

Literatur

- [1] MAK- und BAT-Werte Liste 1994. DFG, VCH Weinheim (1994)
- [2] S. A. Roach and S. M. Rappaport, But they are not thresholds: a critical analysis of the documentation of thresholds limit values. *American J. of Industr. Med.* **17**, 727 (1990)
- [3] W. Haltrich, Anforderungen an ökologische Untersuchungen und Grenzwerte. *UmweltMagazin* **7**, 21 (1990)
- [4] H. Greim, Toxikologische Voraussetzungen für die Festlegung von Grenzwerten. *UmweltMagazin*, **9**, 24 (1990)
- [5] H. Greim, Toxikologische Voraussetzungen für die Festlegung von Grenzwerten. *NiU-Chemie* **2**, 5 (1991)
- [6] W. Koelze, Natürliche und künstliche Radionuklide. Radioaktivität – Risiko – Sicherheit: Kernforschungszentrum Karlsruhe (Hrsg.) **3** (1991)
- [7] C. Klemm, Strahlung im Alltag. Strahlung im Alltag: GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.) **7**, 5 (1991)
- [8] D. Schulte-Frohlinde, Die Chemie des zellulären Strahlentodes. *Chemie in unserer Zeit* **1**, 37 (1990)
- [9] U. Hagen, Wirkung niederer Strahlendosen. *Naturwiss. Rundsch.* **4**, 130 (1991)
- [10] U. Hagen, Genetische Wirkung kleiner Strahlendosen. *Naturwissenschaften* **74**, 3 (1987)
- [11] T. Vogl und J. Lissner, Wirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Organismus, Klinische Befunde. *Deutsches Ärzteblatt* **16**, 1169 (1985)
- [12] Merkblätter zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht. LEU Stuttgart
- [13] Drägerbuch
- [14] B. Streit, Bioakkumulationen in der Natur. *Biologie in unserer Zeit* **2**, 47 (1989)
- [15] T. Braunbeck und V. Storch, Zelle und Umwelt. *Biologie in unserer Zeit* **4**, 127 (1989)
- [16] R. Nagel, Ökotoxikologie. *Biologie in unserer Zeit* **6**, 299 (1990)
- [17] W. Fort, D. Hentschler und W. Rummel, *Pharmakologie und Toxikologie*. Wissenschaftsverlag 5. Auflage, S. 776 (1990)
- [18] H.-P. Gelbke, Toxikologische Entwicklungen zur Prüfung eines Pflanzenschutzmittels am Beispiel Bentazon. *UmweltMagazin* **9**, 28 (1990)
- [19] Wirkstoffe in Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Industrieverband Agrar (1990)

Ich danke Prof. Dr. H. Wernet vom Staatlichen Seminar für Schulpädagogik (Berufliche Schulen) für seine unterstützende und helfende Begleitung.

Anschritt des Verfassers:

Dr. Thomas Schonhardt, Richard-Fehrenbach-Gewerbeschule – Technisches Gymnasium, Friedrichstr. 51, 79024 Freiburg

Das Leinöl-Projekt –

Fächerübergreifender Unterricht für die Mittel- und Oberstufe

L. Stäudel, K. Mander und M. Rudolph

1 Einleitung

Ausgangspunkt für die Arbeit mit dem Leinöl war ein Unterrichtsprojekt zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe“, das mit einer 10. Klasse im Gymnasialzweig einer Gesamtschule durchgeführt wurde. Dort hatten die Schülerinnen und Schüler relativ breit untersucht, was nachwachsende Rohstoffe eigentlich sind, welche Bedeutung sie für welche Produkte haben könnten und inwiefern mit ihrer Hilfe die drängenden Umweltprobleme gelöst oder wenigstens gemindert werden könnten. Im Vordergrund standen die Inhaltsbereiche „Verpackung“, „Kosmetik“, „Baustoffe“ und, unausweichlich, der Biosprit. Zum letztgenannten Aspekt recherchierte eine Schülergruppe beim Bauernverband, schrieb Wissenschafts- und Umweltministerium an und wälzte Studien des Umweltbundesamtes. Das Ergebnis war ernüchternd: Abgesehen von den bekannten Nachteilen eines großflächigen Anbaus von „Energiepflanzen“ wie Raps oder Chinaschilf würde die Nutzung aller brachliegenden landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland gerade ausreichen, um den Treibstoffbedarf der Landwirtschaft selbst zu decken. Kein Gedanke, auf diese Weise Benzin und Diesel für alle Fahrzeuge auf deutschen Straßen aus Biomasse gewinnen zu können – dazu würde man nicht weniger als die 11fache Fläche Deutschlands benötigen! Damit waren auch alle Hoffnungen zunichte gemacht, künftig klimaneutral – weil immer nur so viel CO₂ freigesetzt würde, wie zuvor gebunden worden ist – und guten Gewissens Mofa, Motorrad oder Auto fahren zu können.

Diese Ernüchterung führte zur Frage, was denn sonst mit nachwachsenden Rohstoffen, speziell mit Öl- und Faser-

pflanzen wie Raps und Lein, anzufangen sei. Ein Artikel über neue Aspekte des Leinanbaus brachte den Perspektivwechsel: Lein oder Flachs stellte sich als nahezu universell verwendbarer Rohstoff dar:

- Aus den Langfasern lassen sich hochwertige Garne und Stoffe fertigen: Leinen für Kleidung und Spezialtextilien für Industriefilter,
- die Kurzfasern dienen nicht nur als Asbestersatz bei der Herstellung von Bremsbelägen, aus ihnen lassen sich ebenso Dämmplatten für den Hausbau machen,
- Leinöl schließlich kann als Nahrungsmittel verwendet werden aber auch als Industrierohstoff für Farben und Lacke sowie für die Herstellung von Linoleum.
- Lein erschien zudem auch als Pflanze mit einer jahrtausende alten Geschichte interessant.

2 Unterrichtsaktivitäten rund um das Leinöl

Bei der weiteren Arbeit trat der Aspekt „Lein als Faserlieferant“ deutlich in den Hintergrund; der Lein-Öl-Aspekt erschien allen Beteiligten als ergiebiger und besser bearbeitbar.

Exkurs: Ein kleine Geschichte des Leins

Als eine der ältesten Kulturpflanzen wurde Lein bereits 5 000 bis 4 000 v. Chr. von den Ägyptern, Babyloniern, Phöniziern und anderen Völkern angebaut. Einige Leinsamenfunde aus Mesopotamien (im heutigen Iran) sollen sogar 7 000 Jahre alt sein. Die Mumien des alten Ägyptens wurden in Leinwandbinden gewickelt, altägyptische Darstellungen (ca. 3 000 v. Chr.) zeigen typische Leinernteszenen. In Europa stammen die ältesten Leinsamenfunde aus der Schweiz: von den über 4 000jährigen Pfahlbauten von Egolzwil. Lein war bevorzugte Textilie der Antike, und im Mittelalter war Leinen ein wichtiges Handelsgut. Aufgrund der großen Nachfrage entwickelte sich auch in Deutschland eine blühende Leinindustrie. Immer schon war neben der begehrten Leinfaser Lein auch als Öllieferant genutzt worden.

Seinen systematischen Namen *Linum usitatissimum*, erhielt er von dem schwedischen Naturforscher Carl von Linné; die Bezeichnung heißt übersetzt „der äußerst nützliche Lein“, wohl weil alle Teile dieser Pflanze genutzt werden können.

misch'); die Ansprüche des Leins an klimatische Bedingungen sind entsprechend bescheiden. In trockeneren Gebieten wird bevorzugt Öllein angebaut, in feuchteren überwiegt der Faserlein. Auch die Ansprüche an den Boden sind nicht sehr hoch. Wegen seines Pfahlwurzel-systems können auch tiefgründige Böden gut genutzt werden. Lein bevorzugt einen neutralen bis leicht sauren Boden (pH 6 bis 7); zu hoher Stickstoffgehalt wirkt sich negativ auf sein Wachstum aus.

Hinsichtlich der Fruchtfolge auf den Äckern stellt Lein eine ausgesprochene Bereicherung dar, jedoch mit folgenden Einschränkungen:

- Wegen der Stickstoffempfindlichkeit sind Leguminosen (z. B. Erbse, Bohne, Rotklee) als Vorfrucht ungeeignet (sie reichern Stickstoff im Boden an).
- Lein ist selbstunverträglich, kann also nicht zwei Jahre nacheinander auf dem gleichen Standort angebaut werden (optimal sind 6 Jahre Pause zwischen zwei Leinsaat).

Diese Nachteile haben jedoch auch ihre positiven Seiten, wie der befragte Bauer zu berichten wußte: Zum einen würde übermäßiges Düngen vermieden, zum anderen eine Auslaugung des Bodens durch ständig gleiche Kulturen verhindert.

Weil die Ansprüche des Leins an die Bodenbeschaffenheit relativ groß sind, muß mit den Saatvorbereitungen bereits im Herbst begonnen werden. Die Aussaat selbst erfolgt Ende März bis Anfang April. Beim Faserlein wird der Abstand zwischen den Pflanzen gering gehalten, um eine Verzweigung zu unterbinden. Beim Öllein arbeitet man mit Bestandsdichten, die denen des Getreideanbaus ähnlich sind. Zur Aussaat werden die üblichen Drillmaschinen verwendet.

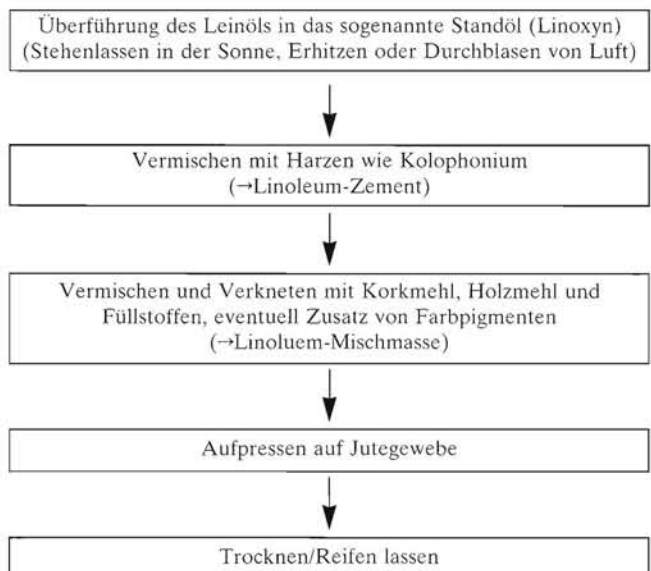
Lein blüht ab Mai kräftig blau, z. T. auch in anderen Farben. Die ausgewachsene Pflanze bildet Kapseln aus, in denen die Samen reifen. Erntezeit ist Ende August bis Ende September.

Während der Landwirt die künftigen Chancen für Lein als nachwachsenden Rohstoff als gut einschätzte, klagte er zugleich über verschiedene aktuelle Probleme. So sei der Markt für Lein und Leinöl, von regionalen Ausnahmen abgesehen, ziemlich unsicher; die Zahl der Abnehmer sei klein, und sobald auch andere Bauern „auf den Zug aufgesprungen“ wären, würden die finanziellen Erträge wegen des steigenden Angebots schnell fallen.

2.3 Erste Versuche zur Linoleumherstellung

Aus chemisch-technischen Fachbüchern entnahm ein Schüler die Information, daß Linoleum (lin = Lein, oleum = öl), früher ein beliebter Bodenbelag und seit einigen Jahren wieder mit steigender Tendenz produziert, eigentlich sehr einfach herzustellen sei. Der Ablauf folgt dem nachstehenden Schema:

Herstellung von Linoleum



¹⁾ Vermutet wird, daß sich *Linum usitatissimum* L. aus der einjährigen, winterharten Wildart *Linum angustifolium* Huds. entwickelt hat, da beide über den gleichen Chromosomensatz $n=15$ verfügen.

2.1 Leinöl für Farben und Lacke

Die Experimente zum Leinöl wurden aus ganz verschiedenen Quellen zusammengetragen, z. T. fanden sich Informationen noch in älteren Schulbüchern, z. T. wurden Firmenschriften des Farben- und Lackherstellers AURO ausgewertet, und schließlich hatte jemand eine „Sendung mit der Maus“ aufgezeichnet, in der es um die Herstellung von Kaseinfarben und Tempera ging.

Rezepte:

a) Herstellung einer Ölfarbe (Künstlerfarbe)

In einem Mörser werden Leinöl oder Leinölfirnis mit fein geriebenem Pigment vermischt und zu einem festen Brei durchgearbeitet. Die fertige Ölfarbe kann mit Terpentinöl (Destillat aus Kiefernharz) verdünnt werden. Als Pigmente eignen sich Erdfarben wie Umbra, Siena, Ocker oder Englischrot oder Minerale wie Ultramarin, Eisenoxid oder Chromoxidgrün.

b) Herstellung eines Kasein- bzw. Tempera-Anstrichs

250 g Magerquark werden in einer Schüssel gründlich mit 50 g Kalkbrei vermischt. Den Kalkbrei stellt man zuvor durch Einsumpfen von gelöschtem Kalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) in wenig Wasser her (Vorsicht! Verätzungsgefahr, Schutzbrille tragen). Der aus Quark und alkalischem Brei entstehende gelblich-glasige Kasein-Leim wird mit Wasser verdünnt, bis er honigartige Konsistenz besitzt. Anschließend werden 25 ml Leinöl sowie die gewünschten Pigmente zugesetzt. Zur Erhöhung der Deckkraft kann geschlämmte Kreide untergerührt werden.

c) Haltbarkeitstests

Ölfarben, Tempera oder Leinölfirnis können zu Testzwecken auf Holz, Pappe oder Mauerwerk verstrichen werden. Beobachtet werden können Abbindeverhalten („Trocknen“), Filmbildung und Verhalten gegenüber Sonne und Witterungseinflüssen.

2.2 Ein (verhinderter) Besuch beim „Produzenten“

Ein Schüler mit persönlichen Verbindungen zur Landwirtschaft versuchte, eine gemeinsame Exkursion zu einem Bauernhof mit Leinanbau zu verabreden und vorzubereiten. Während die bereits umfassend geplante Fahrt der Hektik der letzten Wochen des Schuljahres zum Opfer fiel, waren die erhaltenen Informationen, ergänzt durch biologische Recherchen, reichhaltig und aufschlußreich:

Linum usitatissimum gehört zur Familie der Linaceen oder Leingewächse, welche 22 Gattungen umfaßt. Die ca. 200 Arten der Gattung *Linum* sind hauptsächlich in den gemäßigten und subtropischen Gebieten hei-

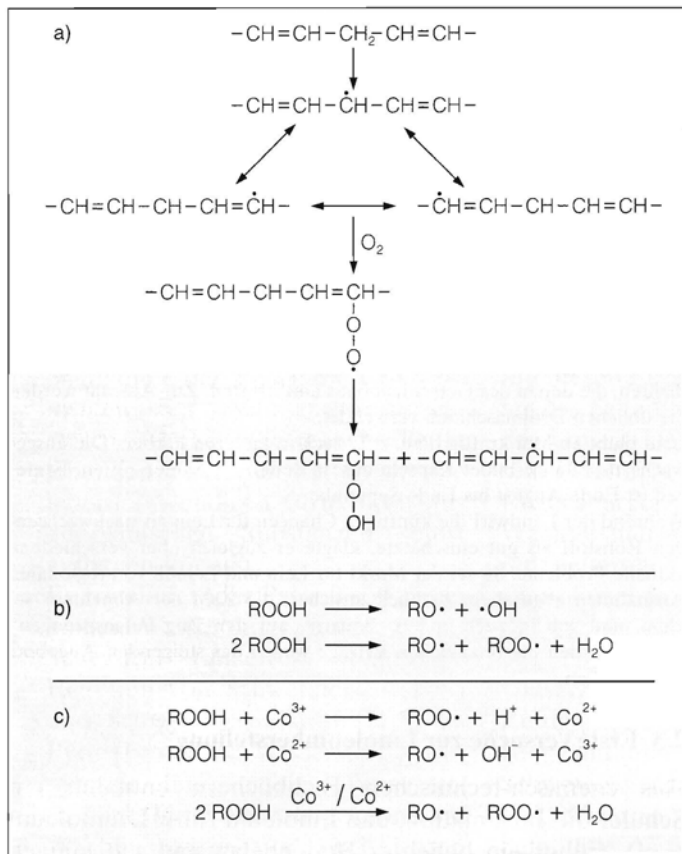
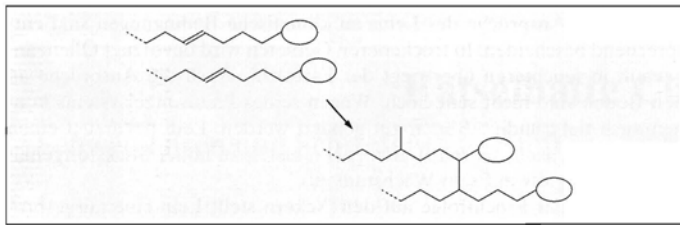


Abb. 1 (oben): Verharzen durch Bildung von zwischenmolekularen Bindungen

Abb. 2 (unten): a) Hydroperoxidbildung, b) Hydroperoxidzerfall, c) Redox-Zerfall

Ohne die verschiedenen Versuche hier näher zu beschreiben, kann festgestellt werden, daß keiner zum gewünschten Ergebnis führte: Bereits die so einfach erscheinende Umwandlung vom Leinöl zum Standöl ließ sich während des Projektes nicht bewerkstelligen.

Die Frustration wurde dadurch gemindert, daß zwischenzeitlich Materialproben aus einem örtlichen Öko-Baumarkt beschafft worden waren und die führende deutsche Herstellerfirma DLW umfangreiches Material geschickt hatte. Das Scheitern gab auch Anlaß zum Nachdenken darüber, daß die Kenntnis von chemischen Verbindungen alleine noch kein Garant dafür ist, mit den Stoffen auch gezielt umgehen zu können. Überlieferte Erfahrung und handwerkliche Kenntnisse, das war hieran klar festzustellen, sind mindestens im gleichen Maß Voraussetzung für die Herstellung eines qualitativ überzeugenden Produkts.

2.4 Die chemischen Grundlagen des „Trocknens“

Nach diesen wenig erfolgreichen praktischen Versuchen wollten die Schülerinnen und Schüler in der Mehrzahl zumindest wissen, wie dieses „Trocknen“ (bei der Ölfarbe)

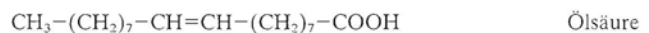
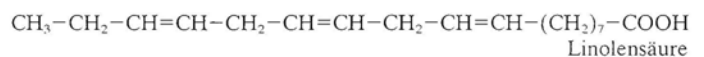
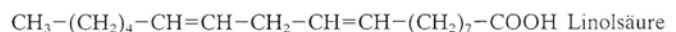
bzw. das Festwerden beim Linoleum chemisch vonstatten ginge. Für diese Mittelstufensituation wählten wir ein vereinfachtes Modell für die Bestandteile des Leinöls. Ausgangspunkte hierfür waren:

- die (qualitative) Kenntnis des Zusammenhangs von Fetten und Seifen sowie der Fettsäuren als Bausteinen der Fette,
- die Information über „mehrfach ungesättigte Fettsäuren“, u. a. zu entnehmen der Auflistung von Inhaltsstoffe auf Leinölgefäßen für Speise Zwecke.

Die Fettsäure wurde als Zickzackkette mit einem speziellen Rest dargestellt. Der ungesättigte Charakter wurde als Fähigkeit beschrieben, zu anderen Molekülen oder Teilchen zusätzliche Bindungen ausbilden zu können. Durch Darstellung in vereinfachter Lewis-Schreibweise konnte so der Verharzungsprozeß gemeinsam erarbeitet werden. Licht und Hitze stellten sich dabei als vergleichbare Anstöße von außen heraus, durch die die Verharzung aktiviert werden kann (vgl. Abb. 1).

Fachwissenschaftlicher Exkurs:

Für Oberstufenkurse kommt an dieser Stelle eine vertiefende Betrachtung in Frage. Dazu gehört zunächst die Kenntnis von der Zusammensetzung des Leinöls. Hauptbestandteile sind die Glycerinester verschiedener Fettsäuren: Zu 7 bis 12% sind gesättigte Säuren (Palmitin und Stearinsäure) am Aufbau beteiligt; die einfach ungesättigte Ölsäure hat einen Anteil von 15 bis 25%; den größten Teil nehmen die mehrfach ungesättigten Fettsäuren Linol- und Linolensäure mit 62 bis 76% ein.²⁾



Der ungesättigte Charakter kann experimentell quantitativ bestimmt werden. Ein Maß hierfür ist die sog. *Iodzahl*; sie gibt an, wieviel Gramm Iod von 100 g Öl (an die Doppelbindungen der Fettsäuren) addiert werden. Wie genau die Trocknung des Leinöls abläuft, ist – ausgenommen die Startreaktionen – nicht bekannt (siehe Abb. 2 a). Im ersten Schritt bildet sich durch Wasserstoffabspaltung ein Radikal, bevorzugt an einer CH₂-Gruppe, deren Bindungen durch die benachbarten Doppelbindungen geschwächt ist. Dieses Fettsäure-Radikal ist über die Doppelbindungen bzw. mesomere Strukturen stabilisiert. Durch Reaktion mit dem Luftsauerstoff bilden sich Peroxyradikale. Bei der weiteren Reaktion mit neuen Eduktmolekülen entsteht ein Hydroperoxid sowie ein neues Radikal der Linol-, bzw. der Linolensäure. Die Kettenreaktion verläuft also autokatalytisch. Der sich anschließende Hydroperoxidzerfall ist gut bekannt und verläuft ebenfalls autokatalytisch unter Radikalbildung (siehe Abb. 2 b).

Um den Trockenvorgang weiter zu beschleunigen, werden seit langem Sikkative (öllösliche Schwermetallsalze) eingesetzt. Dazu eignen sich alle Metalle, die leicht ihre Oxidationsstufe um eine Einheit verändern können, z. B. Co²⁺/Co³⁺, Fe²⁺/Fe³⁺, Mn²⁺/Mn³⁺, Mn⁴⁺ (siehe Abb. 2 c).

Im Beispiel reagiert Kobalt(III) mit einem Hydroperoxid zu einem Peroxyradikal und Kobalt(II). Kobalt(II) reagiert wiederum mit einem Hydroperoxid zu einem Alkoxyradikal und Kobalt(III). In der Gesamtreaktion werden Radikale gebildet und Wasser abgespalten.

Im weiteren (nicht näher bekannten) Reaktionsverlauf findet durch Bildung von C–O–C-Bindungen und C–C-Bindungen eine Vernetzung statt, und es entstehen thermisch stabile Verbindungen mit großer Elastizität (Anstrichfilme, Harze, Linoleum).

3 Vom Leinöl zum Linoleum – eine experimentelle Produktlinie

Weil uns trotz aller Schwierigkeiten die Idee, ein Alltagsprodukt aus nachwachsenden Rohstoffen herzustellen und

²⁾ Daneben sind im Leinöl geringe Mengen von Schleimstoffen, Aminosäuren, Vitaminen und Mineralstoffen enthalten.

dabei alle Stationen vom Vorprodukt bis zum fertigen Fußbodenbelag mit schulischen Mitteln zu realisieren, sehr interessant und anschaulich erschien, beschlossen wir, das Verfahren für den Unterricht aufzubereiten.

Die schulische Linoleumherstellung verläuft in drei Schritten, welche im folgenden genauer beschrieben werden.

3.1 Herstellung des Linoxyns (Standöl) bzw. des Linoleumzements

Als Ausgangsstoff zur Herstellung von Linoleum wurde Leinölfirnis gewählt: Dieses Produkt enthält bereits im notwendigen Umfang Sikkative, die sonst schwer zu beschaffen und zu dosieren wären. Kolophonium kann über Öko-Baumärkte preisgünstig bezogen werden. Zur Standölgewinnung wird der Firnis (200 ml) in einem Becherglas auf eine Heizplatte mit Magnetrührer gerührt und erhitzt. Die dauerhafte Zufuhr von (Luft-)Sauerstoff erfolgt mit einer Aquariumpumpe; das Gas wird mittels Gummischlauch und Tropfpipette in das Leinöl eingeleitet.

Da das Leinöl ca. 3 Tage (und Nächte) lang bei ca. 80 °C erhitzt, gerührt und belüftet werden muß, ist die Wahl des Arbeitsplatzes von entscheidender Bedeutung. Wegen der Gefahr der Selbstentzündung und der Freisetzung von organischen Säuren ist in jedem Fall ein Abzug zu benutzen. Alternativ kann der Kochvorgang über mehrere halbe Tage unter Aufsicht gestreckt werden.

Bei diesem Kochen wird die Flüssigkeit durch Linoxynbildung allmählich gelartig. Am 4. Tag wird der zähflüssigen Masse 20 g geschmolzenes Kolophonium zugegeben. Dazu wird die abgewogene Menge Kolophonium erst im Mörser zerkleinert, dann im Porzellantiegel geschmolzen und dem Linoxyn unter Rühren zugefügt. Anschließend wird die Masse auf ca. 150 °C erhitzt und einen weiteren Tag gekocht. Der sich bildende Linoleumzement hat kautschukartige Konsistenz. Der abgekühlte Linoleumzement wird in Kreidestaub oder Holzmehl gewälzt.

3.2 Herstellung der Linoleummischmasse

Das Vermischen der Zutaten mit dem Linoleumzement erfolgt bei der industriellen Fertigung mittels sogenannter Wurstmacher. Diese Wurstmacher bestehen aus Schneckenpressen mit Messervorsätzen. Für schulische Zwecke kann hier ein „Fleischwolf“ eingesetzt werden, der nach dem gleichen Prinzip aufgebaut ist (Vorsicht! Verletzungsgefahr). Für die Linoleummischmasse werden 37 Gew.-% Linoleumzement, 30 Gew.-% Holzmehl, 20 Gew.-% Korkmehl und 13 Gew.-% Kreide vermengt. Zuerst vermischt man die trockenen Zutaten miteinander, dann gibt man abwechselnd Linoleumzement und Trockensubstanz in den Fleischwolf. Das Durchmengen muß so oft wiederholt werden, bis eine einheitliche Masse entstanden ist. Wegen der großen Scherkräfte erwärmt sich die Masse bei der Bearbeitung. Es empfiehlt sich, die warme Masse anschließend sofort weiterzuverarbeiten.

3.3 Aufpressen der Linoleummischmasse auf Jute und Fertigstellung des Linoleums

Das Aufpressen der Mischmasse auf die Jute als Trägermaterial läßt sich mittels einer Presse, die aus zwei Walzen besteht und deren Druck veränderbar ist, bewerkstelligen. Bewährt hat sich hier die Benutzung einer alten Wäschemangel.

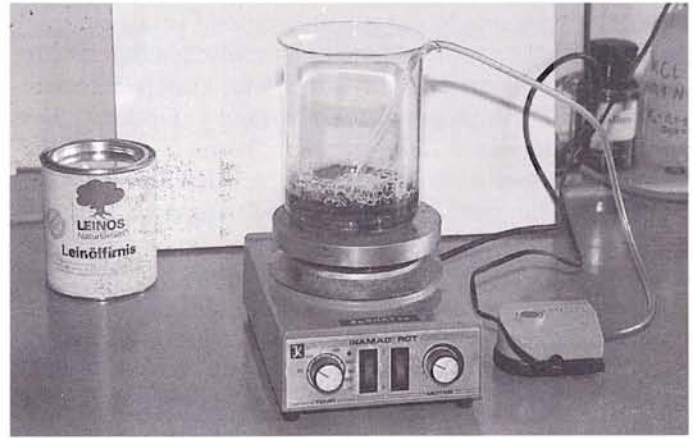


Abb. 3 (oben): Kochen des Leinölfirnis

Abb. 4 (Mitte): Herstellung der Linoleummischmasse

Abb. 5 (unten): Walzvorgang

Die noch warme Mischmasse wird auf ein Stück Jute gegeben und mittels der Walzen aufgepreßt. Der Vorgang muß so oft, mit immer gesteigertem Druck, wiederholt werden, bis eine glatte Oberfläche vorhanden und das Jutegewebe von der Masse durchdrungen ist. Falls die Mischmasse an der Walze kleben bleibt, verwendet man Aluminiumfolie als Trennschicht.

Das so hergestellte Linoleum muß etwa eine Woche bei ca. 40 °C (im Trockenschrank) trocknen. Bei Zimmertemperatur dauert der Trocknungsvorgang entsprechend länger.

4 Ausblick

Zeitaufwand und Organisationsbedarf lassen diesen Versuch besonders für Projektwochen geeignet erscheinen.

Da nachwachsende Rohstoffe zunehmend gesellschaftlich an Bedeutung gewinnen, haben sie inzwischen bereits Eingang in Richtlinien für den Unterricht, Unterrichtsmaterialien und Fortbildungsveranstaltungen gefunden.³⁾ Veränderte Unterrichtskonzepte mit höheren Stundenanteilen ermöglichen es künftig vermutlich leichter, Ansätze wie den vorliegenden auch im Regelunterricht umzusetzen. Ein solches Engagement erscheint aus vielen Gründen als wichtig:

Angesichts einer wachsenden Sensibilität für Umweltprobleme und dem Bemühen, absehbaren negativen Entwicklungen entgegenzusteuern, kommt der Rohstoffquelle Natur eine zunehmend wachsende Bedeutung zu. Zwar können nachwachsende Rohstoffe weder die Klimaveränderung durch verstärkten Treibhauseffekt verhindern, noch sind sie geeignet, den verschwenderischen Umgang mit Stoffen einzudämmen, jedoch bieten sie in vielen Bereichen Alternativen für eine Produktion, die in höherem Maße umweltverträglich ist, als die Verarbeitung von Erdöl und Erdölprodukten.

Nachwachsende Rohstoffe als Unterrichtsthema sind zudem immer fächerübergreifend: Ihren Ausgang haben sie bei den sie hervorbringenden Pflanzen, ihre Ver- oder Bearbeitung ist der chemischen Technologie zuzurechnen und bezieht sich auf grundlegende Eingriffe in die „Chemie der Stoffe“, ihre Nutzung ist ein Stück Alltagserfahrung und -gestaltung, und ihre Entsorgung hat, je nach Eingriffstiefe bei der Bearbeitung, mehr oder weniger bio-

logischen Charakter. Diese permanente Grenzsituation kann u. a. deutlich machen, in welchem hohem Maß heute interdisziplinär geforscht und entwickelt – und auch unterrichtet – werden muß, um die anstehenden Fragen der Gegenwart und Zukunft zu lösen.

³⁾ Vgl. hierzu die Unterrichtsmaterialien des Raabe-Verlags (RAAbits Chemie), die z. Zt. diskutierten Rahmenpläne für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe I in Hessen und in Nordrhein-Westfalen sowie die von der GDCh veranstaltete Fortbildungsveranstaltung zum Thema.

Adressen

DLW Deutsche Linoleum Werke, Postfach 1243, 27732 Delmenhorst
AURO Pflanzenchemie GmbH, Postfach 1238, 38002 Braunschweig

Literatur

- Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.). Verantwortung für die Zukunft. Wege zum nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Economica Verlag Bonn 1993
H. Fischer, Plädoyer für eine Sanfte Chemie. Über den nachhaltigen Gebrauch der Stoffe. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe 1993
L. Stäudel und D. Sauer, Nachwachsende Rohstoffe. In: RAAbits Chemie, Grundwerk, III A. Heidelberg 1994
Centrale Marketing Gesellschaft der deutschen Agrarwissenschaften (CMA): Nachwachsende Rohstoffe. Bonn o.J.
DSV – Deutsche Saatveredlung: Öllein. Züchtung – Beratung – Produktion. Lippstadt 1992

Anschrift der Verfasser:

Dr. Lutz Stäudel, Klaudia Mander und Martina Rudolph, UNI/GHS Kassel, FB 19 Biologie/Chemie – Chemiedidaktik, Heinrich-Platt-Str. 40, 34109 Kassel

Duftstoffe

– ein fächerübergreifender Unterrichtsversuch

R. Borgstedt und D. Espel

Wir brauchen für unser Leben die Zustimmung und Unterstützung der Phantasie als ein Spiel mit offenen Möglichkeiten.

(Christa Wolf: „Lesen und Schreiben“).

1 Einführung

„Duft nach Veilchen. Ökoschwindel in der Farbindustrie: Biolacke enthalten Nervengifte und krebshaltige Substanzen“ (Der Spiegel, Nr. 7/13. 02. 95).

„Duftsignale aus dem Erbgut. Verschlüsselte Botschaften im Körpergeruch / Genetische Barriere gegen Inzucht?“ (FAZ vom 01. 03. 95).

Düfte verschiedenster Art begleiten und determinieren uns – bewußt oder unbewußt wahrgenommen – durchs ganze Leben. Ob nun als penetranter Gestank oder exklusives Parfum, ob als Genußabschreckung im Insektenvertilgungsmittel, verkaufswirksame Zugabe in Seifen oder olfaktorische Beigabe für Produktexklusivität, immer wieder tauchen Düfte und Duftstoffe in unserem Alltag auf. Sie verlocken, verführen, umschmeicheln uns, sie helfen zu schwindeln, zu bezaubern, zu irritieren, steigern die Kauflust; ihnen wird sogar nachgesagt, sie förderten das Denken.[1]

In der Schule bleiben die Düfte vielfach thematisch ausgespart, obwohl sie ja auch dort vorhanden sind und ihre

Fächerverbindend und fächerübergreifend – neue Ansätze im naturwissenschaftlichen Unterricht

W. Roer und L. Stäudel

Im Beitrag wird ein Überblick über neue Ansätze im naturwissenschaftlichen Unterricht gegeben, die als „fächerverbindend“ bzw. „fächerübergreifend“ zu kennzeichnen sind. Beispiele für seine Konkretisierung und Hinweise auf verfügbare Informationsquellen werden gegeben.

PdN-Ch. 6/44, S. 2

Schadstoffe in der Umwelt – ein Thema für fächerverbindenden Unterricht

T. Schonhardt

Der Artikel beinhaltet eine Beschreibung eines fächerverbindenden Unterrichts, der in der Klasse 13 eines Biologie-Grundkurses eines technischen Gymnasiums gehalten wurde.

Neben der didaktischen Gestaltung und dem konkreten Unterrichtsverlauf sind auch die speziellen Probleme eines fächerverbindenden Unterrichts dargestellt.

PdN-Ch. 6/44, S. 5

Das Leinöl-Projekt – fächerübergreifender Unterricht für die Mittel- und Oberstufe

L. Stäudel, K. Mander und M. Rudolph

Ausgehend von einem Unterrichtsprojekt zum Thema Nachwachsende Rohstoffe wird dargestellt, wie mit schulischen Mitteln Linoleum aus Leinöl hergestellt werden kann und welche Bedeutung solchen Unterrichtsansätzen zukommt.

PdN-Ch. 6/44, S. 8

Duftstoffe – ein fächerübergreifender Unterrichtsversuch

R. Borgstedt und D. Espel

Wie Schüler Düfte wahrnehmen, analysieren, differenzieren, synthetisieren und komponieren können, wird durch die Beschreibung eines Unterrichtsversuchs vermittelt, der die Fächer Chemie und Deutsch umfaßt.

PdN-Ch. 6/44, S. 12

Ein Alltagsdialog über „Joghurt“ – Chance für fachaufweitenden Chemieunterricht

H.-J. Becker

Skizze eines Lernprozesses. Es geht um Sinn und Nutzen chemischer Erkenntnisse außerhalb von Schule. Dabei werden Werbe-„Materialien“ des Alltags ebenso wie Gespräche als Stilmittel in den Chemieunterricht einbezogen.

PdN-Ch. 6/44, S. 17

Harnuntersuchungen in der Schule – Ein Beitrag der Chemie zur Menschenkunde

W. Seiler

Die Unterrichtseinheit „Nieren und Ausscheidung“ ist in der Humanbiologie (Klasse 10) fest verankert. Es wird ein am praktischen Lernen orientierter experimenteller Unterrichtsgang zur Erarbeitung dieses Themas in Kooperation von Biologie und Chemie vorgestellt. Die anatomisch/mikroskopische Untersuchung wird dabei durch einfache, lehrplankonforme Untersuchungen aus der klinischen Chemie ergänzt.

PdN-Ch. 6/44, S. 20

Lacke – ein fächerübergreifendes Thema in der Schule

D. Gräf

Trotz des kleinen Stellenwertes in den meisten Lehrplänen ist das Thema „Lacke“ in der Praxis von immenser Wichtigkeit. Es läßt sich gut in einem fächerübergreifenden Unterricht oder in einer Projektwoche einbringen. So ist der 1. Aspekt ein chemischer: Es sind alle Register des Themas „Kunststoffe“ angesprochen. Der 2. Aspekt ist die praktische Anwendung in Handwerk und Technik. Der 3. Aspekt ist ein künstlerisch-ästhetischer, und last not least ist die Lackchemie beispielhaft für die Verminderung von Schadstoffen in der Umwelt.

PdN-Ch. 6/44, S. 25

Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING) – erleben, bearbeiten und erklären von Natur

W. Bänder, M. Bröcker, N. Kirsch, P. Reinhold, F. Wimber und D. Zielinski

Es wird eine kurze Einführung in das Projekt PING gegeben; neben konzeptionellen Grundlagen für einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht in den Klassen 5–10 wird ein Unterrichtsbeispiel aus der Jahrgangsstufe 9/10 vorgestellt.

PdN-Ch. 6/44, S. 33

Serie

Chemie in Presstexten – Teil 5: Rätselhafte Chemie der Urwelt

N. Lüdtko

Vorge stellt wird die Theorie des Münchener Chemikers Wächtershäuser, nach der wachsende Pyrit-Kristalle als Reaktionszentren für erste Lebensformen geeignet sind.

PdN-Ch. 6/44, S. 39

Chemietexte mit Strukturformeln

H. Heimgärtner

Anhand der Softwarebeispiele MolDraw, Chemform und GeoChem werden verschiedene Möglichkeiten zum Erstellen von Texten der Chemie mit eingebundenen Strukturformeln für IBM-kompatible PCs vorgestellt.

PdN-Ch. 6/44, S. 41

Synthese von Hydrogeniodid aus den Elementen im Reagenzglas

A. Reimann

Die Synthese von Hydrogeniodid aus den Elementen ist eine im Chemieunterricht der Sekundarstufe I wie auch der Studienstufe wichtige und ergiebige Reaktion, die unter ganz unterschiedlichen Aspekten behandelt werden kann.

PdN-Ch. 6/44, S. 43

Praxis der Naturwissenschaften

Heft 6/44 · 1. September 1995 · 44. Jahrgang

Aulis Verlag Deubner & Co KG · Köln

Zugleich Verbandszeitschrift des österreichischen Vereins zur Förderung des Physikalischen und Chemischen Unterrichts, Wien.

Hervorgegangen aus den von OStD. A. Friedrich im Jahre 1952 gegründeten Zeitschriften PRAxis DER PHYSIK / CHEMIE / PHOTOGRAPHIE und PRAxis DER BIOLOGIE und der von Dr. G. Leimbach im Jahre 1921 gegründeten PRASCHU.

Herausgeber:

Chemie: Prof. Dr. Reinhard Demuth, Dr. habil. Brigitte Duvinage, StD. Dr. Roland Franik, Dr. Gert Latzel

Biologie: Dr. Karin Dohmen, Prof. Dr. Almut Gerhardt-Dircksen, Dr. Wolfgang Jungbauer, Dr. Karl-Heinz Scharf

Physik: Prof. Dr. Wilfried Kuhn, RSchD. Fritz Langensiepen, StD. Herbert Pientka, StD. Dr. Heiner Schwarze

Chemie

Herausgeber: R. Demuth

Fächerübergreifende Unterrichtsthemen



INHALT

Praxis-Info

BAYER-Kreuz jetzt weltweit II

Beiträge

Vorwort 1
R. Demuth

Fächerverbindend und fächerübergreifend – Neue Ansätze im naturwissenschaftlichen Unterricht 2
L. Stäudel und W. Roer

Schadstoffe in der Umwelt – Ein Thema für fächerverbindenden Unterricht 5
T. Schonhardt

Das Leinöl-Projekt – Fächerübergreifender Unterricht für die Mittel- und Oberstufe 8
L. Stäudel, K. Mander und M. Rudolph

Duftstoffe – Ein fächerübergreifender Unterrichtsversuch 12
R. Borgstedt und D. Espel

Ein Alltagsdialog über „Joghurt“ – Chance für fachaufweitenden Chemieunterricht 17
H.-J. Becker

Harnuntersuchungen in der Schule – Ein Beitrag der Chemie zur Menschenkunde 20
W. Seiler

Lacke – Ein fächerübergreifendes Thema in der Schule 25
D. Gräf

Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING) – Erleben, bearbeiten und erklären von Natur 33
W. Bänder u. a.

Serie

Chemie in Presstexten – Teil 5: Rätselhafte Chemie der Urwelt 39
N. Lüdtker

Praxis-Magazin

Chemietexte mit Strukturformeln 41
H. Heimgärtner

Synthese von Hydrogeniodid aus den Elementen im Reagenzglas 43
A. Reimann

Zeitschriftenrundschau 44

Berichte 46

Geräte 46

Bücher 47

Rückschau 48

Biologie 6/44 48

Physik 6/44 48

Impressum 48

Kurzfassungen III

Einzelne Beiträge, Arbeitsblätter und Materialien dürfen entsprechend dem Urheberrecht zu Unterrichtszwecken bis zu Klassen- bzw. Kursstärke vervielfältigt werden. Die hierfür vom Gesetz vorgeschriebene Vergütung ist durch den Pauschalvertrag zwi-

schen Kultusministerium und VG Wort abgedeckt.

Der Inhalt dieses Heftes wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber, Redakteur und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

VORSCHAU

Heft 7 / Jg. 44 (15.10.1995)

Proteine und Aminosäuren

Hrsg.: Dr. G. Latzel

Heft 8 / Jg. 44 (1.12.1995)

Teilchen und Strukturen

Hrsg.: StD. Dr. R. Franik

Heft 1 / Jg. 45 (15.1.1996)

Waschmittel und Tenside

Hrsg.: Dr. B. Duvinage

Heft 2 / Jg. 45 (1.3.1996)

Umweltbereich Luft

Hrsg.: Prof. Dr. R. Demuth

Heft 3 / Jg. 45 (15.4.1996)

Moderne Analysemethoden*

Hrsg.: Dr. G. Latzel

Heft 4 / Jg. 45 (1.6.1996)

Ether

Hrsg. StD. Dr. R. Franik

Weitere Themenheftplanung

Korrosion*

Hrsg.: Dr. B. Duvinage

Nachwachsende Rohstoffe

Hrsg.: Prof. Dr. R. Demuth

Salze*

Hrsg.: Dr. G. Latzel

Praktischer Umweltschutz*

Hrsg.: Dr. R. Franik

Glas*

Hrsg.: Dr. B. Duvinage

Buckyballs*

Hrsg.: Prof. Dr. R. Demuth

Kalk*

Hrsg.: Dr. G. Latzel

Chlorchemie*

Hrsg.: Prof. Dr. R. Demuth

Hinweis:

Bei allen Substanzen, die in Experimenten eingesetzt werden sollen, sind die entsprechenden Gefahrenhinweise angegeben; z.B. Natrium (leichtentzündlich, F; ätzend, C). Die Herausgeber wollen damit den Lesern einen zusätzlichen Service anbieten. Jeder Experimentator ist aber selbst gehalten, sich genauestens über das Gefährdungspotential der verwendeten Stoffe zu informieren, mit entsprechender Vorsicht zu experimentieren und hinterher alles ordnungsgemäß zu entsorgen. Dabei sind die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung (einschließlich R-, S- und E-Sätze) in deren aktuellster Fassung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörden zu beachten!

Bei den mit * gekennzeichneten Themenheften ist eine Mitarbeit am Thementeil noch möglich.

Papier
chlorfrei