

# Nachwachsende Rohstoffe – nachhaltige Bildung

Elemente zu einer Unterrichtsreihe



Sind »Nachwachsende Rohstoffe« zum Verbrennen zu schade, wie die Vertreter einer »sanften Chemie« feststellen, oder ist Biosprit die Alternative für's nächste Jahrtausend? Wie immer auch diese Frage in der Zukunft entschieden werden wird, es werden die heute heranwachsenden Generationen sein, die sich damit auseinandersetzen müssen. Fest steht so viel:

- Die Vorräte an fossilen Rohstoffen (Erdöl, Erdgas, Kohle) schwinden.
- Die massenhafte Nutzung von Treibstoffen im Verkehrsbereich und von Kohle und Erdöl zur Stromgewinnung und zur Hausheizung tragen maßgeblich zur Verstärkung des Treibhauseffekts bei.
- Und schließlich sind Teile der auf Erdölbasis produzierten Werkstoffe Haupt-Problemverursacher im Müll.

Nachwachsende Rohstoffe versprechen Abhilfe oder zumindest Problemverminderung in jedem dieser Bereiche. Denn sie werden gespeist von der Energie der Sonne und stellen ähnlich vielseitige Rohstoffe dar wie die fossilen Ressourcen, für Produktion wie für die Energieerzeugung. Weiter gelten sie als weitgehend umweltverträglich und sind eingebunden in den globalen Kohlenstoff-Kohlenstoff-Kreislauf.

Gründe genug, nachwachsende Rohstoffe zum Unterrichtsgegenstand zu machen! Tatsächlich berücksichtigen neuere Lehrplänenentwürfe bereits dieses Thematik<sup>1)</sup>. Auch gibt es inzwischen eine Reihe von Unterrichtsmaterialien und -entwürfen<sup>2)</sup>.

Mit den FWU-Produktionen »Nachwachsende Rohstoffe« als Film (32 10332), VHS-Kassette (42 10332) und Diaserie (10 03219) wird dieses Angebot für den Unterricht medial ergänzt. Wie diese Medien eingebunden und wie Unterricht mit und über nachwachsende Rohstoffe gestaltet werden kann, soll nachfolgend vor dem Hintergrund praktischer Erfahrungen kurz skizziert werden.

**Bild links: Flachsernte**

Foto: IFA-Bilderteam

## 1. Grundsätzliches

Für heutige Schülerinnen und Schüler sind nachwachsende Rohstoffe in der Regel (noch) kein Begriff; zudem ist für viele die Vorstellung befremdlich, Rohstoffe für technische Prozesse aus Pflanzen zu gewinnen, die für Nahrungszwecke angebaut werden. Eine Ausnahme bildet allenfalls der »Biosprit«, der in den letzten Jahren in den Medien vielfach Beachtung fand.

Aufgabe und Ziel einer Unterrichtssequenz zum Thema muß es daher sein, den Begriff »nachwachsende Rohstoffe« mit Inhalt zu füllen und eine realistische (vorläufige) Einschätzung des Möglichen zu bewirken. Dazu gehört das Verständnis dafür, wie und in welchem Umfang sich Biomasse durch Aufnahme von Sonnenlicht bildet, eine Übersicht über heute diskutierte und ansatzweise genutzte Rohstoff-Pflanzen, die dabei verwendeten Technologien und – vor allem – praktischer Umgang mit nachwachsenden Rohstoffen an einem charakteristischen Beispiel.

Die dabei notwendige Bezugnahme auf biologische und chemische, technische und energetische, ökologische und ökonomische Aspekte macht deutlich, daß die Behandlung von nachwachsenden Rohstoffen immer fächerübergreifenden Charakter besitzt. Welche Aspekte schließlich vertieft werden, hängt in der Schulpraxis davon ab, im Rahmen welchen Faches die Thematik erarbeitet wird. Prinzipiell kommen in der Mittel- und Oberstufe alle naturwissenschaftlichen Fächer dafür in Frage, daneben aber auch Politik / Sozialkunde / Gesellschaftslehre oder Religion, sofern die Lehrkräfte mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen vertraut sind.

Daß beim folgenden Vorschlag die praktische, technische Auseinandersetzung mit einem Teilbereich von nachwachsenden Rohstoffen im Zentrum steht, hat zunächst lernpsychologische Gründe. Konkretheit und eigenes Handeln sind oft konstitutiv für das Begreifen, wie die folgende kleine Szene aus dem Unterricht (Chemie) mit einer 9. Klasse veranschaulicht: *Im Zusammenhang mit dem nachwachsenden (Industrie-) Rohstoff*

*Stärke wurde durch Wasserentzug mittels konzentrierter Schwefelsäure bei Zucker und Stärke die allgemeine Zusammensetzung der »Kohle-Hydrate« gezeigt, dann wurden Zucker und Stärke verbrannt und die entstandenen Verbrennungsprodukte Kohlendioxid und Wasser nachgewiesen. Als parallel zur offenen Verbrennung (bei einem Gasfeuerzeug) die stille Verbrennung im Körper thematisiert wurde - durch Nachweis von CO<sub>2</sub> in der ausgeatmeten Luft -, fragte ein Schüler überrascht: »Dann habe ich auch ein Feuerzeug in meinem Bauch?«.*

Von hier aus, das zeigte das anschließende Unterrichtsgespräch, war es nicht weit bis zur Vorstellung, daß die Sonne sowohl Motor ist für biologische wie für die meisten technischen Prozesse.

## 2. Drei Startsequenzen

**2.1** »Zum Verbrennen zu schade?« lautete die Überschrift über einen Zeitschriftenartikel, mit dem ein Unterrichtsprojekt in einer 12. Gymnasialklasse begann. Der Lehrer hatte zusätzlich Texte vorbereitet, in denen es vorzugsweise um den Anbau und die Verwertung von Energiepflanzen ging: Raps, Zuckerrohr und Chinaschilf.

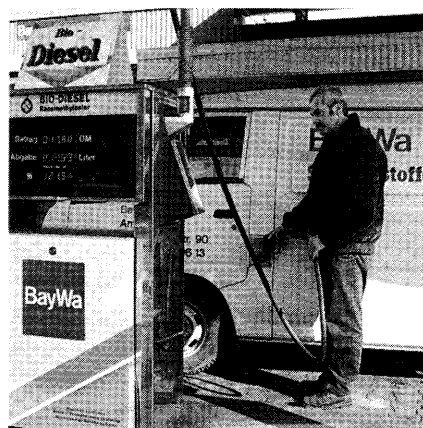
Bei der Auswertung wurde die gemeinsame stoffliche Grundlage herausgestellt: durch Photosynthese in Grünpflanzen gebildete organische Verbindungen, die jedoch unterschiedlichen Stoffklassen angehörten, einerseits den Kohlenhydraten (Zucker, Stärke, Zellulose), zum anderen den Fetten. Geklärt wurde theoretisch,

wie daraus nutzbare Treibstoffe hergestellt werden können. Beim Zucker geschieht dies durch eine Art Gärung mit dem Endprodukt Ethanol, beim Rapsöl, einem Fettsäureester, durch Umesterung unter Einsatz von Methanol und Schwefelsäure.

Entsprechende Versuche wurden später während der Kernphase des Unterrichts von einer Kleingruppe unter Anleitung des Lehrers durchgeführt und die erhaltenen, natürlich unreinen Treibstoffproben auf ihre Brennbarkeit untersucht. Beim Biosprit aus Rapsöl läßt sich u.a. feststellen, daß der Flammpunkt um mehr als 100 Grad sinkt und die gewonnene Flüssigkeit viel besser verbrennt, als das reaktionsträge Pflanzenöl selbst. (Die anderen Gruppen beschäftigten sich parallel mit Fragen der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen.)

Je nach Vorkenntnissen der Lerngruppe und fachlichen Unterrichtszielen können während dieser Phase die Esterbildung und ihre Umkehrung wie auch die biochemischen Vorgänge bei der Alkoholbildung vermittelt werden. Um die technische Realität kennenzulernen, sollten, soweit möglich, Biosprittankstellen bzw. -produktionsstätten besucht und besichtigt werden. Sind entsprechende Lernorte nicht in Reichweite, gibt der Film zumindest einen ersten Eindruck und belegt die Existenz von Modellversuchen.

**2.2** Für eine 8. Klasse war der Ausgangspunkt das Leben in vorindustrieller Zeit. Zwar waren damals Metalle als Werkstoffe verfügbar, jedoch gab es weder Strom noch Kohle oder Erdöl als Energielieferanten; auch fehlten die heute vielfach im Alltag anzutreffenden Kunststoffe. Zunächst konnten sich die Schülerinnen und Schüler kaum ein Leben unter solchen Bedingungen vorstellen, aber ein Besuch im örtlichen Museum brachte hier Aufklärung. So fand man Holz als universellen Werkstoff – und als bevorzugten Brennstoff, Pflanzenfasern, insbesondere Hanf, als Rohstoff für Seile und Säcke, andere wie Lein bzw. Flachs als Ausgangsmaterialien für Tuche und Kleidung. Diese Mate-



Biosprittankstelle Foto: BayWa AG, München



Bauern beim Dreschen

Foto: FWU

rialien erschlossen sich weitgehend über die im Museum dargestellten Szenen, von denen viele handwerkliche Tätigkeiten und Berufe zum Gegenstand hatten: Seiler, Tuchmacher, Bauleute, Gerber, Färber. Auch der Film zeigt hierzu anregende Szenen, von denen ausgehend eigene Erkundungen geplant und durchgeführt werden können.

**2.3** Eine Schülerin (10. Klasse) hatte aus dem Urlaub in Italien eine Plastiktüte mitgebracht. Soweit sie mit Hilfe ihrer Eltern entziffern konnte, besagt der Aufdruck »zu 80% aus Maisstärke, biologisch abbaubar«. Die Lehrerin, danach befragt, ob das denn möglich sein könne, erinnerte sich an einen Artikel in einer fachdidaktischen Zeitschrift, in dem die Herstellung einer eßbaren Folie aus Kartoffelstärke beschrieben war. Mit den leicht zu beschaffenden Materialien – gewöhnliches Stärkemehl, lösliche Stärke, Glycerin, Wasser und einer Plexiglasplatte als Unterlage für die heiß gegossene Folie – wurde das Rezept beim nächsten mal selbst ausprobiert, mit Erfolg.

Weil damit vielleicht große Teile der heutigen Produktion von Kunststoffen auf Erdölbasis ersetzt werden könnten, die Konsequenzen aber kaum abzusehen wären, blieb dieses Thema für weitere 4 Wochen Gegenstand des Unterrichts (Biologie). Schwerpunkte bildeten die Erarbeitung des Kohlenstoffkreislaufs und der Photosynthese, die Nutzungsperspektiven in Landwirtschaft und Technik sowie der Abbau durch Mikroorganismen. All diese Bereiche werden auch im Film gezeigt,

allerdings nicht am Beispiel »Plastiktüte«, sondern als Agrarfolie für Frühsaaten sowie als Granulatproduktion für einen Biokunststoff mit vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten.

### 3. Vorschläge für die praktische Arbeit

Für die Auswahl eines Teilbereichs der nachwachsenden Rohstoffe zur praktischen Bearbeitung ist eine Übersicht über die in Frage kommenden Pflanzen und die aus ihnen gewinnbaren Stoffe hilfreich.

Nach den bisherigen Erfahrungen eignen sich für eine praktische Umsetzung insbesondere:

- der Lein als Faser- und Ölpflanze
- die Stärke als Industrierohstoff

- Wolle und Pflanzenfarben als spezieller handwerklicher Bereich

### 3.1 Lein als Faser- und Ölpflanze<sup>3)</sup>

Bei näherer Betrachtung stellt sich die mindestens 4000 Jahre alte Kulturpflanze Lein oder Flachs als nahezu universell verwendbarer Rohstofflieferant dar (s. Foto Seite 30):

- Aus den Langfasern lassen sich hochwertige Garne und Stoffe fertigen, Leinen für Kleidung und Spezialtextilien für Industriefilter,
- die Kurzfasern dienen als Asbestersatz bei der Herstellung von Bremsbelägen und können zu Dämmplatten für den Hausbau verarbeitet werden,
- Leinöl schließlich ist einerseits Nahrungsmittel, andererseits aber auch Rohstoff für Farben und Lacke sowie für die Herstellung von Linoleum.

Einen kurzen Eindruck davon vermittelt auch der Film, in dem sowohl das

### Nachwachsende Rohstoffe in Übersicht (Auswahl)

Ölpflanzen	Pflanzen, die Zucker und Stärke produzieren	Faserpflanzen	andere »Rohstoffe«
<i>Rohstofflieferanten</i>			
Raps	Mais	Faserlein (Flachs)	Waid
Sonnenblume	Kartoffeln	Hanf	Krapp
Lein	Weizen		Saffor
Senf	Markerbsen	(Baumwolle)	(Indigo)
Rübsen	Zuckerrüben	(Sisal)	
(harzliefernde Baumarten)	Topinambur		Heilkräuter
	(Zuckerrohr)		
<i>Rohstoffe</i>			
verharzende Öle (als Filmbildner für Lacke, zur Linoleumherstellung u.a.)	Zucker Stärke Zellulose	Fasern (Lang- und Kurzfasern)	Farbstoffe Wirkstoffe (pharmazeutische und andere, z.B. für den Pflanzenschutz)
etherische Öle (als Lösungsmittel)			
Fette, Fettsäuren			
<i>Produkte</i>			
Farben, Lacke, Kleber, Schmiermittel, Seifen, Tenside, Lösungsmittel, Kosmetika	Papiere und Pappen, Verpackungen, Platten, Waschrohstoffe, Kleber, Folien und Kunststoffe, Füllstoffe, Kosmetik	Textilien, Spezialtextilien (Filter), Seile, Bespannungen Faserplatten, Dämmstoffe, Bremsbeläge, Papiere	Farben und Lacke, Kosmetik, Pharmaprodukte, Repellents

Testlabor eines Herstellers von Bremsbelägen in Aktion zu sehen ist wie auch der Zusatz von Leinöl zu Druckfarben.

Für praktische Experimente eignet sich unter schulischen Bedingungen das Leinöl besser als die Faser.

#### *Leinöl für Farben und Lacke*

Rezepte zur Herstellung von Anstrichmitteln auf Leinölbasis finden sich z.B. in älteren Schulbüchern, in Firmenschriften alternativer Farben- und Lackhersteller<sup>4)</sup> und in Handwerksliteratur.

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

Bei der *Tempera-Herstellung* (auf Casein-Basis) spielt das Leinöl nur eine Nebenrolle: 250 g Magerquark werden 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!). Der entstehende gelblich-glasige Kasein-Leim wird mit Wasser auf eine honigartige Konsistenz verdünnt. Anschließend werden 25 ml Leinöl sowie die gewünschten Pigmente untergerührt. Der Zusatz von geschlämmter Kreide erhöht die Deckkraft der Farben.

Die so gewonnenen Anstrichmittel können, auch im schulischen Rahmen, *Haltbarkeitstests* unterzogen werden, indem man sie auf ähnliche Flächen aufstreicht und der Witterung aussetzt.

Die Faserseite der Leinnutzung ist im Unterricht nur schwer bearbeitbar. Einen Eindruck vermittelt der Film durch Szenen, die u.a. die Verwendung von Fasermaterial (Hanf) zur Herstellung von Teilen der PKW-Innenverkleidung zeigen.

Fachlich, insbesondere auf die Chemie bezogen, bietet Leinöl interessante Aspekte. Der Mechanismus des Verharzens, bei der Ölfarbe sprach man

früher vom »Trocknen«, ist als radikale Kettenreaktion ebenso ergiebig, wie etwa die Bildung synthetischer Kunststoffe. Besonders bedeutsam wird sie bei der *Linoleumherstellung*.

Im ersten Schritt findet hier durch Sonnenlicht, Wärme oder katalytische Unterstützung durch Schwermetallspuren eine teilweise Vernetzung zum zähflüssigen »Standöl« (Linoloxyn) statt. Auch der weitere Prozeß läßt sich einfach nachvollziehen. Auf 10 Teile Linoloxyn wird 1 Teil geschmolzenes Kolophonium zugemischt, wodurch sich nach weiterem Erhitzen Linoleumzement mit kautschukartiger Konsistenz bildet.

Der abgekühlte Linoleumzement wird in Kreidestaub oder Holzmehl gewälzt. Mittels eines Fleischwolfs (anstelle der industriellen Schneckenpresse) erfolgt das Verkneten mit den restlichen Zutaten, 8 Teilen Holzmehl, 4 Teilen Korkmehl und 2 Teilen Kreide. Die noch warme Masse wird auf Jutegewebe (Sack-Material) aufgepreßt. Nach Erhalt einer glatten Oberfläche läßt man sie einige Tage reifen.

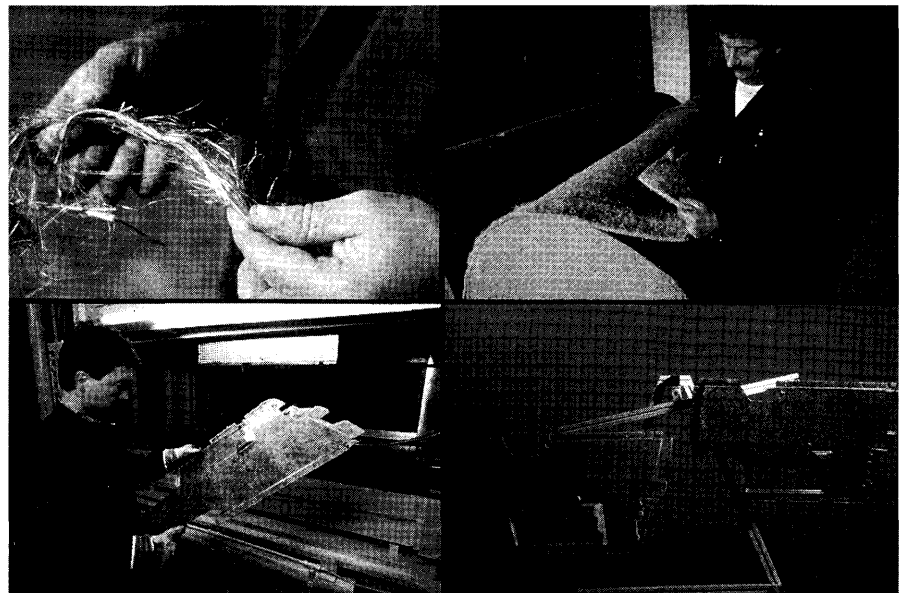
Das Ergebnis der Bemühungen, z.B. am Ende einer Projektwoche, kann dem kritischen Vergleich mit dem Industrieprodukt durchaus standhalten.

**3.2 Stärke:** Auch aus Stärke lassen sich, über die oben erwähnte Folie hinaus, interessante »Warenproben« herstellen.

Als Verwandten der durch die Verpackungsverordnung in Fast-Food-Ketten eingezogenen eßbaren Pommefrites-Tüte stellt man in der Schule einen Stärkeschaum<sup>5)</sup> her, der im Waffeleisen gebacken werden kann. Mit oder ohne Backtriebmittel entstehen aus Stärkemehl und Johannisbrotkernmehl »Formteile«, die ebenfalls eßbar sind.

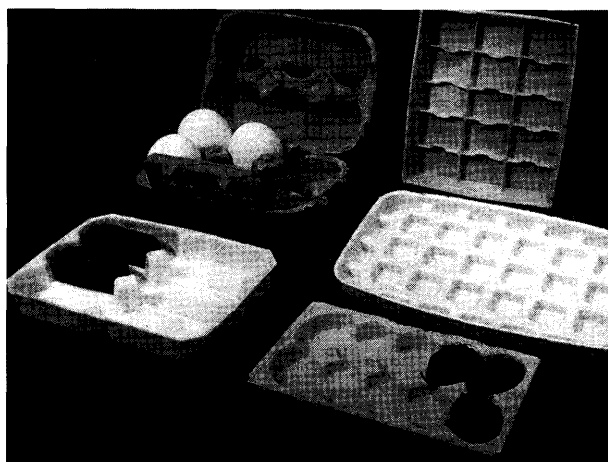
Der Film zeigt hierzu eine Schulumilchabgabe, bei der Becher aus Stärke verwendet werden; diese verspeisen die Kinder entweder als Nachtisch, oder aber man setzt sie nach der Nutzung als Viehfutter ein.

Dieses Beispiel verweist unmittelbar auf die auch in der Schule zu diskutierenden Grenzen des Einsatzes von nachwachsenden Rohstoffen: Im täglich wiederkehrenden, stationären Betrieb hat der Stärkebecher wohl keine Zukunft. In der ökologischen Bilanz schneiden hier Porzellan oder ähnliche Materialien weit besser ab, die Belastungen durch Spülmittel und -wasser eingerechnet. Jedoch sind eine Reihe von Situationen vorstellbar, in denen Einweggeschirr die Alternative der Wahl darstellt. Bei einem Waldfest z.B. weist ein Material, das im Gebrauch feuchtigkeitsundurchlässig ist, nach der Nutzung aber kompostiert oder verfüttert werden kann, deutliche Vorteile auf.



*Hanffasern im Automobilbau*

Foto: Mercedes-Benz AG, Stuttgart



Verpackungen aus Stärke

Foto: C.A.R.M.E.N., Rimpf

### 3.3 Wolle färben mit Pflanzenfarbstoffen

Von allen praktischen Vorschlägen für den Unterricht hat das Wolle färben die längste Tradition. Je nach zur Verfügung stehender Zeit können entweder nur bestimmte Arbeitsgänge realisiert werden, z.B. das Färben von bereits gesponnener Wolle mittels käuflicher Färbedrogen wie Krapp oder Indigo, oder man vollzieht den Herstellungsprozeß von Grund auf. Der beginnt dann mit dem Sammeln und Trocknen von Färbepflanzen, z.B. Färberwaid, Möhrenkraut oder Zwiebelschalen bzw. mit dem Beschaffen von Rinden, den äußeren Schalen von Nüssen oder Zapfen. Wolle »wie geschoren« gibt es beim Schäfer oder einem Wollkontor, Spinnräder und Karden (zum Kämmen der gewaschenen Rohwolle) können in einschlägigen Geschäften oder bei ländlichen Vereinen ausgeliehen werden.

Die zeitintensiven Arbeitsschritte vom Beizen der Wolle mit Alaun über die Vorbereitung der Färbeflotte bis zum Färben und Klarwaschen geben hinreichend Gelegenheit, sich sowohl mit den historischen Aspekten dieses Handwerksbereichs auseinanderzusetzen wie auch mit den ökologischen und ökonomischen Randbedingungen<sup>6)</sup>.

Damit erschließen sich Epochen sozialen Wandels, z.B. der Niedergang des europäischen Waidanbaus nach Forcierung der kolonialen Indigoproduktion in Indien, wie auch deren Ende, nachdem die aufblühende chemische

Industrie den Farbstoff rein und wesentlich billiger in der Retorte herstellen konnte.<sup>7)</sup>

Fachlich angliedern lassen sich hier Aspekte wie physikalisch-chemische Grundlagen von Farbigeit, Weidewirtschaft unter den Bedingungen industrialisierter Landwirtschaft, Textilfaser-Import und vieles andere mehr.

### 4. Widersprüche fruchtbar machen

Bei der eher theoretischen Bearbeitung der Möglichkeiten nachwachsender Rohstoffe kann, ausgehend vom jeweils gewählten Beispiel, auch die weitere ökologische und politisch-gesellschaftliche Sphäre erschlossen werden. In fast jedem der angesprochenen Bereiche ist ein einfaches Auswechseln der Rohstoffbasis – von den fossilen zu nachwachsenden Rohstoffen – nicht oder nur bei massiver Veränderung der Randbedingungen möglich. So wurden z.B. in den letzten Jahren Zuckertenside, aufgebaut aus Palmölen und Zucker, entwickelt und vermarktet, die die herkömmlichen Tenside in Wasch- und Reinigungsmitteln ersetzen könnten. Während dies für uns Europäer wegen der guten biologischen Abbaubarkeit eine weitgehende ökologische Entlastung der Gewässer bedeuten würde, wird dieser Fortschritt durch zumindest ambivalente Auswirkungen auf die Rohstofflieferanten in der Dritten Welt erkaufte. Große Nachfrage würden vermehrt zu Monokulturen führen, verbunden mit dem Einsatz von synthetischem Dünger und Pflanzenschutzmitteln. Gleichzeitig könnte aus der Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion eine Verschlechterung

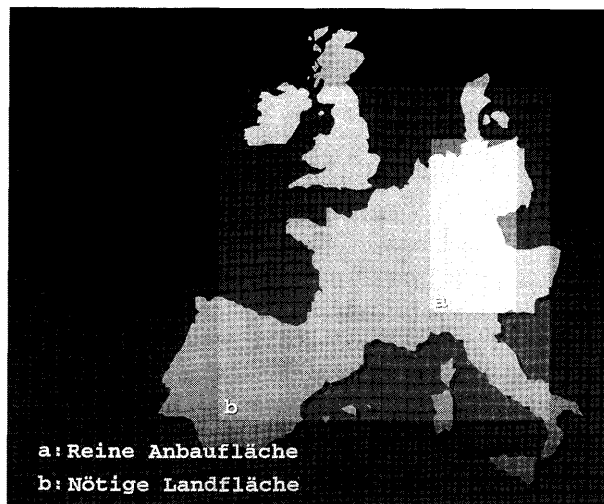
der Versorgungslage im jeweiligen Land einhergehen usw.

Ähnliche Szenarien lassen sich für andere Stoffgruppen oder Nutzpflanzen entwickeln, ab der 8. Klasse in der Regel auch zusammen mit den Schülerinnen und Schülern. In diesem Zusammenhang kann auch vermittelt werden, was es mit Bewertungsinstrumenten wie einer Ökobilanz oder einer Produktlinienanalyse auf sich hat. Wer einmal festgestellt hat, daß u.U. die ökologischen »Transportkosten« die erwarteten Vorteile eines Produktes mehr als wettmachen, wird kaum mehr leichtfertig »einfache Problemlösungen« vorschlagen oder anpreisen.

### 5. Übergreifende Themen für eine nachhaltige Bildung

Wie bereits angesprochen ist das Verständnis des Kohlenstoff-Kohlenstoff-Kreislaufs wichtiges Globalziel der Auseinandersetzung mit nachwachsenden Rohstoffen. Sowohl die Stoffe der Startsequenzen wie auch die Praxisbeispiele eignen sich zu dessen Erarbeitung. In jedem einzelnen Fall läßt sich unschwer zeigen,

- wie am Beginn der Stoffkette durch Energie von der Sonne und Aufnahme von Kohlendioxid und Wasser (sowie Stickstoff und einiger Spurenelemente) der Rohstoff in der Pflanze gebildet wird,
- wie sich eine Veredelung und Bearbeitung durch den Menschen und eine zeitlich begrenzte Nutzung anschließt und schließlich



Flächenbedarf zur »Biosprit«-Erzeugung

Grafik: Dr. L. Stäudel

– ein Abbau durch Kleinstlebewesen erfolgt, bei dem die Ausgangsstoffe CO<sub>2</sub> und Wasser in gleicher Menge wieder freigesetzt werden.

Letzteres gilt natürlich auch für den Fall, daß die nachwachsenden Rohstoffe bzw. Produkte daraus gleich oder zum Ende ihrer Nutzung der Verbrennung zugeführt werden.

Die innige Verbindung dieser eher abstrakten Vorstellung mit konkreter experimenteller Praxis erscheint als außerordentlich bedeutsam. Mit dieser Verzahnung ist die Hoffnung verbunden, daß sich stabile Einsichten herausbilden, die von Anfang an in Verbindung stehen mit der Realität. Denn außerhalb der Schule fehlen für heutige Jugendliche (und ebenso die Erwachsenen) Erfahrungsmöglichkeiten für die prinzipielle Begrenztheit aller materiellen Bereiche. Zwar wissen längst alle, daß die verfügbaren Vorräte an fossilen Rohstoffen nicht unbegrenzt sind; in einer verschwenderisch mit Ressourcen umgehenden Industriegesellschaft hatte diese Einsicht jedoch bislang kaum Konsequenzen. Das mag damit zusammenhängen, daß es leichter ist, die Vorstellung von zu erwartenden Folgen der Verschwendung zu verdrängen als sich den möglichen Konsequenzen zu stellen.

Im Unterschied zu den Katastrophenszenarien einer falsch verstandenen Umwelterziehung bietet der Umgang mit nachwachsenden Rohstoffen Ansätze zu positiven Phantasien: Es geht nicht darum, moderne Werkstoffe grundsätzlich zu verbannen, vielmehr um eine Gestaltung ihres Lebenslaufs in umwelt- und sozialverträglicher Weise. Auch geht es nicht primär um eine Beschränkung der individuellen Mobilität, das Beispiel aus der Diarieserie zum Thema zeigt aber, daß wir in den nördlichen Industrieländern buchstäblich auf zu großem Fuß leben.

Nachhaltige Bildung heißt in diesem Zusammenhang, daß ein Verständnis von den Stoffen, von der Bereitstellung und der Umwandlung von Energie, von den technischen Möglichkeiten moderner Wissenschaft immer eingebunden sein muß in eine Vorstellung

der Wechselwirkung mit Natur und Umwelt. »Alles bleibt irgendwo«, wie der BUND vor Jahren bereits im Hinblick auf die zunehmende Belastung und Verschmutzung der Umwelt formuliert; dem ist hinzuzufügen: »Nichts ist, was nicht von der Sonne kommt«. Wie kaum ein anderer Bereich sind die nachwachsenden Rohstoffe hier geeignet, eine Vorstellung von der Natur als Mitproduzentin zu entwickeln. Und weil man »keine zweite Erde in Reserve« hat, kann nur ein nachhaltiges Wirtschaften, ein sorgsamer Umgang mit den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten dauerhaften Nutzen bringen.

*Dr. Lutz Stäudel, Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Chemiedidaktik*

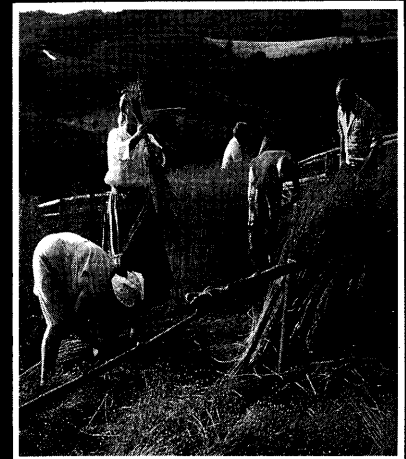
#### Literaturhinweise

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

Hermann Fischer: Plädoyer für eine Sanfte Chemie. Über den nachhaltigen Gebrauch der Stoffe. Verlag C.F.Müller, Karlsruhe 1993

#### Anmerkungen

- 1) Vgl. den Lehrplänenwurf Naturwissenschaften für die Sekundarstufe I in Hessen sowie die Pläne für Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein
- 2) Hans Joachim Bader: Nachwachsende Rohstoffe. In: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie, 1989 (Nr. 47), S. 4 - 7, sowie die nachfolgend zitierten Artikel.
- 3) Eine ausführliche Darstellung eines Leinölprojektes findet sich bei: Lutz Stäudel, Klaudia Mander, Martina Rudolph: Das Leinöl-Projekt - fächerübergreifender Unterricht für die Mittel- und Oberstufe. In: Praxis der Naturwissenschaften - Chemie. H. 6/1995
- 4) Unterlagen erhält man z.B. von der Fa. AURO, Postfach 1238, 38002 Braunschweig. Über den umweltverträglichen Leinölanbau informiert ein kurzes Video des Herstellers (»Leinölprojekt«).
- 5) Dieser und weitere Versuche sind ausführlich beschrieben in: L. Stäudel, D. Sauer: Nachwachsende Rohstoffe. Fächerübergreifende Unterrichtseinheit. In: RAAbits Chemie. Raabe Verlag, Heidelberg 1994. Mit der Lieferung 1995 liegt zudem ein Rollenspiel vor, das die Vor- und Nachteile der Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen thematisiert.
- 6) Ausführliche Anleitungen für den schulischen Umgang mit Wolle und Pflanzenfarben finden sich in: Naturwerkstatt I: Wolle, Pflanzenfarben, Färben. Materialien für den Unterricht Band 29. Marburg 1990. Nachgedruckt von: Forum Eltern und Schule, Huckardestraße 12, 44147 Dortmund
- 7) Für die Schule geeignete Texte hierzu finden sich z.B. in: A. Andersen, G. Spelsberg (Hrsg.): Das Blaue Wunder. Zur Geschichte der synthetischen Farben. Köln 1990



Die Verknappung der Rohstoffe der Erde zwingt zunehmend zum Nachdenken über ihre Ergänzung bzw. ihren Ersatz. Es werden die wichtigsten, schon heute aus tierischen und pflanzlichen Stoffen erzeugten Produkte vorgestellt sowie Möglichkeiten aufgezeigt, in welchen Bereichen und in welchem Umfang in naher Zukunft nachwachsende Rohstoffe Verwendung finden können.

#### Nachwachsende Rohstoffe

16-mm-Film 32 10332 1995, 15 min (f), DM 768,-  
 Video 42 10332 1995, 15 min (f), DM 245,-  
 Kontextmedium:  
 Diareihe 10 03219, 1995, 12 Dias, DM 65,-

**1 Editorial**

**Thema**

- 2 Entstehung von Erdöl und Erdgas
- 6 Exploration von Erdöl und Erdgas
- 8 Erdölpolitik heute. Der Einfluß der politischen Akteure auf Verfügbarkeit und Preise von Erdöl und Erdgas
- 14 Erdöl und Umweltbelastung

**Schule und Unterricht**

- 20 Die Verarbeitung von Rohöl in der Raffinerie am Beispiel der optimierten Produktion von Otto-Kraftstoffen – Ein Unterrichtsmodell
- 26 Erdgas aus Sibirien. Zum Unterrichtseinsatz des FWU-Films im Sekundarbereich I
- 30 **Nachwachsende Rohstoffe – nachhaltige Bildung. Elemente zu einer Unterrichtsreihe**
- 36 Erdöl/Erdgas – Medienauswahl
- 37 FWU-Videopaket Erdöl
- 38 Das Ruhrgebiet – eine Industrieregion im Wandel. Anmerkungen zu Idee, Konzeption und Verwendung eines moderierten Stufenfilms für die unteren Jahrgänge
- 44 Kirche als internationaler Konzern. Zum Unterrichtseinsatz des Videos »Kirche 2000 – ein Planspiel«

**Aktuell**

- 46 Comenius Projekt – die pädagogische Vorbereitungsarbeit

**Medien – Kultur – Bildung**

- 48 »Kulturerbe oder Altlast?«  
Als Wessi, das DEFA-Kinderfilm-Erbe beurteilend ...

**Forum**

- 52 Bildstelle im Aufschwung – das neue Kreismedienzentrum Wittenberg

**Prisma**

- 53 Provokative Ideen gefragt!
- 53 Karikaturen gegen Gewalt
- 53 Jugend-Photowettbewerb

**Technik**

- 54 LCD-Projektion in der Schule

**FWU intern**

- 56 Neuproduktion 1995 in der Auslieferung
- 56 Gesamtkatalog 1995/96
- 56 GEMA-pflichtige Medien
- 57 Neue Ansichtskassetten ausgeliefert!

**FWU Magazin**

7. Jahrgang 1995, Heft 4

Herausgeber:  
FWU Institut für Film und Bild in  
Wissenschaft und Unterricht  
gemeinnützige GmbH  
Direktor: Dieter Kamm

Bavariafilmpplatz 3  
Geiseltasteig  
82031 Grünwald  
Tel.: 089/6497-1, Telefax 089/ 6 497 300

Redaktion *FWU Magazin*:  
Martin Viering  
Postfach 260  
82026 Grünwald  
Tel.: 089/ 6 497 381, Telefax 089/ 6 497 360

Erscheinungsweise: bis zu sechsmal jährlich.

Abonnementspreis DM 50,- pro Jahr  
Einzelheft DM 10,-

Gültige Anzeigenpreisliste: Nr. 3 v. 1.1.1995

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers und der Redaktion wieder. Manuskripte werden an die Redaktion erbeten.

Nachdruck - auch auszugsweise - nur nach schriftlicher Genehmigung durch die Redaktion.

Druck: Druck Ring GmbH  
Kühbachstr. 3, 81543 München

Druck auf umweltfreundlichem chlor- und säurefreiem Papier

ISSN 0937-6437



**Titelbild:** Ula-Plattform mit Versorgungsschiffen vor der norwegischen Nordseeküste  
Foto: BP Deutschland, Hamburg  
Grafik: Huschert Realfilm GmbH