Verbraucher. Brüssel 1980

J. C. Leuchs: Lehre der Aufbewahrung und Erhaltung aller Körper. Nürnberg 1820

V. Naroska: Ist unsere Nahrung noch gesund ? Naturwissenschaften im Unterricht - Biologie 1984

K. Möhler: Das Räuchern. Alzey 1978

E. Paul: Allergische und pseudoallergische Hautreaktionen auf Nahrungsmittel und Nahrungsmittelbestandteile. Die Medizinische Welt 38 (1987), S.847ff

K. Potthast: Das Räuchern: Ein altes Verfahren aus der Sicht neuer Erkenntnisse. Labor 2000, 1985, S.166ff

- R. Preussmann: Potentielle Kanzerogene in Nahrungsmitteln. Der Kassenarzt 20 (1980), S.1882
- J. Pütz: Das Hobbythek-Buch, Bd. 3. Köln 1979; Bd. 7. Köln 1982
- K. Pukony: Das Buch vom natürlichen Konservieren. Stuttgart 1984
- F.F. Runge: Hauswirtschaftliche Briefe 1.-3. Dutzend, 1866. Weinheim 1988
- J. Sander: Vitamin C hemmt die Bildung von krebserzeugenden Nitrosaminen. Umschau 74 (1974), S.780
- P. Thielscher: Des Marcus Cato Belehrung über die Landwirtschaft. Berlin 1963
- R. Wettengel: Nahrungsmittelallergie und -unverträglichkeit aus der Sicht des Internisten. In: Ernährungs-Umschau 33 (1986) Sonderheft, S.433 ff
- E. Zander, A. Maurizio et al.: Der Honig. Stuttgart 1975
- Zusatzstoff-Zulassungsverordnung: In: Bundesgesetzblatt Teil I. S.2711 (23.Nov.1977), Bonn 1977

Analytische Verfahren / lebensmittelchemische Informationen:

- Boeringer Mannheim GmbH: Methoden der enzymatischen Lebensmittelanalytik mit Einzelreagentien. Mannheim 1984
- A. Deifel: Die Chemie des Honigs. In: Chemie in unserer Zeit 23 (1989), S.25ff
- W. Diemair, W. Postel: Nachweis und Bestimmung von Konservierungsstoffen in Lebensmitteln. Stuttgart 1967
- A. Dorau, V. Scharf: Konservierungsstoffe und ihre Wirkungen. In: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie (1974) Biologie
- Ch. Gertz, J. Hild: Möglichkeiten der analytischen Erfassung von Konservierungsstoffen in Lebensmitteln. In: Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -forschung, 1980, S.103ff
- P. Haupt: Chemische Konservierung von Lebensmitteln. In: Unterricht Biologie 153 (1990), S.21ff
- Lebensmittelchemische Gesellschaft - Fachgruppe in der GDCh (Hrsg.): Schulversuche mit Lebensmittel-Zusatzstoffen. Hamburg 1990
- E. Lück: Chemische Lebensmittelkonservierung. Berlin 1985
- R. Matissek, F.-M. Schnepel, G. Steiner: Lebensmittelanalytik. Berlin 1989
- Merck AG (Hrsg.): Konservierungstoffe für Lebensmittel. Darmstadt 1983

L. Rosival, Engst, Szokolay (Hrsg.): Fremd- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln. Leipzig 1978

E. Scheerer: Natürliche Gifte in Lebensmitteln. Naturwissenschaftliche Rundschau 37 (1984), S. 365ff

J. Schormüller (Hrsg.): Handbuch der Lebensmittelchemie, Bd. I, Berlin 1965

- W. Diemair, W. Postel: Konservierungsstoffe

- E. Hanssen, W. Wendt: Geschichte der Lebensmittelwissenschaft

- H. v. Pezold: Verderben und Vorratshaltung von Fetten und Fettprodukten

Bd. II/2, Berlin 1967:

- A. SEHER: Fremde Stoffe - Antioxydantien

G. Schwedt: Chemie und Analytik der Lebensmittelzusatzstoffe. Stuttgart 1986

B. Strahlmann: Entdeckungsgeschichte antimikrobieller Konservierungsstoffe für Lebensmittel. Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene 65 (1974), S.96ff

L. Toth: Chemie der Räucherung. Weinheim 1982

L. Toth, R. Wittkowski: Das Räuchern - aus Sicht der Chemie. Chemie in unserer Zeit H 2, 1985, S.48ff

Würdig, Woller: Chemie des Weines. Stuttgart 1989