

Naturwissenschaftler in ihrer Zeit

- **Justus von Liebig (1803-1873))**
- **Hildegard von Bingen (1098-1179)**

Arbeitsmaterial für die Übungen zur integrierten Einführung in den Sachunterricht

Tandem: Chemie – Geschichte

Teil: Chemie



Zusammengestellt und bearbeitet von:

Dr. Annette Geuther

Gießen, September 2004

Inhaltsverzeichnis

ZIELE UND POTENZEN DES FÄCHERÜBERGREIFENDEN ARBEITENS IN DER KOMBINATION VON CHEMIE UND GESCHICHTE.....	4
Rolle und Zielsetzungen des Fachanteils Chemie	4
Wichtige Erkenntnispotenzen	5
Wichtige Schülertätigkeiten:.....	6
ANFORDERUNGEN AN DIE PROTOKOLLIERUNG VON CHEMISCHEN SCHULVERSUCHEN IN DER LEHRERAUSBILDUNG.....	6
Grundstruktur eines Versuchsprotokolls für ein chemisches Schulexperiment im Rahmen der Lehrerausbildung.....	7
Musterprotokoll	8
HINWEISE ZUM EXPERIMENTIEREN	10
Verhaltensgrundsätze	10
Gesundheits-, Arbeits- und Unfallschutz bei Schul- und Schülerexperimenten	10
Hinweise zum Umgang mit Gefahrstoffen.....	10
Zum Begriff „Gefahrstoff“.....	10
Zur Kennzeichnung von Gefahrstoffen.....	11
Organisation des experimentellen Unterrichts.....	12
Regeln zum Einsatz von Schülerexperimenten.....	14
Verhaltensgrundsätze beim Experimentieren im Chemieunterricht.....	14
Allgemeine Experimentierregeln für die Teilnehmer an den Übungen	15
Die besondere Stellung des Sachunterrichts der Grundschule.....	15
Arbeitsorganisation.....	16
Beschaffung der Materialien	16
Entsorgung	17
EXPERIMENTE	18
Stoffe und Stoffumwandlungen.....	18
Zubereiten von Brause	18
Zubereiten von Pudding.....	18
Zubereiten von Götterspeise	20
Untersuchen und Unterscheiden von Stoffen.....	20
Untersuchen der Wasserlöslichkeit von Stoffen	20
Untersuchen von Stoffen mittels Unitestpapier	21
Sichtbarmachen unsichtbarer Stoffe	23
Untersuchen der „Leere“ in einer Flasche	23
Justus von Liebig und das Backpulver	23
Das geheimnisvolle Aufblasen eines Luftballons (Reaktion von Backpulver mit Tafellessig I).....	24
Herstellen eines unsichtbaren Stoffes (Reaktion von Backpulver mit Tafellessig II)	24
Vom Backpulver zum Feuerlöscher (Reaktion von Backpulver mit Tafellessig III).....	26
Herstellen und Verarbeiten von Nahrungsmitteln	26
Gewinnen von Stärke aus Kartoffeln	26

Herstellen von Butter	27
Bereiten von Brausepulver	28
Untersuchen von Nahrungsmitteln	29
Nachweisen von Fett.....	29
Nachweisen von Stärke.....	30
Das Untersuchen und Verarbeiten von Pflanzen	30
Hildegard von Bingen und ihre Heil- und Naturkunde.....	30
Die Anwendung von pflanzlichen Heilmitteln bei Hildegard von Bingen.....	31
Unterscheiden fetter und ätherischer Öle.....	32
Bereiten von Tee.....	33
Herstellen von Kräuterbutter	35
Stein – auch du wirst gebraucht	37
Hildegard von Bingen und die Steine.....	37
Herstellen von Kalkmörtel-Steinen.....	38
Herstellen von Gips-Steinen	39
Reaktion von Kalkstein mit Säure	39
Original Hildegard-Rezepturen	40
Zubereiten von Kopfsalat	40
Zubereitung von Muskat-Zimt-Nelken-Kekschen	40
Dinkel-Buttermilch-Waffeln.....	41
Mittel gegen Insektenstiche	41
Weitere interessante Experimente	42
Untersuchen einer brennenden Kerze	42
Justus von Liebig und die Spiegel-Herstellung.....	43
Spiegel	44
LITERATUR	46
WICHTIGE ADRESSEN	47
Versand von Lehrmitteln: Chemikalien, Sicherheitstechnik, Geräte usw. für den naturwissenschaftlichen Unterricht	47
interessante Internetadressen.....	47

Ziele und Potenzen des fächerübergreifenden Arbeitens in der Kombination von Chemie und Geschichte

Der Lehrveranstaltungszyklus „Integrierte Einführung in den Sachunterricht“ spiegelt die fächerübergreifende Struktur des Unterrichtsfaches Sachunterricht in der Grundschule wider. Im Übungsteil wird deutlich gemacht, wie fächerübergreifendes Herangehen an Unterrichtsthemen funktionieren kann.

Mit den Personen

- *Justus von Liebig* und
- *Hildegard von Bingen*

greift das „Tandem“ Geschichte/Chemie in seinen Veranstaltungen Leben und Werk naturwissenschaftlich engagierter Persönlichkeiten auf, um ihre herausragenden Leistungen in ihrer Zeit darzustellen, zu würdigen und das darin enthaltenen Bildungs- und Erziehungspotential für den Sachunterricht der Grundschule deutlich zu machen. An diesen konkreten Unterrichtsinhalten wird erarbeitet, wie Grundschulunterricht strukturiert und geplant werden kann. Es wird geübt, wie Unterrichtsziele (Grobziele, Feinziele) zu erstellen sind, und es werden Unterrichtsideen entwickelt, die sich in der Unterrichtspraxis umsetzen lassen.

Während es dabei aus der Perspektive des Faches **Geschichte** darauf ankommt, Lebensbilder in der konkreten historischen Epoche darzustellen und die Leistungen in ihrer konkreten historischen Situation zu betrachten, wird aus der Sicht des Faches **Chemie** das grundsätzliche Herangehen an naturwissenschaftliche Fragestellungen vermittelt.

Das vorliegende Arbeitsmaterial ist kein Experimentierbuch zum „Nachkochen“, sondern soll als Basis zur Verständigung und zur Anregung der eigenen Kreativität dienen. Es ist so gestaltet, dass es in allen folgenden Lehrveranstaltungen mit naturwissenschaftlichen Inhalten immer wieder zu ergänzen ist.

Rolle und Zielsetzungen des Fachanteils Chemie

Chemische Inhalte in den Sachunterricht der Grundschule aufzunehmen bedeutet keinesfalls, dass der Chemie-Fachunterricht bis in die Primarstufe vorgezogen werden soll! Vielmehr soll den Schülerinnen und Schülern der Blick geöffnet werden für vielfältige naturwissenschaftliche Phänomene in ihrem Alltag. Es ist fächerübergreifend und exemplarisch zu arbeiten. Die Chemie ist dabei als eine Naturwissenschaft unter vielen anderen Naturwissenschaften anzusehen, die dabei eine Rolle spielen. Es kommt darauf an, Zugang zu naturwissenschaftlichen Phänomenen und Fragestellungen zu gewinnen und zu lernen, wie man sie untersuchen kann.

In einem ersten Schritt muss es zunächst darum gehen, seine Umwelt bewusst wahrzunehmen; in einem zweiten, Erscheinungen zu hinterfragen. Es gilt, zu begreifen, dass die Welt erkennbar ist. Das Experiment ist dabei zu verstehen als zielgerichtete Fragestellung an die Natur. Diese Frage wird durch die Natur immer wieder in gleicher Weise beantwortet. Die Antwort ist jedoch immer zu deuten, zu werten und evtl. zu verallgemeinern. Aufgrund ihrer experimentell-praktischen Arbeit erkennen die Schülerinnen und Schüler schließlich allgemeine, sinnvolle Untersuchungsprinzipien, die für ihren weiteren Erkenntnisgewinnungsprozess generell relevant sind.

Im Fachanteil Chemie wird an wissenschaftlichen Fragestellungen gearbeitet, die bereits im Leben der historischen Persönlichkeiten eine wichtige Rolle gespielt haben und heute noch spielen:

- Ernährung und Hunger
- Nahrungsmittel und ihre Inhaltsstoffe
- Gesundheit und gesunde Lebensweise
- Krankheit, Therapie, Linderung, Heilung
- sichtbare und unsichtbare Stoffe
- Stoffe und Stoffumwandlungen
- wichtige chemische Verfahren.

Dieser Themenkreis enthält vielfältige wertvolle Erkenntnispotenzen für unsere Schüler, die Ausgangspunkt, Prozess und Ergebnis der experimentell-praktischen Unterrichtsarbeit sein können.

Wichtige Erkenntnispotenzen

- Es gibt viele verschiedene Stoffe.
- Stoffe erkennt man an ihren Eigenschaften.
- Stoffe kann man mischen. Die einzelnen Bestandteile eines Stoffgemisches kann man manchmal noch sehen. Manchmal kann man die einzelnen Bestandteile eines Stoffgemisches nicht mehr erkennen.
- Stoffe und Stoffgemische können sich verändern. Es können daraus neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen. Solche Stoffumwandlungen nennt man auch „chemische Reaktion“. Man kann dann nicht mehr sehen, aus welchen Ausgangsstoffen der neue Stoff entstanden ist.
- Zur Stoffumwandlung ist Energie notwendig.
- Stoffliche und energetische Veränderungen haben eine natürliche, erkennbare Ursache.
- Stoffumwandlungen sind Grundlage für unser Leben: Bei der Zubereitung unserer Nahrung nehmen wir gezielt Stoffumwandlungen vor (Kochen, Backen, Braten, Brauen usw.).
- Stoffumwandlungen (chemische Reaktionen) verlaufen unterschiedlich schnell.
- Mit Wortgleichungen kann man Stoffumwandlungsprozesse beschreiben. Da die Ausgangsstoffe nie die gleichen Stoffe sind wie die Reaktionsprodukte, darf beim Aufstellen der Wortgleichungen nie ein Gleichheitszeichen (=) verwendet werden, sondern immer der Reaktionspfeil (\rightarrow).
- Die Bestandteile von Stoffen kann man ermitteln.
- Stoffumwandlungen finden statt, ob wir wollen oder nicht.
- Stoffumwandlungen lassen sich bewusst und zielgerichtet einsetzen.
- Mit Stoffen und Energie muss sachgerecht umgegangen werden. Gefahrensituationen entwickeln sich aus Unkenntnis, aus übertriebener Angst oder aus Ignoranz.
- Die Chemie ist eine wichtige Naturwissenschaft. Chemie ist die Lehre von Stoffen und Stoffumwandlungen.
- Es kommt darauf an, eine reale Sicht auf die Naturwissenschaft Chemie zu entwickeln und sie nicht voreingenommen zu verteufeln.

Jede einzelne der hier genannten Erkenntnisse befähigt den Schüler dazu, sich nach und nach leichter und zielgerichtet zu orientieren. Künftige Informationsverarbeitungsprozesse werden dadurch bewusster, einfacher und schneller.

Wichtige Schülertätigkeiten:

Beim experimentell-praktischen Arbeiten im Sachunterricht sind vor allem folgende Schülertätigkeiten von großem Wert:

- (Zustände) betrachten.
- (Vorgänge) beobachten.
- Beschreiben.
- Erläutern.
- Erklären (= Begründen, warum etwas so ist; Ursachen aufdecken).
- Schlussfolgern.
- (Dinge) ordnen, zuordnen, einordnen, ausschließen.

- Wissenschaftliche Fragestellungen gezielt formulieren.
- Phänomene wiedererkennen.
- Gewinnen von Voraussagen. (= Aufgrund von bereits Bekanntem auf Unbekanntes schließen; grundlose Spekulationen nicht zulassen!)
- Voraussagen gezielt überprüfen.

- Sachgerechter, verantwortungsbewusster Umgang mit Gegenständen/Stoffen
- Sachverhalte werten.

Im Rahmen der Festigung von Kenntnissen und Können sind folgende Tätigkeiten umzusetzen:

- Wiederholen (= etwas noch einmal genauso sagen/tun).
- Anwenden (= vorhandene Kenntnisse und Können in neuen Situationen testen).
- Systematisieren (= Kenntnisse, die isoliert voneinander erworben worden sind, gezielt nebeneinander wiederholen, dabei ordnen und vergleichend gegenüberstellen. Aus diesem Prozess des vergleichenden Gegenüberstellens heraus neue Kenntnisse gewinnen).

Anforderungen an die Protokollierung von chemischen Schulversuchen in der Lehrerbildung



Das Protokollieren von Schulexperimenten dient in erster Linie dazu, sich **zielgerichtet eine Sammlung von erprobtem „Handwerkzeug“ für den Einsatz im Unterricht** anzulegen.

Die Protokollsammlung ist so anzulegen, dass sie ohne großes Suchen sofort als komplette, aussagekräftige Experimentieranleitung zur Vorbereitung und Durchführung von Unterricht

einsetzbar ist. Es kommt dabei darauf an, dass man in dieser Sammlung seine ganz persönliche Beziehung und seine Erfahrungen dokumentiert. Aus diesem Grunde ist es notwendig, eine solche Gestaltung und Ordnung vorzunehmen, die effektive Zugriffsbedingungen garantiert.

Welche Aussagen sind bei der Protokollierung chemischer Schulversuche besonders wichtig?

- Hinweise, welche Erscheinungen aus dem täglichen Lebensumfeld der Schüler experimentell einfach zu hinterfragen sind.
- Hinweise zu den Erkenntnispotenzien des Experiments.
- Hinweise, wie mit einfachsten Mitteln experimentiert werden kann.
- Hinweise zum Experimentieren mit deutlichen Ergebnissen und in kürzester Zeit.
- Hinweise zur exakten Vorbereitung, Durchführung, Beobachtung und (Aus-)Wertung von Experimenten. **Exaktes Trennen von „Beobachtung“ und „Auswertung“!**
Prozessführung:
 - Exaktes Dokumentieren des materiellen und zeitlichen Aufwandes.
 - „Tricks“ (unabdingbare Voraussetzungen, Steuerungsmöglichkeiten usw.).
 - Entsorgungsmaßnahmen unter schulischen Bedingungen.
 - Bemerkungen zum Gesundheits-, Arbeits- und Unfallschutz im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Grundstruktur eines Versuchsprotokolls für ein chemisches Schulexperiment im Rahmen der Lehrerausbildung

1. **Name**
2. **Thema und Datum des Praktikumstages**
3. **Thema/Aufgabenstellung des Experiments**
4. **Veränderungen und Ergänzungen** gegenüber der vorliegenden Experimentieranleitung; (beschriftete) Skizze der Geräteanordnung bei Apparaturen, wenn in der Experimentieranleitung eine Skizze fehlt oder wenn die vorgenommenen Veränderungen so grundsätzlich sind, dass eine neue Skizze notwendig wird; Veränderungen in der Durchführung usw.
5. **Beobachtungsergebnisse und Messdaten**
6. **Auswertung**, werten der Effekte, knappe Darlegung wesentlicher, zum Verständnis des Experiments notwendiger theoretischer Grundlagen und Zusammenhänge; evtl. Reaktionsgleichungen (Wortgleichungen!)
7. **Zeitaufwand**
 - für die Vorbereitung
 - für die Durchführung

- für die Entsorgung

8. Wichtige Hinweise zum Experiment

- wichtige zusätzliche Hinweise zum Gesundheits-, Arbeits- und Unfallschutz, Schrittfolge zur Montage bzw. Demontage der Apparatur, Experimentierreihenfolge usw.
- konkrete Entsorgungsmaßnahmen
- theoretische und didaktische Zusatzinformationen, „Know how“, Effekte, „Tricks“, „Macken“, relevante Inhalte und Zusammenhänge (z.B. Alltagsbezug). Vor- bzw. Nachbesprechung des Versuchs im Praktikum beachten!

9. didaktischer Kommentar

- Stellungnahme zu den Erkenntnispotenzen des Experiments.
 - Bemerkungen zu den Einsatzbedingungen im Unterricht (Schulform, Anforderungsniveau/Schülerspezifik usw.).
 - Bemerkungen zur Unterrichtsgestaltung (klassischer Frontalunterricht oder Gruppenunterricht; Projektunterricht; Leherdemonstrationsexperiment, Schülerdemonstrationsexperiment oder Schülerexperiment; arbeitsgleiches oder arbeitsteiliges Vorgehen; Einzelarbeit oder Experimentieren in Arbeitsgruppen usw.).
 - Grundanforderungen an das Wissen und an das Können der Schüler im Vorfeld.
- Die Protokollierung ist mit fortschreitendem Lehramtsstudium dahingehend zu verfeinern, dass es immer besser gelingt, zu zeigen, wie das einzelne Experiment in den Unterrichtsgang einzubetten ist (Klassenstufe, Stoffgebiet, Lehrpläne, Stellung des Experiments innerhalb der Unterrichtsstunde usw.).

Musterprotokoll

<i>Übungen zum fächerübergreifenden Arbeiten im Sachunterricht Chemie – Geschichte</i>
<p><i>Datum: 27.11.03</i></p> <p><i>Thema: Untersuchen von Nahrungsmitteln</i></p> <p><i>Versuch 1: Nachweisen von Stärke</i></p> <p><u>Geräte, Chemikalien, Entsorgung:</u> analog Skript <u>Veränderungen:</u> Es werden folgende Stoffe untersucht: Mischbrot, Apfelscheibe, rohe Kartoffelscheibe, Zwiebelscheibe, Würfelzucker. Die Nahrungsmittelproben werden jeweils getrennt voneinander auf Uhrgläsern abgelegt.</p> <p><u>Durchführung:</u> analog Skript.</p>

Beobachtung:

Durch Iodkaliumiodidlösung werden Mischbrot, Apfelscheibe, rohe Kartoffelscheibe und Zwiebelscheibe schwarz verfärbt.

Auf dem Würfelzucker entsteht ein gelber Fleck.

Auswertung:

In Mischbrot, Apfel, Kartoffel und Zwiebel ist Stärke enthalten. In Würfelzucker ist keine Stärke enthalten.

Zeitaufwand:

Aufbau etwa 5 min.,

Durchführung etwa 3 min.,

Abbau und Reinigung etwa 10 min.

Wichtige Hinweise zum Experiment:

Der Lehrer sollte die Nahrungsmittelproben bereits portioniert mitbringen. Sie werden von den Fachhelfern ausgeteilt.

Auf die Gefahr der Verfleckung mit Iodkaliumiodidlösung ist unbedingt hinzuweisen.

Ein feuchter Wegwerflappen und Papierhandtücher sind von vornherein bereitzulegen.

Nach dem Experimentieren:

Fachhelfer 1 entleert die Teller in den Müllsack.

Fachhelfer 2 sammelt die Pipettenfläschchen ein.

Fachhelfer 3 sammelt die Schutzbrillen ein.

Fachhelfer 4 wischt die Tische ab.

Unmittelbar vor der Pause werden die Schüler angewiesen, sich die Hände gründlich zu waschen. Ein Mädchen und ein Junge werden als Kontrolleure benannt.

Didaktischer Kommentar:

Dieser Versuch eignet sich gut, um Möglichkeiten zur Untersuchung von Stoffen kennenzulernen. Der Schüler erkennt dabei, dass es stärkehaltige und stärkefreie Nahrungsmittel gibt.

Weitere wichtige Erkenntnispotenzen:

Die Bestandteile von Stoffen kann man ermitteln.

Man kann die Inhaltsstoffe von Nahrungsmitteln ermitteln.

Wichtige, wertvolle Nahrungsmittel kann man an ihren Inhaltsstoffen erkennen.

Dieser Versuch ist außerdem im Rahmen der Behandlung der Lehrinhalte „Gesunde Ernährung“ einsetzbar.

Die Durchführung des Experiments stellt keine besonderen Anforderungen an die Schüler. Die Entsorgungs- und Ausräumungsarbeiten sind jedoch umfangreich und setzen bereits im Vorfeld detaillierte Planungsarbeit voraus.

Hinweise zum Experimentieren

Verhaltensgrundsätze

Gesundheits-, Arbeits- und Unfallschutz bei Schul- und Schülerexperimenten

Beim Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht sind Vorschriften und Verhaltensgrundsätze zu beachten. Neben den Sicherheitsvorschriften für die verwendeten Stoffe, Geräte und Energiearten, sind die Verordnungen des Landes (Schulrecht), evtl. anderer Bildungsträger (z.B. Stiftungen, Kirchen, private Trägerschaften usw.) und der jeweiligen Schule (Schulleitung, Fachlehrerkonferenzen usw.) zu berücksichtigen. Für den Einsatz von Gefahrstoffen im naturwissenschaftlichen Unterricht gelten spezielle Vorschriften (siehe S. 10).

Im Folgenden sind wichtige **Arbeitsgrundsätze** thesenartig genannt:

- Es ist stets so zu experimentieren, dass vom Experiment keine Gefahr für Lehrer und Schüler ausgehen kann.
- Die Experimentierapparaturen sind standsicher und spannungsfrei aufzubauen.
- Gegebenenfalls sind Spritzschutz-, Splitterschutz- bzw. Hitzeschutzmaßnahmen zu ergreifen (z.B. Schutzbrille, Schutzscheibe, ausreichender Abstand zu den Schülern).
- Der Einsatz von Gefahrstoffen bei Schul- und Schülerexperimenten ist möglich (siehe dazu S. 10).
- Der Lehrer ist für die sachgerechte Entsorgung der Rückstände verantwortlich. Die Entsorgung ist generell vor dem Experimentieren abzusichern.
- Zu Beginn des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist den Schülern eine allgemeine Betriebsanweisung („Arbeitsschutzbelehrung“) zur Kenntnis zu geben. Darin sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über Erste Hilfe-Maßnahmen zu treffen. Diese Unterweisungen sind in jedem Schuljahr zu wiederholen.
- Für Schüler unterer Klassen gibt es keine ausdrücklichen Sonderregelungen. Soweit die Verordnungen nichts anderes vorschreiben, liegen Stoff- und Experimentauswahl in der Verantwortung des Lehrers.

Hinweise zum Umgang mit Gefahrstoffen

Zum Begriff „Gefahrstoff“

Gefahrstoffe sind Stoffe, von denen bei unsachgemäßem Umgang damit Gefahren ausgehen können.
--

Für Ausbildungszwecke ist die Verwendung von Gefahrstoffen prinzipiell gestattet. Generell gelten die Grundsätze der Gefahrstoffverordnung. Die Verwendung von Gefahrstoffen für Schalexperimente ist verschärfend geregelt in der

- **„Verordnung über die Aufsicht über Schülerinnen und Schüler“**[§ 91 Abs.2 des Hessischen Schulgesetzes vom 17. Juni 1992 (GVBl I, S. 233), geändert durch Gesetz vom 15. Mai 1997 (GVBl. I, S. 143 und S. 204)].

sowie in den

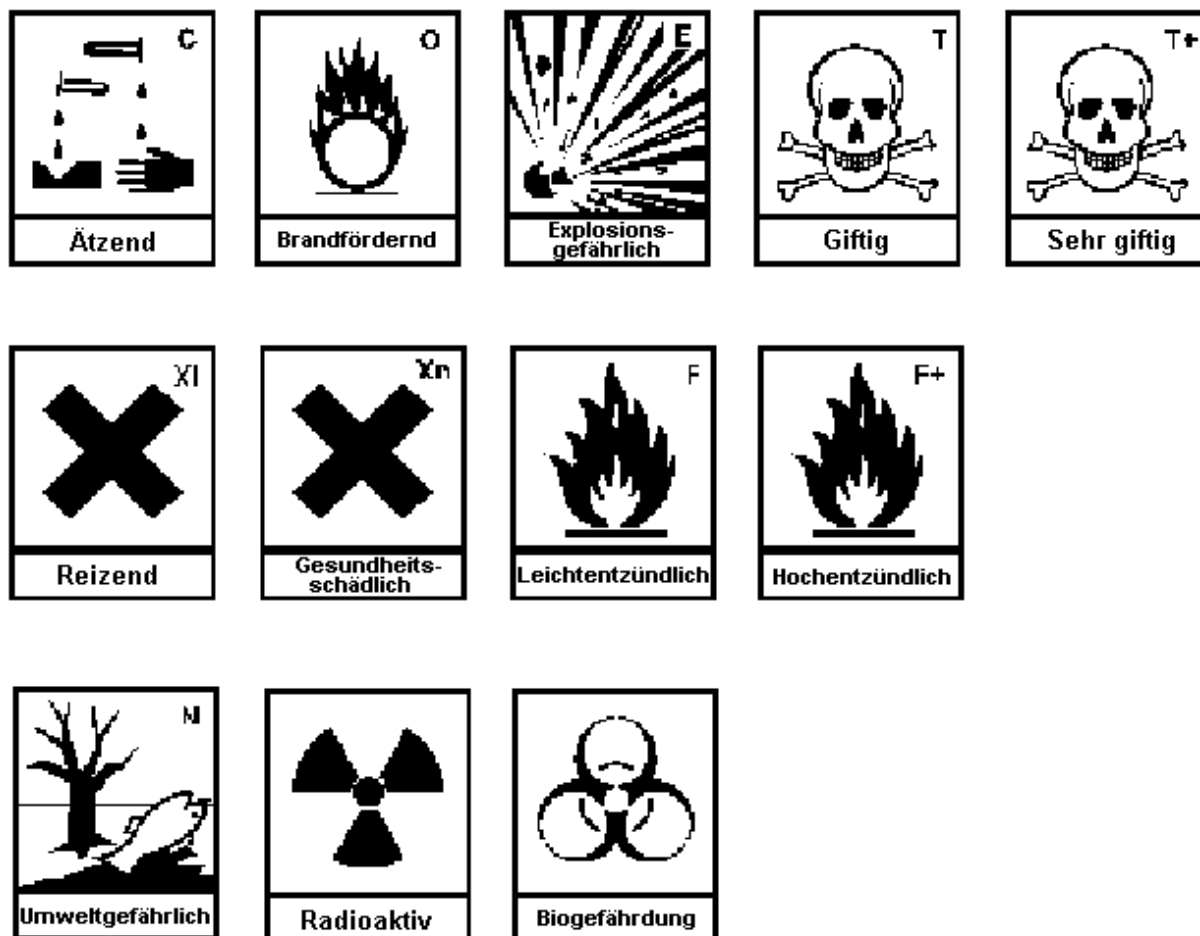
- „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht (GUV 19.16)“; herausgegeben vom Bundesverband der Unfallkassen e.V..
- „Anhang 1 zu den Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht – Gefahrstoffliste – (GUV 19.16A)“ regelt, welcher konkrete Einzelstoff mit welchen Einschränkungen und unter welchen Bedingungen für Schul- und welche Stoffe für Schülerexperimente verwendbar sind:
 - + Schülerexperimente sind mit diesen Stoffen erlaubt
 - o Schülerexperimente sind mit diesen Stoffen nicht untersagt, jedoch ist die Ersatzstoffprüfung von besonderer Bedeutung
 - * Mit diesen Stoffen sind Schülerexperimente nur in der gymnasialen Oberstufe gestattet
 - w Experimente mit diesen Stoffen sind für Schülerinnen nicht erlaubt
 - Schülerexperimente sind mit diesen Stoffen nicht erlaubt

Dieses Regelwerk ist zu beziehen über die zuständigen Versicherungsträger; für das Land Hessen bei der

- Unfallkasse Hessen, Postfach 101042, 60010 Frankfurt/Main.

Zur Kennzeichnung von Gefahrstoffen

Auflistung der Gefahrstoffsymbole, Kennzeichnung nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV):



Zur Kennzeichnung von Gefahrstoffen gehören neben dem **Gefahrstoffsymbol** und dem entsprechenden **Kennbuchstaben** auch die **R- und S-Sätze**. Die R-Sätze weisen auf Eigenschaften des Stoffes hin, die Gefährdungen mit sich bringen. Die S-Sätze geben Sicherheitsratschläge für den Umgang mit dem Gefahrstoff. Die Bedeutung der einzelnen R- und S-Sätze kann man unter anderem in Chemikalienkatalogen oder Sicherheitsdatenblättern nachschlagen.

Beispiele: R 14: Reagiert heftig mit Wasser!
S 16: Von Zündquellen fernhalten - nicht rauchen!

Häufig findet man auch Kombinationen von R- bzw. S-Sätzen auf Gefahrstoffetiketten. Ihre Bedeutung ist ebenfalls in Chemikalienkatalogen und Datenblättern nachzuschlagen.

Beispiele: R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut!
S 24/25 Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden!

Organisation des experimentellen Unterrichts

Wie bereits erwähnt, ist das experimentelle Arbeiten in der Primarstufe bisher nicht speziell geregelt. In den Sekundarstufen I und II sollten in der Regel nicht mehr als **16 Schüler gleichzeitig** experimentieren oder nicht mehr **als 8 Arbeitsgruppen** gebildet werden.

Wieviele Schüler in einer Gruppe arbeiten können, ist nicht geregelt und hängt ab

- von deren Erfahrungsstand,
- vom Gefährdungsgrad des durchzuführenden Experiments,
- von den eingesetzten Geräten,
- von den Gefährlichkeitsmerkmalen der einzusetzenden Stoffe,
- von der Anlage und Größe des Raumes,
- vom inhaltlichen Anspruch.

(Aus: Hessisches Gefahrstoff-Informationssystem Schule, HESSGISS, Anhang D – Verwaltungsvorschriften: Ausgabe Hessen, 1997, S. D6.)

Organisationsformen von Schulexperimenten

Demonstrationsexperiment	LDE	Lehrerdemonstrationsexperiment
	SDE	Schülerdemonstrationsexperiment
selbständige experimentelle Arbeit	SE	Schülerexperiment

Organisationsformen von Schülerexperimenten

Einzelarbeit, Gruppenarbeit
arbeitsgleich, arbeitsteilig

Die Experimente in dieser Broschüre sind so gestaltet, dass sie grundsätzlich als Lehrerdemonstrationsexperiment, als Schülerdemonstrationsexperiment und als Schülerexperiment durchgeführt werden könnten. Die zu wählende Organisationsform richtet sich nach dem Können und dem Verhalten der Schüler, aber auch nach den materiell-technischen Bedingungen. Auch im Rahmen von Projektarbeit könnten diese Experimente eingesetzt werden. Sie sind durchaus auch von engagierten Eltern oder Schülern der Sekundarstufe durchführbar.

Regeln zum Einsatz von Schülerexperimenten



1. Experiment gründlich auswählen und erproben.
2. Absolut sichere Organisation.
3. Den Schülern Aufgabenstellung und Anleitung geben. Das Verständnis kontrollieren.
4. Die Klasse genau beobachten und individuelle Hilfen geben.
5. Ordnung und Disziplin sichern.
6. Bei Gruppenarbeit auf Rollenwechsel achten. – (Was heißt das?)
7. Beim Einsatz von Schülerexperimenten 3 Phasen unterscheiden:
 - Vorbereitung
 - Experimentieren der Schüler
 - Auswertung
 - a) Zusammentragen (Beschreiben!) der Beobachtungsergebnisse
z.B. „Die Unitestlösung hat sich rot gefärbt“.
 - b) Deuten der Beobachtung
 - z.B. 1- „Da Unitestlösung sich in saurer Lösung rot färbt, liegt (also) eine Säure vor“.
 - 2- „Durch Einleiten von Kohlendioxid in Wasser ist (also) Kohlensäure entstanden“.
 - 3- „(also:) Kohlendioxid + Wasser → Kohlensäure“
 - 4- „(also:) CO₂ + H₂O → H₂CO₃ “

Verhaltensgrundsätze beim Experimentieren im Chemieunterricht

Beim Experimentieren im Chemieunterricht sind folgend **Verhaltensgrundsätze** üblich:

- Diszipliniertes Verhalten der Schüler.
- Experimentell-praktisches Arbeiten nur unter Anleitung und nach ausdrücklicher Aufforderung durch den Lehrer.
- Im Chemieraum nicht essen/trinken (auch Bonbon-Lutschen und Kaugummi-Kauen ist verboten).
- Keine Geschmacksprüfung von Stoffen vornehmen.
- Beim Experimentieren immer Schutzbrille tragen.
- Nach dem Experimentieren die Hände waschen.
- Grundsatz bei Schülerexperimenten: Chemikalien, die sich gleichzeitig am Schülerarbeitsplatz befinden, dürfen keine gefährliche Reaktion hervorrufen, auch dann nicht, wenn sie in einer anderen als der vorgeschriebenen Reihenfolge zusammengegeben werden (z.B.: Kaliumpermanganat und Glycerin dürfen sich niemals gleichzeitig am Schülerarbeitsplatz befinden – Explosionsgefahr!).
- Für chemische Schulversuche dürfen nur Laborgeräte verwendet werden und niemals Küchengeräte.
- Zum Aufbewahren von Chemikalien dürfen keine Lebensmittelverpackungen verwendet werden. Chemikalienverpackungen sind vorschriftsmäßig zu beschriften und haben je nach Inhalt vorgeschriebene Standards zu erfüllen. Der Aufbewahrungsort für Chemikalien hat ebenfalls vorgeschriebene Standards zu erfüllen.

Allgemeine Experimentierregeln für die Teilnehmer an den Übungen

1. Die Sicherheitsvorschriften sind zu befolgen!
2. Halte Ordnung auf dem Arbeitsplatz! Geräte und Chemikalien, die nicht benötigt werden, wegräumen! Sie stören beim Experimentieren und erschweren die Beobachtung.
3. Versuche stets mit der kleinstmöglichen Substanzmenge durchführen!
4. Vor dem Experimentieren die Entsorgungsfrage klären!
5. Chemikalien sind mit Löffel und Spatel herauszunehmen. Reste nicht in die Flasche zurück!
6. Flaschen sofort wieder schließen! Stopfen dürfen nicht verwechselt werden!
7. Beim Erhitzen Gefäßmündungen nicht auf Personen richten! Spritzen und Siedeverzug durch Schütteln oder Rühren vermeiden! Evtl. Siedesteinchen verwenden! Bei alkalischen Flüssigkeiten ist besondere Vorsicht geboten. Beim Umfüllen flüchtiger brennbarer Flüssigkeiten müssen alle Flammen gelöscht sein. Denke auch an Sparflammen etc.! Evtl. elektrische Heizgeräte verwenden.
8. Beim Ausgießen aus Flaschen greift man das Etikett immer mit der Hand bzw. hält die Flasche so, dass herabrinnende Tropfen das Etikett nicht zerstören können! Herabrinnende Tropfen evtl. mit dem Stopfen abstreifen.
9. Brennbare Flüssigkeiten, Glasscherben, Zündhölzer, Indikatorpapier, Zigarettenkippen und dgl. nicht in den Ausguss werfen! Entsorgungsvorschriften beachten!
10. Brenner, Kocher und heiße Dinge nicht knapp an die Tischkante stellen!
11. Gesäuberte Reagenzgläser zum Abtropfen in das Reagenzglasgestell umgekehrt einstellen!
12. Geräte, Löffel, Spatel, Pinzetten und dgl. nach Gebrauch wieder dorthin legen, wo sie entnommen wurden!
13. Nach dem Experimentieren alle Geräte reinigen, trocknen und geordnet ablegen (z.B. in Kisten)!
14. Apparaturen nach Versuch wieder demontieren! Keine Glasröhrchen und dgl. in Stopfen lassen!
15. Glasbruch in einen gekennzeichneten Abfallbehälter! Reinigungspersonal davon verständigen.
16. Keine Papierkörbe aus Holz in das Labor!
17. Es dürfen keine beschädigten Geräte verwendet werden!
18. Schutzbrille evtl. Schutzhandschuhe rechtzeitig verwenden!
19. Erste-Hilfe-Kasten griffbereit halten! Evtl. Hinweise anbringen!
20. Der Weg zum nächsten Wasserhahn muss allen Teilnehmern bekannt sein!
21. Nach dem Experimentieren Hände waschen! Speziell darauf achten, dass die Hände vor der Einnahme von Nahrung und vor dem Toilettengang zu waschen sind!
22. Alle Teilnehmer sind vor den Experimentieren über Verhaltensgrundregeln sowie über die Gefahren und Risiken des Experimentes zu belehren!

Die besondere Stellung des Sachunterrichts der Grundschule

Der experimentelle Einstieg im Sachunterricht der Grundschule bietet einen großen Vorteil, der im späteren naturwissenschaftlichen Unterricht unbedingt ausgeschlossen werden muss (vgl. S. 14): Bei Beachtung der entsprechenden Rahmenbedingung kann im beginnenden Sachunterricht anfangs durchaus noch gegessen und geschmeckt werden.

- In der Küche wird Pudding zubereitet. Man stellt fest, dass der erst richtig nach Pudding schmeckt, wenn man ihn heiß gemacht hat. Dann kann man ihn warm oder kalt essen. Götterspeise schmeckt aber erst „richtig nach Götterspeise“, nachdem sie ein paar Stunden

im Kühlschrank gestanden hat. Sie braucht also eine längere „Reaktionszeit“, als der Pudding.

- Man kann Salz, Zucker oder Brausepulver in Wasser auflösen. Die Lösungen sehen dann gleich aus. Die Feststoffe sind offenbar verschwunden. Erst am Geschmack merkt man, dass sie noch vorhanden sind.

Hinsichtlich des Erkenntnisgewinns, aber vor allem hinsichtlich ihrer motivierenden Potenzen sollte diese besondere Möglichkeit des Sachunterrichts auf keinen Fall verschenkt werden! Aus didaktischen Gründen sollte aber auch hier ein striktes Trennen des Experimentierens von der Einnahme der Speisen erfolgen. Auch beim Puddingkochen gilt: Gegessen wird erst nach dem „experimentellen Teil“ des Unterrichts und erst nach ausdrücklicher Aufforderung durch den Lehrer!

Zubereitungen dürfen freilich nur denn gegessen bzw. getrunken werden, wenn sie aus offiziell zugelassenen Lebensmitteln bereitet worden sind unter peinlichster Beachtung der grundlegenden Hygienevorschriften (Küchengeräte, Sauberkeit, Frische usw.).

Arbeitsorganisation

Beschaffung der Materialien

Es ist besonders darauf geachtet worden, dass die Materialien für die Experimente möglichst leicht zu beschaffen sind. Die Zusammenarbeit mit einem Chemie-Fachlehrer der Sekundarstufe mag vielleicht Chemikalienbereitstellung und Entsorgung etwas vereinfachen, ist aber in keinem Fall Voraussetzung für das Experimentieren.

Geräte:

- Es ist zunächst immer zu prüfen, ob nicht leere Verpackungen (Joghurtbecher, Schachteln, Kunststoffplister usw.) zum Experimentieren benutzt werden können. Ansonsten werden meistens Küchengeräte verwendet. Allerdings ist dabei streng darauf zu achten, dass bei Umgang mit gesundheitsgefährdenden, hygienisch nicht einwandfreien oder übelriechenden Stoffen, keinesfalls Küchengeräte eingesetzt werden dürfen. Es ist empfehlenswert, einmal zum Experimentieren eingesetzten Küchengeräte nur noch für diese Zwecke zu benutzen und nicht mehr zur Zubereitung und Einnahme von Speisen zu verwenden. Der Lehrer ist gut beraten, sich rechtzeitig eine kleine Sammlung anzulegen und zielgerichtet zu ergänzen.
- Pipetten sind im Sanitätsfachhandel, in Apotheken, im Fachhandel für Laborbedarf, bei Unterrichtsmittel-Versandfirmen oder über Biologie- bzw. Chemie-Fachlehrer erhältlich.
- Als Filterpapier eignen sich Löschpapier, Küchenrolle, Toilettenpapier, Ränder von Tageszeitungen, manche Papier-Kaffeefilter, manche Papier-Servietten und nicht nur Filterpapiere aus dem Fachhandel für Laborbedarf. Nicht alles geht immer gleich gut, deshalb unbedingt rechtzeitig vorher testen!

Chemikalien/Zutaten:

- Die meisten Zutaten sind im Supermarkt erhältlich.
- Lösungsmittel ist in erster Linie Leitungswasser.
- Als alkoholisches Lösungsmittel lässt sich ein hochprozentiger, klarer Trinkbrandwein (z.B. Obstgeist) ebenso gut einsetzen, wie Brennspiritus. Achtung, aufgrund seiner Inhaltsstoffe und beigefügten Vergällungsmittel ist Brennspiritus giftig! Als Lösungsmittel

ist er aber durchaus geeignet. Beim Experimentieren mit alkoholischen Flüssigkeiten ist darauf zu achten, dass sie leichtentzündlich sind!

- Als Indikatoren lassen sich dunkler Schwarztee, Rotkohlsaft oder der Auszug roter Radieschenschalen verwenden. Der Effekt ist mit der aktuellen Charge immer rechtzeitig vorher zu erproben! Nicht jeder Indikator ist immer gleich gut geeignet! Durch Aufbringen auf Filterpapier und anschließendes Trocknen lässt sich Indikator-Papier herstellen. Besonders deutliche Farbunterschiede entstehen auf sogenanntem Universalindikator-Papier (auch „Unitestpapier“ genannt), das über Apotheken¹, Unterrichtsmittel-Versandfirmen, den Chemikalienhandel oder über Biologie- bzw. Chemie-Fachlehrer zu beziehen ist.
- Um Stärke nachzuweisen, wird Iod-Kaliumiodidlösung eingesetzt. Diese Lösung kommt auch unter dem Namen „LUGOLsche Lösung“ in den Handel und ist zu beziehen über Apotheken, Unterrichtsmittel-Versandfirmen, den Chemikalienhandel oder über Biologie- bzw. Chemie-Fachlehrer². LUGOLsche Lösung wird mit der Pipette portioniert und tropfenweise eingesetzt. Achtung, aufgrund seines Iod-Anteils hinterlässt LUGOLsche Lösung äußerst hartnäckige Flecken, die von vielen Oberflächen kaum mehr zu entfernen sind!

Entsorgung

Die Experimente in dieser Broschüre sind größtenteils so ausgewählt, dass Reste problemlos über den Hausmüll bzw. das Abwassernetz verworfen werden können. Grundsätzlich sind die Entsorgungshinweise der einzelnen Experimentieranleitungen zu beachten!

¹ Führend im Chemikalien-Fachhandel im Raum Gießen ist z.B. die Apotheke am Oswaldsgarten in Gießen, Neustadt 31, Tel. 0641/974760.

² 250 ml „LUGOLsche Lösung (verdünnte Iod-Kaliumiodidlösung für die Mikroskopie)“ kosten aktuell z.B. bei der Fa. MERCK 9,90 €.

Experimente

Stoffe und Stoffumwandlungen

Zubereiten von Brause

Geräte: 1 Trinkglas, 1 Teelöffel,

Zutaten: Brausepulver, Trinkwasser

Durchführung:

- Das Brausepulver in das saubere, trockene Trinkglas einfüllen.
- Betrachten und beschreiben.
- Trinkwasser aufgießen.
- Beobachten und beschreiben.
- Flüssigkeit mit dem Löffel umrühren.
- Beobachten, beschreiben und erklären.

Hinweis:

Es sollten unbedingt die entsprechenden Hygienevorschriften beachtet werden, damit die bereitete Brause anschließend getrunken werden kann. Auf diese Weise lässt sich feststellen, dass die gelösten Stoffe nicht verschwunden sind, sondern sich noch in der Brause befinden und geschmeckt werden können.

Entsorgung:

Reste verwerfen.

Erkenntnispotential:

- Stoffe erkennt man an ihren Eigenschaften.
- Stoffe kann man mischen.
- Stoffe können sich verändern.
- Stoffe können sich in Wasser auflösen.

Zubereiten von Pudding

Geräte: 1 Kochplatte, 1 Quirl oder Rührlöffel, 2 Kochtöpfe, 1 Messbecher, 1 Esslöffel, evtl. 1 passender Topf-Deckel

Zutaten: Puddingpulver, Milch, Zucker

Durchführung:

- Die Zutaten von Zimmertemperatur nach Gebrauchsanweisung verrühren und eine Rückstellprobe abnehmen. Bei Verwendung von Instant-Puddingpulver eine Probe mit kalter Milch als Rückstellprobe bereiten.

- Die Zutaten nun erwärmen bzw. durch Zugabe von heißer Milch zum Quellen bringen. Dabei die Konsistenz des Ansatzes ständig beobachten. Evtl. rühren.
- Den Zeitpunkt des „Dickwerdens“ genau kennzeichnen.
- Die Eigenschaften von fertigem Pudding und Rückstellprobe vergleichen. Auswerten.

Hinweis:

Beim Einsatz von Instant-Puddingpulver (z.B. von MONDAMIN) vereinfacht sich die Zubereitung maximal. Der Zeitpunkt des plötzlichen „Dickwerdens“ des Puddings (= Stoffveränderung, chemische Reaktion) lässt sich bei „normalem“ Puddingpulver besser beobachten. Die Gefahr der Anbrennens muss dabei dann in Kauf genommen werden, bietet allerdings auch den Beweis für eine weitere Stoffumwandlung/chemische Reaktion, die freilich unerwünscht ist.

Der Einsatz von Pudding-Cremepulvern, die mit kalter Milch (ohne Kochen) angerührt werden (z.B. Paradiescreme), ist aus fachdidaktischen Gründen hier nicht geeignet.

Entsorgung:

Sind die entsprechenden Sicherheitsrichtlinien beachtet worden, kann der bereitete Pudding anschließend aufgegessen werden.

Aus der Rückstellprobe kann durch Erwärmen schließlich auch Pudding bereitet werden. Dabei lässt sich der energetische Aspekt noch einmal akzentuieren. Reste werden schließlich verworfen.

Erkenntnispotential:

- Es gibt viele verschiedene Stoffe.
 - Stoffe erkennt man an ihren Eigenschaften.
 - Stoffe kann man mischen. Die einzelnen Bestandteile eines Stoffgemisches kann man oft noch sehen.
 - Stoffe/Stoffgemische können sich verändern. Es können daraus neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen. Solche Stoffumwandlungen nennt man auch „chemische Reaktion“. Man kann dann nicht mehr sehen, aus welchen Ausgangsstoffen der neue Stoff entstanden ist.
 - Zur Stoffumwandlung ist Energie notwendig.
 - Mit Wortgleichungen kann man Stoffumwandlungsprozesse beschreiben. Da die Ausgangsstoffe nie die gleichen Stoffe sind wie die Reaktionsprodukte, darf beim Aufstellen der Wortgleichungen nie ein Gleichheitszeichen (=) verwendet werden, sondern immer der Reaktionspfeil (→).
- *Puddingpulver + Zucker + Milch* → *Pudding*
- Stoffumwandlungen sind Grundlage für unser Leben: Bei der Zubereitung unserer Nahrung nehmen wir gezielt Stoffumwandlungen vor (Kochen, Backen, Braten, Brauen usw.).
 - Stoffumwandlungen finden statt, ob wir wollen oder nicht.

Zubereiten von Götterspeise

Geräte: 1 Wasserkocher oder 1 Kochplatte, 1 Quirl oder Rührlöffel, 1 Kochtopf, evtl. 1 Schüssel, evtl. 1 Messbecher, evtl. 1 Esslöffel

Zutaten: Götterspeise-Pulver, Wasser, evtl. Zucker

Durchführung:

- Die Zutaten von Zimmertemperatur nach Gebrauchsanweisung verrühren und eine Rückstellprobe abnehmen. Bei Verwendung von Instant-Götterspeisepulver eine Probe mit kaltem Wasser als Rückstellprobe bereiten.
- Die Zutaten nun erwärmen bzw. durch Zugabe von heißem Wasser auflösen. Dabei die Konsistenz des Ansatzes ständig beobachten.
- Den Ansatz abkühlen lassen.
- Dabei in längeren Zeitabständen mehrmals die Konsistenz untersuchen. Den Ansatz schließlich evtl. in den Kühlschrank stellen.
- Die Eigenschaften der fertigen Götterspeise und der Rückstellprobe vergleichend untersuchen. Auswerten.

Hinweis:

Beim Einsatz von Instant-Götterspeisepulver vereinfacht sich die Zubereitung maximal.

Entsorgung:

Sind die entsprechenden Sicherheitsrichtlinien beachtet worden, kann die bereitete Götterspeise anschließend aufgegessen werden.

Aus der Rückstellprobe könnte durch Erwärmen schließlich auch Götterspeise bereitet werden.

Erkenntnispotential:

Siehe „Zubereiten von Pudding“.

Werden gleichzeitig sowohl Pudding als auch Götterspeise bereitet, lässt sich feststellen:

- Stoffumwandlungen/chemische Reaktionen verlaufen unterschiedlich schnell.
- *Götterspeisepulver + Zucker + Wasser \longrightarrow Götterspeise*

Untersuchen und Unterscheiden von Stoffen

Untersuchen der Wasserlöslichkeit von Stoffen

Geräte: je Stoffprobe: 1 Gefäß von der Größe eines Schnapsglases,
außerdem: 1 Teelöffel,

Zutaten: verschiedene wasserlösliche und wasserunlösliche Stoffproben, z.B.:
Sand, Kochsalz, Zucker, Brausepulver, Essig, Öl,
außerdem: Leitungswasser,

Durchführung:

- Je Stoffprobe 1 Probenglas etwa zur Hälfte mit frischem, kaltem Leitungswasser füllen.
- Eine Teelöffelspitze (bei Flüssigkeiten 1 Teelöffel voll) der jeweiligen Stoffprobe zugeben.
- Stoffe gut mischen.
- Stoffgemisch betrachten und beobachten.
- Nach ca. 1 Minute auf die Wasserlöslichkeit des jeweiligen Stoffes schließen.
- Untersuchungsergebnisse vergleichend protokollieren (Tabelle).
- Untersuchungsergebnisse vergleichend systematisieren.

Entsorgung:

Flüssigkeitsreste in den Abfluss gießen, Feststoffreste im Hausmüll verwerfen.
Gläser und Löffel zunächst unter fließendem Wasser abspülen, anschließend in warmer Spülmittellösung reinigen.

Erkenntnispotential:

Bei diesem Experiment wird das Wesen des Systematisierens von Kenntnissen deutlich:
Aus nacheinander gewonnenen Kenntnissen werden durch anschließendes vergleichendes Gegenüberstellen neue Erkenntnisse gewonnen.

In diesem Falle lautet also eine neue Erkenntnis:

Die Wasserlöslichkeit von Stoffen ist unterschiedlich. Es gibt wasserlösliche und wasserunlösliche Stoffe.

Untersuchen von Stoffen mittels Unitestpapier

Geräte: je Stoffprobe: 1 Gefäß von der Größe eines Schnapsglases, 1 Teelöffel;
zur Untersuchung von Früchten evtl. 1 Messer

Zutaten: Stoffproben (z.B. Backpulver, Seife, Waschmittel, Duschbad, Kernseife, Fußbadesalz, Schaumbad, Shampoo, Tafelessig, Zitronensaft, Apfelsaft)
frisches Leitungswasser, Unitestpapier,

Durchführung:

- Ein Probenglas etwa zur Hälfte mit frischem, kaltem Leitungswasser füllen.
- Jeweils eine Teelöffelspitze voll pulverförmiger Stoffprobe darin auflösen.
- Ein etwa 4 cm langes Stück Unitestpapier etwa 1 cm tief kurz in die Flüssigkeit eintauchen.
- Die Verfärbung betrachten und benennen.
- Stoffgruppen bilden, die gleiche Verfärbungen hervorrufen.
- Eigenschaften dieser Stoffgruppen nennen und vergleichen.

Hinweis:

Soll ein Seifenstück untersucht werden, dann feuchtet man das Seifenstück wie zum Händewaschen mit etwas Wasser an und klatscht einen trockenen Unitestpapierstreifen darauf ab.

Soll eine saftige Frucht untersucht werden, dann schneidet man die Frucht frisch an und klatscht einen Unitestpapierstreifen auf der saftigen Schnittfläche ab. Die abgegebene Fruchtsaftmenge lässt sich erhöhen, wenn man mit dem Messer auf der Frucht schabt.

Diese Versuche lassen sich auch mit Rotkohlsaft oder dem Auszug von roten Radieschenschalen durchführen.

Herstellen von Rotkohlsaft

Frische, zerkleinerte Rotkohlblätter werden in einen Topf gegeben. Man bedeckt die Rotkohlblätter mit Leitungswasser und kocht das Ganze kurz auf, bis sich eine rote Lösung gebildet hat. Nach dem Abkühlen gießt man die Rotkohlblätter ab (evtl. durch ein Sieb). Da wässrige Auszüge leicht verderben, können sie im Eiswürfelfach des Kühlschranks eingefroren werden. Die Lösung ist dann auch gut portionierbar.

Entsorgung: Reste verwerfen.

Werden Rotkohlblätter oder der rote Mantel der Radieschen mit hochprozentigem Trinkbrandwein oder Obstgeist übergossen und einige Tage stehen gelassen, erhält man alkoholische Auszüge, die auch ohne Kühlung mehrere Wochen haltbar sind. Aus diesen Auszügen lässt sich Reagenspapier herstellen, indem man Filterpapier damit tränkt und anschließend trocknet.

Entsorgung:

Flüssigkeitsreste in den Abfluss gießen, Feststoffreste im Hausmüll verwerfen. Gläser, Löffel und Messer zunächst unter fließendem Wasser abspülen, anschließend in warmer Spülmittellösung reinigen.

Erkenntnispotential:

- Stoffe erkennt man an ihren Eigenschaften.
- Stoffliche Veränderungen haben eine natürliche, erkennbare Ursache.
- Die Bestandteile von Stoffen kann man ermitteln. Man kann die Inhaltsstoffe von Stoffen des täglichen Lebens ermitteln.
- Stoffveränderungen zeigen das Vorhandensein bestimmter Stoffe an.
- Verschiedene Stoffe können gleiche chemische Reaktionen hervorrufen.
- Stoffe, die gleiche Eigenschaften haben, kann man zu Stoffgruppen zusammenfassen.
- Stoffumwandlungen finden statt, ob wir wollen oder nicht.
- Stoffumwandlungen lassen sich bewusst und zielgerichtet einsetzen.
- Die Chemie ist eine wichtige Naturwissenschaft. Chemie ist die Lehre von Stoffen und Stoffumwandlungen.
- Es kommt darauf an, eine reale Sicht auf die Naturwissenschaft Chemie zu entwickeln und sie nicht voreingenommen zu verteufeln.

Sichtbarmachen unsichtbarer Stoffe

Untersuchen der „Leere“ in einer Flasche

Geräte: 1 kleine enghalsige Flasche (z.B. Kunststoffflasche 100 ml), 1 große Schüssel oder Eimer (ca. 2-10 l Inhalt)

Zutaten: Leitungswasser

Durchführung:

- Schüssel oder Eimer mit Wasser befüllen.
- Das Fläschchen mit der Öffnung nach unten in das Wasser eintauchen.
- Beobachten.
- Unter Wasser das Fläschchen langsam so drehen, dass die Öffnung mehr und mehr nach oben zeigt.
- Beobachten.
- Die Stellung des Fläschchens ermitteln, bei der der größtmögliche Effekt auftritt.
- Erklären.

Entsorgung:

Wasser verwerfen.

Erkenntnispotential:

- Luft ist ein Stoff und nicht „Nichts“.
- Luft ist ein Gas.
- Gase kann man sichtbar machen.
- Gase nehmen ein Volumen ein.
- Stoffe können sich gegenseitig verdrängen.
- Stoffe verhalten sich gesetzmäßig.

Justus von Liebig und das Backpulver

Justus von Liebig (1803-1873) lebt in einer Zeit, in der immer wieder Lebensmittelknappheit und Hungersnöte auftreten. Er untersucht deshalb auch die Herstellung von Brot, das traditionell mit Sauerteig oder Hefe als Triebmittel bereitet wird. Zur Abstumpfung des sauren Geschmack verwendet man Kupfersulfat oder Alaun. Liebig schlägt vor, statt dieser gesundheitlich bedenklichen Zusätze besser Kalkwasser zu verwenden. Ein US-amerikanischer Schüler Liebig, Eben Norton Horsford (1818-1893) entwickelt in den Vereinigten Staaten erfolgreich Backpulver. Liebig überzeugt daraufhin, zwei seiner Schüler, Backpulver auch in Deutschland industriell herzustellen, doch findet das Backpulver hier noch keine ausreichend große Käuferschicht, und die beiden müssen aufgeben.

Das geheimnisvolle Aufblasen eines Luftballons (Reaktion von Backpulver mit Tafelessig I)

Geräte: 1 kleine enghalsige Flasche (z.B. Kunststoffflasche 100 ml), 1 passenden Luftballon, 1 Trichter; evtl. Tesafilm oder Heftpflaster zum Abdichten,

Zutaten: Backpulver oder Speisnatron, Tafelessig

Durchführung:

- Das Fläschchen probeweise mit dem Luftballon verschließen und auf Dichtigkeit prüfen, anschließend sofort wieder demontieren.
- In das Fläschchen 1 Päckchen Backpulver oder 2 Teelöffel voll Speisnatron einfüllen.
- In den Luftballon vorsichtig ca. 20 ml (etwa 1 Schnapsglas voll) Tafelessig einfüllen.
- Fläschchen und Luftballon vorsichtig gasdicht miteinander verbinden. Die beiden Stoffe dürfen noch nicht miteinander in Kontakt kommen!
- Durch Aufrichten des Luftballons schließlich den Essig auf das Backpulver (oder Natron) laufen lassen.
- Fläschcheninhalt und Luftballon beobachten.
- Erklären.

Hinweis:

Entsprechend der Größe von Luftballon und Fläschchen ist die Menge der einzusetzenden Stoffe evtl. zu variieren.

Entsorgung:

Fläschchen und Ballon mit Wasser gründlich ausspülen. Restlösung mit viel Wasser verwerfen.

Erkenntnispotential:

- Gase kann man sichtbar machen.
- Gase kann man herstellen.
- Gase nehmen ein Volumen ein.
- Stoffe können sich gegenseitig verdrängen.
- Stoffe verhalten sich gesetzmäßig.

Herstellen eines unsichtbaren Stoffes (Reaktion von Backpulver mit Tafelessig II)

Geräte: 2 kleine Gefäße (z.B. Filmdosen aus Kunststoff, Eierbecher, Schnapsgläser o.ä.), 1 Teelöffel, 1 Suppenteller

Zutaten: Backpulver, Tafelessig, evtl. Wasser

Durchführung:

- In ein Gefäß eine Teelöffelspitze voll Backpulver geben und das Gefäß auf einem Suppenteller abstellen.
- Das andere Gefäß etwa 1 cm hoch mit Tafellessig füllen.
- Die Essigportion zügig zum Backpulver geben. Beobachten.
- Beschreiben. Erklären.

Hinweis:

Es ist von vorn herein damit zu rechnen, dass der Gefäß-Inhalt überschäumt.
Der Versuch funktioniert auch, wenn der Tafellessig vorher mit Wasser 1:1 verdünnt wird.
Ausprobieren!

Entsorgung:

Reste mit Wasser abspülen und in den Ausguss geben. Verspritzungen evtl. mit einem feuchten Lappen bzw. Papier-Küchentuch entfernen. Die Geräte zunächst unter fließendem Wasser abspülen, anschließend evtl. in warmer Spülmittellösung reinigen.

Erkenntnispotential:

- Stoffe und Stoffgemische können sich verändern. Es können daraus neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen. Solche Stoffumwandlungen nennt man auch „chemische Reaktion“. Man kann dann nicht mehr sehen, aus welchen Ausgangsstoffen der neue Stoff entstanden ist.
- Stoffe erkennt man an ihren Eigenschaften.
- Es gibt feste, flüssige und gasförmige Stoffe.
- Schaum ist ein Gemisch von Gas und Flüssigkeit.
- Schaum ist sichtbar.
- Die Gasbläschen im Schaum sind sichtbar.
- Gasförmige Stoffe sind oft unsichtbar.
- Am Aufschäumen von Stoffen kann man erkennen, dass gerade eine chemische Reaktion stattfindet, bei der ein Gas entsteht.
- Bei der chemischen Reaktion von (sichtbaren) festen oder flüssigen Stoffen können auch (unsichtbare) gasförmige Stoffe entstehen.

- Backpulver + Essig → Schaum

- Backpulver + Essig → (Kohlendioxid-)Gas + Restflüssigkeit

- Stoffumwandlungen finden statt, ob wir wollen oder nicht.
- Stoffumwandlungen lassen sich bewusst und zielgerichtet einsetzen.
- Mit Stoffen und Energie muss sachgerecht umgegangen werden. Gefahrensituationen entwickeln sich aus Unkenntnis, aus übertriebener Angst oder aus Ignoranz.

Vom Backpulver zum Feuerlöscher (Reaktion von Backpulver mit Tafelessig III)

Geräte: 1 Glasgefäß (ca. 600 ml, z.B. Konservenglas von sauren Gurken), 1 kleines Gefäß (ca. 20 ml, Schnapsglas, Eierbecher, Filmdose o.ä.), 1 Teelöffel, 1 Teelicht, Zündmittel,

Zutaten: Backpulver, Tafelessig,

Durchführung:

- Das Teelicht in das große Glasgefäß (ca. 600 ml) stellen.
- Einen Teelöffel voll Backpulver um das Teelicht streuen.
- Das Teelicht entzünden.
- Das kleine Gefäß (ca. 20 ml) etwa zur Hälfte mit Tafelessig füllen.
- Den Essig am Gefäßrand vorsichtig auf das Backpulver laufen lassen.
- Beobachten, beschreiben und erklären.

Hinweis:

Eine Gebäck- oder Grillzange kann das Einsetzen der brennenden Kerze evtl. erleichtern.

Entsorgung:

Das erkaltete Teelicht mit Wasser reinigen und trockentupfen. Flüssigkeitsreste mit Wasser aufnehmen und verwerfen. Die anderen Geräte unter fließendem Wasser abspülen.

Erkenntnispotential:

- Stoffe können miteinander reagieren. Es können daraus neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen. Solche Stoffumwandlungen nennt man auch „chemische Reaktion“. Man kann dann nicht mehr sehen, aus welchen Ausgangsstoffen der neue Stoff entstanden ist.
- Bei der chemischen Reaktion von (sichtbaren) festen oder flüssigen Stoffen können auch (unsichtbare) gasförmige Stoffe entstehen.

Backpulver + Essig → Schaum

Backpulver + Essig → (Kohlendioxid-)Gas + Restflüssigkeit

- Bei der Reaktion von Backpulver mit Essig ist ein Gas entstanden, das Flammen ersticken kann.
- Diese Reaktion ist evtl. in Feuerlöschern nutzbar.

Herstellen und Verarbeiten von Nahrungsmitteln

Gewinnen von Stärke aus Kartoffeln

Geräte: 2 Schüsseln, 1 Reibeisen, 1 Baumwollsäckchen oder -tuch,

Zutaten: 1-2 große Kartoffeln

Durchführung:

- Die Kartoffeln in eine Schüssel reiben.
- Die am Reibeisen anhaftenden Kartoffelreste mit etwas Wasser in den Kartoffelschab spülen.
- Zum Kartoffelschab so viel Wasser geben, bis man schließlich eine breiig-suppige Masse erhält.
- Den Kartoffelschab gut auswaschen, indem man ihn mit den gespreizten Fingern einer Hand gründlich „durchkämmt“.
- Das Baumwollsäckchen oder –tuch auf die andere Schüssel setzen, die Kartoffelmasse hineinschütten und die Kartoffelmasse gut ausdrücken.
- Diese Flüssigkeit etwa 5 Minuten ruhen lassen.
- Schließlich vorsichtig die braune Flüssigkeit vom weißen Bodensatz abgießen.
- Den weißen Rückstand zwischen zwei Fingern reiben.
- Den Rückstand als Kartoffelstärke identifizieren.

Hinweis:

In Stärke und Kartoffelmasse lässt sich durch Auftropfen von Iod-Kaliumiodidlösung jeweils Stärke nachweisen (siehe Experiment S. 30).

Aufgrund seines Stärkegehaltes lässt sich die Kartoffel als wertvolles Nahrungsmittel kennzeichnen.

Entsorgung:

Die Reste sind im Haus- oder Biomüll zu verwerfen.

Erkenntnispotential:

- Die Bestandteile von Stoffen kann man ermitteln.
- Man kann die Inhaltsstoffe von Nahrungsmitteln ermitteln.

Herstellen von Butter

Geräte: 1 Marmeladenglas mit Twist-off-Deckel, evtl. 1 Sieb,

Zutaten: süße Sahne (flüssige Schlagsahne), evtl. etwas Salz

Durchführung:

- Das saubere, trockene Glas etwa zu 1/3 mit flüssiger Sahne füllen.
- Das Glas verschließen und 10-15 Minuten lang kräftig schütteln.
- Die entstandenen Butterklümpchen entnehmen, ggf. über Sieb von der Buttermilch trennen und identifizieren.
- Die Butter evtl. auf Brot streichen, mit etwas Salz würzen und essen.

Hinweis:

Es sollten unbedingt die entsprechenden Hygienevorschriften beachtet werden, damit die bereitete Butter gegessen werden kann.

Entsorgung:

Reste sind zu verwerfen.

Erkenntnispotential:

- Stoffgemische lassen sich trennen.
- Nahrungsmittel können hergestellt werden.

Bereiten von Brausepulver

Geräte: 1 kleine Schüssel (z.B. Kompottschüsselchen), 1 Teelöffel, 1 Trinkglas, 1 Suppenteller

Zutaten: Weinsäure (aus der Apotheke), Natriumhydrogencarbonat (aus der Apotheke) oder ersatzweise Backpulver, Zucker, Trinkwasser

Durchführung:

- In der trockenen, sauberen Schüssel werden je 1 Teelöffel voll Weinsäure mit 1 Teelöffel voll Natriumhydrogencarbonat (oder Backpulver) und 2 Teelöffeln voll Zucker sorgfältig gemischt.
- Ein Trinkglas mit Trinkwasser etwa $\frac{3}{4}$ voll füllen und auf einen Suppenteller stellen.
- Das Brausepulver auf einmal in das Wasser schütten.
- Beobachten beschreiben und erklären.
- Vor dem Kosten mit dem Teelöffel gut umrühren.

Hinweis:

Es sollten unbedingt die entsprechenden Hygienevorschriften beachtet werden, damit die bereitete Brause anschließend getrunken werden kann. Auf diese Weise lässt sich feststellen, dass die gelösten Stoffe nicht verschwunden sind, sondern sich noch in der Brause befinden und geschmeckt werden können oder miteinander reagiert haben. Es ist von vorn herein damit zu rechnen, dass der Inhalt des Trinkglases überschäumt. Das ist so gewollt, um die Gasbildung (Kohlendioxidentstehung) deutlich zu machen.

Die auf diese Weise bereitete Brause schmeckt muffig-seifig nach Backpulver, da sie ja nur Zucker und keinerlei Geschmacksstoffe enthält. Soll diese Brause getrunken werden, ist es deshalb ratsam, in die fertige Brause konzentrieren Fruchtsaft oder Frusips (aus dem Hobbythek-Laden) zu geben.

Siehe auch „Zubereiten von Brause“, S. 18

Entsorgung:

Reste sind zu verwerfen.

Erkenntnispotential:

- Stoffe können miteinander reagieren. Es können daraus neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen. Solche Stoffumwandlungen nennt man auch „chemische Reaktion“. Man kann dann nicht mehr sehen, aus welchen Ausgangsstoffen der neue Stoff entstanden ist.

- Bei der chemischen Reaktion von (sichtbaren) festen oder flüssigen Stoffen können auch gasförmige Stoffe entstehen.

Brausepulver + Wasser → Brause

- Nahrungsmittel können hergestellt werden.

Untersuchen von Nahrungsmitteln

Nachweisen von Fett

Geräte: Filterpapier, Bleistift, evtl. 1 Fleischklopfer o.ä. zum Drücken

Zutaten: Wasser, fetthaltige Nahrungsmittel (z.B. Schokolade, aber auch Kokosraspeln, Sonnenblumenkerne, Leinsamen, Nusskerne, Wurstaufschnitt, Speck, Butter, Salatöl usw.)

Durchführung:

allgemeine Variante

- Das Filterpapier in Sektoren einteilen.
- Mit Bleistift einen Sektor mit „Wasser“ beschriften. Die anderen Sektoren entsprechend der zu untersuchenden Produkte beschriften.
- Die Nahrungsmittelproben geordnet aufgeben (evtl. Druck ausüben) und die Reste wieder entfernen.
- Einen Wassertropfen aufbringen.
- Filterpapier luftig zum Trocknen auslegen.
- Wenn der Wassertropfen eingetrocknet ist, auswerten. Die einzelnen Sektoren betrachten und aufgrund des sichtbaren Fettflecks das Untersuchungsergebnis werten.

Variante: Nachweisen von Fett in Schokolade

- Ein Stück Schokolade in einem Filterpapier für 2-3 Minuten mit der Faust umschließen.
- Aufgrund der sichtbaren Flecken das Untersuchungsergebnis werten.

Hinweis:

Aufgrund der Größe des Fettflecks kann nicht auf die Menge des enthaltenen Fetts geschlossen werden.

Mit dieser Methode lassen sich fetthaltige von fettfreien Nahrungsmitteln unterscheiden. Fett ist auf jeden Fall als wichtiger Nährstoff für die menschliche Ernährung zu kennzeichnen. Aufbauend darauf kann anschließend auf Ernährungsgewohnheiten und mögliche Fehlernährung eingegangen werden.

Schüler, die die Untersuchung von Schokolade durchgeführt haben, sollten sich unmittelbar danach die Hände gründlich waschen.

Entsorgung:

Die Reste sind im Haus- oder Biomüll zu verwerfen.

Erkenntnispotential:

- Die Bestandteile von Stoffen kann man ermitteln.
- Man kann die Inhaltsstoffe von Nahrungsmitteln ermitteln.

Nachweisen von Stärke

Geräte: 1 Pipette, 1 Teller, evtl. 1 Messer, 1 Teelöffel

Zutaten: Proben von stärkehaltigen und stärkefreien Nahrungsmitteln (z.B. Brot, Butter, Wurst, Kartoffel, Apfel, Nudel, Pudding usw.), Kochsalz, Iodkaliumiodidlösung,

Durchführung:

- Nahrungsmittelproben auf einem Teller anordnen und benennen.
- 1 Teelöffel voll Kochsalz in der Tellermitte aufhäufen.
- Nahrungsmittelproben und das Kochsalz mit jeweils 2-3 Tropfen Iodkaliumiodidlösung flächenhaft benetzen.
- Aufgrund der Blaufärbung auf den Stärkegehalt der Probe schließen. Kochsalz als stärkefrei identifizieren und zum Farbvergleich heranziehen.

Hinweis:

Sehr interessant ist es, den bereiteten Pudding oder auch Proben des Schulfrühstücks zu untersuchen und zu werten.

Entsorgung:

Die Reste sind im Hausmüll zu verwerfen. Teller, Messer und Löffel zunächst unter fließendem Wasser abspülen, anschließend in warmer Spülmittellösung reinigen. Die Pipette demontieren und ebenfalls mit Wasser gründlich reinigen.

Erkenntnispotential:

- Stoffveränderungen zeigen das Vorhandensein bestimmter Stoffe an.
- Die Bestandteile von Stoffen kann man ermitteln.
- Man kann die Inhaltsstoffe von Nahrungsmitteln ermitteln.

Das Untersuchen und Verarbeiten von Pflanzen

Hildegard von Bingen und ihre Heil- und Naturkunde

Vermutlich zwischen 1150 und 1160 – denn es ist die einzige Zeit, in der Hildegard nicht an einer ihrer Visionsschriften arbeitet – trägt sie ihr ganzes Wissen über Tiere, Pflanzen und Steine, Krankheiten und Heilmittel in einem Buch zusammen, das „*Liber subtilitatum*“

diversarum naturarum creaturarum“, das „Buch von dem inneren Wesen der verschiedenen Naturen der Geschöpfe“ genannt wird. Diese Schrift steht ganz in der Tradition der mittelalterlichen Volks- und Klostermedizin, mit der sie aufwuchs und die auch auf dem Rupertsberg praktiziert wird, dessen Kloster sie als Äbtissin vorsteht. Mit der Infirmarin, der Apothekerin und Ärztin ihres Klosters, wird sie sich sicher beraten haben. Aus den Heilkräutern, die im Garten wachsen, brauen die Frauen selbst Heilgetränke und fertigen Pflaster, rühren Salben und Tinkturen. Wer damals krank ist, geht nicht zum Arzt, sondern klopft an die Klosterpforte. Ob Hildegard selbst Kranke untersucht und nach ihren Rezepten behandelt hat, ist nicht überliefert.

Als Hildegard ihre heilkundliche Schrift beginnt, ist das Ende der Mönchsmedizin bereits eingeleitet. Im Jahre 1130 hat das Konzil von Clermont allen Geistlichen verboten, in der Heilkunde tätig zu sein, denn das vertrage sich nicht mit einem weltabgeschiedenen klösterlichen Leben. Die neu entstehenden Universitäten in Paris und Bologna werden sich des Faches bemächtigen; die „Schulmedizin“ wird geboren.

Hildegards Heil- und Naturkunde ist zweierlei: die naturwissenschaftliche Schrift einer klugen, scharf beobachtenden Frau und ein Buch ihres christlichen Glaubens.

Hildegard weist sich als eine der besten Tier- und Pflanzenkennerinnen ihres Lebensraumes und ihrer Zeit aus. Verblüffend genau sind ihre Beobachtungen der Fische und Vögel, der Säugetiere und Reptilien. Doch ist sie Ordensfrau und keine „Naturforscherin“ im heutigen Sinne. Leider ist nicht bekannt, welche Quellen ihren naturwissenschaftlichen Kenntnissen zugrunde lagen und welche medizinischen Werke sie gelesen oder zitiert hat. Ihr Arzneibuch, das unter dem eher irreführenden Namen „Naturkunde“, „*physica*“ bekannt geworden ist, enthält auch magische Rezepte und Beschwörungsformeln der mittelalterlichen Volksmedizin. Die Schriften zur „Natur- und Heilkunde“ bleiben bis heute der historisch umstrittenste Teil ihres Werkes. Weder aus dem 12. Jahrhundert noch aus späterer Zeit ist eine Abschrift des Werkes überliefert, das Hildegard *Liber subtilitatum diversarum naturarum creaturarum* genannt hat. Erst im 13. Jahrhundert finden sich bei anderen Autoren Zitate und „Bearbeitungen“.

Die Anwendung von pflanzlichen Heilmitteln bei Hildegard von Bingen

Wie in der mittelalterlichen Rezeptliteratur üblich, so wird auch bei Hildegard von Bingen (1098-1179) nicht unterschieden zwischen den in der Küche (für Suppen, Würzen, Getränke) benutzten Kräutern und Gewürzen und eigentlichen Arzneimitteln. Die Übergänge sind fließend.

Unter den innerlich anzuwendenden Arzneimitteln bildet der *Trank* bei weitem die häufigste Arzneiform. Er wird aus einem Auszug der Kräuter mit Wasser, Wein oder Essig hergestellt und anschließend oft mit Honig versetzt. Gelegentlich wird auch der durch die Araber in Europa eingeführte Zucker verwendet. Im Jahre 996 ist zum ersten Mal belegt, dass eine größere Ladung Zucker über Venedig Europa erreicht. Bis zum Ende des 15. Jahrhunderts bleibt Zucker ca. zehnmal teurer als Honig. Er wird daher fast ausschließlich in der Medizin verwendet, um Arzneimittelzubereitungen genießbar zu machen. Honig wie Zucker dienen dabei nicht nur als Süßungsmittel, sondern sind auch wegen ihrer konservierenden Eigenschaften verwendet worden.

Eine andere, häufig genannte Arzneiform sind die „*Küchlein*“, die die Größe einer Münze haben sollten. Hildegard lässt diese Küchlein aus einem mit Mehl (häufig Dinkel) und Ei hergestellten Teig zubereiten, in denen die pulverisierten Drogen eingearbeitet werden. Der Teig wird dann in der Sonne, am Ofen oder in warmer Asche getrocknet. Diese Küchlein werden mitunter auf schmerzende Stellen aufgelegt, oder auch zu Tränken, Salben usw. weiterverarbeitet. Sie stellen also eine Form der Konservierung dar. Zu den innerlich zu verabreichenden Mitteln gehörten weiterhin die „*Leckmittel*“, Arzneimittelmischungen von musartiger Konsistenz. Bei einigen Drogenmischungen wird von Hildegard ausdrücklich vorgeschrieben, die Pulvermischung aufzulecken.

Unter den äußerlich anzuwendenden Mitteln nehmen die *Salben* und *Umschläge* in den vielfältigsten Formen einen breiten Raum ein. Als Salbengrundlage dienen die verschiedensten Fette, wie sie gelegentlich auch in der Küche verwendet wurden: Butter, Gänse- und Schweineschmalz, daneben auch Bärenfett oder Hirschtalg. Umschläge werden oft aus Brot und Mehl hergestellt, in das die Drogen eingearbeitet werden.

Von Hildegard wurde auch ein „*Augenwasser*“ bereitet.

Räucherungen wurden hauptsächlich gegen Kopfschmerzen, Erkältungskrankheiten und Gehörsminde rung empfohlen. Der Rauch wird durch Aufstreuen aromatischer Kräuter auf heiße Dachziegel, einfaches Anzünden oder Anzünden mittels Holzkohle erzeugt. In irdenen Gefäßen erzeugter Rauch wurde auch unmittelbar in den Mund geleitet, z.B. zum Abtöten des sogenannten „*Zahnwurms*“.

Die hergestellten Arzneimittelpreparate wurden meist frisch verwendet und nur selten aufbewahrt. Wegen ihrer leicht verderblichen Inhaltsstoffe (Butter, Eier, Pflanzensäfte usw.) waren sie dazu auch gar nicht geeignet.

„*Euere Lebensmittel sollen euere Heilmittel sein*“, schreibt Hildegard. Sie erkennt in vielen Pflanzen Heilkräfte, so im Getreide, vor allem im Dinkel: „*Der Dinkel ist das beste Getreide ... Wer Dinkel isst, bildet gutes Fleisch. Dinkel führt zu einem rechten Blut, gibt ein aufgelockertes Gemüt und die Gabe des Frohsinns. Egal wie man Dinkel zubereitet..., Dinkel ist ... leicht verdaulich*“.

Hildegard schreibt auch Gemüse und Obst heilende Kräfte zu: Bohnen lindern Verdauungsprobleme. Erbsen machen temperamentvoll. Fenchel macht fröhlich. Meerrettich hat keimtötende Wirkung. Rote Beete helfen bei Hautleiden. Zwiebeln wirken gegen Infekte. Äpfel entgiften. Birnen reinigen den Magen. Himbeeren senken das Fieber. Kirschen schützen vor Erkältungskrankheiten.

Unterscheiden fetter und ätherischer Öle

Geräte: Filterpapier (oder anderes saugfähiges Papier), 1 Bleistift, evtl. Wäscheklammern, evtl. Fön

Zutaten: Speiseöl, Duftöl oder Parfüm (gelöst in Aceton), evtl. Schalen von Zitrusfrüchten

Durchführung:

-
- Filterpapier in 2 Sektoren aufteilen und mit Bleistift (!) beschriften: „Speiseöl“ und „ätherisches Öl“.
 - Entsprechend der Beschriftung jeweils ein kleines (!) Tröpfchen dieser Stoffe auftragen.
 - Papier gegen Licht betrachten („Fettfleckprobe“) und Geruch prüfen.
 - Zeitpunkt vermerken.
 - Filterpapier luftig aufhängen, evtl. im Luftstrom trocknen.
 - Das Papier wiederholt gegen Licht betrachten und Geruch prüfen. Veränderungen dokumentieren und Zeitpunkte vermerken.
 - Diskutieren.

Hinweis:

Das benetzte Filterpapier kann auch an einen luftigen Ort verbracht und Tage später ausgewertet werden.

Zur Gewinnung ätherischer Öle kann die Schale einer Zitrusfrucht so zusammengeklappt werden, dass die weiße Innenhaut nach außen zeigt. Nun wird die Schale zwischen den Fingern hin und her gerollt, wobei die austretende Flüssigkeit möglichst wenig gefärbt sein sollte. Diese Tröpfchen werden mit Filterpapier aufgenommen. Diese Methode hat leider den Nachteil, dass nach einiger Zeit zwar der typische Geruch verschwunden ist, ein gelber Fleck aber meist zurückbleibt.

Es ist deshalb besser, ein im Handel erhältliches ätherisches Öle (z.B. Minzöl,) oder ersatzweise ein Parfüm zu verwenden, das keine Flecken hinterläßt. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass diese Duftstoffe fast immer auf einen öligen Trägerstoff aufgebracht sind und deshalb in dieser Form für den Versuch nicht verwendet werden können. Vor dem Einsatz ist also unbedingt auf Fettfleckbildung zu testen. Häufig hilft ein sehr starkes Verdünnen mit einem stark flüchtigen Lösungsmittel.

Herstellen einer lagerfähigen Duftöl-Lösung

Handelsübliches Duftöl oder Parfüm (Eau de Cologne) wird z.B. mit Aceton (aus der Apotheke) oder ersatzweise mit Nagellackentferner (der auf Filterpapier keine sichtbaren Flecken hinterläßt) so lange verdünnt, bis nach dem Auftupfen auf Papier kein Fettfleck mehr zurückbleibt, aber der Duft in der Lösung noch immer deutlich wahrgenommen werden kann (Anhaltspunkt: Aceton : Minzöl = 3 : 1). Das günstigste Verhältnis ist durch vielfaches Probieren zu ermitteln. Gut verschlossen bleibt dieser Ansatz mehrere Jahre lang verwendungsfähig.

Entsorgung:

Reste verwerfen.

Erkenntnispotential:

- Stoffe können sich verändern.
- Stoffe können flüchtig sein.

Bereiten von Tee

Geräte: 2 als Teekannen geeignete Gefäße, 1 Wasserkocher, 1 Sieb;
ggf. Tassen und Teelöffel zur Verkostung

Zutaten: Zur Teebereitung geeignete Trocken- oder Frischkräuter (z.B. Fenchelsamen, Pfefferminzkraut, Kamilleblüten, Hagebuttenschalen, u.ä.), Trinkwasser;
ggf. Honig oder Zucker

Durchführung:

- Frisch- oder Trockenkräuter in eine Teekanne geben und mit kochendem Wasser überbrühen. Hagebuttenschalen ca. 5 Minuten kochen.
- Ansatz etwa 3 Minuten lang beobachten (Farbänderungen, Lage und Volumen der Kräuter usw.).
- Ansatz insgesamt 5-7 Minuten ziehen lassen (je nach Teekraut).
- Ansatz durch ein Sieb in eine zweite Kanne abgießen.
- Vergleichende Betrachtungen anstellen (Färbungen, Volumen der Teekräuter usw.).
- Diskussion über den Verbleib der Inhaltsstoffe der Teekräuter.

Hinweis:

Die Teekräuter können vorher auch gemeinsam gesammelt und getrocknet werden (z.B. Lindenblüten, Minze, Erdbeerblätter, rote Hagebutten, Holunderblüten, reife (=schwarze) Holunderbeeren – Vorsicht! Grüne, unreife Holunderbeeren sind giftig!).

Es sollten unbedingt die entsprechenden Hygienevorschriften beachtet werden, damit der Tee anschließend getrunken werden kann. Auf diese Weise lässt sich feststellen, dass die gelösten Stoffe nicht verschwunden sind, sondern sich noch im Tee befinden und geschmeckt werden können. Evtl. kann das Getränk mit Honig oder Zucker verfeinert werden.

Über folgende Pflanzen weiß Hildegard:

Pflanze	verwendeter Pflanzenteil	Zubereitungsart	Heilwirkung (nach Hildegard)
Fenchel	Samen	Fencheltee	reinigt Magen und Darm, verhindert Mund- und Körpergeruch
	Knolle	Fenchelgemüse	
Kamille	Blüten	gekocht	Beikost zu fetten und schwer verdaulichen Speisen, verdauungsfördernd
			äußerlich gegen Entzündungen
Minze	Blätter, krautige Pflanzenteile	Tee, ...	verdauungsfördernd
			bei Atembeschwerden
Hagebutte	Früchte	Tee, ...	Steigerung der Abwehrkräfte (z.B. bei Lungenerkrankungen)
			mildes Abführmittel
Holunder	Blüten (Bedeutung der Beeren wird erst später bekannt)	Tee	schweißtreibend bei Erkältungskrankheiten
			harntreibend

(Siehe hierzu auch Experimente, S. 33-41.)

Entsorgung:

Die Reste verwerfen.

Erkenntnispotential:

- Durch heißes Wasser lassen sich wichtige Inhaltsstoffe aus Kräutern herauslösen. Durch Trinken, aber auch durch Umschläge gelangen diese Inhaltsstoffe in den menschlichen Körper, wo sie eine gesundheitsfördernde oder heilende Wirkung entfalten können.
- Das Abtrennen der Kräuter vom Teeaufguss geschieht durch Abgießen (=Dekantieren) oder mit Sieb bzw. Filter (=Filtrieren).
- Heilkräuter bezeichnet man auch als Drogen. Der Begriff „Drogerie“ hat denselben Ursprung.

Herstellen von Kräuterbutter

Zutaten: 500g Butter, 30g Kräuter (Petersilie, Schnittlauch, Liebstöckel, Kerbel usw.), 1-2 Knoblauchzehen, einige Tropfen Zitronensaft, Salz, Pfeffer

Zubereitung:

- Die Kräuter fein hacken.
- Den Knoblauch schälen und mit Salz zerdrücken.
- Die zimmerwarme Butter schaumig rühren. Dabei pfeffern.
- Die vorbereiteten Kräuter und das Knoblauch-Salz-Gemisch unterrühren sowie den Zitronensaft zufügen.
- Evtl. nochmals mit Salz und Pfeffer abschmecken.

Hinweis:

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn die Kräuter im Garten oder Schulgarten von den Schülern (möglichst unter Anleitung) selbst gesammelt werden. Auch ein langfristig angelegter „Kräutergarten am Fenster“ lässt sich hervorragend nutzen.

Zur Herstellung der Kräuterbutter lässt sich natürlich auch die selbst hergestellte Butter (Rezeptur, S. 27) verwenden.

Die Kräuterbutter kann z.B. auf Brot gegessen werden.

Über die Zutaten weiß Hildegard:

Pflanze	verwendeter Pflanzenteil	Zubereitungsart	Heilwirkung (nach Hildegard)
Petersilie	krautige Teile	„Trank“	harn- und menstruationsfördernd, gegen heftiges Fieber, Herz und Kreislauf stärkend, gegen Verdauungsbeschwerden
Liebstockel	Blätter, krautige Teile	...	gegen Husten und Brusterkrankungen, durchblutungsfördernd
Kerbel		...	gegen Verdauungsbeschwerden und Geschwüre
Knoblauch	Knolle	roh! (gehackt, zerdrückt)	antibakteriell (bestes Mittel gegen Dampilze), cholesterinsenkend, schützt vor Infektionskrankheiten, durchblutungsfördernd, 1-2 Zehen täglich
Zitrone	Früchte	Saft,...	gegen Fieber
Pfeffer	Früchte	gerieben	appetitanregend, gegen Magenschmerzen und Übelkeit, Gicht und Rheuma, aber: Übermäßiger Genuß schadet.
Butter	In Maßen gegessen ist sie ein wichtiges Heilmittel, besonders bei alten und schwachen Menschen sowie bei „Atemnot“.		
Salz	... verstärkt die Wirkung der Speisen. Wer Speisen ohne Salz isst, wird innerlich schwach...Allzu stark gesalzene Kost macht innen trocken und schädigt... Darum soll jede Speise so gesalzen werden, dass man die Speise vor dem Salz herausschmeckt.		

Entsorgung:

Evtl. Reste verwerfen.

Stein – auch du wirst gebraucht

Hildegard von Bingen und die Steine

Hildegard von Bingen hat sich auch mit Mineralien („Steinen“) beschäftigt. In ihrem Werk „Physica“ schreibt sie solche Erkenntnisse auf. Manchen Edelsteinen schreibt sie sogar heilende Eigenschaften zu. Dabei stützt sie sich nicht nur auf volkskundliche Überlieferung und klösterliche Tradition, sondern auch auf das eigene Studium „der Naturdinge“. Das hohe

Niveau der Klostermedizin gehört dabei gerade für sie als Benediktinerin zum Alltag, da man sich mit Hingabe aller Kranken und Alten annimmt, die der Fürsorge bedürfen.

Die moderne Ernährungslehre zeigt heute, wie wichtig es ist, auf einen ausgewogenen Mineralstoffhaushalt zu achten und neben Kohlehydraten, Fetten und Eiweißen auch Spurenelemente mit der Nahrung aufzunehmen. Diese Spurenelemente gelangen sowohl über die Nahrungsmittel selber, ihre Zubereitung und Würzung (z.B. Salz) aber auch über die Getränke (Mineralwasser, Tee, Wein, Saft usw.) in unseren Organismus.

Bei einigen Krankheitsbildern wissen wir heute, dass Mineralstoffmangel Schuld ist: So deuten entzündete Mundwinkel auf Zink- oder Eisenmangel hin; ein „dicker Hals“ bzw. Kropfbildung womöglich auf Iodmangel.

Es besteht also keinerlei Grund dafür, Hildegards Schriften heute überheblich zu belächeln.

Herstellen von Kalkmörtel-Steinen

Geräte: 1 kleine Kunststoffschüssel (z.B. Quark- oder Margarineverpackung aus dem Gelben Sack, sauber und trocken), 1 Spachtel oder alten Teelöffel, Papierunterlage (z.B. Zeitungspapier), Schutzbrille

Zutaten: Branntkalk und Sand oder fertige Kalkmörtel-Mischung aus dem Baumarkt (Kein Zement! Kein Gips!), Wasser

Durchführung:

Vorsicht, Spritz- und Verätzungsgefahr! Schutzbrille tragen! Nach dem Formen der Steine sofort Hände waschen!

- 3 Teelöffel voll Branntkalk mit 1 Teelöffel Sand in einem Schüsselchen gut mischen. Wird fertige Kalkmörtelmischung aus dem Baumarkt verwendet, dann nach Gebrauchsanweisung vorgehen.
- Teelöffelweise (!) Wasser zugeben und gut rühren, bis eine formbare Masse entsteht. **Vorsicht, das Gemisch kann evtl. heiß werden und spritzen! Nicht zuviel Wasser auf einmal zugeben!**
- Aus der Masse kleine Gebilde formen.
- Die Gebilde auf einer Papierunterlage trocknen und aushärten lassen.
- Geräte und Hände sofort mit Wasser gründlich reinigen.

Hinweis:

Unbedingt Kalkmörtel herstellen! Zement oder Gips dürfen keinesfalls benutzt werden, damit die hergestellten Teile später weiter verwendet werden können! Der Sandanteil muss evtl. variiert werden.

Entsorgung:

Die Reste werfen. Die Bausteine aufbewahren und für weitere Versuche (S. 39) verwenden.

Herstellen von Gips-Steinen

Geräte: 1 kleine Kunststoffschüssel (z.B. Quark- oder Margarineverpackung aus dem Gelben Sack, sauber und trocken), 1 Spachtel oder alten Teelöffel, Papierunterlage (z.B. Zeitungspapier), Schutzbrille

Zutaten: Gips (Kein Zement!), Wasser

Durchführung:

Vorsicht, Spritz- und Verätzungsgefahr! Schutzbrille tragen! Nach dem Formen der Bausteine sofort Hände waschen!

- Ca. 6 Teelöffel voll Gips in ein Schüsselchen geben.
- Teelöffelweise (!) Wasser zugeben und gut rühren, bis eine formbare Masse entsteht.
Vorsicht, das Gemisch kann evtl. heiß werden und spritzen! Nicht zuviel Wasser auf einmal zugeben!
- Aus der Masse kleine Gebilde formen.
- Die Gebilde auf einer Papierunterlage trocknen und aushärten lassen.
- Geräte und Hände sofort mit Wasser gründlich reinigen.

Entsorgung:

Die Reste verwerfen. Die Bausteine evtl. aufbewahren und verarbeiten.

Reaktion von Kalkstein mit Säure

Geräte: 1 Glasgefäß (ca. 20 ml, z.B. Schnapsglas oder Eierbecher),

Zutaten: 1 Kalkstein (z.B. Kalkmörtel-Stein, siehe Versuch S. 38), Tafelessig,

Durchführung:

- Das Glas etwa zur Hälfte mit Essig füllen.
- Den Kalkstein in das Glas geben. Der Stein soll vollständig mit Essig bedeckt sein.
- Beobachten, beschreiben und erklären.
- Den Ansatz über Nacht (oder auch länger) stehen lassen, anschließend erneut betrachten, beschreiben und erklären.

Hinweis:

Für diesen Versuch eignet sich ausschließlich Kalkstein (Kalkmörtel-Stein).

Wenn statt des Essigs verdünnte Salzsäure (Konzentration: ca. 2 Mol pro Liter) verwendet wird, lässt sich dieser Versuch auch erfolgreich mit Marmor, Travertin oder Kalktuff durchführen.

Stücke aus Gips oder Zementmörtel sind für diesen Versuch ungeeignet.

Entsorgung:

Glaseinhalt über Sieb abgießen. Siebinhalt unter fließendem Wasser abspülen, abtropfen lassen und im Hausmüll verwerfen. Flüssigkeitsreste in den Ausguss geben, mit Wasser nachspülen. Die Geräte unter fließendem Wasser reinigen.

Erkenntnispotential:

- Stoffe können miteinander reagieren. Es können daraus neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen. Solche Stoffumwandlungen nennt man auch „chemische Reaktion“.
- Bei der chemischen Reaktion von (sichtbaren) festen oder flüssigen Stoffen können auch (unsichtbare) gasförmige Stoffe entstehen.

Kalkstein + Essig → Gas + Restflüssigkeit

- Durch unsachgemäßen Umgang können Gegenstände zerstört werden.
- Die Hinweise auf Haushaltsreinigern sind ernst zu nehmen! Haushaltsreiniger, die Säuren enthalten, wie z.B. Essig oder Zitronensäure sind für die Reinigung von Gegenständen aus Kalkstein, Travertin oder Marmor (z.B. Fensterbänke) nicht geeignet.

Original Hildegard-Rezepturen**Zubereiten von Kopfsalat**

Zutaten: 1 Kopfsalat, 1 Esslöffel Weinessig, 2 Esslöffel Sonnenblumenöl, 2 bis 3 Esslöffel weich gekochte Dinkelkörner, 1 Prise Salz, gegebenenfalls etwas Zucker

Zubereitung:

– Die Zutaten mischen, vor dem Essen ziehen lassen und zum Essen servieren.

Hinweis:

Lt. Hildegard von Bingen hilft dieser Salat bei Verdauungsschwäche, Verstopfung und bei Durchblutungsstörungen des Gehirns, verhindert vorzeitige Gedächtnisschwäche, Alzheimersche Krankheit.

Anwendung: 1-mal täglich zum Mittagessen

Zubereitung von Muskat-Zimt-Nelken-Keks

Zutaten: 20g Zimt, 20g Muskat, 5g Nelken, 400g Dinkelmehl, 250g Butter, 150g (brauner) Rohrzucker, 200g süße Mandeln (gemahlen), 2 ganze Eier, etwas Salz, Wasser nach Bedarf

Zubereitung:

- Das Mehl auf die Arbeitsplatte geben.
- Die Butter in Stückchen darauf verteilen.
- Zucker, Mandeln, Eier und Gewürze hinzufügen.
- Alles mit einem großen Messer durchhacken, zusammenkneten und kalt stellen.
- Nach ca. 30 Minuten den Teig 2-3 mm dick auswalzen.
- Plätzchen ausstechen und auf ein mit Backpapier ausgelegtes Blech legen.
- Bei 180-200°C goldgelb backen.

Hinweis:

Lt. Hildegard von Bingen helfen diese Plätzchen bei Nervenschwäche, Energielosigkeit, Konzentrationsschwäche, Geruchs- und Geschmacksverlust, Verbitterung.

Anwendung: Täglich 3-5 dieser Gewürzplätzchen essen, dazu Dinkelkaffee trinken.

Dinkel-Buttermilch-Waffeln

Zutaten: 300g Dinkelvollkornmehl, 2 Teelöffel Zimtpulver, 1 Teelöffel Nelkenpulver, 1 Teelöffel Backpulver, ½ l Buttermilch, 100g Honig, 50g Butter, 3 Eier (getrennt)

Zubereitung:

- Das Mehl in einer Schüssel mit Zimt, Nelken und Backpulver mischen.
- Nach und nach die Buttermilch darunterühren.
- Getrennt davon Honig, Butter und Eidotter glattrühren und unter kräftigem Rühren in die Mehlmischung einarbeiten.
- Eiklar mit einer Prise Salz zu Schnee schlagen.
- Den Eischnee unter die Teigmasse ziehen und evtl. nochmals mit Salz abschmecken.
- Den Teig in einem gefetteten Waffeleisen goldbraun backen.
- Die fertigen Waffeln mit Quittenmarmelade, Apfelmus oder beliebigem Kompott servieren.

Entsorgung:

Evtl. Reste verwerfen.

Mittel gegen Insektenstiche

Zutaten: frische, saubere Blätter von Spitzwegerich oder Breitwegerich

Zubereitung:

- Jeweils ein Wegerichblatt zwischen den Fingerknöcheln saftig reiben.
- Sofort die Stichstelle mit Wegerichsaft bestreichen oder die gequetschten Blätter darauflegen.

-
- Wegerich-Auflage evtl. erneuern.

Hinweis:

Hilft lt. Hildegard von Bingen bei Bienen-, Mücken-, Wespen-, Hornissenstichen sowie Zeckenbissen.

Da man Wegerich fast überall auf Wiesen und an Wegrändern findet, ist er ein ausgezeichnetes Mittel zur Ersten Hilfe bei Insektenstichen.

Weitere interessante Experimente

Untersuchen einer brennenden Kerze

Geräte: 2 „neue“ Kerzen (z.B. Christbaumkerzen) im Kerzenständer, 1 Stab-Feuerzeug bzw. Kaminzündhölzer, evtl. Aluminiumfolie

Durchführung:

- 2 „neue“ Kerzen, die nebeneinander in einem Kerzenständer fixiert sind, betrachten und beschreiben.
- Eine Kerze anzünden.
- Betrachten und beschreiben. Erklären, z.B.:
 - Was geschieht mit dem Kerzenwachs?
 - Wie verändert sich die gesamte Kerze? Was geht weg? Was kommt neu hinzu?
 - Welche Eigenschaften hat die Kerzenflamme? Warum entsteht sie? Woraus entsteht sie?
- Nach etwa 3-5 min die Kerzenflamme löschen.
- Beide Kerzen vergleichend betrachten und beschreiben.
- Erklären, z.B.:
 - Warum ist die Kerze, die gebrannt hat, kleiner geworden?
 - Was ist mit dem Kerzenwachs passiert, das jetzt fehlt?
 - Warum ist der Docht schwarz?

Hinweis:

Kerzen von möglichst geringem Querschnitt verwenden, damit sie in möglichst kurzer Zeit möglichst viel von ihrer Höhe verliert. Mini-Kerzen für Geburtstagstorten eignen sich deshalb ausgesprochen gut.

Eine Unterlage aus Aluminiumfolie schützt die Tischplatte vor Kerzenwachstropfen.

Als Kerzenständer sind prinzipiell alle nichtbrennbaren Unterlagen geeignet. Die Kerzen sind sicher auf der Unterlage zu fixieren, so dass sie beim Arbeiten nicht umfallen.

Entsorgung:

Kerzen und Zündmittel gut auskühlen lassen und zur Wiederverwendung geordnet ablegen. Reste über den Hausmüll werfen.

Erkenntnispotential:

- Stoffe erkennt man an ihren Eigenschaften.
- Es gibt feste, flüssige und gasförmige Stoffe.

- Gasförmige Stoffe sind oft unsichtbar.
- Bei der chemischen Reaktion von (sichtbaren) festen oder flüssigen Stoffen können auch (unsichtbare) gasförmige Stoffe entstehen.
- Stoffumwandlung ist mit Energieumwandlung verbunden.
- Stoffumwandlungen finden statt, ob wir wollen oder nicht.
- Stoffumwandlungen lassen sich bewusst und zielgerichtet einsetzen.
- Mit Stoffen und Energie muss sachgerecht umgegangen werden. Gefahrensituationen entwickeln sich aus Unkenntnis, aus übertriebener Angst oder aus Ignoranz.

Justus von Liebig und die Spiegel-Herstellung

Justus von Liebig (1803-1873) findet Chemie immer dann spannend, wenn es um Anwendungen geht. Ein wichtiges technisches Problem ist seinerzeit die Herstellung von hochwertigen Spiegeln für Teleskope. Zwar gibt es bereits verschiedene Verfahren zur Versilberung von Glas auf chemischem Wege, aber die Qualität genügt den Anforderungen der Astronomen nicht. Der Münchner Physiker und Kollege Carl August Steinheil (1801-1870) bittet Liebig deshalb, sich dieses Problems anzunehmen. 1856 wird Liebig auch vom Glaswerk in Fürth, dem damaligen Zentrum der Spiegelherstellung in Deutschland, gebeten, nach einem technisch verwertbaren Verspiegelungsverfahren zu suchen. 1858 veröffentlicht Liebig die Ergebnisse seiner Versuche. Bisher ist zur Spiegelherstellung das sehr gesundheitsschädliche Quecksilber verwendet worden. Liebig verzichtet völlig auf das Quecksilber und setzt Silbersalze zum Verspiegeln ein. Bei kleinen Spiegelflächen funktioniert sein Verfahren gut. Da bei diesem Verfahren jedoch die Glasqualität eine entscheidende Rolle spielt, diese Glasgüte jedoch im Fürther Glaswerk nicht erreicht werden kann, ist es Liebig nie gelungen, die von den Physikern geforderten große Flächen einwandfrei zu verspiegeln.

Liebig hat sich von der Produktion der Silberspiegel auch viel Geld versprochen, aber diese Hoffnung erfüllt sich nicht. Die Fürther Fabrik muss 1862 schließen.

Über einen weiteren „Nachteil“ des Silberspiegels gegenüber einem herkömmlichen Quecksilberspiegel äußert sich Liebig in einem Brief an den Fürther Fabrikanten Johann Caspar Beeg (1809-1869):

„Mein Freund Pelouze hat mir von Paris aus einen Fehler meiner Spiegel angedeutet, der die Fabrikation großer Salon- und Toilette-Spiegel in Frankreich unmöglich macht; alle Spiegel reflectieren nämlich eine gelbe oder gelbgrünliche Farbe und da die Französinen durchschnittlich einen gelben Teint haben, so erscheinen sie in der ausnehmenden Klarheit dieser Spiegel noch minder vorteilhaft als sie in der That sind“.

Diesem Fehler wird später durch eine grünliche Farbe des Glases begegnet. Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts setzen sich die Silberspiegel durch, was vor allem an den neuen Gesetzen für Arbeitssicherheit liegt.

Heute werden die meisten Spiegel mit dem billigeren Aluminium belegt.

Spiegel



Achtung, dieses Experiment nimmt in dieser Broschüre eine Sonderstellung ein! Es stellt erhöhte Anforderung sowohl an die Materialbeschaffung, an das experimentelle Können des Lehrers als auch an die Entsorgung. **Es darf nur durchgeführt werden, wenn eine zügige, fachgerechte Entsorgung gewährleistet ist!** Dieses Experiment ist für Ausbildungszwecke an der Universität Gießen probenhalber in diese Sammlung aufgenommen worden.

Geräte: 2 Reagenzgläser (10 mm oder 16 mm Durchmesser), 1 passender Reagenzglashalter (ersatzweise 1 passende Wäscheklammer aus Holz), 1 Topf für ein Heißwasserbad, 1 Wasserkocher, Kaffeemaschine, o.ä. zum Bereiten von Heißwasser, 1 Topf-Untersetzer, 2 Pipetten, 1 Teelöffel

Chemikalien: Silbernitratlösung (5%ig) [Xi], verdünnte Ammoniaklösung, Traubenzucker, Wasser

Durchführung:

Vorsicht, Spritz-, Verätzungsgefahr und Verbrennungsgefahr! Schutzbrille tragen! Die ammoniakalische Silbernitratlösung nach dem Herstellen sofort vollständig verbrauchen; nicht aufbewahren, nicht auf Vorrat bereiten! Explosionsgefahr!

- Ein Heißwasserbad bereiten und auf einem Untersetzer oder Handtuch wärmeisoliert abstellen.
- In ein Reagenzglas eine Teelöffelspitze voll Traubenzucker einfüllen.
- Darauf 2-3 cm hoch Wasser geben.
- Reagenzglasöffnung mit dem Daumen verschließen und Inhalt gut mischen³.
- Ein sauberes Reagenzglas etwa 2 cm hoch mit Silbernitratlösung befüllen.
- Mit der Pipette so lange Ammoniaklösung in die Silbernitratlösung tropfen, bis sich der sich bildende Niederschlag gerade wieder auflöst.
- In diese ammoniakalische Silbernitratlösung die bereitete Traubenzuckerlösung auf einmal zuschütten und das Reagenzglas anschließend in das heiße Wasserbad stellen.
- Beobachten.
- Reagenzglas nach etwa 3-5 min aus dem Wasserbad nehmen (**Vorsicht, heiß!**) und betrachten. Beschreiben. Evtl. erklären.

Hinweis:

Von Laien sollte das Reaktionsgemisch niemals direkt in einer Flamme erwärmt werden, da es sonst herausspritzen kann und Verbrühungen und Verätzungen hervorruft. Im Wasserbad bestehen diese Gefahren nicht.

Entsorgung:

³ Da der Ansatz mit Traubenzucker und Wasser völlig gefahrlos ist, darf das Reagenzglas hier ausnahmsweise mit dem Daumen verschlossen werden. Vorschriftsmäßig ist es mit einem passenden Gummistopfen zu verschließen.

Reste der Lösung im Behälter „Säuren, Laugen, Schwermetallsalzlösungen“ sammeln und der fachgerechten Entsorgung zuführen. **Achtung, diese Lösungsreste dürfen nicht eintrocknen, Explosionsgefahr!**

Verspiegelte Glasgeräte mit kaltem Wasser ausspülen. Das Spülwasser auch im Behälter „Säuren, Laugen, Schwermetallsalzlösungen“ sammeln. Die verspiegelten Glasgeräte können nach dem Trocknen für Dekorationszwecke verwendet werden, andernfalls über den Hausmüll (Glasmüll!) entsorgen. **Glasgeräte nicht einfach in den Papierkorb werfen, Verletzungsgefahr!**

Hinweise zur Materialbeschaffung:

Die benötigten Geräte und Chemikalien sind dort zu bekommen, wo auch der Restmüll zur fachgerechten Entsorgung abzugeben ist, beim Chemie-Fachlehrer.

Erkenntnispotential:

- Stoffe und Stoffgemische können sich verändern. Es können daraus neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen. Solche Stoffumwandlungen nennt man auch „chemische Reaktion“. Man kann dann nicht mehr sehen, aus welchen Ausgangsstoffen der neue Stoff entstanden ist.
- Zur Stoffumwandlung ist Energie notwendig.
- Stoffliche und energetische Veränderungen haben eine natürliche, erkennbare Ursache.
- Stoffumwandlungen (chemische Reaktionen) verlaufen unterschiedlich schnell.
- Mit Wortgleichungen kann man Stoffumwandlungsprozesse beschreiben. Da die Ausgangsstoffe nie die gleichen Stoffe sind wie die Reaktionsprodukte, darf beim Aufstellen der Wortgleichungen nie ein Gleichheitszeichen (=) verwendet werden, sondern immer der Reaktionspfeil (\rightarrow).
- Stoffumwandlungen lassen sich bewusst und zielgerichtet einsetzen.
- Mit Stoffen und Energie muss sachgerecht umgegangen werden. Gefahrensituationen entwickeln sich aus Unkenntnis, aus übertriebener Angst oder aus Ignoranz.
- Die Chemie ist eine wichtige Naturwissenschaft. Chemie ist die Lehre von Stoffen und Stoffumwandlungen.
- Es kommt darauf an, eine reale Sicht auf die Naturwissenschaft Chemie zu entwickeln und sie nicht voreingenommen zu verteufeln.
- Stoffumwandlungen sind Grundlage für unser Leben.
- Mit Hilfe chemischer Prozesse lassen sich wertvolle Gebrauchsgegenstände herstellen, die das tägliche Leben wesentlich erleichtern.

Historischer Hintergrund:

Bei diesem Experiment handelt es sich um das Prinzip des historischen Verfahrens zur Spiegel-Herstellung, das Justus von Liebig 1858 veröffentlichte.

Liebig fand Chemie immer dann spannend, wenn es um Anwendungen ging. Ein wichtiges technisches Problem war damals die Herstellung von hochwertigen Spiegeln für Reflektoren, wie sie in Teleskopen verwendet wurden. Die gebräuchlichen Metallspiegel wurden bald blind. Zwar gab es bereits verschiedene Verfahren zur Versilberung von Glas auf chemischem Weg, aber sie waren einerseits gesundheitsgefährdend (da Quecksilberverbindungen verwendet wurden) und andererseits genügte ihre Qualität den Anforderungen der Astronomen nicht. Der Münchner Physiker und Kollege Carl August Steinheil bat Liebig, sich des Problems anzunehmen, und die Bayerische Akademie der Wissenschaften stellte Geld zur Verfügung. Das von Liebig entwickelte Verfahren beruhte zwar auf der Verwendung von Silber und war damit nicht mehr gesundheitsgefährdend; es

funktionierte allerdings nur bei kleinen Spiegeln gut. Große Flächen einwandfrei zu belegen, ist Liebig nicht gelungen [vgl.: Justus Liebig. Seine Zeit und unsere Zeit. Ausstellungskatalog zur Ausstellung Chemie – Landwirtschaft – Ernährung, S. 60f].

Literatur

- Europäische Technik im Mittelalter: 800-1200; Tradition und Innovation; ein Handbuch. Hrsg. Von U. Lindgren. Gebr. Mann Verlag, Berlin 1996. ISBN 3-7861-1748-9
- Heilige Hildegard: Heilkraft der Edelsteine. Hrsg. Von R. Termolen. Pattloch Verlag, Augsburg 1992. ISBN 3-629 00550-0
- Justus Liebig (1803-1873). Seine Zeit und unsere Zeit. Ausstellungskatalog zur Ausstellung Chemie – Landwirtschaft – Ernährung, vom 9.05.-30.08.2003 in der Universitätsbibliothek Gießen. Hrsg.: Der Präsident der Justus-Liebig-Universität, Gießen 2003. ISBN 3-9808949-1-6
- Kerner, C.: Alle Schönheit des Himmels. Die Lebensgeschichte der Hildegard von Bingen. Beltz Verlag, Weinheim und Basel 1993. ISBN 3-407-80726-0
- Müller, I.: Die pflanzlichen Heilmittel bei Hildegard von Bingen. Otto Müller Verlag, Salzburg 1982. ISBN 3-7013-0630-3
- Schipperges, H.: Hildegard von Bingen. Ein Zeichen für unsere Zeit. Verlag Josef Knecht, Frankfurt/Main 1981. ISBN 3-7820-0466-3
- Strehlow, W.: Das Hildegard-von-Bingen-Kochbuch. Wilhelm Heyne Verlag, München 1996. ISBN 3-453-09381-X
- Strehlow, W.: Hildegard-Medizin für alle Tage. Selbsthilfe für die ganze Familie. Mit Original Hildegard-Rezepturen. Droemersch Verlag, München 2001. ISBN 3-426-87126-2
- Wiskamp, V.: Naturwissenschaftliches Experimentieren – nicht erst ab Klasse 7. Shaker Verlag, Aachen 2004. ISBN 3-8322-3021-1

Wichtige Adressen

Versand von Lehrmitteln: Chemikalien, Sicherheitstechnik, Geräte usw. für den naturwissenschaftlichen Unterricht

- Aug. Hedinger GmbH & Co. Heiligenwiesen 26; 70327 Stuttgart.
Tel. 0711/40 20 50; Fax 0711/4020535; Homepage: www.hedinger.de;
Email: hedinger@t-online.de
- PHYWE SYSTEME GmbH. 37070 Göttingen.
Tel. 0551/6040; Fax 0551/604107
- VWR International GmbH (vormals MERCK). Frankfurter Str. 133; 64293 Darmstadt.
Tel. 06151/72 55 20; Fax 06151/72 20 66; Homepage: www.vwr.com;
Email: info@de.vwr.com

interessante Internetadressen

- Prof. Dr. G. Lück; Fakultät für Chemie; Chemie und Didaktik der Chemie I;
Universitätsstr. 25; 33615 Bielefeld.
Tel. 0521/106-2040 (Sekretariat);
Fax 0521/106-6146
<http://www.uni-bielefeld.de/chemie/dc/index.html>
- <http://www.abtei-st-hildegard.de>