

# Nachwachsende Rohstoffe

Fächerübergreifendes Lehr- und Lernmaterial  
in vier Modulen, multimedial aufbereitet,  
für die Sekundarstufe



**Roh-stoff**

le), die in der Natur  
rie bearbeitet od.  
fen armes / reich  
-reserve



# Inhalt

<b>I.</b>	<b>Bildungsauftrag: nachwachsende Rohstoffe</b>	5
<b>II.</b>	<b>Konzept des Lehr- und Lernmaterials</b>	6
	1. Intention	6
	2. Bausteinprinzip, Fächerbeteiligung und Messe-Werkstatt	7
	3. Umfang, Aufbau und Gestaltung	8
	4. Einsatzmöglichkeiten in Unterricht und Schule	9
	5. Medienrechtliche Bestimmungen	9
<b>III.</b>	<b>Die Modulthemen im Überblick</b>	10
	<b>1. Vom Acker in die Fabrik: Rohstoffe aus Industriepflanzen</b>	11
	<b>2. Land- und Forstwirtschaft im Wandel: Energieförderanten von heute und morgen</b>	15
	<b>3. Energie vom Acker als Beitrag zum Klimaschutz</b>	18
	<b>4. Sind nachwachsende Rohstoffe Deutschlands Zukunft?</b>	20
<b>IV.</b>	<b>Didaktisch-organisatorische Hinweise</b>	23
	<b>1. Modul 1: Jahrgangsstufe 5-6</b>	23
	a) Kompetenzen und Ziele	23
	b) Angebot an Lehr- und Lernmaterial	23
	c) Vorschlag zur Unterrichtsplanung	24
	d) Bemerkungen zur Durchführung und Gestaltung	24
	(1) Stunden zur Vorbereitung der Werkstattarbeit	25
	(2) Werkstattarbeit	29
	e) Medienhinweise	31
	<b>2. Modul 2: Jahrgangsstufe 6-8</b>	31
	a) Kompetenzen und Ziele	31
	b) Angebot an Lehr- und Lernmaterial	31
	c) Vorschlag zur Unterrichtsplanung	32
	d) Bemerkungen zur Durchführung und Gestaltung	32
	(1) Stunden zur Vorbereitung der Werkstattarbeit	33
	(2) Werkstattarbeit	35
	e) Medienhinweise	36
	<b>3. Modul 3: Jahrgangsstufe 8-10</b>	37
	a) Kompetenzen und Ziele	37
	b) Angebot an Lehr- und Lernmaterial	37

# Inhalt

c) Vorschlag zur Unterrichtsplanung .....	37
d) Bemerkungen zur Durchführung und Gestaltung .....	37
(1) Stunden zur Vorbereitung der Werkstattarbeit .....	39
(2) Werkstattarbeit .....	44
e) Medienhinweise .....	46
<b>4. Modul 4: Jahrgangsstufe 9-11/12 .....</b>	<b>47</b>
a) Kompetenzen und Ziele .....	47
b) Angebot an Lehr- und Lernmaterial .....	47
c) Vorschlag zur Unterrichtsplanung .....	47
d) Bemerkungen zur Durchführung und Gestaltung .....	48
(1) Stunden zur Vorbereitung der Werkstattarbeit .....	49
(2) Werkstattarbeit .....	51
e) Medienhinweise .....	53
<b>V. Anhänge .....</b>	<b>54</b>
<b>VI. Literatur und Quellen .....</b>	<b>62</b>
<b>VII. Die Autoren .....</b>	<b>67</b>

# I. Bildungsauftrag: nachwachsende Rohstoffe

Nachwachsende Rohstoffe sind organische Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die keine Verwendung als Nahrungs- oder Futtermittel finden, sondern als Rohstoffe für die Industrie bzw. als Energieträger genutzt werden. Gegenüber fossilen Rohstoffen haben sie den Vorteil, dass sie sich in überschaubaren Zeiträumen erneuern und „nachwachsen“. Der Mensch nutzt sie seit Jahrtausenden mit unterschiedlicher Intensität. Derzeit rücken sie wieder verstärkt ins Blickfeld, da sie in Zeiten drohender Ressourcenknappheit und wachsender Klima- bzw. Umweltprobleme dazu beitragen können, fossile Rohstoffe in vielen Bereichen zu ersetzen. Für ein technologie- und exportorientiertes, aber eben auch rohstoffarmes Land wie Deutschland sind nachwachsende Rohstoffe als alternative, umweltverträgliche Rohstoffquellen besonders interessant.

Gemeinsam stehen wir vor der Aufgabe, Chancen und Probleme bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe gegeneinander abzuwägen, zukunftsweisende Konzepte zu ihrer Verwendung zu entwickeln, zu erproben und bei der eigenen Lebensgestaltung zu berücksichtigen. Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung gilt es dabei, unsere Lebensqualität zu sichern, gleichzeitig aber auch späteren Generationen die Möglichkeit zu gewährleisten, ihr Leben selbst zu gestalten.

Die Bewältigung dieser Aufgabe setzt voraus, „nachhaltig leben zu lernen“ (UNESCO u. a. 2009, S. 27). Das ist eine der großen pädagogischen Herausforderungen der heutigen Zeit, ein Anspruch, den die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Weltkonferenz „Bildung für nachhaltige Entwicklung – Startschuss für die zweite Halbzeit der UN-Dekade“ 2009 in Deutschland formuliert haben. Um das eigene Leben und die gemeinsame Zukunft aktiv und verantwortungsvoll gestalten zu können, braucht es entsprechende Kompetenzen. Das Lehr- und Lernmaterial zu nachwachsenden Rohstoffen für die Sekundarstufe soll einen Beitrag dazu leisten, diese Kompetenzen zu erlangen und zu fördern.





Abb. 2: Die Messe-Werkstatt unter Beteiligung aller Module

## 2. Bausteinprinzip, Fächerbeteiligung und Messe-Werkstatt

Das Unterrichtsmaterial ist nach dem Bausteinprinzip konzipiert. Es gliedert sich in folgende vier Module, die die gesamte Sekundarstufe abdecken:

### Modul 1 für die Jahrgangsstufen 5-6:

**Vom Acker in die Fabrik:  
Rohstoffe aus Industriepflanzen**

### Modul 2 für die Jahrgangsstufen 6-8:

**Land- und Forstwirtschaft im Wandel:  
Energielieferanten von heute und morgen**

### Modul 3 für die Jahrgangsstufen 8-10:

**Energie vom Acker als Beitrag zum  
Klimaschutz**

### Modul 4 für die Jahrgangsstufen 9-11/12:

**Sind nachwachsende Rohstoffe  
Deutschlands Zukunft?**

Die Module ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern, sich altersgemäß mit nachwachsenden Rohstoffen unter einer bestimmten Schwerpunktsetzung zu beschäftigen. Das kann – curricular aufgebaut – nacheinander in verschiedenen Jahrgangsstufen erfolgen. Es ist aber auch denkbar, die Einzelmodule zu einem Gesamtmodul zusammenzusetzen. Dann würden sich alle Jahrgangsstufen gleichzeitig und gemeinsam mit dem Themenfeld „Nachwachsende Rohstoffe“ auseinandersetzen und sich darüber austauschen.

Durch die modulare Aufbereitung werden Sichtweisen verschiedener Fächer zusammengeführt. Während Unterrichtsfächer wie Biologie, Physik, Chemie oder auch Natur und Technik die naturwissenschaftlichen bzw. technischen Gesetzmäßigkeiten zu Grunde legen, greifen Sozialkunde/Politik, Wirtschaft oder Deutsch gesellschaftliche Fragestellungen der Thematik auf. Das Schulfach Geographie schlägt die Brücke zwischen den beiden Feldern, verdeutlicht die räumliche Dimension und lenkt den Blick auf nachwachsende Rohstoffe und deren Bedeutung speziell in Deutschland.

**Fachbegriffe:**  
**Lehrerhandreichung,**  
**Schülerheft,**  
**Schülerhandreichung**

Handreichungen und Hefte richten sich an Adressaten beider Geschlechter. Zur Kennzeichnung der jeweiligen Zielgruppe im Lehr- und Lernprozess und im Sinne der besseren Lesbarkeit werden im Folgenden die Begriffe „Lehrerhandreichung“, „Schülerheft“ und „Schülerhandreichung“ verwendet.

Für jedes Modul wird ein Lernarrangement vorgeschlagen, das gebundene mit offenen Unterrichtsformen kombiniert:

- **„gebundene“ Unterrichtsstunden**, die eine Phase mit Werkstattarbeit inhaltlich und organisatorisch vorbereiten
- **die „offen“ gestaltete Werkstattarbeitsphase**, in der die Schülerinnen und Schüler Materialien, Medien oder Produkte für eine Messe zu nachwachsenden Rohstoffen auf dem Schulgelände gestalten
- **der Messestand** der Schülerinnen und Schüler, an dem die Gäste über nachwachsende Rohstoffe informiert bzw. zum Nachdenken und Handeln animiert werden sollen

Im Mittelpunkt dieser Lernarrangements steht jeweils das Arbeiten in der Messe-Werkstatt. Es ermöglicht je nach Schwerpunktsetzung der Module eine aktive Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler und eine vielfältige Gestaltung des Themenbereichs „Nachwachsende Rohstoffe“. Dem Alter entsprechend und passend zum Thema kommen Methoden wie Experimentieren im Labor, Erkunden eines Betriebes, Erforschen bzw. Präsentieren mit Medien oder Entwickeln von Zukunftsszenarien zum Einsatz.

**3. Umfang, Aufbau und Gestaltung**

Neben dieser Lehrerhandreichung besteht das Lernpaket aus den Schülerheften zu den vier Modulen und einer DVD mit zusätzlichen Materialien.

Die Schülerhefte bilden den Kern des Angebots. Sie sind als Arbeitshefte konzipiert, die sich direkt im Unterricht einsetzen lassen. Die Kopfleiste auf jeder Seite verweist durch ihre Farbgestaltung auf fachliche Zuordnungen oder Fächerkombinationen. Pro Unterthema stehen in der Regel zwei Heftseiten zur Verfügung: Ein einführender Kurztex wird mit Diagrammen, Schemazeichnungen, Karten, Luftbildern, Fotos oder weiteren Quellentexten kombiniert. Infokästen erklären bestimmte Begriffe oder liefern zusätzliche Erläuterungen. Die „Wusstest du, dass...“-Felder führen den Schülerinnen und Schülern Anwendungsbeispiele oder interessante Phänomene vor Augen.

An den Seitenrändern sind Arbeitsaufträge, vertiefende Fragen oder Impulse platziert. Sie fördern die aktive Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit den Inhalten der Materialien und unterstützen die Ausbildung von Fach-, Methoden-, Beurteilungs- und Kommunikationskompetenz. Sämtliche Schülerhefte schließen mit einem Aufruf, sich an einer Messe zu nachwachsenden Rohstoffen zu beteiligen.

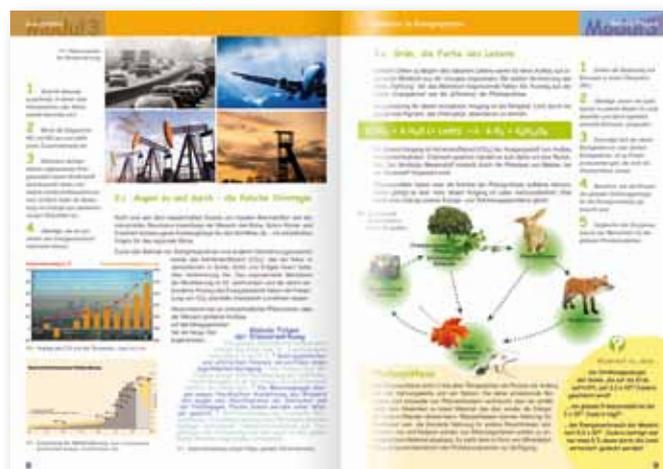


Abb. 3: Gestaltung einer Schülerheftseite

Die DVD liefert Zusatzmaterialien. Für jedes Modul lassen sich über ein einfaches Navigationssystem folgende Tools ansteuern:

- **Ordner mit Arbeitsblättern** zu verschiedenen Unterthemen des Schülerheftes, die als Kopiervorlagen zum Ausdrucken vorbereitet sind
- **Grafiksammlung**, um Diagramme, Karten, Schemazeichnungen mittels Beamer oder Overhead-Projektor großformatig präsentieren zu können bzw. sie in Postern und Plakaten zu platzieren
- **Werkstatt-Box**, die für die Werkstattphase Arbeitsblätter, Schülerhandreichungen oder Links zum Downloaden von Programmen bzw. Vorlagen zur Entwicklung und Gestaltung von Wissensspielen, Animationen oder Ähnlichem bereitstellt
- **Multimedia-Pool**, in dem sich Fotoalben zu verschiedenen Themenfeldern, Animationen, Wissenstests etc. finden
- **PDF-Dateien** von vier Schülerheften und einer Lehrerhandreichung, die bei Bedarf ausgedruckt werden können.

#### 4. Einsatzmöglichkeiten in Unterricht und Schule

Das Lernpaket liefert eine Fülle von Materialien. Sie sind komplett oder nur selektiv in völlig unterschiedliche Unterrichtskonzepte integrierbar. An dieser Stelle sollen nur einige Möglichkeiten des Einsatzes im Unterricht vorgestellt werden:

- Für den **Fachunterricht** lassen sich einzelne Unterrichtsstunden oder kleine Sequenzen zum Themenfeld „Nachwachsende Rohstoffe“ konzipieren. Hierzu liefern die Schülerhefte und die vorbereiteten Arbeitsblätter entsprechende Anregungen.
- Für den **projektorientierten Klassen- oder Kursunterricht** kann eine Messe zum Schwerpunktthema des Moduls vor-

bereitet und durchgeführt werden. Es wäre auch denkbar, dass mehrere Klassen einer Jahrgangsstufe zusammenarbeiten. Neben den Schülerheften und ihren Arbeitsblättern unterstützen die DVD-Materialien der Werkstatt-Box derartige Vorhaben.

- Im Rahmen eines **Großprojektes**, an dem alle Klassen und Kurse beteiligt sind, lässt sich eine Schulmesse zu nachwachsenden Rohstoffen organisieren. Dafür kann das gesamte Lehr- und Lernmaterial verwendet werden.

#### 5. Medienrechtliche Bestimmungen

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei der Nutzung, Gestaltung, Produktion, Vervielfältigung und Veröffentlichung von Medien im Bereich Unterricht und Schule grundsätzlich die entsprechenden medienrechtlichen Bestimmungen sowie die kultusministeriellen Erlasse oder Bekanntmachungen der jeweiligen Bundesländer zu beachten sind. Mit dem Erwerb des Unterrichtspakets zu nachwachsenden Rohstoffen für die Sekundarstufe ist es gestattet, die auf der DVD als PDF-Dateien gespeicherten Schülerhefte, Arbeitsblätter und Handreichungen für von Lehrkräften betreute Lerngruppen in der erforderlichen Anzahl zu kopieren. Es wird auch gestattet, die in der Grafiksammlung, Werkstatt-Box und im Multimedia-Pool der DVD zusammengestellten Einzelmedien unter Angabe der Quelle im Unterricht bzw. zur Vorbereitung und Durchführung von NAWARO-Messen auf dem Schulgelände zu nutzen. Im Rahmen solcher von Lehrpersonen betreuten Projekte ist es Schülerinnen und Schülern erlaubt, diese Einzelmedien mit einem entsprechenden Quellenvermerk in selbst gestaltete oder produzierte Medien zu integrieren, sie zu kopieren und zu präsentieren. Dies gilt nicht für Medien, auf die durch Angabe der Internetlinks verwiesen wird.

### III. Die Modulthemen im Überblick

Deutschland als stark technologieorientiertes Land ist in besonderem Maße auf zukunftsfähige Forschung und Entwicklung angewiesen. Die stoffliche und energetische Verwendung nachwachsender Rohstoffe besitzt ein hohes Innovationspotenzial im Hinblick auf neue Technologien, neue Produkte und alternative Energieversorgung.

Bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe gehört Deutschland derzeit schon weltweit zu den führenden Ländern. Eine leistungsfähige Industrie und eine starke Forschungslandschaft bilden gute Ausgangsbedingungen, um diese Stellung auszubauen. Darüber hinaus kann die nachhaltige Produktion und Nutzung nachwachsender Rohstoffe dazu beitragen, Wertschöpfung und Beschäftigung auch im ländlichen Raum als Ort der Rohstoffherzeugung und Erstverarbeitung zu stärken.

Eine sichere und nachhaltige Rohstoffversorgung hat für unser an eigenen Rohstoffvorkommen armes Land besondere Bedeutung. Die Verfügbarkeit fossiler Rohstoffe ist begrenzt. Gleichzeitig ist der Schutz des Klimas eine der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Deutschland hat sich ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt. Es möchte seinen Ausstoß an Treibhausgasen bis zum Jahre 2020 um 40 % gegenüber 1990 reduzieren. Nachwachsende Rohstoffe tragen durch die Substitution fossiler Rohstoffe wesentlich zur Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und zur Ressourcenschonung bei.

Das Unterrichtspaket geht exemplarisch auf einige typische Wege der Nutzung nachwachsender Rohstoffe ein. Die einzelnen Modulthemen verfolgen unterschiedliche Schwerpunktsetzungen. Sie wurden nach pädagogischen Gesichtspunkten und nach entsprechenden Vorgaben der Lehr- und Bildungspläne ausgewählt. Im Folgenden sind wesentliche Informationen im Überblick zusammengestellt. Mit der in den Lektürehinweisen und im Verzeichnis am Ende der Lehrerhandreichung genannten Literatur lassen sich die Inhalte vertiefen.

Möglichkeit zum Download  
von Informationsmaterial:  
[www.nachwachsende-rohstoffe.de](http://www.nachwachsende-rohstoffe.de)  
[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)

# 1. Vom Acker in die Fabrik: Rohstoffe aus Industriepflanzen

Nachwachsende Rohstoffe sind land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse, die nicht als Nahrungs- oder Futtermittel Verwendung finden. Sie werden stofflich als Industrierohstoffe, aber auch als Energieträger genutzt.

Dabei zählen tierische Produkte wie beispielsweise Schurwolle, Leder, Häute, Talg und Gelatine ebenfalls zu den nachwachsenden Rohstoffen, wobei diese in der Regel im Rahmen der Nahrungsmittelerzeugung als Nebenprodukt anfallen und hier nicht berücksichtigt werden.

## Ölpflanzen

- Raps
- Sonnenblume\*
- Öllein
- Mohn
- Leindotter
- Krambe



## Färberpflanzen

- Färberwaid
- Färberwau
- Färberknöterich
- Kanadische Goldrute
- Färberhundskamille\*
- Krapp

## Faserpflanzen

- Faserlein
- Hanf\*
- Fasernessel



## Eiweißpflanzen

- Ackerbohne
- Eiweißerbse
- Lupine\*



## Stärke-/Zuckerpflanzen

- Kartoffel
- Weizen\*
- Mais
- Zuckerrübe

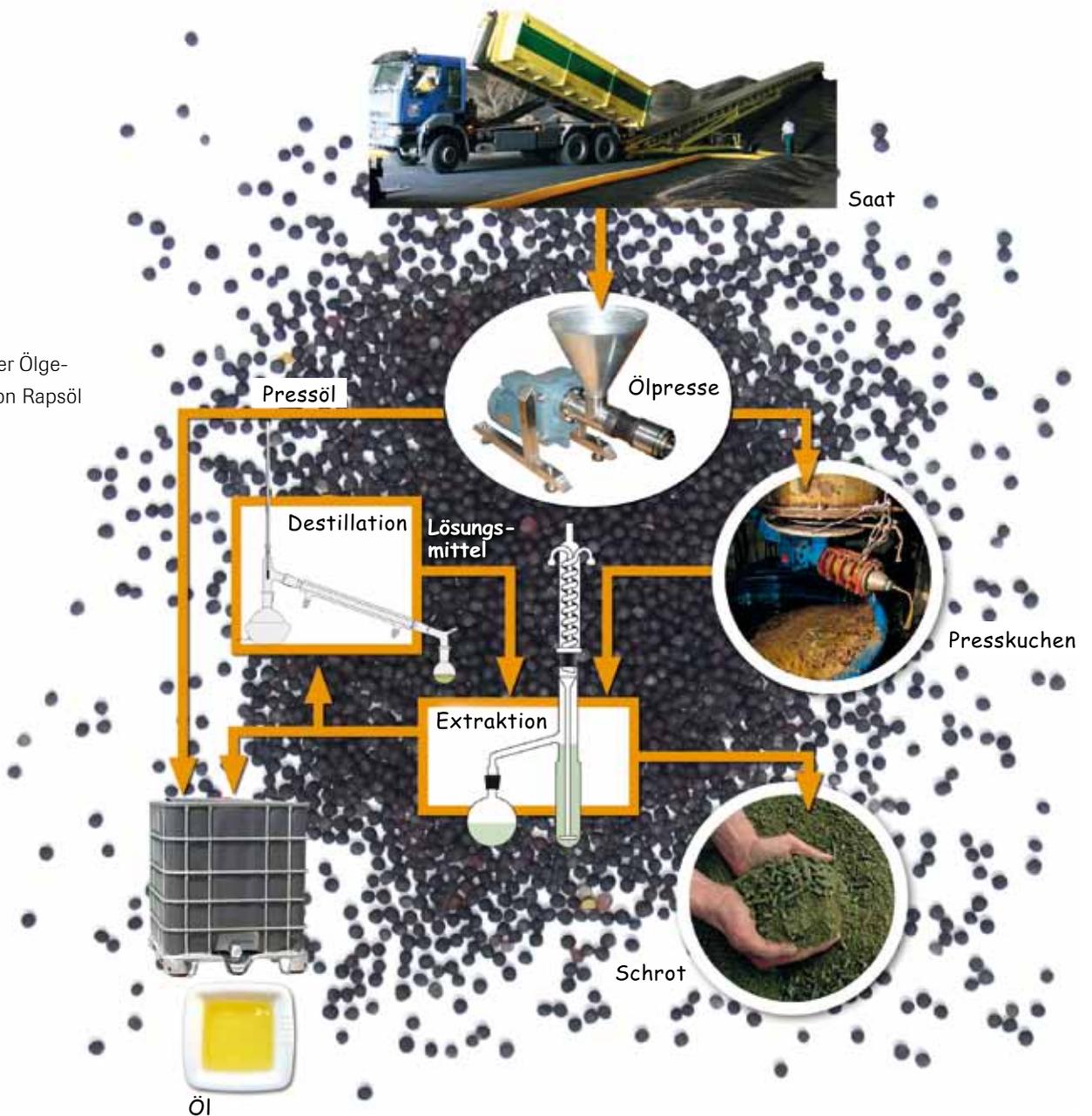
\* Diese Pflanze zeigt das Foto.

## Arzneipflanzen

- Mariendistel (Frucht-Samen-Droge)
- Echte Kamille (Blütendroge)
- Johanniskraut (Blätterdroge)
- Baldrian\* (Wurzeldroge)

Abb. 4: Kleine Auswahl an Industriepflanzen nach Rohstoffgruppen

Abb. 5: Grundprinzip der Ölge-  
winnung am Beispiel von Rapsöl



triefpflanzen lassen sich Rohstoffe wie Fasern, Öle und Fette, Stärke und Zucker, Proteine, pharmazeutische Wirkstoffe und Farbstoffe gewinnen.

Zur **Gewinnung dieser Rohstoffe** stehen viele Verfahren zur Verfügung. Hier sollen exemplarisch die Verfahren für die Gewinnung von Pflanzenöl und von Kartoffelstärke näher erläutert werden.

Um Öl zu gewinnen, wird die Ölsaat zunächst gereinigt. Bei Bedarf (z. B. bei Sonnenblumenkernen) wird sie danach geschält. Die festen Zellwände sind für das Öl und für das später eingesetzte Extraktionsmittel undurchlässig. Deshalb werden sie in einem nächsten Schritt durch Brechen, Mahlen, Walzen oder Quetschen zerstört. Auf diese Weise kann das Öl austreten bzw. das Extraktionsmittel eindringen. Die mechanisch vorbehandelte Ölsaat wird anschließend thermisch behandelt

(Konditionierung). Die Erhöhung der Temperatur verbessert die Fließfähigkeit des Öls. Auch Bakterien und Schimmelpilze werden dadurch zerstört. In einer Presse wird das Öl anschließend durch Druck und Reibung abgetrennt. Übrig bleibt ein Presskuchen mit einem Restölgehalt. Er beträgt je nach Ölsaat 11 bis 25%. Das Restöl wird dem Presskuchen durch Extraktion mit Hilfe von Hexan entzogen. Das Öl-Extraktionsgemisch wird dann destilliert und in seine Bestandteile Öl und Extraktionsmittel getrennt. Im nächsten Schritt, der sogenannten Toastung, wird der übrig gebliebene Schrot getrocknet und ein Teil des Lösungsmittels zurückgewonnen. Der trockene Schrot findet als Eiweißfuttermittel Verwendung. Das gepresste und durch Extraktion gewonnene Öl wird noch von Fettbegleitstoffen befreit (Entschleimungsstufe).

Ganz anders erfolgt die Gewinnung von Stärke aus Kartoffeln. Die Knollen werden nach Anlieferung in der Stärkefabrik zunächst ge-

reinigt und zerrieben. Fruchtwasser und feste Stoffe (Reibsel) werden in einem sogenannten Dekanter abgetrennt. Das Fruchtwasser wird entweder als Düngemittel verwendet oder in einer Eiweißanlage zu einem eiweißhaltigen Futtermittel in Pelletform verarbeitet. Vom übrig gebliebenen „Reibsel“ wird mit Hilfe eines Zentrifugalsiebes die Stärkemilch von der sogenannten Kartoffelpulpe (= abgetrennte Rohfasern des Zellgewebes) getrennt. Die Stärkemilch, die vorwiegend Stärke enthält, wird entwässert und getrocknet. Das erhaltene Produkt ist native Stärke.

Die aus Pflanzen bzw. Pflanzenteilen gewonnenen Rohstoffe sind Ausgangsstoffe für die **industrielle Produktion**.

Pflanzenöle werden z. B. für die Herstellung von Schmierstoffen wie Motorenöl, Getriebeöl, Schmierfett oder Hydrauliköl verwendet, aber auch als Kosmetikzusätze und für Waschmittel. Die Inhaltsstoffe der Arzneipflanzen werden

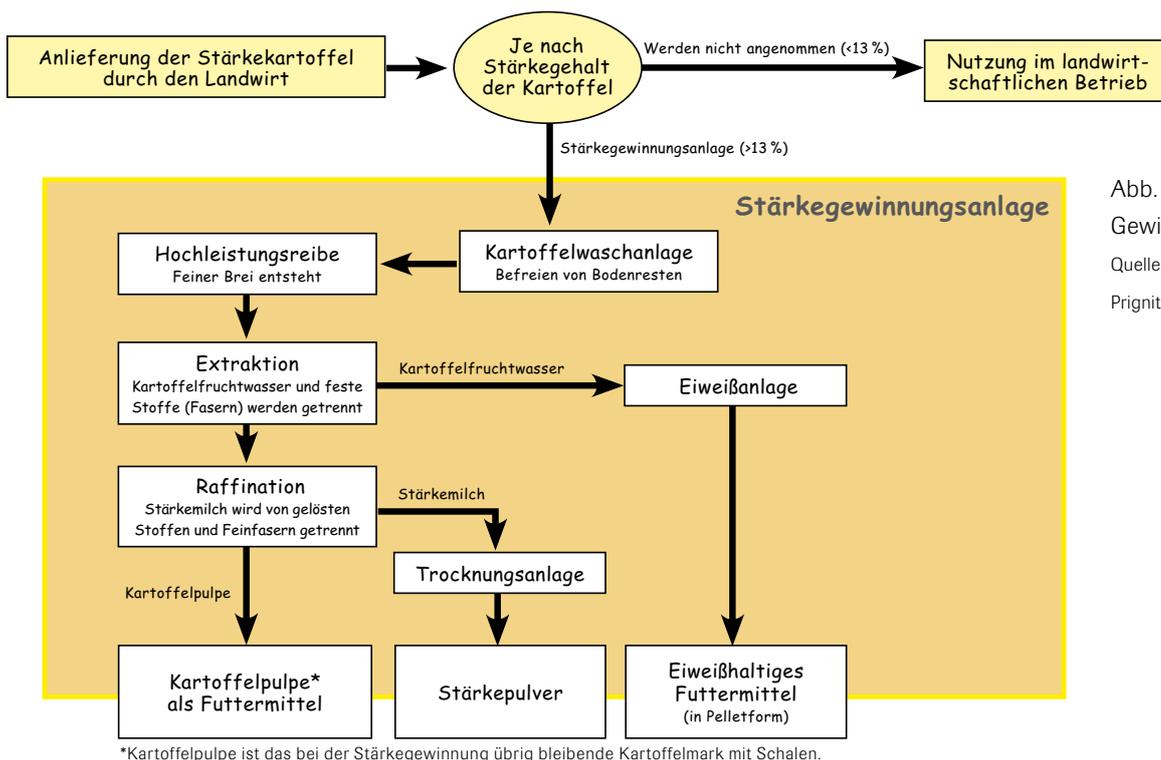


Abb. 6: Verfahren der Gewinnung von Kartoffelstärke  
Quelle: Avebe, Kartoffelstärkefabrik Prignitz/Wendland GmbH

in der Pharmazie und Kosmetikindustrie genutzt. Aus Fasern von Flachs oder Hanf lassen sich je nach ihrer Länge beispielsweise Textilien, Dämmstoffe oder Formpressteile (Türverkleidungen in Fahrzeugen), Garne oder Seile fertigen. Die Verwendung von Farbstoffen aus Färbepflanzen hat zwar mit der Entwicklung der synthetisch hergestellten Farbstoffe ihre Bedeutung verloren, allerdings steigt heute wieder eine Nachfrage nach Farben auf natürlicher Basis. In der Textil- und Spielzeugbranche könnte der Einsatz natürlicher Farbstoffe interessant werden.

Stärke kommt in der chemischen Industrie und in der Verpackungsindustrie zum Einsatz. Sie findet Verwendung in der Papier- und Pappeherstellung als Klebe- und Bindemittel, in der Chemie als Verdickungsmittel, in der Pharmazie z. B. als Tablettensprengmittel und in der Kosmetik etwa für Puder. Auch bei der Herstellung von Biokunststoffen wird der Rohstoff genutzt.

Mehr als ein Viertel der in Deutschland hergestellten Biokunststoffe basiert auf Stärke. Ihrer zunehmenden Bedeutung in der stofflichen Verwertung trägt das Unterrichtspaket Rechnung, indem im Modul ein Schwerpunkt auf die Gewinnung dieses Rohstoffes und auf das Vorstellen von Stärkeprodukten gesetzt wird.

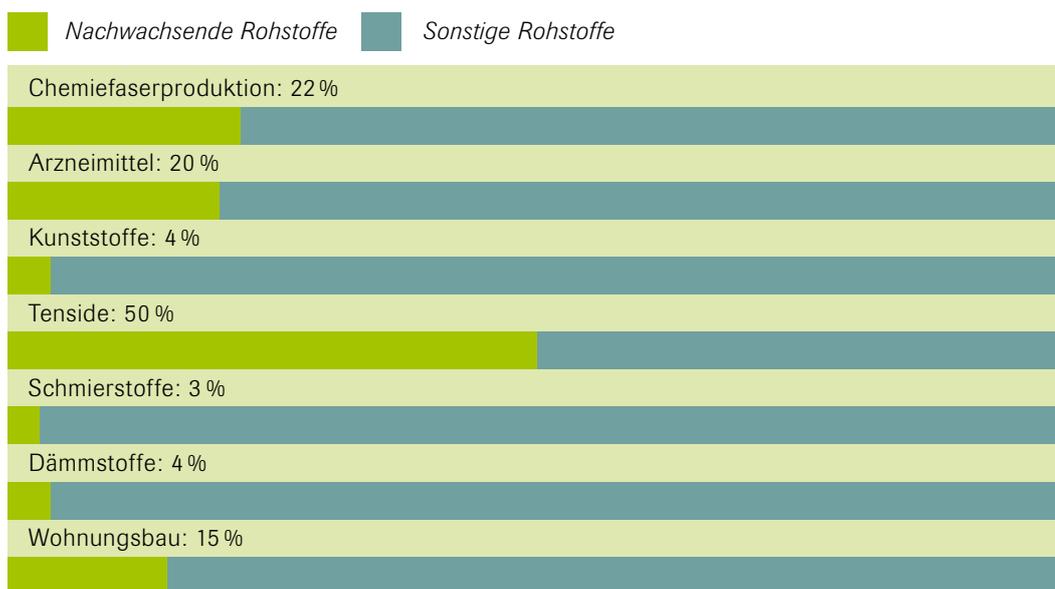
Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen sind meist biologisch gut abbaubar und wenig toxisch. Da Pflanzen beim Wachstum der Umgebungsluft so viel CO<sub>2</sub> entziehen, wie bei ihrer späteren Kompostierung oder Verbrennung freigesetzt wird, leisten sie einen Beitrag zu nahezu geschlossenen CO<sub>2</sub>-Kreisläufen und damit zur Reduzierung des Treibhauseffektes. Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe schont endliche fossile Ressourcen. Werden nachwachsende Rohstoffe zudem auch dort angebaut, wo sie später Verwendung finden, werden darüber hinaus Transportwege eingespart.



Abb. 7: Auswahl an Produkten aus Stärke

Das Aufzeigen der Einsatzmöglichkeiten nachwachsender Rohstoffe in der industriellen Produktion und ihrer Vorteile gegenüber fossilen Rohstoffen darf aber nicht darüber hinweg-

täuschen, dass ihr Marktanteil in Deutschland noch sehr klein ist und Verbraucher ihnen in einigen Branchen noch vergleichsweise wenig Aufmerksamkeit schenken.



Quelle: FNR 2009

Abb. 8: Verhältnis von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen und aus sonstigen Rohstoffen (Beispiele aus Deutschland)

## 2. Land- und Forstwirtschaft im Wandel: Energielieferanten von heute und morgen

Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe führt zu Veränderungen in der deutschen Land- und Forstwirtschaft. Die zwei Beispiele Biogasanlage und Holzpelletherstellung sollen die Bedeutung nachwachsender Rohstoffe als wichtige Energielieferanten aufzeigen.

Mit den Novellierungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) 2004 bzw. 2009 und der Einführung des NAWARO-Bonus sowie des Gülle-Bonus wurden die Rahmenbedingungen für die Erzeugung von **Biogas** in Deutschland maßgeblich verbessert. Für viele Landwirte ist die Biogasanlagenproduktion und -nutzung ein weiteres wirtschaftliches

Standbein bzw. eine gesicherte Einnahmequelle. Die Zahl der Anlagen ist 2009 um rund 100 Anlagen auf insgesamt 4.500 gestiegen.

Neu errichtete landwirtschaftliche Biogasanlagen verarbeiten verstärkt nachwachsende Rohstoffe. Mais oder Getreide als Ganzpflanzen sind gefragte Substrate. Sudangras, Hirse oder andere Mischpflanzenkulturen können dazukommen. Die bisher gängige Mitverarbeitung organischer Rest- und Abfallstoffe aus Industrie und Gewerbe verliert demgegenüber an Gewicht. So kann auch die Verwendung von Gülle und anderen tierischen Exkrementen weiter gesteigert werden.



[www.eeg-aktuell.de](http://www.eeg-aktuell.de)

[www.bmu.de/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-gesetz/doc/43981.php](http://www.bmu.de/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-gesetz/doc/43981.php)

[www.carmen-ev.de/dt/energie/foerderprogramme/EEG\\_Biogas\\_2010.pdf](http://www.carmen-ev.de/dt/energie/foerderprogramme/EEG_Biogas_2010.pdf)

Abb. 9: Entwicklung des Biogasanlagenbestandes in Deutschland

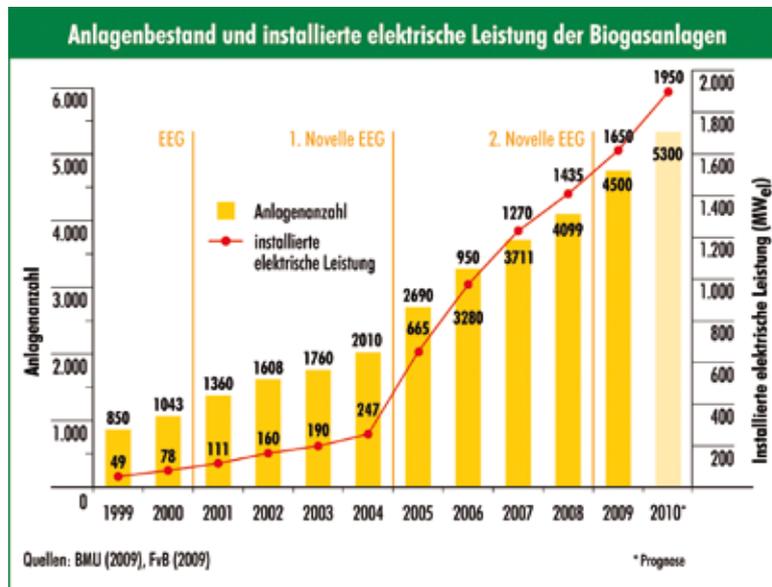


Abb. 10: Phasen der Erzeugung von Biogas

Quelle: FNR, verändert



Das Prinzip der Biogasanlagen ist einfach: Energiepflanzen werden zusammen mit Reststoffen und Gülle in einem Gärbehälter mit Hilfe von Bakterien, die reichlich in der Gülle vorhanden sind, zu Biogas vergoren. Dabei erfolgen mehrere Schritte der anaeroben Vergärung. Fette werden durch hydrolytische Bakterien zu Fettsäuren und Glycerin, Eiweiße und Kohlenhydrate zu kurzkettigen Bruchstücken (Aminosäuren und Zucker) abgebaut. Nun greifen acidogene (oder säurebildende) Bakterien ein und wandeln die Stoffe in kurzkettige organische Säuren (z. B. Essig- und Propionsäure) um. Acetogene (oder essigsäurebildende) Bakterien bilden dann Essigsäure, Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff. Daraus produzieren methanogene Bakterien schließlich u. a. das gewünschte Methan. Das erzeugte Biogas ist eine Mischung aus Methan, Kohlenstoffdioxid und weiteren Bestandteilen wie z. B. Schwefelverbindungen, Wasserstoff und Ammoniak. Es kann nach der Entschwefelung und Kondensation direkt in speziellen Gasmotoren (Blockheizkraftwerk) zur Strom- und Wärmeproduktion genutzt werden. Das Biogas kann aber auch wahlweise über ein besonderes Aufbereitungsverfahren auf Erdgasqualität gebracht und direkt in das Erdgasnetz eingespeist werden.



FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V. (FNR) (Hrsg.): Biokunststoffe. Pflanzen, Rohstoffe, Produkte. Gülzow 2005.

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V. (FNR) (Hrsg.): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen, Rohstoffe, Produkte. Gülzow 2005.

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V. (FNR) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie. Gülzow 2007.

**Holz** war jahrtausendlang das wichtigste Heizmaterial. Es ist in großen Mengen vorhanden und problemlos umweltverträglich nutzbar. Von den über 100 Mio. Festmetern (Fm) Holz, die jährlich in unseren Wäldern nachwachsen, werden nur 70 Mio. Fm genutzt. Es ist das erklärte Ziel einer zukunftsweisenden, nachhaltigen Forstwirtschaft, bei der Waldbewirtschaftung darauf zu achten, dass immer nur so viel Holz entnommen wird, wie nachwachsen kann.

Als Energieträger hat nicht nur das traditionell genutzte Scheitholz Bedeutung. Auch Hackschnitzel und Holzpellets sind wichtige Brennstoffe in kommunalen Anlagen, Industriebetrieben, aber auch in Einzelhausheizungen.

Holzpellets, die in Pelletierwerken aus Sägespänen hergestellt werden, verfügen über eine höhere Energiedichte und verbrennen homogener als Scheitholz oder Hackschnitzel. Per

Lastwagen angeliefert werden die Pellets bei Bedarf automatisch aus einem Vorratsbehälter in den Heizkessel transportiert. Pelletzentralheizungen sind damit in der Handhabung so komfortabel wie Öl- oder Gasheizungen. Einen besonderen Reiz haben Pelleteinzelöfen. Ähnlich wie bei einem Kaminofen machen sie direkt im Raum dem Nutzer die Verbrennung sichtbar. Auch diese Einzelöfen werden automatisch mit Brennmaterial beschickt und müssen meist nur einmal pro Tag mit Pellets aufgefüllt werden.

Die Nutzung von Holz als Brennmaterial ist eine CO<sub>2</sub>-neutrale Umwandlung von Biomasse. Es wird also nur so viel CO<sub>2</sub> freigesetzt, wie während des Wachstums aus der Luft entnommen wurde. Oder anders ausgedrückt: Es wird nur das energetisch genutzt, was gleichzeitig bei nachhaltiger Forstwirtschaft nachwächst.



*FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V. (FNR) (Hrsg.): Marktübersicht – Scheitholzvergaserkessel, Scheitholz-Pellet-Kombinationskessel. Gülzow 62008.*

*FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V. (FNR) (Hrsg.): Marktübersicht, Pellet-Zentralheizungen und Pelletöfen. Gülzow 42007.*

*FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V. (FNR) (Hrsg.): Handbuch, Bioenergie-Kleinanlagen. Gülzow 22007.*



Abb. 11 und 12: Pelleteinzelofen und Pelletkessel

### 3. Energie vom Acker als Beitrag zum Klimaschutz

Nachwachsende Rohstoffe sind eine interessante und umweltschonende Alternative zu den fossilen Rohstoffen. Sie bilden die Ausgangsstoffe zur Herstellung verschiedener Biokraftstoffe.

Dabei kommt **Pflanzenölen** (insbesondere Rapsöl) eine besondere Bedeutung zu. Sie können nicht nur in der Biodieselproduktion, sondern auch in nativer Form in speziell umgerüsteten Dieselmotoren eingesetzt werden. Große Landmaschinenhersteller bieten beispielsweise Rapsöltraktoren an. Auch Lastwagenmotoren können mit unverändertem Pflanzenöl betrieben werden.

Die Traktoren verfügen über ein elektronisch gesteuertes Zweitanksystem, das sicherstellt, dass der Motor nur in den Betriebszuständen mit Rapsöl betrieben wird, in denen keine Beeinträchtigung der Dauerhaltbarkeit und der Betriebssicherheit eintritt. Der Motor ist durch verschiedene inner- und außermotorische Maßnahmen auf den Rapsölbetrieb abgestimmt. Die mit der vollelektronischen Steuerung des Gesamtsystems und dem Zusammenspiel der mechanischen und thermischen Maßnahmen einhergehende Betriebssicherheit des Systems bildet die Basis für die erstmalige Übernahme der vollen Werksgarantie, was für die Praxis von essentieller Bedeutung ist.

Abb. 13: Beispiel für rapsölbetriebene landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge

Quelle: AGCO GmbH, verändert

Dezentrale Blockheizkraftwerke (BHKW) mit Pflanzenölmotoren haben einen besonders hohen Wirkungsgrad. Bei diesen stationären Aggregaten erzeugt ein Generator, der von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird, Strom. Die auf diese Weise erzeugte elektrische Energie wird in das Niederspannungsnetz (300 bis 400 V bei 50 Hz) eingespeist. Die Abwärme kann durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) für das Aufheizen von Wasser oder als Prozesswärme verwendet werden. Etwa 30 % der eingesetzten Energie werden in solchen Systemen in Strom, 60 % in Wärme umgewandelt, nur 10 % fallen als Abwärme an. Wird solch ein BHKW bei seiner Treibstoffversorgung in ein dezentrales Energiewirtschaftssystem mit nahegelegener Rapsmühle integriert, entsteht – quasi modellhaft – ein kleiner energieautarker Kreislauf mit kurzen Wegen: Rapsanbau mit rapsölbetriebenen Traktoren, dezentrale Ölmühle, Auslieferung des Öls mit speziellen, rapsölbetriebenen Lkw und Einsatz in dezentralen Blockheizkraftwerken.

Einen vollkommen anderen Weg geht man bei der Herstellung von synthetischen Treibstoffen (BtL = Biomass-to-Liquid). **BtL-Kraftstoffe** sind, wie die bekannten Kraftstoffe, eine Mischung von Kohlenwasserstoffen. Sie werden aus Synthesegas – einer Mischung von Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff – erzeugt, das aus Biomasse gewonnen wird. Vor dem Hintergrund steigender Preise für fossile Rohstoffe bieten BtL-Kraftstoffe eine ernstzunehmende Option, die zukünftige Treibstoffversorgung zu sichern. Diese „maßgeschneiderten Treibstoffe“ genügen höchsten Ansprüchen im motorischen Sinne, weisen erhebliche Substitutionspotenziale auf und lassen sich mit bestehender Infrastruktur ohne aufwän-



Abb. 14: Mit Rapsöl aus der CO<sub>2</sub>-Falle



EFFENBERGER, M., LEBUHN, M., und GRONAUER, A.: Fermentermanagement – Stabiler Prozess bei NawaRo-Anlagen. In: *Biogas im Wandel – Kongressband der 16. Jahrestagung des Fachverbands Biogas e.V. (31.01. bis 02.02.2007)*. Leipzig 2007, S. 99–105.

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): *Spitzentechnologie ohne Ende*. Gülzow 2007.

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): *Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen*. Gülzow 2008.

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): *Biokraftstoffe. Eine vergleichende Analyse*. Gülzow 2009.

dige Anpassungen nutzen.“ (Dr.-Ing. Andreas Schütte, Geschäftsführer der FNR)

Die BtL-Herstellung verläuft in zwei Stufen: Nach unterschiedlichen Verfahrensvarianten wird Biomasse – stark vereinfacht dargestellt – durch Erhitzen unter Luftabschluss oder nur bei geringer Luftzufuhr in mehreren Schritten zu Synthesegas umgesetzt. Dieser Prozess ist schwierig zu beherrschen, vor allem ist es wichtig, das richtige Verhältnis von Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff für den folgenden Schritt zu erhalten. Das Synthesegas wird anschließend z. B. in dem nach seinen Erfindern benannten Verfahren, dem Fischer-Tropsch-Prozess, zu Treibstoffen oder unter anderen Reaktionsbedingungen zu Methanol umgesetzt. Die Eigenschaften der Kraftstoffe können „maßgeschneidert“ auf moderne Motoren eingestellt werden. Ein weiterer, großer Vorteil von BtL-Kraftstoffen liegt darin, dass sehr viele Rohstoffe genutzt werden können: Energiepflanzpflanzen, Reststoffe, Bioabfälle, Restholz.

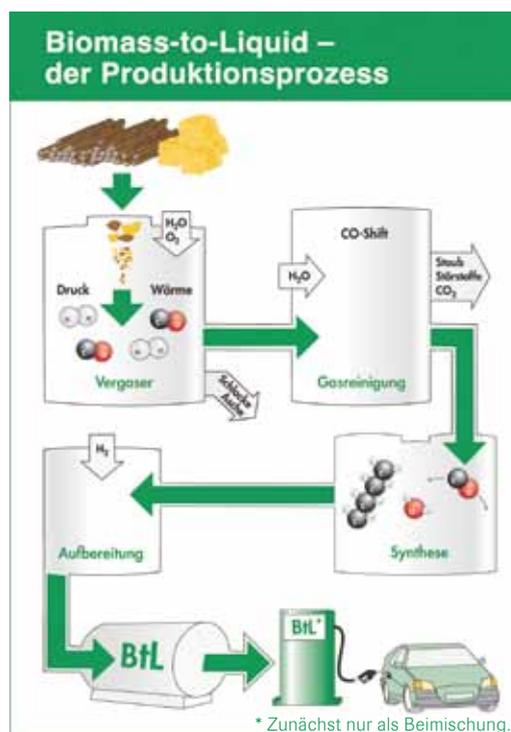


Abb. 15: Produktion von BtL-Kraftstoffen

Quelle: FNR

## 4. Sind nachwachsende Rohstoffe Deutschlands Zukunft?

Diese Frage lässt sich sicherlich nicht einfach mit Ja oder Nein beantworten, sondern fordert zu einer eingehenden Auseinandersetzung mit dem Thema auf.

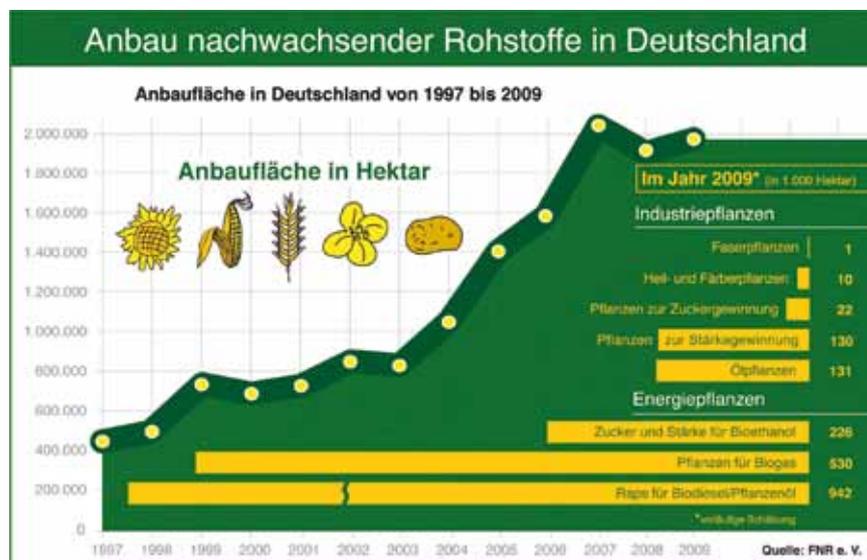
Vorab gilt es, die gegenwärtige Situation zu erfassen und zu ergründen, denn daraus lässt sich ableiten, welche Rolle die stoffliche und energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland bereits spielt.

Vor dem Hintergrund von Ressourcenknappheit und Klimaschutz beschäftigen sich Politik, Forschung und Technik, Wirtschaft und Raum- bzw. Landschaftsplanung verstärkt mit der Frage, wie für Deutschland eine nachhaltige Versorgung und Landnutzung sichergestellt werden kann. Die Interessengruppen entwickeln entsprechende Konzepte, die – in die Zukunft projiziert – den Wirtschafts- und Energiestandort Deutschland in den nächsten Jahrzehnten mitgestalten werden. Dabei wird zunehmend auf einer kooperativen Ebene nach integrativen Lösungen gesucht.

Sowohl der Staat als auch Gemeinden, Kommunen, Interessengruppierungen, Verbände und letztlich jeder Einzelne sind aufgefordert, sich an der Erprobung und Umsetzung dieser Entwürfe zu beteiligen und damit verbundene Chancen und Probleme für eine nachhaltige Entwicklung abzuwägen. Stellvertretend für zahlreiche zukunftsweisende Konzepte soll im Folgenden eines zur nachhaltigen Energieversorgung vorgestellt werden.

Das Beispiel des **Bioenergieorfes Mauenheim** in Baden-Württemberg veranschaulicht das verknüpfte Netzwerk und zeigt das Zukunftspotenzial für den ländlichen Raum auf. Die Nutzung von Energiepflanzen spielt dabei eine wesentliche Rolle. Mauenheim hat innerhalb weniger Jahre seine Energieversorgung komplett auf erneuerbare Energien umgestellt. Eine Biogas- und eine Hackschnitzelanlage stellen zu gleichen Teilen die Wärmeversorgung des Dorfes sicher. Zum Bau der Biogasanlage investierte ein ortsansässiges Unternehmen

Abb. 16: Entwicklung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe in Deutschland



1 Mio. Euro. Die Kosten für die anderen Anlagen wurden zum größten Teil von den Bürgern getragen. Die Biogasanlage produziert mit einer Leistung von 430 kW jährlich rund 4 Mio. Kilowattstunden Strom. Zudem ermöglicht Kraft-Wärme-Kopplung die Nutzung der 3,5 Mio. Kilowattstunden Wärme für das lokale Wärmenetz. Im Winter wird die 1-MW-Holzhackschnitzelanlage zugeschaltet. Die Rohstoffe zur Befuerung der Anlagen kommen aus der direkten Umgebung. Die Landwirte stellen auf 180 Hektar Energiepflanzen bereit, die jährlich ca. 6.500 t Brennstoff liefern. Außerdem wird die Biogasanlage mit Kuhmist von 150 Rindern gespeist. Die Holzhackschnitzel werden aus dem kommunalen Waldbestand hergestellt. Zusätzlich sorgt eine Photovoltaikanlage dafür, dass insgesamt das Vierfache des örtlichen Strom- und Wärmebedarfs bereitgestellt werden kann. Früher gaben die Mauener Bürger rund 300.000 Euro jährlich für ihre Energieversorgung aus. Das Geld verblieb nicht in der Region und kam ihr nicht zugute. Jetzt dagegen erwirtschaftet Mauenheim durch die Stromeinspeisung ca. 600.000 Euro bei einer Gesamtinvestition von 3 Mio. Euro. 50 % mehr Netzkapazität befinden sich

in kommunaler Hand und die lokale Wertschöpfung ist um ca. 800.000 Euro pro Jahr gewachsen.

Das Beispiel Mauenheim macht deutlich, dass sich ländliche Räume aufgrund verfügbarer Flächen zur Nutzung regenerativer Energien anbieten. Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe spielt bei der zukünftigen Energieversorgung eine wesentliche Rolle. Dabei zeichnen sich zwei **Entwicklungslinien** ab. Neben dem Anbau von Energiepflanzen ist auch die energetische Verwertung von Reststoffen wie z. B. von Stroh, Alt- und Resthölzern ein gangbarer Weg. Um den Energiebedarf zu decken und leistungsstark zu wirtschaften, können im Sinne integrierter Energiekonzepte zusätzlich weitere alternative Energieträger wie z. B. Sonnenenergie, Wind- oder Wasserkraft herangezogen werden. Ihr Wirkungsgrad kann durch stete Verbesserung der technischen Anlagen noch erhöht werden.

Andererseits fordert der hohe Flächenverbrauch zur Energieversorgung die Kritiker heraus. Sie befürchten, dass ökonomisches Denken auf Kosten einer nachhaltigen Landnutzung gehen könnte, dass die Anbauflächen für die Nahrungsmittelerzeugung zurückge-

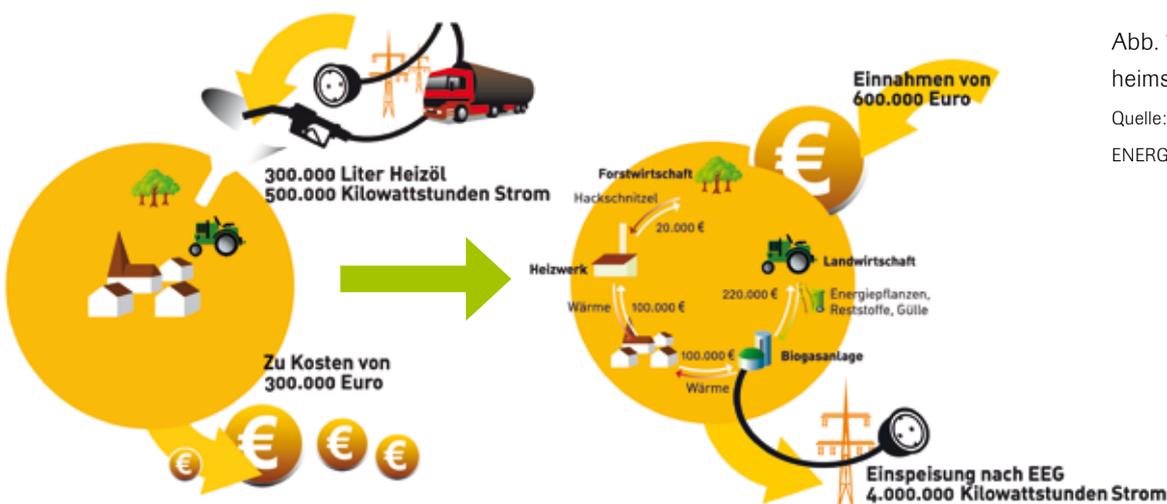


Abb. 17: Umgestaltung Mauenheims zum Bioenergiedorf  
Quelle: AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN e.V. (Hrsg.), 2009



AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN e. V. (Hrsg.): *Regionale Wertschöpfung durch die Nutzung Erneuerbarer Energien. Hintergrundinformationen.* Berlin 2009.

BRÜCHER, W.: *Energiegeographie. Wechselwirkungen zwischen Ressourcen, Raum und Politik.* Berlin, Stuttgart 2009.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (Hrsg.): *Wettbewerb Bioenergie-Regionen. Bundeswettbewerb zum Aufbau regionaler Netzwerke im Bereich Bioenergie.* Berlin 2008.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWi) (Hrsg.): *Energie in Deutschland. Trends und Hintergründe zur Energieversorgung in Deutschland.* Berlin 2009.

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V. (FNR) (Hrsg.): *Wege zum Bioenergie-dorf. Leitfaden.* Gülzow 2008.

KANNING, H.: *Neue Energielandschaften – Chancen und Herausforderungen zur Pflege und Inwertsetzung von Kulturlandschaften.* In: *Kulturlandschaften* (2008), S. 161–176.

drängt werden, es zur Abholzung von Wäldern kommt und sich Monokulturen mit erheblichen ökologischen Folgen ausbreiten und zu weiteren bedenklichen **Veränderungen im Kulturlandschaftsbild** führen könnten. Um die Artenvielfalt und Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, muss mit entsprechenden Bewirtschaftungsformen gegengesteuert werden, die der Umwelt angepasst sind. Beispielsweise ist darauf zu achten, dass kleinräumige Stoffkreisläufe geschlossen werden, indem Reste der Biomasse nach ihrer Nutzung wieder auf die Felder aufgebracht werden. Ein anderes Beispiel wäre das bewusste Anlegen von Agroforstsystemen. Dabei wird die landwirtschaftliche Produktion mit dem Anbau von Gehölzen auf derselben Fläche kombiniert. Dadurch kann die Biodiversität erhöht und Bodenerosion durch Wind oder Wasser gebremst werden.

Fraglich erscheint auch, ob sich jeder Einwohner, Landwirt oder Unternehmer an der Umsetzung derartiger Gestaltungskonzepte für den ländlichen Raum beteiligt und dabei auch umweltbewusst agiert. Anreizprogramme des Staates, wie beispielsweise der vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) im Jahr 2008 ausgelobte Wettbewerb Bioenergie-Regionen oder Gesetze zur Förderung erneuerbarer Energien wie das EEG, steigern das Interesse an einer zukunftsweisenden Energieversorgung. Das Ziel derartiger Maßnahmen ist es, die Nutzung nachwachsender Rohstoffe soweit voranzubringen, bis auf eine staatliche Förderung langfristig verzichtet werden kann.

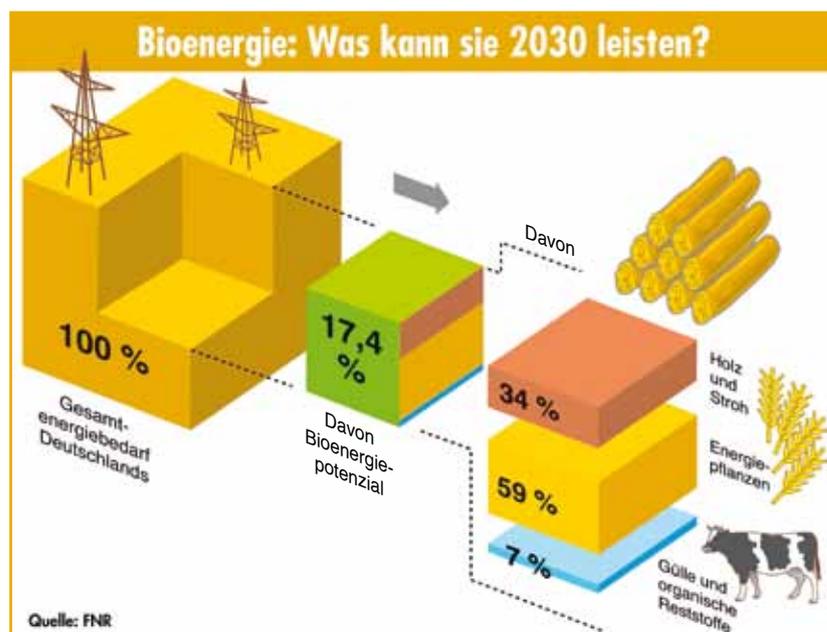


Abb. 18: Geschätztes Potenzial von Bioenergie

## IV. Didaktisch-organisatorische Hinweise

Die folgenden Hinweise sind als Anregungen gedacht, das Lehr- und Lernmaterial zu nachwachsenden Rohstoffen in Unterrichtskonzepte zu integrieren. Sie bleiben auf didaktische und organisatorische Bemerkungen beschränkt, um Freiräume bei der methodischen Planung des eigenen Unterrichts zu ermöglichen. Auf die Ausführungen zu medienrechtlichen Bestimmungen in Kapitel II.5 sei hier nochmals ausdrücklich hingewiesen.

### 1. Modul 1: Jahrgangsstufe 5-6

Das Modul „Vom Acker in die Fabrik: Rohstoffe aus Industriepflanzen“ zeigt den Weg auf, den nachwachsende Rohstoffe von ihrer Gewinnung aus Pflanzen bzw. Pflanzenteilen bis hin zur industriellen Herstellung von Produkten nehmen. Geleitet von unterrichtsorganisatorischen Erwägungen wird die Kartoffel ins Zentrum der Betrachtungen gerückt, denn sie steht im Gegensatz zu vielen anderen Industriepflanzen ganzjährig zur Verfügung und lässt sich jahreszeitenunabhängig als originaler Gegenstand oder zu Demonstrations- und Experimentierzwecken im Unterricht einsetzen. Exemplarisch werden der Anbau von Kartoffeln als Industriepflanzen, die Gewinnung von Kartoffelstärke und die Palette an Stärkeprodukten thematisiert. Die Modul Inhalte können in die Bildungs- und Fachlehrpläne Biologie und Geographie, aber auch z. B. bei Natur und Technik der Jahrgangsstufen 5 und 6 eingeordnet werden.

#### a) Kompetenzen und Ziele

In Bezug auf die Bildungsstandards der oben genannten Fächer wird neben dem Fachwissen besonders die Methoden-, Beurteilungs- und Kommunikationskompetenz angesprochen.

Zentrales Anliegen des Moduls ist es, Schülerinnen und Schüler für Produkte aus nach-

wachsenden Rohstoffen zu sensibilisieren. Es soll ihnen bewusst werden, dass NAWARO-Produkte in vielen Bereichen erdölbasierte Produkte ersetzen können. Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass jeder im Alltag durch ihre Verwendung einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz leisten kann. Auf der NAWARO-Messe haben die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, die Öffentlichkeit mit Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen bekannt zu machen: In Versuchen zeigen sie, wie aus Pflanzen bzw. Pflanzenteilen Rohstoffe gewonnen und daraus Produkte erzeugt werden. Mit kleinen Geschenken aus nachwachsenden Rohstoffen werben sie für umweltfreundliche NAWARO-Produkte.

Im Mittelpunkt des Moduls steht die fachliche und die methodische Vorbereitung des Messestandes. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf dem Experimentieren. In der Werkstattphase führen die Schülerinnen und Schüler Versuche nach Anleitung durch, protokollieren sie sachgerecht und überprüfen u. a. ihre Durchführbarkeit bzw. Darstellbarkeit an einem Messestand. Diese Bewertung geschieht in der kommunikativen Auseinandersetzung und mündet in einer Diskussion über die Art der Präsentation auf der Messe.

#### b) Angebot an Lehr- und Lernmaterial

Einen Überblick über das Angebot an Lehr- und Lernmaterialien zu diesem Modul ver-



**Kernaussage**  
**Rohstoffe aus Pflanzen können ihre fossilen Konkurrenten Erdöl und Kohle in vielen Bereichen ersetzen. Dieses Potenzial gilt es stärker zu nutzen als bisher, um fossile Ressourcen und die Umwelt zu schonen.**



CENTRALES AGRAR-ROHSTOFF-MARKETING- UND ENTWICKLUNGS-NETZWERK e. V.

(C.A.R.M.E.N.) und BENZ, M., SCHARF, K.-D., und WEBER, TH. (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe. Sek. I/II. Neubearbeitung. Köln 2001.*

MAYER, J., und SOMMER, C.: *Nachwachsende Rohstoffe – eine umweltgerechte Alternative? Kl. 9/10. Köln 2001.*

mittelt die Zusammenstellung im Anhang 1 am Ende der Lehrerhandreichung. Die Materialien ermöglichen vielseitige unterrichtliche Einsätze und können in den unterschiedlichsten Lernarrangements verwendet werden.

### c) Vorschlag zur Unterrichtsplanung

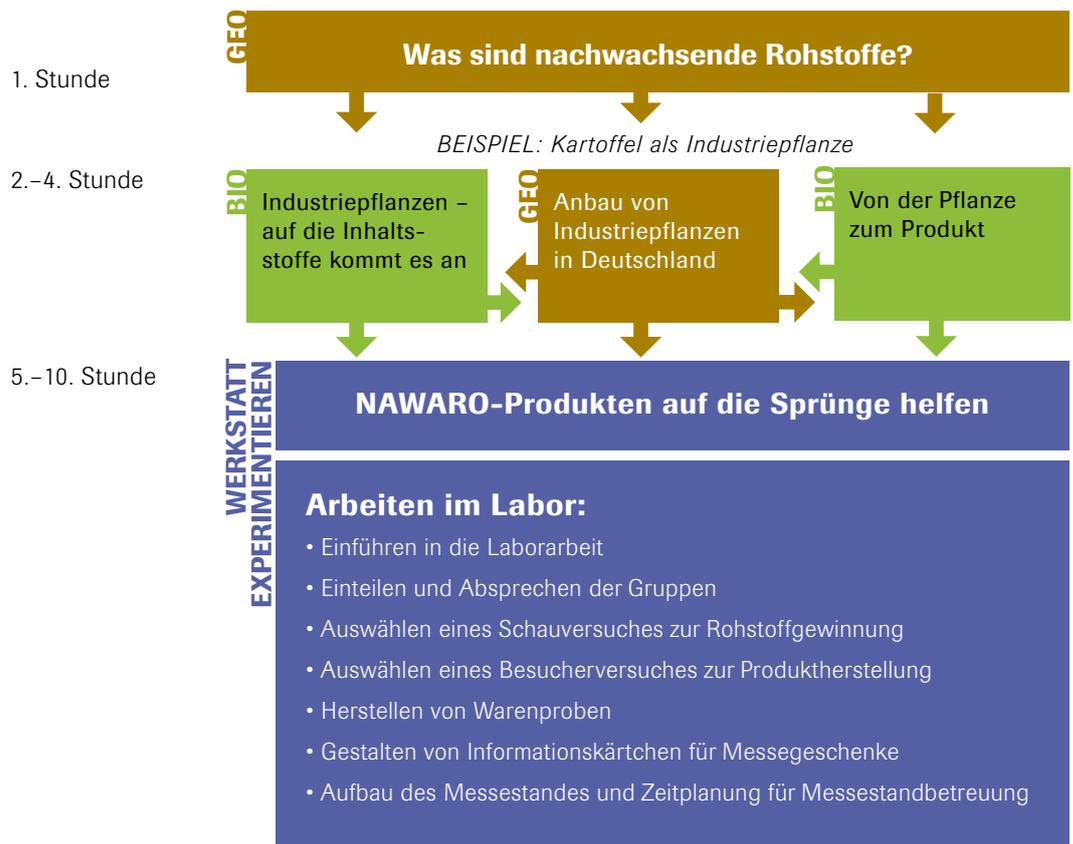
Das folgende Unterrichtskonzept ist auf ca. zehn Unterrichtsstunden ausgerichtet. Es ist nur eine von vielen Möglichkeiten, das bereitgestellte Lehr- und Lernmaterial zu nutzen.

### d) Bemerkungen zur Durchführung und Gestaltung

Um die Laborarbeit in der Werkstattphase inhaltlich vorzubereiten, sind mehrere

Unterrichtsstunden notwendig. In diesen einführenden Stunden reflektieren die Schülerinnen und Schüler, inwieweit Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen in ihrem Alltag eine Bedeutung haben und welche Vorzüge sie gegenüber erdölbasierten Produkten besitzen. Sie vollziehen am Beispiel der Kartoffel den Weg von der Industriepflanze über die Rohstoffgewinnung bis hin zur Produktherstellung nach. Am Beispiel der Biokunststoffe wird ihnen schließlich bewusst, dass nachwachsende Rohstoffe eine umweltfreundliche Alternative zu fossilen Rohstoffen sind, aber NAWARO-Produkte in Deutschland noch relativ wenig zum Kauf angeboten werden. Sie erkennen, dass sie mit einem Messestand einen Beitrag leisten können, über solche Produkte in der Öffentlichkeit zu informieren und sie bekannter zu machen.

Abb. 19: Vorschlag für ein Unterrichtskonzept zu Modul 1



## (1) Stunden zur Vorbereitung der Werkstattarbeit

### 1. Stunde:

#### Was sind nachwachsende Rohstoffe?

Die Schülerinnen und Schüler werden mit dem provokativen Einstieg „Wegfall von Lieblingsgegenständen aus dem Alltag“ ange-

regt, über Alternativen zu Erdölprodukten zu reflektieren. Rohstoffe aus Pflanzen können ihre fossilen Konkurrenten Erdöl und Kohle in vielen Bereichen ersetzen. Dieses Potenzial gilt es stärker zu nutzen als bisher, um die fossilen Ressourcen und die Umwelt zu schonen. Der Begriff „Nachwachsende Rohstoffe“ wird geklärt, rohstoffliefernde Pflanzen werden in Auswahl vorgestellt und wichtigen Rohstoffgruppen zugeordnet.

### Fachbegriff:

#### Nachwachsende Rohstoffe

Nachwachsende Rohstoffe sind land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse, die nicht als Nahrungs- oder Futtermittel Verwendung finden. Sie werden stofflich als Industrierohstoffe, aber auch als Energieträger genutzt. Man unterscheidet deshalb zwischen Industrie- und Energiepflanzen.

Zusammengestellt nach: FNR

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/ Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 3, M1			
Problematisierung	S. 3, Text und „Wusstest du, dass...“			
Erarbeitung	S. 4, M3 S. 4, Aufg. 5 S. 4, Aufg. 4 S. 4, M4 S. 4, Aufg. 6 S. 4, Aufg. 7			Lexikon
Vertiefung	S. 5, M1	AB 01, AB 02	FNR-Broschüre: Pflanzen für die Industrie, Gülzow 42005; PC-NAWARO- Quiz (Multime- dia-Pool/Tools)	Computer- leseplätze für FNR-Broschüre: Pflanzen für die Industrie*, Gülzow 42005
Hausaufgabe	S. 3, M2			

Abb. 20: Übersicht Materialien zur 1. Stunde

\* [www.nachwachsende-rohstoffe.de](http://www.nachwachsende-rohstoffe.de)

**Fachbegriff:**  
**Stärke**

Stärke ist ein Kohlenhydrat. Kohlenhydrate werden in Pflanzen gebildet. Sie sind unverzichtbarer Bestandteil der menschlichen Ernährung, da sie den Zellen und Organen als Energiequelle oder Reservestoff dienen. Es gibt eine unüberschaubare Anzahl verschiedener Kohlenhydrate. Grundbausteine aller Kohlenhydrate sind Einfachzucker wie z. B. Glucose (Traubenzucker). Stärke besteht aus langen verzweigten und unverzweigten Ketten von Glucosemolekülen.

Abb. 21: Übersicht Materialien zur 2. Stunde

**2. Stunde:**

**Industriepflanzen – auf die Inhaltsstoffe kommt es an**

Exemplarisch an der Kartoffel wird der nachwachsende Rohstoff Stärke in den Mittelpunkt der Betrachtung gerückt.

In Deutschland ist die Kartoffel neben Mais und Weizen ein bedeutender Stärkelieferant. Industriestärke kommt in der Papier- und Pappeherstellung, im Klebmittel- und Bin-

demittelsektor, in der Chemie, z. B. als Verdickungsmittel, in der Pharmazie, etwa als Tablettsprengmittel, sowie in der Kosmetik als Puder zum Einsatz. Stärke ist gegenwärtig der wichtigste Rohstoff zur Herstellung von Biokunststoffen. Mit dem Experiment zum Stärkenachweis wird erkennbar, dass der Rohstoff nicht nur in der Kartoffel, sondern auch in anderen Pflanzen enthalten ist. Im mikroskopischen Vergleich der Stärkekörner von Kartoffeln, Weizen und Mais zeigt sich allerdings: Die Kartoffel ist eine Pflanze mit sehr hoher Stärkeproduktion.

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/ Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg		AB 03		
Problematisierung	S. 7, M1 S. 7, Aufg. 2		Folie 2: Inhaltsstoffe einer Kartoffelknolle	
Erarbeitung	S. 7, Text S. 7, Aufg. 3 S. 7, Infokasten: Stärke	AB 04		Im Gemüse- garten: Die Kar- toffel (Film von Paul R. Heil)
Vertiefung	S. 8, Aufg. 1			
Hausaufgabe				

**3. Stunde:**

**Anbau von Industriepflanzen in Deutschland**

den Kartoffelanbauländern gehört. Der Vergleich der Entwicklung der Ernteerträge mit der Entwicklung der Kartoffelanbauflächen in Deutschland ergibt, dass trotz rückläufiger Anbauflächen der Ertrag insgesamt weitestgehend konstant bleibt. Zu beachten ist, dass das Datenmaterial sich auf den Anbau von Industrie- und Speisekartoffeln bezieht.

Exemplarisch lernen die Schülerinnen und Schüler den Kartoffelanbau kennen. Sie erkennen, dass Deutschland zu den führen-

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/ Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 9, M1, Aufg. 1		Grafik S. 9, M1	Atlas
Problematisierung	S. 9, M2, Aufg. 3			
Erarbeitung	S. 9, Text S. 9, Aufg. 4 S. 10, M3 S. 10, Aufg. 3			
Vertiefung	S. 10, M2, Aufg. 2			
Hausaufgabe	S. 10, M1, Aufg. 1			Schreiben eines Kurztextes

Abb. 22: Übersicht Materialien zur 3. Stunde

## 4. Stunde:

### Von der Pflanze zum Produkt

Der verstärkte Anbau von Industriekartoffeln anstelle von Speisekartoffeln macht aus ökologischen und ökonomischen Gründen nur Sinn, wenn eine Stärkefabrik in der Nähe ist. Anhand von zwei Schaubildern erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass Stärkefabriken unter Einsatz spezieller technischer Anlagen und Apparaturen das Grundprinzip

der Stärkegewinnung nutzen. Es wird aber auch deutlich, dass die in der Fabrik nicht angenommenen Kartoffeln sowie Neben- bzw. Abfallprodukte in die landwirtschaftlichen Betriebe zurückgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihr Wissen über Verfahren zur Rohstoffgewinnung bei der Auseinandersetzung mit einem zweiten Verfahren, nämlich der Ölgewinnung. Als Hausaufgabe erstellen die Schülerinnen und Schüler Poster zur Vielfalt und Bedeutung von Stärkeprodukten. Unter Beachtung medienrechtlicher Bestimmungen könnten sie am Messestand präsentiert werden.

Abb. 23: Übersicht Materialien zur 4. Stunde

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/ Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 11, Text, Aufg. 2			
Problematisierung	S. 11, M3			
Erarbeitung	S. 11, M1	AB 05	Folie 3: Vom Kartoffelacker in die Stärkefabrik	
Vertiefung	S. 13, M1, Text 4 c			
Hausaufgabe	S. 12, M1, Aufg. 2			

**(2) Werkstattarbeit**

**5. Stunde:**

**NAWARO-Produkten auf die Sprünge helfen**

Die Phase der Werkstattarbeit umfasst insgesamt fünf Unterrichtsstunden. Sie wird von einer zusätzlichen Stunde mit Appellcharakter eingeleitet, die das zentrale Anliegen heraus-

stellt: Der Bekanntheitsgrad von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen soll mit einer Messe, an der sich die Schülerinnen und Schüler mit einem eigenen Stand aktiv beteiligen, gesteigert werden. Im Mittelpunkt der Stunde stehen die Biokunststoffe. An ihrem Beispiel soll deutlich werden, dass NAWARO-Produkten noch wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird, obwohl sie eine interessante und vor allem umweltfreundliche Alternative zu erdölbasierten Kunststoffen bilden.

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/ Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 16, M1, Aufg. 1			Für Langzeitversuch: AB 23, 24 (Arbeitsblätter Werkstatt); Handreichung: Diashow_Trickfilm_mit_IrfanView.pdf; Links: Softwareliste.pdf
Problematisierung	S. 14, Text			
Erarbeitung	S. 14, M2, Aufg. 3	AB 06		
Vertiefung	S. 16, Text, Aufg. 4			
Hausaufgabe	S. 15			

Abb. 24: Übersicht Materialien zur 5. Stunde

## 6.–10. Stunde:

### Vorbereiten des Messestandes

Da in den sich anschließenden zwei Doppelstunden das Experimentieren im Vordergrund steht, sollte der Unterricht im Laborübungsraum der Schule stattfinden. Außerdem sollten die Schülerinnen und Schüler in die Laborarbeit eingewiesen werden. In Kleingruppen führen sie unter Anleitung Versuche zur Gewinnung von Stärke, Zucker und Pflanzenöl sowie zur Herstellung von Folien, Kleister und Schüsseln aus Stärke durch und

protokollieren diese. Mit Hilfe von Bewertungsbögen wählen sie anschließend einen Vorführversuch und einen Gästerversuch aus, die am Messestand gezeigt werden können. Andere Gruppen stellen experimentell Messegeschenke wie Handcreme aus Pflanzenöl, Formteile aus Pflanzenfasern oder Farbe aus Milcheiweiß her. Dabei ist darauf zu achten, dass im Vorfeld kleine Aufbewahrungsbehälter für Creme und Farbe gesammelt wurden und bereitstehen. Creme und Farbe müssen unmittelbar vor der Messe hergestellt werden, da sie ohne Konservierungsstoffe nicht sehr lange haltbar sind. Eine Zusatzgruppe beschäftigt sich darüber hinaus mit der Gestaltung von Informationskärtchen für die Mes-

Abb. 25: Übersicht Materialien zur Werkstattarbeit

Unterrichtsphase	DVD		Empfehlungen/Hinweise
	Arbeitsblätter Werkstatt	Weitere Materialien	
Einführen in das Arbeiten im Labor	AB Titelblatt, AB 06–08		
Gruppeneinteilung und Gruppenabsprachen	AB 01–05 AB 09 (3x)		
Vorführversuch zur Rohstoffgewinnung	AB 10–13		
Gästerversuch zur Produktherstellung	AB 14–17		
Herstellen von Messegeschenken	AB 18–20		
Gestalten von Informationskärtchen für Messegeschenke		Fotoalbum: Industriepflanzen_ Rohstoffe_ Produkte	Informationen des Schülerheftes, S. 15, und der FNR-Broschüre: Pflanzen für die Industrie, Gülzow 42005 ( <a href="http://www.nachwachsende-rohstoffe.de">www.nachwachsende-rohstoffe.de</a> )
Aufstellen eines Zeitplanes zur Betreuung des Messestandes			Der Organisations- und Zeitplan kann auf dem Flip-Chart oder an der Pinnwand festgehalten werden.

segeschenke. Neben dem Formulieren von Steckbriefen ist hier auch an eine Zusammenarbeit mit dem Fach Kunst zu denken, wenn die Kärtchen z. B. mit Farben aus nachwachsenden Rohstoffen gestaltet werden sollen.

## e) Medienhinweise

Im Gemüsegarten: Die Kartoffel, 6 min f, 2001, Film von Paul R. Heil, FWU-4656187

In der Online-Mediathek der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. ([www.nachwachsende-rohstoffe.de](http://www.nachwachsende-rohstoffe.de)) lassen sich folgende Videos aufrufen und in kleinen, ausgewählten Auszügen zeigen:

- Naturfaserverbundstoffe
- Biologisch abbaubare Werkstoffe

## 2. Modul 2: Jahrgangsstufe 6-8

Die Land- und Forstwirtschaft in Deutschland ist Veränderungen unterworfen. Ihre Bedeutung im vielseitigen Netz gegenwärtiger und zukünftiger Energieversorgung nimmt zu. Das Modul thematisiert daher nachwachsende Rohstoffe als Energielieferanten. Besonders wird dabei auf das komfortable Heizen mit Holz und auf die Erzeugung von Biogas eingegangen. Die Inhalte lassen sich in die Bildungs- und Fachlehrpläne Geographie, Biologie und Physik der Jahrgangsstufen 6 bis 8 einordnen.

### a) Kompetenzen und Ziele

In Bezug auf die Bildungsstandards der oben genannten Fächer werden vor allem die Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Beurteilen und Bewerten sowie Handeln angesprochen.

Zentrale Erkenntnis soll sein, dass ausschließlich nachhaltiges Wirtschaften einen Weg in die Zukunft zeigt, bei dem Ökologie, Ökonomie und Soziales gemäß der Agenda 21 im Gleichgewicht stehen.

Im Mittelpunkt des Moduls stehen die fachliche Vorbereitung, die Durchführung und die Nachbereitung von Exkursionen zu einem Pelletierwerk und/oder zu einer Biogasanlage. Die Erkundungsergebnisse werden von den Schülerinnen und Schülern medial aufbereitet. Öffentlich präsentiert am Messestand, werben sie für einen zukunftsfähigen Weg durch Nutzung von NAWARO.

### b) Angebot an Lehr- und Lernmaterial

Einen Überblick über das Angebot an Lehr- und Lernmaterialien zu diesem Modul vermit-

### Fachbegriff:

#### Agenda 21

Die Agenda 21, die als Leitpapier zur nachhaltigen Entwicklung und als Abschlussdokument der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro verabschiedet wurde, stellt den Kommunen die Aufgabe, mit allen Interessengruppen ihrer Bürgerschaft über einen Konsultationsprozess einen Konsens über eine lokale Agenda zu erzielen. Diese Agenda soll die wirtschaftliche und soziale Entwicklung ebenso einbeziehen wie die Erhaltung und Pflege der natürlichen Ressourcen.



HILLMANN, K.-H.: *Überlebensgesellschaft*. Würzburg 1998.

KUHN, S.: *Lokale Agenda 21 – Deutschland*. Berlin 1998.

LE MONDE DIPLOMATIQUE: *Atlas der Globalisierung*. Berlin 2008.

STORM, P.-CHR.: *Nachhaltiges Deutschland*. Berlin 1998.

WEIZSÄCKER, E. U. von: *Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch*. München 1995.

CENTRALES AGRAR-ROHSTOFF-MARKETING- UND ENTWICKLUNGS-NETZWERK e. V. (C.A.R.M.E.N.) und BENZ, M., SCHARF, K.-D., und WEBER, TH. (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe*. Sek. I/II. Neubearbeitung. Köln 2001.

MAYER, J., und SOMMER, C.: *Nachwachsende Rohstoffe – eine umweltgerechte Alternative?* Kl. 9/10. Köln 2001.

Abb. 26: Vorschlag für ein Unterrichtskonzept zu Modul 2



**Kernaussage**  
**Nachhaltigkeit, ein ursprünglich aus der Forstwirtschaft stammender Begriff, weist einen Weg in die Zukunft, bei dem nicht mehr Rohstoffe und Energievorräte verbraucht werden, als sich gleichzeitig wieder bilden.**



## Fachbegriff: Biomasse

Als Biomasse werden Stoffe organischer Herkunft bezeichnet. Das beinhaltet lebende und tote Pflanzen und Tiere sowie deren Rückstände bzw. Nebenprodukte (z. B. tierische Exkremente), jedoch ohne den fossilen Anteil dieser Stoffe. Im weitesten Sinne können auch die Stoffe, die durch technische Umwandlung aus den vorgenannten Stoffen erzeugt worden sind, darunter verstanden werden. Biomasse dient als Grundlage für nachwachsende Rohstoffe, sie dient aber auch der menschlichen und tierischen Ernährung.

Quelle: ENGSTFELD, C. (2002)

telt die Zusammenstellung im Anhang 2 am Ende der Lehrerhandreichung. Die Materialien ermöglichen vielseitige unterrichtliche Ein-sätze und können in die unterschiedlichsten Lernarrangements integriert werden.

## c) Vorschlag zur Unterrichtsplanung

Das vorgeschlagene Unterrichtskonzept ist auf ca. zehn Unterrichtsstunden ausgerichtet. Es ist nur eine von vielen Möglichkeiten, das bereitgestellte Lehr- und Lernmaterial zu nutzen.

## d) Bemerkungen zur Durchführung und Gestaltung

Um geeignete Fragen für ein Interview mit Anlagenbetreibern formulieren oder die sachlogische Abfolge der während der Betriebserkundung gemachten Fotos bei der

Posterpräsentation bestimmen zu können, ist grundlegendes Vorwissen unabdingbar. Diese Aufgaben übernehmen mehrere vorausgehende Stunden. Sie stellen ausgehend vom Begriff Nachhaltigkeit die uralte und gleichzeitig hochmoderne Nutzung von Holz für die Heizung von Wohnräumen vor. Außerdem betonen sie die Leistung von Bakterien. Diese schaffen es, aus unterschiedlicher Biomasse Biogas zu produzieren, das entweder dezentral in Strom und Wärme umgewandelt oder in das landesweite Erdgasnetz eingespeist wird. Mit dem erworbenen Wissen werden die jeweiligen Betriebserkundungen vorbereitet. Die Aufbereitung der Ergebnisse erfolgt über Poster, Schaukasten und Spiel, die am Messestand präsentiert werden.

**(1) Stunden zur Vorbereitung der Werkstattarbeit**

**1. Stunde:**

**Nachhaltiges Handeln durch die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen für die Energieversorgung**

Ausgehend vom Satz „Nur wer in die Zukunft schaut, kann die Probleme der Gegenwart lösen“ werden den Schülerinnen und Schülern

lern Wege einer zukünftigen Energieversorgung aufgezeigt. Die energetische Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen gibt dabei einen wichtigen Weg vor. Nachhaltiges Wirtschaften, ein Begriff, der ursprünglich aus der Forstwirtschaft stammt, meint, dass man einem System nur so viele Stoffe entnehmen darf, wie im gleichen Zeitraum nachwachsen bzw. gebildet werden können. Der Vertiefung dieses Begriffes dient die Beschäftigung mit dem Beruf des Försters, zu dessen zentralen Aufgaben eine nachhaltige Holzwirtschaft gehört.

**Fachbegriff: Nachhaltiges Wirtschaften in der Forstwirtschaft**

Nachhaltigkeit bezeichnet die Bewirtschaftungsweise eines Waldes, bei der immer nur so viel Holz entnommen wird, wie nachwächst. Der Wald wird deshalb nie großflächig abgeholzt.

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/ Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 3, Aufg. 1	AB 01		
Problematisierung	S. 4, M1, M2 S. 5, M1	AB 02		
Erarbeitung	S. 4, M2 S. 5, M2			
Vertiefung	S. 6, M2, M3	AB 04, AB 05		Einbinden in „Tag des Baumes“
Hausaufgabe		AB 03		

Abb. 27: Übersicht Materialien zur 1. Stunde

## 2.–5. Stunde:

### Zwei Wege der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe: Heizen mit Pellets und Erzeugung von Biogas

Um für die Exkursionen „Experten“ mit genügend Vorwissen zu haben, empfiehlt es sich, die Klasse in zwei Gruppen (Gruppe Pellets/ Gruppe Biogas) zu teilen. Innerhalb der Gruppen kann eine weitere Spezialisierung sinnvoll

sein. So kann eine Kleingruppe sich beispielsweise bevorzugt mit technischen Details, eine andere mit den wirtschaftlichen Aspekten und eine dritte mit rechtlichen Fragestellungen auseinandersetzen. Geeignet für diese Form des projektorientierten Unterrichts wären zwei Doppelstunden in einem Raum, der über Internetanschluss verfügt. Diese Unterrichtsphase soll auch der Exkursionsvorbereitung dienen. Dabei werden die Interviewfragen erarbeitet und Formen der Dokumentation der Betriebserkundung sowie die Arbeitsblätter für die Exkursionen besprochen.

#### Gruppe Pellets

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/ Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 7, M2	AB 05		
Erarbeitung	S. 7, M1	AB 06		
Vertiefung	S. 8, M2 S. 9, M5	AB 07	Werkstattarbeitsblätter: AB 02, AB 04, AB 05	Vorrangig Erarbeiten der Fragen
Hausaufgabe		AB 06, Aufg. 2		

#### Gruppe Biogas

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/ Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 10, M1	AB 08		
Erarbeitung	S. 11, M1, M2	AB 09		
Vertiefung	S. 13, M1, M2	AB 10, AB 11	Werkstattarbeitsblätter: AB 02, AB 03, AB 06	Vorrangig Erarbeiten der Fragen
Hausaufgabe	S. 14, Aufg. 4			

Abb. 28: Übersicht Materialien zu den Stunden 2 bis 5

**(2) Werkstattarbeit**

Der eigentlichen Werkstattarbeit ist eine halbtägige Exkursion vorgelagert. Je nach örtlichen Gegebenheiten und organisatorischen Möglichkeiten können sowohl ein Pelletierwerk als auch eine Biogasanlage oder nur einer der vorgeschlagenen Betriebe erkundet werden.

**6.–10. Stunde:**  
**Vorbereitung des Messestandes**

Im Mittelpunkt der Werkstattarbeit stehen unter Beachtung medienrechtlicher Bestim-

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/ Hinweise
		Arbeitsblätter Werkstatt	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 15	AB Titelblatt		
Gruppeneinteilung und Auswerten der Erkundungsdaten		AB 01, AB 03–06		
Arbeiten am Poster zur Betriebserkundung		AB 08	Fotoalben: Biogasanlage, Pelletierwerk; Handreichungen: Hinweise_zum_Praesentieren.pdf, Diagramme_erstellen.pdf, Praesentationen.pdf, Wie_erstelle_ich_ein_Poster.pdf	Neben der Erstellung von Postern und Plakaten mit Hilfe von Präsentationsprogrammen ist hier auch an zeichnerische oder bildhafte Darstellungen in Zusammenarbeit mit dem Fach Kunst zu denken.
Arbeiten am Poster zu Energiepflanzen		AB 07	Fotoalben: Energiepflanzen; Handreichungen: Hinweise_zum_Praesentieren.pdf, Diagramme_erstellen.pdf, Praesentationen.pdf, Wie_erstelle_ich_ein_Poster.pdf	
Arbeiten am Schaukasten		AB 09	Fotoalben: Holzöfen, Pelletierwerk, Biogasanlage, Energiepflanzen	
Arbeiten am Top- oder-Flop-Spiel		AB 10, AB 11		
Aufstellen eines Zeitplanes zur Betreuung des Messestandes				Der Organisations- und Zeitplan kann auf dem Flip-Chart oder an der Pinnwand festgehalten werden.

Abb. 29: Übersicht Materialien zur Werkstattarbeit

mungen die Aufbereitung und Präsentation der Exkursionsergebnisse. Der Werkstattunterricht eignet sich besonders für ein fächerübergreifendes Arbeiten. Neben den im Modul erwähnten Fächern können hier auch Kunst, Werken, Deutsch oder sogar Fremdsprachen mit eingebunden werden. Sollte eine NAWA-RO-Messe für mehrere Jahrgangsstufen (Modul 1–4) an der Schule durchgeführt werden, ist dann auch eine altersstufenübergreifende Absprache sinnvoll.

### e) Medienhinweise

Bioenergie: Heizen mit Holzpellets  
Online-Medium, 2:50 min f, Bundesrepublik  
Deutschland 2009  
FWU-5500785

Löwenzahn: Peter braucht Mist  
Videokassette, 25 min f, Bundesrepublik  
Deutschland 2004/2005  
FWU-4231722

Bundle: Bioenergie  
Online-Medium, 16:33 min f, Bundesrepublik  
Deutschland 2009  
FWU-5500786

Erneuerbare Energien: Bioenergie  
Video-DVD/CD, 33 min f, Bundesrepublik  
Deutschland 2007  
FWU-4602444

Über die Suchfunktion der angegebenen  
Website lässt sich aufrufen:

Animation Biogasanlage  
[www.youtube.com](http://www.youtube.com)

In der Online-Mediathek der Fachagentur  
Nachwachsende Rohstoffe e.V. ([www.nachwachsende-rohstoffe.de](http://www.nachwachsende-rohstoffe.de)) lässt sich folgendes  
Video aufrufen:  
Die Pflicht, die sich rechnet (Holzpellets)

## 3. Modul 3: Jahrgangsstufe 8–10

Das Modul zeigt auf, wie die klassischen Treibstoffe Erdöl (Diesel) und Benzin durch moderne, aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnene Kraftstoffe ersetzt oder ergänzt werden können. Es verdeutlicht, dass auf diese Weise ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden kann. Als Weg aus der „Klimafalle“ wird exemplarisch der Raps als Energiepflanze vorgestellt. Die derzeitigen Forschungsarbeiten über NAWARO-Energieträger bilden den Ausgangspunkt, um zu einer Messe anzuregen, die die Öffentlichkeit auf neuere Entwicklungen im Bereich Energie vom Acker aufmerksam machen soll.

Die Thematik lässt sich in die Bildungs- und Fachlehrpläne Geographie, Physik und Biologie der Jahrgangsstufen 8 bis 10 integrieren. Sie nimmt teilweise Bezug auf Inhalte der organischen Chemie, die allerdings meist erst in höheren Jahrgangsstufen ausführlich behandelt werden. Im Lernpaket wird dem Rechnung getragen. Die in die organische Chemie einführenden Informationsseiten lassen sich je nach Vorkenntnissen der Schülerinnen und Schüler bei den Unterrichtskonzepten berücksichtigen.

### a) Kompetenzen und Ziele

In Bezug auf die Bildungsstandards der im Modul zusammengeführten Fächer Physik/ Chemie, Biologie und Geographie steht neben dem Erwerb von Fachwissen vor allem die Förderung methodischer, kommunikativer und mediengestalterischer Kompetenzen im Vordergrund.

Wichtigstes Ziel ist dabei, dass die Schülerinnen und Schüler sich als Mitverursacher des

Klimawandels sehen. Aus dieser Erkenntnis soll dann die Bereitschaft entstehen, sich auf neue Wege der Energieversorgung einzulassen und andere dazu animieren, sich ebenfalls damit zu beschäftigen. Als Plattform ist der von den Schülerinnen und Schülern betreute Stand auf der NAWARO-Messe vorgesehen.

### b) Angebot an Lehr- und Lernmaterial

Einen Überblick über das Angebot an Lehr- und Lernmaterialien zu diesem Modul vermittelt die Zusammenstellung im Anhang 3 am Ende der Lehrerhandreichung. Die Materialien ermöglichen vielseitige unterrichtliche Einsätze und können in die unterschiedlichsten Lernarrangements integriert werden.

### c) Vorschlag zur Unterrichtsplanung

Das vorgestellte Unterrichtskonzept ist auf ca. zehn Unterrichtsstunden ausgerichtet. Es ist nur eine von vielen Möglichkeiten, das bereitgestellte Lehr- und Lernmaterial zu nutzen.

### d) Bemerkungen zur Durchführung und Gestaltung

In den ersten Unterrichtsstunden wird auf die anthropogene Klimaveränderung eingegangen. Satellitenbilder, Gletscherfotos und Texte werden ausgewertet und miteinander in Verbindung gebracht. Grafiken ergänzen den Erkenntnisgewinn. Den Vorgang der Photosynthese muss man in seinen Grundlagen kennen, um dann das Potenzial der nachwachsenden Energiestoffe abschätzen zu können. Da das eigene Kraftfahrzeug für die meisten Jugendlichen sehr weit oben auf der Wunschliste steht, sind in dieser Altersstufe die möglichen Treibstoffe der Gegenwart und



**Kernaussage**  
**Die Endlichkeit der fossilen Rohstoffe und**

**die übermäßige Entstehung des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid, das über Jahrtausende fossil gebunden war, zwingen die Menschheit zu einem Umdenken in der Energieversorgung. Ein möglicher Weg in einem nachhaltigen, zukunftsfähigen Energiemix ist die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen für die Treibstoffproduktion.**

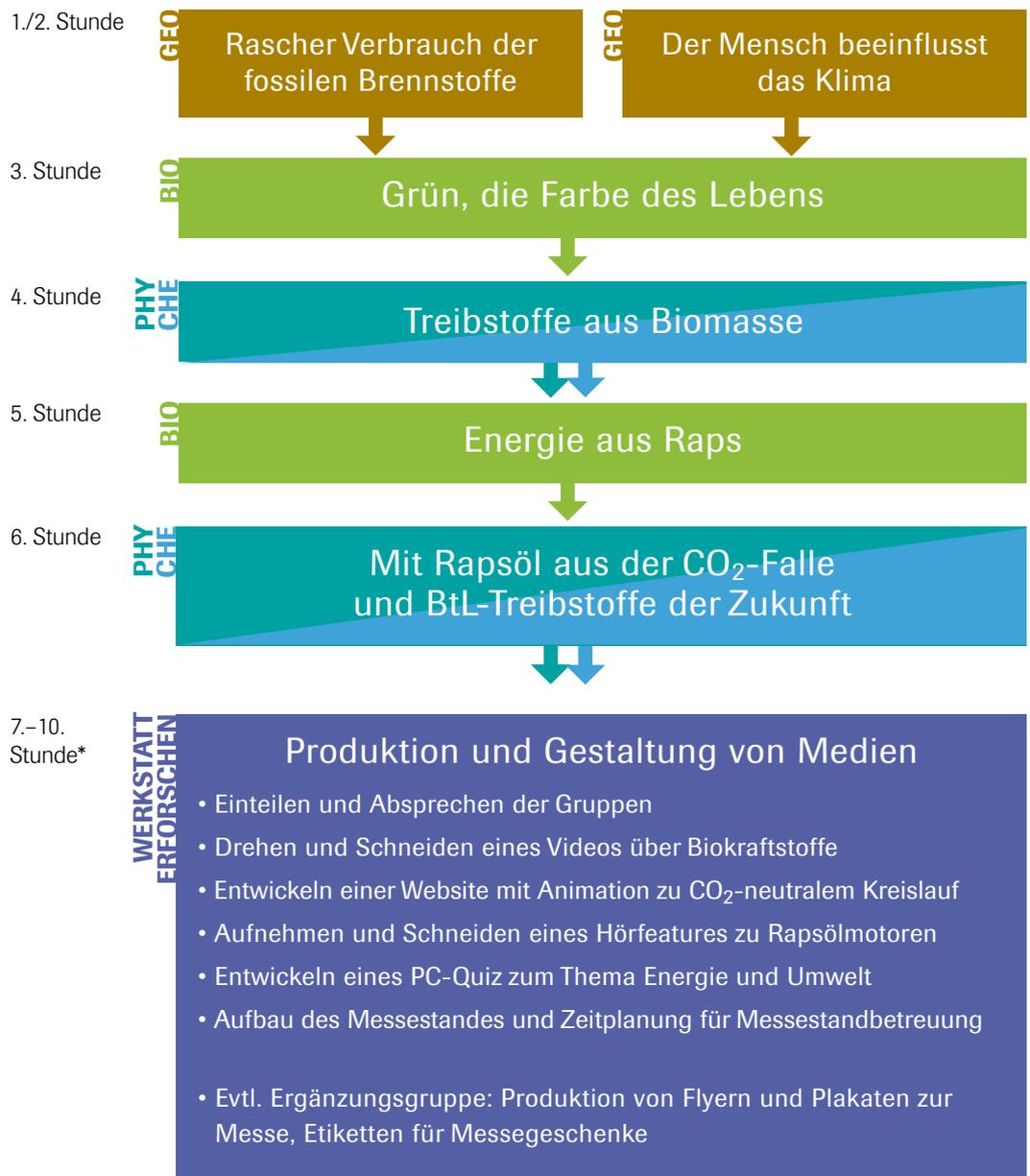


CENTRALES AGRAR-ROHSTOFF-MARKETING- UND ENTWICKLUNGS-NETZWERK e.V.  
(C.A.R.M.E.N.) und BENZ, M.,  
SCHARF, K.-D., und WEBER, TH.  
(Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe*.  
Sek. I/II. Neubearbeitung. Köln  
2007.

Zukunft wichtige Themen. Dagegen ist Kreislaufdenken im lokalen, dezentralen Nahraum den Jugendlichen eher weniger geläufig. Am Beispiel des Rapsöls als Treibstoff wird verdeutlicht, wie kleine, energieautarke Systeme im ländlichen Raum entwickelt werden können. Die Phase der Werkstattarbeit ermöglicht den Schülerinnen und Schülern, eigene

Medien zu gestalten und zu produzieren, mit denen sie dann die Öffentlichkeit am Messestand über die Thematik Energie vom Acker und die Wechselbezüge von Energie und Umwelt informieren und dazu animieren können, sich selbst auf neue Wege in der Energieversorgung einzulassen.

Abb. 30: Vorschlag für ein Unterrichtskonzept zu Modul 3



\* Stundenkontingent kann durch Zusammenarbeit mit dem Fach Informationstechnologie (IT) oder durch außerunterrichtliche Arbeitsgruppen erweitert werden.

## (1) Stunden zur Vorbereitung der Werkstattarbeit

### 1. Stunde:

#### Rascher Verbrauch der fossilen Energievorräte

In der einführenden Stunde erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass die heute genutzten Brennstoffvorräte zum großen Teil in anderen erdgeschichtlichen Epochen als der

Gegenwart entstanden sind. Die Menschheit verbraucht Kohle, Erdgas und Erdöl in einem winzigen Bruchteil der Zeit, in der sich diese Rohstofflager gebildet haben. Da diese aber endlich sind, sind wir gezwungen, bezüglich einer zukunftsfähigen Energieversorgung umzudenken. Die in der Erarbeitungsphase zu erstellenden Informationsposter zu Erdöl, Erdgas, Steinkohle und Braunkohle können am Messestand präsentiert werden, wenn bei der Gestaltung medienrechtliche Bestimmungen beachtet wurden.

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 4, 1 c			
Problematisierung		AB 01		
Erarbeitung	S. 5, M1, M2, M3			Lernplakate zu Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle unter Beachtung medienrechtlicher Bestimmungen
Vertiefung				FWU-4602180 Erdöl und Erdgas
Hausaufgabe				

Abb. 31: Übersicht Materialien zur 1. Stunde

## 2. Stunde:

### Der Mensch beeinflusst das Klima

Die intensive Nutzung fossiler Energieträger ist aus zwei Gründen problematisch. Zum einen sind die Vorräte endlich, zum anderen entsteht bei ihrer Nutzung Kohlenstoffdioxid. Mittlerweile besteht unter den Wissenschaftlern weitestgehend Konsens, dass die Kohlenstoffdioxidbelastung ein wesentlicher Faktor der außergewöhnlich raschen Klimaverän-

derung ist. Anhand des rasanten Gletscherschmelzens, der zunehmenden Hochwasserkatastrophen und der verstärkt auftretenden Starkwindereignisse erkennen die Schülerinnen und Schüler den Handlungsbedarf, die Kohlenstoffdioxid-Emission zu verringern. Der an sich lebenswichtige Treibhauseffekt wird durch das menschliche Agieren übermäßig verstärkt, so dass nicht abzuschätzende klimatische Folgen befürchtet werden. Dabei spielen neben dem Kohlenstoffdioxid auch andere Treibhausgase eine Rolle.

Abb. 32: Übersicht Materialien zur 2. Stunde

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 6, M3			
Problematisierung	S. 6, M1, M2	AB 02		FWU-4210255 Der Treibhauseffekt
Erarbeitung	S. 7, Aufg. 1, 2	AB 03		
Vertiefung	S. 8, M2, M1	AB 03		Ausschnitte aus DVD Al Gore: Eine unbequeme Wahrheit
Hausaufgabe	S. 8, Aufg. 4			

## 3. Stunde:

### Grün, die Farbe des Lebens

Die Photosynthese, der zentrale biochemische Vorgang bei Pflanzen, zeigt einen Lösungsweg aus der CO<sub>2</sub>-Falle auf. Sollte es gelin-

gen, die gegenwärtige pflanzliche Produktion in ein Energieszenario einzubinden, so wäre eine systemisch neutrale CO<sub>2</sub>-Bilanz möglich. Es würde nur so viel CO<sub>2</sub> frei, wie die Pflanzen vorher gebunden haben. Auf dieser Einsicht basieren grundsätzlich alle Vorschläge zur energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe und zur Ressourcenschonung.

### Fachbegriff: Biomasse

Als Biomasse werden Stoffe organischer Herkunft bezeichnet. Das beinhaltet lebende und tote Pflanzen und Tiere sowie deren Rückstände bzw. Nebenprodukte (z. B. tierische Exkrememente), jedoch ohne den fossilen Anteil dieser Stoffe. Im weitesten Sinne können auch die Stoffe, die durch technische Umwandlung aus den vorgenannten Stoffen erzeugt worden sind, darunter verstanden werden. Biomasse dient als Grundlage für nachwachsende Rohstoffe, sie dient aber auch der menschlichen und tierischen Ernährung.

Quelle: ENGSTFELD, C. (2002)

Abb. 33: Übersicht Materialien zur 3. Stunde

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 9, Formel für Photosynthese			FWU-DVD 4602482 Photosynthese
Problematisierung	S. 9, 3 a, Text			
Erarbeitung	S. 9, M1	AB 05, Aufg. 1		
Vertiefung		AB 05, Aufg. 2		
Hausaufgabe		AB 05, Aufg. 3		

Lösung des Kreuzworträtsels (AB 5):

1. Zecke
2. Oekosystem
3. Biomasse
4. Laub
5. Regenwurm
6. Humus
7. Sauerstoff

**Fachbegriff:**  
**BtL-Treibstoffe**

„Biomass-to-Liquid“ bezeichnet eine Prozesskette, die Biomasse über eine thermochemische Vergasung in Synthesegas (Gemisch aus Kohlenstoffmonoxid, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>) und in einem anschließenden Prozess in flüssige Kohlenwasserstoffe umwandelt. Diese können in Erdölraffinerien zu marktfähigen Kraftstoffen wie Diesel nach EN 590 oder Benzin nach EN 228 aufbereitet werden.

Quelle: FNR

Abb. 34: Übersicht Materialien zur 4. Stunde

*Lösung des Kreuzworträtsels (AB 6):*

1. Rapsoel
2. Biodiesel
3. Nawaro
4. Biomassstoliquid
5. Bioethanol
6. Biomethan
7. Mobilitaet
8. Tankstelle

**4. Stunde:**

**Treibstoffe aus Biomasse**

Energiereiche Biomasse ist Ausgangsstoff für unterschiedliche Kraftstoffe. Die Schülerinnen und Schüler erfahren in dieser Einheit, dass Biokraftstoffe erst einen vergleichsweise geringen Anteil am Kraftstoffmix für Fahrzeuge haben. Im Überblick werden die Biokraftstoffe vorgestellt. Am Beispiel von Biodiesel wird das Thema vertieft.

Je nach Vorkenntnissen der Schülerinnen und Schüler müssen die Informationsseiten mit Grundwissen zur organischen Chemie berücksichtigt werden, da sonst eine Differenzierung und Beurteilung von Biodiesel, BtL-Kraftstoffen und Alkohol als Treibstoffzusatz nicht möglich ist. Für an Chemie Interessierte ist die Umesterung von Rapsöl ein spannendes Themenfeld. Wichtig ist, dass man die Zumischung von Biodiesel zum Mineraldiesel an der Beimischungszahl (B20 bedeutet z. B. 20 % Beimischung von Biodiesel) erkennen kann. Beim nächsten Tankstellenbesuch können sich die Schülerinnen und Schüler über den jeweiligen Anteil von Biokraftstoffen in den Kraftstoffen informieren.

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 10, M2			
Problematisierung	S. 10, M1			
Erarbeitung	S. 10–11, M3			Evtl. Heranziehen von S. 3–4, Kap. 1 a, 1 b bzw. Infoblatt zur organischen Chemie
Vertiefung	S. 11, 3 c, Text S. 11, M2	AB 06, Aufg. 1		
Hausaufgabe	S. 10, Aufg. 1 S. 11, Aufg. 1	AB 06, Aufg. 2		

**5. Stunde:**

**Energie aus Raps**

Im Frühsommer dominiert in vielen landwirtschaftlich genutzten Gebieten Deutschlands die gelbe Farbe der Rapsblüten. Raps führte lange Zeit einen Dornröschenschlaf in der Agrarwirtschaft. Heute ist er jedoch für viele Landwirte zu einer wichtigen Kulturpflanze geworden. Die Schülerinnen und Schüler werden sich der Bedeutung dieser Pflanze als Rohstofflieferant bewusst. Der Samen wird zur Ölge-

winnung und der ausgepresste Ölkuchen als proteinreiches Viehfutter verwendet. Mit den Stängeln und Blättern können nach der Silage Biogasanlagen gespeist werden. Rapsöl ist ein vielseitiger Rohstoff, der neben dem Einsatz als Lebensmittel und als Grundstoff in der chemischen Industrie einen wichtigen Stellenwert bei der Treibstoffherstellung hat. Der Raps zählt, wie viele NAWARO-Pflanzen, zu den Kreuzblütlern. Am Ende der Einheit sollen die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein, eine blühende Rapspflanze von anderen Ackerpflanzen zu unterscheiden. Sie sollen die Anbauweise und landwirtschaftliche Bedeutung dieses Kreuzblütlers beschreiben können.

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 13, Foto Rapsfeld, S. 12, M1	AB 07, Aufg. 2		
Problematisierung	S. 12, M2, Text 4 a	AB 07, Aufg. 1 AB 07, Aufg. 4		
Erarbeitung	S. 13, Aufg. 1 S. 13, M2			Pflanzenbestimmungsbuch
Vertiefung	S. 13, Aufg. 2, 3			
Hausaufgabe	S. 12, Aufg. 3, 4			

Abb. 35: Übersicht Materialien zur 5. Stunde

## 6. Stunde:

### Mit Rapsöl aus der CO<sub>2</sub>-Falle und BtL-Treibstoffe der Zukunft

Zwei Wege der energetischen Nutzung von Rapsöl stehen im Zentrum dieser Stunde:

Rapsöl kann direkt für den Antrieb von modifizierten Dieselmotoren dienen. Hier kann exemplarisch ein dezentrales Energieversorgungs-Szenario durchdacht werden. Rapsanbau mit rapsölbetriebenen Traktoren, dezentrale Ölmühle, Auslieferung des Öls mit

speziellen, rapsölbetriebenen Lkw und Einsatz in dezentralen Blockheizkraftwerken ermöglichen einen autarken Kreislauf der kurzen Wege.

Eine weitere Variante der Nutzung von Rapsöl ist die Verwendung als Ausgangsstoff für die Herstellung von Biodiesel, in Zukunft auch für BtL-Treibstoffe (Biomass-to-Liquid). Hier wird den Schülerinnen und Schülern ein Blick in die Zukunft gewährt, in der nachwachsende Rohstoffe einen wichtigen Baustein in einem umweltfreundlichen, nachhaltigen Energiemix darstellen werden.

Abb. 36: Übersicht Materialien zur 6. Stunde

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 14, M1			
Problematisierung	S. 14, Text 4 c			
Erarbeitung	S. 14, M3	AB 08		
Vertiefung	S. 15, Text 5 a S. 15, M1, M2			
Hausaufgabe	S. 14, Aufg. 3 S. 15, Aufg. 2	AB 08, Aufg. 2		

## (2) Werkstattarbeit

### 7.–10. Stunde:

#### Vorbereitung des Messestandes

Die Werkstattphase werden die Schülerinnen und Schüler nutzen, um für ihren Messestand selbst Medien zu produzieren und zu gestalten.

Zentrales Anliegen ist dabei die Vermittlung von Informationen über Prozesse und Zusammenhänge einer Energieversorgung mit nachwachsenden Rohstoffen. Gleichzeitig sollen die Medien die Messebesucher dazu animieren, sich auf neue Wege der Energieversorgung einzulassen. Es wird empfohlen, das Stundenkontingent durch die Zusammenarbeit mit dem Fach Informationstechnologie (IT) zu erweitern.

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/ Hinweise
		Arbeitsblätter Werkstatt	Weitere Materialien der Werkstatt-Box	
Einstieg	S. 16	AB Titelblatt		
Überlegungen zur Medienwahl und Gruppenein- teilung		AB 01, AB 02	Handreichung: Suchen_im_Internet.pdf; Links: Softwareliste.pdf	
Drehen und Schneiden eines Kurzvideos		AB 03, AB 07	Handreichungen: Tipps_zur_ Erstellung_eines_Videos.pdf, Videoschnitt_mit_dem_ Moviemaker.pdf	Beachten medienrechtlicher Bestimmungen
Aufnehmen und Schneiden eines Hörfeatures		AB 04, AB 08	Handreichung: Tipps_zur_ Erstellung_eines_Videos.pdf (auch für Hörfeature)	
Erstellen einer Website		AB 05	Handreichung: Einfuehrung_in_HTML.pdf; Ordner Scratch.html; Rapsoel.exe (Kreislauf- animation zum Vertonen); Links: Softwareliste.pdf	
Entwickeln eines computerge- stützten Quiz		AB 06	Handreichungen: Vorlage_ fuer_ein_Quiz.pdf, Einfuehrung_in_Scratch.pdf; Ordner Scratch.html; Quiz_Vorlage.exe (zum Überschreiben); Links: Softwareliste.pdf	
Zusatzgruppe: Entwickeln von Flyern, Postern und Etiketten			Handreichung: Erstellen_eines_Flyers.pdf; Fotoalben: Raps_Kreuzblü- tengewächse_Umwelt, Treib- stoffherstellung_Motoren	
Aufstellen eines Zeitplanes zur Betreuung des Messestandes				Der Organi- sations- und Zeitplan kann auf dem Flip- Chart oder an der Pinnwand festgehalten werden.

Abb. 37: Übersicht Materialien zur Werkstattarbeit

Im Vorfeld können interessierte Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen (außerhalb der Schulzeit oder in einer Arbeitsgemeinschaft) Videoclips über Biokraftstoffe oder z. B. mit MP3-Playern aufgenommene Audiofeatures zu rapsölbetriebenen Blockheizkraftwerken bzw. Rapsölmotoren selbst produzieren. Sie werden dann in der Werkstattphase geschnitten. Andere Gruppen beschäftigen sich mit dem Entwickeln einer Website mit integrierter Animation zu einem CO<sub>2</sub>-neutralen Kreislauf oder eines computergestützten Quiz zum Themenfeld Energie und Umwelt. Zusätzlich denkbar ist auch das Erstellen von Flyern und Postern für die Messe oder von Etiketten für als Messegeschenk gedachte Rapsöfläschen. Bei all diesen Aktivitäten müssen die jeweiligen medienrechtlichen Bestimmungen beachtet werden.

### e) Medienhinweise

DVD: Al Gore: Eine unbequeme Wahrheit (2007)

Über die Suchfunktionen der angegebenen Websites lassen sich aufrufen:

VW Sunfuel CCS (AUTONEWS.TV)

Mobil mit reinem Pflanzenöl,

Diesel sparen – Rapsöl fahren

[www.google.com](http://www.google.com)

Al Gore: Eine unbequeme Wahrheit

[www.youtube.com](http://www.youtube.com)

In der Online-Mediathek der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

([www.nachwachsende-rohstoffe.de](http://www.nachwachsende-rohstoffe.de)) lassen sich folgende Videos aufrufen:

Einführung Biokraftstoffe – Biodiesel –

Pflanzenöl – BtL-Kraftstoffe

## 4. Modul 4: Jahrgangsstufe 9–11/12

Wie müssen wir uns den Wirtschafts- und Energiestandort Deutschland in 40 oder 50 Jahren vorstellen? Politik, Wirtschaft, Technik und Raumplanung arbeiten derzeit an entsprechenden Gestaltungskonzepten und erörtern zusammen mit verschiedenen Interessengruppen Chancen und Gefahren, die derartige Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung mit sich bringen könnten.

Das Modul „Sind nachwachsende Rohstoffe Deutschlands Zukunft?“ fordert dazu auf, sich an dieser Gestaltungsaufgabe und den Diskussionen aktiv zu beteiligen. Ausgehend von der gegenwärtigen Situation sollen mehrere Szenarien entwickelt werden, die die zukünftige Bedeutung der nachwachsenden Rohstoffe umreißen. Die Modulinhalte lassen sich in die Bildungs- bzw. Fachlehrpläne Deutsch, Sozialkunde oder Politik, Wirtschaft/Recht sowie Geographie der 9. bis 11. bzw. 12. Jahrgangsstufe einordnen.

### a) Kompetenzen und Ziele

In Bezug auf die Bildungsstandards der oben genannten Fächer werden neben dem Fachwissen besonders die Kompetenzbereiche des Beurteilens bzw. Bewertens und der Kommunikation angesprochen. Politische, ökologische, ökonomische sowie raumbezogene Urteils- und Handlungsfähigkeit und die fachbezogene Argumentation stehen im Vordergrund. Sie unterstützen den Aufbau und die Pflege einer situationsangemessenen Gesprächskultur.

Zentrale Erkenntnis soll sein, dass das Entwickeln und Erproben von Zukunftskonzepten eine Gemeinschaftsaufgabe unter aktiver Beteiligung aller ist. Maßnahmen müssen wohl

durchdacht werden, da sie unterschiedlich stark wirken, sich gegenseitig beeinflussen und positive oder negative Auswirkungen haben können. Am Beispiel der Nutzung nachwachsender Rohstoffe soll den Schülerinnen und Schülern bewusst werden, dass der Gestaltungs- und Handlungsraum Deutschland ein hochsensibles, komplexes System ist, das zukunftsweisend nur unter dem Primat einer nachhaltigen Entwicklung im Gleichgewicht zu halten ist.

Im Mittelpunkt des Moduls stehen die fachliche Vorbereitung und die Entwicklung von Hoffnungs- und Horrorszenarien für Deutschland mit bzw. ohne Nutzung nachwachsender Rohstoffe mittels der Szenariotechnik. Die Zukunftsszenarien sollen am Messestand der Öffentlichkeit vorgestellt und mit Experten diskutiert werden. Gemeinsam kann dann unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein Maßnahmenkatalog für ein zukünftiges Deutschland zusammengestellt werden.

### b) Angebot an Lehr- und Lernmaterial

Einen Überblick über das Angebot an Lehr- und Lernmaterialien zu diesem Modul vermittelt die Zusammenstellung im Anhang 4 am Ende der Lehrerhandreichung. Die Materialien ermöglichen vielseitige unterrichtliche Einsätze und können in den unterschiedlichsten Lernarrangements verwendet werden.

### c) Vorschlag zur Unterrichtsplanung

Das folgende Unterrichtskonzept ist auf ca. zehn Unterrichtsstunden ausgerichtet. Es ist nur eine von vielen Möglichkeiten, das bereitgestellte Lehr- und Lernmaterial zu nutzen.



#### Kernaussage Der Gestaltungs- und Handlungsraum

**Deutschland ist ein hochsensibles, komplexes System, das zukunftsweisend nur unter dem Primat einer nachhaltigen Entwicklung im Gleichgewicht zu halten ist. Zur Entwicklung nachhaltiger Gestaltungskonzepte und zum Umgang mit solchen Systemen hat der Bio-kybernetiker FREDERIC VESTER das sogenannte Sensitivitätsmodell entwickelt.**



*VESTER, F.: Die Kunst, vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. Der neue Bericht an den Club of Rome. München 42004.*

Abb. 38: Vorschlag für ein Unterrichtskonzept zu Modul 4

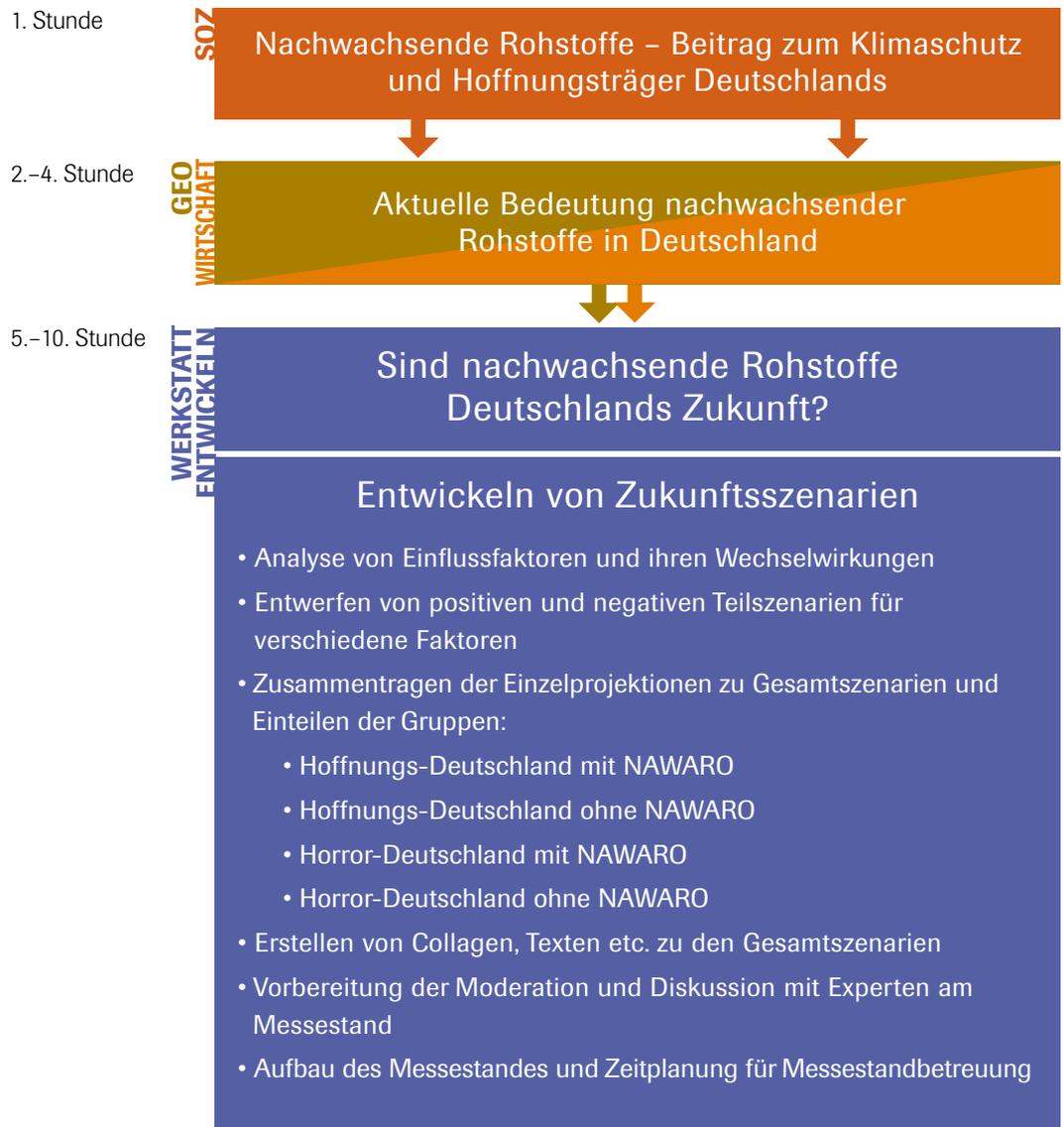
## Fachbegriff: Szenariotechnik

Die Szenariotechnik wird meist angewandt, wenn es um die Lösung von Zukunftsproblemen oder um langfristige Entwicklungen geht. Ausgehend von der Gegenwart wird versucht, anhand unterschiedlicher Faktoren die Zukunft umfassend zu beschreiben. Die Szenarien basieren auf Daten und Fakten, aber auch auf Meinungen und Einschätzungen. Die Pädagogen OLAF ALBERS und ARNO BROUX haben die Szenariotechnik für Schule und Unterricht aufbereitet.



ALBERS, O., und BROUX, A.: *Zukunftswerkstatt und Szenariotechnik. Ein Methodenbuch für Schule und Hochschule. Herausgegeben von Peter Thiesen. Weinheim und Basel 1999.*

CENTRALE MARKETING-GESSELLSCHAFT DER DEUTSCHEN AGRARWIRTSCHAFT GmbH (CMA) (Hrsg.): *Der Bauernhof – ein Unternehmen der Zukunft? Projektskizze für die Schulstufe Sek. II. Bonn 2005.*



## d) Bemerkungen zur Durchführung und Gestaltung

Der eigentlichen Werkstattarbeit sind insgesamt vier Unterrichtsstunden vorangestellt. Sie bereiten das Entwickeln der Zukunftsszenarien inhaltlich vor, indem die Schülerinnen und Schüler die gegenwärtige Bedeutung nachwachsender Rohstoffe in den Bereichen Politik, Energiewirtschaft, Forschung und Technik sowie Landwirtschaft und Raumplanung untersuchen. Die sich anschließende

Werkstattphase im Umfang von sechs Unterrichtsstunden dient der Analyse der Einflussfaktoren und ihrer Wechselwirkungen sowie dem Gestalten von möglichen Horror- und Hoffnungsszenarien. Diese Szenarien sollen am Messestand der Öffentlichkeit vorgestellt werden und zu einer Diskussion mit geladenen Experten anregen, zum Thema „Sind nachwachsende Rohstoffe Deutschlands Zukunft? Welche Probleme, Gefahren, Risiken werden auf uns zukommen, wenn wir nicht handeln?“.

**(1) Stunden zur Vorbereitung der Werkstattarbeit**

**1. Stunde:**

**Nachwachsende Rohstoffe – Beitrag zum Klimaschutz und Hoffnungsträger Deutschlands**

Ausgehend vom wissenschaftlichen Diskurs über die menschliche Beeinflussung des Klimas durch die Emission von Treibhausgasen sollen die Schülerinnen und Schüler darüber nachdenken, ob die Nutzung nachwachsender Rohstoffe einen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann. In einem Streitgespräch nehmen sie unterschiedliche Positionen ein und üben sich in fachbezogener, sachlicher Argumentation.

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg				Video: Pro & Kontra: „Treibhaustheorie“ oder „Kolbatz-Theorie“
Problematisierung	S. 3, Text 1 a			
Erarbeitung	S. 3-4	AB 01, Aufg. 1		
Vertiefung		AB 01, Aufg. 2		
Hausaufgabe	S. 4, Aufg. 2, 3			

Abb. 39: Übersicht Materialien zur 1. Stunde

## 2.–4. Stunde:

### Aktuelle Bedeutung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich in dieser Einheit mit der Rolle, die nachwachsende Rohstoffe in den Bereichen Politik, Energiewirtschaft, Forschung und Technik, Landwirtschaft und Raumplanung derzeit spielen. Für eine leitfragengestützte, intensive Auseinandersetzung empfiehlt sich in ei-

ner Phase des selbst organisierten Lernens die Teamarbeit oder die Durchführung eines Gruppenpuzzles mit Stamm- und Experten- gruppen. Das Zusammentragen der Untersuchungsergebnisse führt zur Erkenntnis, dass Gestaltungs- und Entscheidungsprozesse zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe in einem Netzwerk von Politik, Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt unter Beteiligung des Staates, der Gemeinden und Kommunen, verschiedener Interessengruppen und Verbände sowie des Einzelnen ablaufen.

Abb. 40: Übersicht Materialien zu den Stunden 2 bis 4

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Weitere Materialien	
Einstieg	S. 5, M2			
Problematisierung/ Leitfrage	In welchen Bereichen spielen nachwachsende Rohstoffe in Deutschland eine Rolle und könnten noch an Bedeutung zunehmen?			
Erarbeitung	Gruppe 1: S. 5–6 Gruppe 2: S. 7–8 Gruppe 3: S. 9–10 Gruppe 4: S. 11–12 Gruppe 5: S. 13–14			Gruppenarbeit oder Gruppenpuzzle
Vertiefung				Schema: NAWARO in Deutschland
Hausaufgabe	S. 15, Aufg. 2, 3			

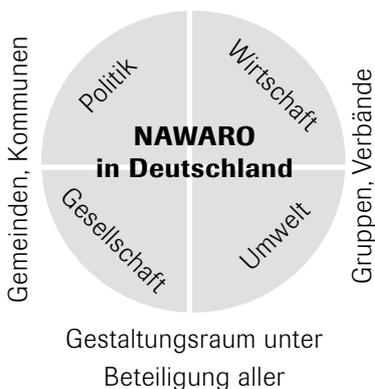


Abb. 41:  
NAWARO in Deutschland

**(2) Werkstattarbeit**

**5. Stunde:**

**Sind nachwachsende Rohstoffe Deutschlands Zukunft?**

Die Werkstattphase umfasst insgesamt fünf Unterrichtsstunden. Sie wird eingeleitet von einer zusätzlichen Stunde, die die Schülerin-

nen und Schüler dazu animieren soll, sich an der NAWARO-Messe aktiv zu beteiligen und mit selbst entwickelten Hoffnungs- und Horrorszenarien eine Diskussion am Messestand zum Thema „Sind nachwachsende Rohstoffe Deutschlands Zukunft? Welche Gefahren, Probleme, Risiken kommen auf uns zu, wenn wir nicht handeln?“ anzuregen. Im weiteren Verlauf werden sie in die Szenariotechnik eingeführt.

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/Hinweise
		Arbeitsblätter Schülerheft	Arbeitsblätter Werkstatt	
Einstieg	S. 16, Text 4 a			
Problematisierung	S. 16, Aufg. 4			
Erarbeitung			AB Titelblatt, AB 01, AB 02	Klären der Phasen
Vertiefung			AB 02, Phase 1	Problemanalyse
Hausaufgabe				

Abb. 42: Übersicht Materialien zur 5. Stunde

## 6.–10. Stunde:

### Werkstattarbeit zur Vorbereitung des Messestandes

Die Werkstattphase dient der Entwicklung von Zukunftsszenarien. In Gruppenarbeit werden zwei Horrorszzenarien für Deutschland mit bzw. ohne nachwachsende Rohstoffe sowie zwei Hoffnungsszenarien, ebenfalls mit bzw. ohne nachwachsende Rohstoffe, entworfen. Die Schülerinnen und Schüler orientieren sich dabei an der Methode und am Ablaufplan der Szenariotechnik. In gemeinsamer Vorarbeit

und im kommunikativen Austausch werden Einflussfaktoren ermittelt und deren Wechselwirkungen am PC mit Hilfe einer vorbereiteten Datei bestimmt. In Anlehnung an das Sensitivitätsmodell von F. VESTER erkennen die Schülerinnen und Schüler dabei, welche positiven und negativen Auswirkungen einzelne Faktoren auf das sensible Gesamtsystem haben, und legen fest, welche Faktoren sie weiter verfolgen möchten. In verschiedenen Teams stellen sie im Anschluss Teilszenarien zu den ausgewählten Faktoren auf. In der folgenden kreativen Phase gilt es dann, eventuell in Zusammenarbeit mit den Fächern Kunst und Musik oder den Kursen Theater bzw.

Abb. 43: Übersicht Materialien zur Werkstattarbeit

Unterrichtsphase	Schülerheft	DVD		Empfehlungen/Hinweise
		Arbeitsblätter Werkstatt	Weitere Materialien der Werkstatt-Box	
Analyse der Einflussfaktoren und ihrer Wechselwirkungen		AB 03, 04, 05	Datei: Wirkung_von_Einflussfaktoren.xls	Die Datei ist mit einem Blattschutz versehen. Für Felder, in denen Eintragungen vorgenommen werden sollen, ist der Schutz aufgehoben.
Zukunftsprojektionen der weiterverfolgten Einflussfaktoren		AB 06		
Entwickeln von Extremszenarien		AB 07	Fotoalben, besonders das zum Thema Technologie; Grafiksammlung	Eine Zusammenarbeit mit den Fächern Kunst, Musik oder den Kursen Dramatisches Gestalten bzw. Theater bietet sich an. Medienrechtliche Bestimmungen sind zu beachten.
Vorbereitung der Moderation bzw. Diskussion auf der NAWARO-Messe		AB 08, 09, 10		

Dramatisches Gestalten, unterschiedliche Gesamtszenarien zu entwickeln. Dabei sind selbstverständlich medienrechtliche Bestimmungen zu beachten. Der letzte Abschnitt der Werkstattarbeit sollte schließlich dazu genutzt werden, die Diskussion mit Experten am Messtisch organisatorisch vorzubereiten.

### e) Medienhinweise

DVD: Frederic Vester – Zeitbombe Klimawandel. Ein Durchgang durch die Vernetzung der wichtigsten Klimafaktoren. Rosenheim: co.Tec Verlag 2006.

Video: <http://bioenergiesiedorf-mauenheim.de/info/video.php>

Über die Suchfunktionen der angegebenen Websites lassen sich folgende Medien aufrufen:

Pro & Kontra: „Treibhaustheorie“ oder „Kolbatz-Theorie“  
[www.klimaforschung.net/klimawandel](http://www.klimaforschung.net/klimawandel)

Al Gore: Eine unbequeme Wahrheit  
[www.yahoo.com](http://www.yahoo.com)

Erstes Bioenergiesiedorf in Hessen  
[www.hr-online.de](http://www.hr-online.de)

Natur als chemische Fabrik:  
 weiße Biotechnologie  
<http://de.sevenload.com>

Die Zukunft der Energie  
[www.bundestkanzlerin.de](http://www.bundestkanzlerin.de)

# V. Anhänge

## Modul 1: Materialienübersicht

Schülerheft		Multimedia-DVD						
Kapitel	Abgedruckte Materialien	Grafik-sammlung: Folien (F)/ PowerPoint (PP)	Ordner mit Arbeitsblätter zum Schülerheft	Multimedia-Pool: Fotoalben, Quiz, Animationen	Arbeitsblätter für Werkstattphase	Werkstatt-Box	Schülerhandreichung	Tools/Programme: Vorlagen, Links
1 a	M1	Produkte aus Erdöl	PP 1 a: M2-M4					
	M2	Produkte, die wir fast täglich benutzen						
	M3	NAWARO, Text nach KIONKA, T. (2001)						
	M4	Verhältnis von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen und aus sonstigen Rohstoffen (Beispiele aus Deutschland)						
1 b	M1	Kleine Auswahl an Industriepflanzen nach Rohstoffgruppen	F 1 b: Folie 1: Pflanzen als Lieferanten für Industrierohstoffe	AB 01, AB 02	PC-NAWARO-Quiz siehe unter Werkstatt-Box (Tools/Programme): Ordner Scratch.html			Ordner Scratch.html, Nawaro_Quiz.exe
	M1	Merkmale der gesuchten Pflanze						
2 a	M1	Stärkeproduktion in Deutschland aus verschiedenen Industriepflanzen 2008	PP 2 b: M1	AB 03 mit Lösung				
	M2	Weizen, Mais, Kartoffeln: Stärkekörner unter dem Mikroskop, Reihenfolge nicht geordnet	F 2 b: Folie 2: Inhaltsstoffe einer Kartoffelknolle	AB 04				
	M3	Vielfalt der Kartoffel						
2 c	M1	Schmierstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen						
	M2	Farbstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen						
	M3	Minimap zu Stärke und Zucker						
3 a	M1	Staaten mit hohem Anteil an der Weitererte von Kartoffeln	PP 3 a: M1, M2					
	M2	Bedeutung des Kartoffelanbaus und der Kartoffelernte in Deutschland						
	M3	Kartoffelfeld mit Dämmen						
	M4	Kartoffel- oder beim Ernteeinsatz						
3 b	M1	Sonnenblumenfelder in Deutschland	PP 3 b: M1 - M3					
	M2	Entwicklung der Anbauflächen von Industrie- und Energiepflanzen in Deutschland						
	M3	Der Anteil der Rohstoffpflanzen nimmt seit Jahren zu						



**Modul 2: Materialienübersicht**

Schülerheft		Multimedia-DVD						
Kapitel	Abgedruckte Materialien	Grafiksammlung: Folien (F)/ PowerPoint (PP)	Ordner mit Arbeitsblättern zum Schülerheft	Multimedia-Pool: Fotoalben, Quiz, Animationen	Werkstatt-Box Arbeitsblätter Werkstattphase	Schülerhandreichung	Tools/ Programme: Vorlagen, Links	
1 a	Nachhaltiges Wirtschaften – der rettende Schritt für die Zukunft	M1	Zivilisatorische Entwicklung in verschiedenen gesellschaftlichen Entwicklungsstufen	PP 1 a: M1	AB 01			
		M2	Nachhaltige Entwicklung im Bereich Umwelt und Energie					
1 b	NAWARO – vielseitige Hoffnungsträger für das 21. Jahrhundert	M1	Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe	PP 1 b: M1 + Agenda 21	AB 02			
		M2	Nachwachsende Rohstoffe und der Agenda-21-Gedanke					
1 c	Energie vom Acker und aus dem Wald – aktiver Klimaschutz durch Bioenergie	M1	Klimaschutz durch Bioenergie	PP 1 c: M1	AB 03			
		M2	Heizwerttabelle					
2 a	Wälder nutzen, aber auch schützen	M1	Förster, wie man ihn aus Kinderbüchern kennt		AB 04			
		M2	Forstbewirtschaftung heute					
		M3	Zeitungsartikel: Neue Presse Coburg, Kronach, 07.10.2009					
2 b	Holz – ein vielseitiger nachwachsender Brennstoff	M1	Biomassekleinanlagen mit Holz	PP 2 b: M1, M2	AB 05			
		M2	Holz – ein weitgehend klimaneutraler Energieträger					
2 c	Pellets: Herstellung, Heizung und Vertrieb	M1	Genormte Holzpellets mit einer Länge von 3,15 bis 40,0 mm	PP 2 c: M2, M5	AB 06 AB 07			
		M2	Vergleich verschiedener Heizmittel					
		M3	Pelleteinzelofen					
		M4	Pelleteinzelofen mit Vorratsbehälter					
		M5	Herstellung und Vertrieb von Pellets					
		M6	Pelletpresse					
		M7	Schrägluftaufnahme eines Pelletierwerkes					
3 a	Bakterien: keine große Helfer bei der Energieversorgung	M1	Bedeutung des Methans	PP 3 a: Verbrennung fossiler Energieträger	AB 08			
3 b	Funktionsweise einer Biogasanlage	M1	Umfeld einer Biogasanlage	PP 3 b: M1	AB 09			
		M2	Schnappschüsse rund um eine Biogasanlage					

3 c	Biogas – ein neues Standbein für Landwirte	M1 Investition: Biogaskleinanlagen M2 Entwicklung des Biogasanlagenbestandes in Deutschland M3 Nutzbares Potenzial von Biogas in Deutschland M4 Anbau von Energiepflanzen und Naturschutz M5 Neue Energiepflanzen in Deutschland	PP 3 c: M2, M3	AB 10 AB 11	Fotoalbum: Biogasanlage Fotoalbum: Pellettenwerk Fotoalbum: Holzöfen Fotoalbum: Energiepflanzen	Modul 2 AB 01 Wer macht was in der NAWARO-Messe-Werkstatt? AB 02 Ideen für Interviewfragen an den Betreiber der Anlage AB 03 20 Fragen an den Betreiber einer Biogasanlage AB 04 10 Fragen an den Betreiber einer Pelletherstellungsanlage AB 05 Ablauf der Pelletherstellung AB 06 Stationen der Biogaserzeugung AB 07 Ideen zur Gestaltung eines Plakats über Energiepflanzen AB 08 Ideen zur Gestaltung eines Posters über die Betriebserkundung AB 09 Ideen zur Gestaltung eines Schaukastens AB 10 Das Top-oder-Flop-Spiel über Biogasanlagen AB 11 Das Top-oder-Flop-Spiel über Pelletherstellungsanlagen	Hinweise zum Präsentieren.pdf Diagramme_erstellen.pdf Präsentationen.pdf Wie_erstelle_ich_ein_Poster.pdf
4 a	Auf geht's zur NAWARO-Messe!	M1 Gedanken von Herr Kaufmann M2 Erste Ideen zur Organisation einer NAWARO-Messe	PP 4 a: M2 + Ablauf der Pelletherstellung				

**Modul 3: Materialienübersicht**

Kapitel		Schülerheft		Multimedia-DVD					
		Abgedruckte Materialien		Grafiksammlung: Folien (F)/ PowerPoint (PP)	Ordner mit Arbeitsblätter zum Schülerheft	Multimedia-Pool: Fotoalben, Quiz, Animationen	Arbeitsblätter Werkstattphase	Schülerhandreichung	Tools/ Programme: Vorlagen, Links
1 a	Baukasten der organischen Chemie – etwas Basiswissen				AB 09-AB 12, alle mit Lösungsin, Infoblatt zur organischen Chemie				
		1 b	Vom Erdöl zum Benzin	M1 M2	Raffinerie Vorgang des „Crackens“	PP 1 b: M2	Infoblatt zur organischen Chemie		
		1 c	Rascher Verbrauch der fossilen Energievorräte	M1 M2 M3	Entstehung fossiler Brennstoffe Baumfarnwald Braunkohleschicht	AB 01			
2 a	Klimawandel – Tatsache oder Panikmache?	M1	Wasserstand der Elbe zwischen Torgau und Aken am 14.08.2002 und am 20.08.2002	AB 02					
		M2	Orkan Kyrill im Jahr 2007						
		M3	Gletscherschmelze in den deutschen Alpen						
		M4	Schadenserehebung der Münchener Rückversicherung (29.12.2008)						
2 b	Einfluss des Menschen auf die Klimaerwärmung	M1	Erdenerwärmung durch Treibhauseffekt	PP 2 b: M1					
		M2	Zitat aus dem Klimareport des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007)						
		M3	Verursacher von Treibhausgasemissionen						
2 c	Augen zu und durch – die falsche Strategie	M1	Zusammenstellung einiger möglicher Folgen globaler Klimaerwärmung	PP 2 c: M2, M3	AB 04				
		M2	Anstieg des CO <sub>2</sub> und der Temperatur						
		M3	Entwicklung der Weltbevölkerung						
		M4	Mitverursacher der Klimaerwärmung						
3 a	Grün, die Farbe des Lebens	M1	Vereinfachter Stoffkreislauf in einem Ökosystem	PP 3 a: M1	AB 05				
3 b	Treibstoffe aus Biomasse	M1	Primärkraftstoffverbrauch in Deutschland 2009	PP 3 b: M1, M2	AB 06				
		M2	Prognose über den Biokraftstoffverbrauch in Deutschland	F 3 b: Folie 1: Treibstoffpreise	Infoblatt zur organischen Chemie				
		M3	Überblick über Biokraftstoffe						



**Modul 4: Materialienübersicht**

Schülerheft		Multimedia-DVD						
Kapitel	Abgedruckte Materialien	Ordner mit Arbeitsblättern zum Schülerheft	Multimedia-Pool: Fotoalben, Quiz, Animationen	Arbeitsblätter Werkstattphase	Werkstatt-Box	Schülerhandreichung	Tools/Programme: Vorlagen, Links	
1 a	Nachwachsende Rohstoffe – Hofnungsträger Deutschlands?	M1 Ökologischer Rucksack M2 Entwicklung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe in Deutschland M3 Heizwert biogener Energieträger im Vergleich zu Heizöl und Steinkohle M4 Anteil der Bioenergie am Energieverbrauch in Deutschland 2009	AB 01					
	1 b	Umweltpolitik in Deutschland	M1 Dimensionen umweltpolitischen Regierens M2 Grußwort der Bundeskanzlerin Angela Merkel zur Broschüre „Nachwachsende Rohstoffe“ des BMELV (Hrsg.), 2008 M3 Ausgewählte Regelungen zur Förderung nachwachsender Rohstoffe	AB 02				
		2 a	Daten und Fakten: nachwachsende Rohstoffe und erneuerbare Energien in Deutschland	M1 Auswahl von in Deutschland hergestellten Produkten M2 Nachwachsende Rohstoffe für die chemische Industrie, ohne Holz M3 Geschätztes Potenzial von Bioenergie M4 Erneuerbare-Energien-Mix 2009 M5 Energieflussdiagramm für Deutschland 2007 M6 Energieversorgung in Deutschland durch Primärenergieträger in den Jahren 1990 bis 2008 M7 Statistische Reichweite der Energieträger in Jahren (2005/2007)	PP 1 a: M2- M4 + Multimodell-Mittel und Erwärmung an der Erdoberfläche			
			2 b	Nachwachsende Rohstoffe – deutsche Spitzentechnologie	M1 Interview mit Rolf Luther, Mitarbeiter der Fuchs Europe Schmierstoff GmbH, Abteilung Forschung und Entwicklung M2 Staatliche Fördermittel für Projekte zu nachwachsenden Rohstoffen (nicht auf ein Jahr begrenzt), Stand 04/2009 M3 Neue Arbeitsplätze im Bioenergiesektor 2009	PP 1 b: M2		
2 c	Rohstoff- und energieorientierte Landwirtschaft – Wege in die Zukunft	M1 Entwicklung der Gewinnspanne für Landwirte M2 Flächenbedarf für die Bereitstellung von 1 Gigajoule Endenergie M3 Problembereiche des Anbaus nachwachsender Rohstoffe aus der Sicht des Naturschutzes	AB 03					
			PP 2 a: M1-M7					
			PP 2 b: M2, M3					
		PP 2 c: M1, M2, M4 + Phasen der Erzeugung von Biogas	AB 04					



## VI. Literatur und Quellen

Zugunsten einer besseren Lesbarkeit wurde im Text bei sinngemäßen oder indirekten Übernahmen auf bibliographische Angaben verzichtet. Das Verzeichnis stellt die für das Unterrichtspaket verwendete Literatur und die herangezogenen Internetadressen zusammen.

- AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN e.V. (AGEE) (Hrsg.): Regionale Wertschöpfung durch die Nutzung Erneuerbarer Energien. Hintergrundinformationen. Berlin 2009.
- AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN e.V. (AGEE) (Hrsg.): Der volle Durchblick in Sachen Bioenergie. Berlin 2008.
- ALBERS, O., und BROUX, A.: Zukunftswerkstatt und Szenariotechnik. Ein Methodenbuch für Schule und Hochschule. Hg. von Peter Thiesen. Weinheim und Basel 1999.
- BADER, H. J., und SOMMERFELD, H.: Nachwachsende Rohstoffe in der Chemie. In: Chemie in der Schule 41/2 (1994), S. 61, und 41/3 (1994), S. 94.
- BADER, H. J., SOMMERFELD, H., und HAAS, P.: Experimentieret Nachwachsende Rohstoffe. Versuchsanleitung und Chemikalien für 15 Versuche. Stuttgart 1995.
- BARKMANN, T.: Hat der „Energiewirt“ Zukunft? Erfahrungen von Landwirten in den Landkreisen Bayreuth und Oldenburg mit der Produktion erneuerbarer Energien. In: Institut für Entwicklungsforschung im ländlichen Raum Ober- und Mittelfrankens e.V. (Hrsg.): Landwirtschaft als Produzent erneuerbarer Energien? Bericht der 21. Heiligenstadter Gespräche. Bayreuth 2009, S. 4–22.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) (Hrsg.): Agrarmarkt. Freising 2009.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) (Hrsg.): Versuchsergebnisse aus Bayern 2009. Landessortenversuche mit mittelfrühen bis späten Wirtschaftskartoffeln. Freising 2009.
- BENSMANN, M.: Ein fast natürlicher Rennwagen. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe. Berlin 2008, S. 8–9.
- BERGAU, M., BEUREN, A., und BOHM, I.: Prisma Biologie 5. Bayern: Für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe I. Stuttgart 2008.
- BREUER, T., DELZEIT, R., und BECKER, A.: Biofuels: Die globale Renaissance der „Kraftstoffe vom Acker“. In: Geographische Rundschau 60/1 (2008), S. 58–64.
- BRÜCHER, W.: Energiegeographie. Wechselwirkungen zwischen Ressourcen, Raum und Politik. (= Studienbücher der Geographie). Berlin, Stuttgart 2009.
- BRÜHNE, TH.: Erneuerbare Energien als Herausforderung für die Geographiedidaktik. Perspektiven der Integration in Theorie und Praxis. Wiesbaden 2009.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (Hrsg.): Aktionsprogramm „Energie für morgen – Chancen für ländliche Räume“. Berlin 2009.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe. Berlin 2008.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (Hrsg.): Wettbewerb Bioenergie-Regionen. Bundeswettbewerb zum Aufbau regionaler Netzwerke im Bereich Bioenergie. Berlin 2008.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Zahlen (6/2009). Berlin 2009.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWi) (Hrsg.): Energie in Deutschland. Trends und Hintergründe zur Energieversorgung in Deutschland. Berlin 2009.
- BUNDESZENTRALE FÜR POLITISCHE BILDUNG (Hrsg.): Umweltpolitik. (= Informationen zur politischen Bildung 287, 2. Quartal). Bonn 2005.
- CENTRALE MARKETING-GESELLSCHAFT DER DEUTSCHEN AGRARWIRTSCHAFT GmbH (CMA) (Hrsg.): Der Bauernhof – ein Unternehmen der Zukunft? Projektskizze für die Schulstufe Sek. II. Bonn 2005.
- CENTRALE MARKETING-GESELLSCHAFT DER DEUTSCHEN AGRARWIRTSCHAFT GmbH (CMA) (Hrsg.): Die zwei Erdverbundenen. Süße Rüben und tolle Knollen. Lerneinheit 6 für die Sekundarstufe I. Bonn 2005.
- CENTRALE MARKETING-GESELLSCHAFT DER DEUTSCHEN AGRARWIRTSCHAFT GmbH (CMA) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe. Der Landwirt als Energiewirt und Umweltschützer. Lerneinheit 7 für die Sekundarstufe II. Bonn 2005.
- CENTRALES AGRAR-ROHSTOFF-MARKETING- UND ENTWICKLUNGS-NETZWERK e.V. (C.A.R.M.E.N.) und BENZ, M., SCHARF, K.-D., und WEBER, TH. (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe. Sek. I/II. Neubearbeitung. Köln 2001.
- CONSULTIC MARKETING & INDUSTRIEBERATUNG GmbH: Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2007. Alzenau 2008.

- CORD-LANDWEHR, K.: Einführung in die Abfallwirtschaft. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden <sup>3</sup>2002.
- DEGER, H., GÖTZ, A., und REINOLD, P.: Ikarus. Natur und Technik. München 2003.
- EFFENBERGER, M., LEBUHN, M., und GRONAUER, A.: Fermentermanagement – Stabiler Prozess bei NawaRo-Anlagen. In: Biogas im Wandel – Kongressband der 16. Jahrestagung des Fachverbands Biogas e.V. (31.01. bis 02.02.2007). Leipzig 2007, S. 99–105.
- ENGSTFELD, C.: Energie aus Biomasse – Verheizen wir die Natur? – Ergebnisse eines Seminars der NABU-Akademie Gut Sunder (18. bis 19.04.2002). Ohne Ort 2002.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Biokraftstoffe. Eine vergleichende Analyse. Gülzow 2009.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz. Leipzig <sup>4</sup>2009.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen. Gülzow 2008.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Wege zum Bioenergiedorf. Leitfaden. Gülzow 2008.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Marktübersicht – Scheitholzvergaserkessel, Scheitholz-Pellet-Kombinationskessel. Gülzow <sup>6</sup>2008.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Bioenergie. Gülzow 2007.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Spitzentechnologie ohne Ende. Gülzow 2007.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Handbuch, Bioenergie-Kleinanlagen. Gülzow <sup>2</sup>2007.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie. Gülzow <sup>2</sup>2007.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Biokraftstoffe. Pflanzen, Rohstoffe, Produkte. Gülzow <sup>3</sup>2007.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Marktübersicht, Pellet-Zentralheizungen und Pelletöfen. Gülzow <sup>4</sup>2007.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Leitfaden Bioenergie. Gülzow <sup>4</sup>2007.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Biokunststoffe. Pflanzen, Rohstoffe, Produkte. Gülzow 2005.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen, Rohstoffe, Produkte. Gülzow <sup>4</sup>2005.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe. Vielfalt aus 1001 Projektidee. Acht Jahre Fortschritts-Förderung für Produkte aus der Natur. Gülzow 2001.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe – Die Natur als chemische Fabrik. Unterrichtsmaterialien für den Bereich der Sekundarstufe I. Hannover 1997.
- Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG 2009). In: Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2008, Teil 1, Nr. 49, ausgegeben zu Bonn am 31. Oktober 2008, S. 2074.
- GREINER, C.: Stärke – eine Alternative zu Kunststoff. In: Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes Nordrhein-Westfalen (NUA) (Hrsg.): 90 Minuten direkt vor der Tür – Unterrichtseinheiten zur Umwelterziehung vor Ort. Recklinghausen 1999, S. 151–163.
- HABERL, H.: Wandel von Kulturlandschaften: Von der Biomasse zur Fossilenergie – und wieder zurück? In: Informationen zur Raumentwicklung 1/2 (2006), S. 111–123.
- HANNESEN, R.: Förster Stern mit Treff und Männen. Eine lustige Dackelade, Melsungen 1996.
- HARTMANN, H., und KALTSCHMITT, M. (Hrsg.): Biomasse als erneuerbarer Energieträger – Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen erneuerbaren Energien. Münster 2002.
- HAUFF, V. (Hrsg.): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Greven 1987.
- HEMMERS, R.: Energetische Nutzung der Biomasse – lokale und regionale Beispiele. In: Informationen zur Raumentwicklung 1/2 (2006), S. 81–92.

- HILDMANN, C., und LIESE, K.: Szenarien zur Nutzung des Potenzials regenerativer Energieträger im ländlichen Raum, das Beispiel des Steinbach-Einzugsgebietes. In: Hallesches Jahrbuch der Geowissenschaften 26 (2006), S. 51–60.
- HILLMANN, K.-H.: Überlebensgesellschaft. Würzburg 1998.
- INFORMATION. MEDIEN. AGRAR e.V. (i. m. a.), FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR) u. a. (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe. Aus dem Kreislauf der Natur. Unterrichtsmappe mit Unterrichtsmaterial, Sachinformation und Schülerblatt für die Primarstufe. Berlin, Bonn o. J..
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC): Vierter Sachstandsbericht des IPCC (AR4). Klimaänderung 2007. Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger. Deutsche Übersetzung herausgegeben von ProClim-Forum for Climate and Global Change, dem Umweltbundesamt und der deutschen IPCC-Koordinationsstelle. Bern, Wien, Berlin 2007.
- JÄNICKE, M.: Staatliche Umweltpolitik am Beispiel Deutschlands. In: Informationen zur politischen Bildung 287 (2005), S. 52–57.
- JANZING, B.: Bioenergiehof Jühnde. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe. Berlin 2008, S. 28–29.
- KANNING, H.: Neue Energielandschaften – Chancen und Herausforderungen zur Pflege und Inwertsetzung von Kulturlandschaften. In: Kulturlandschaften (2008), S. 161–176.
- KANNING, H., BUHR, N., und STEINKRAUS, K.: Erneuerbare Energien – Räumliche Dimensionen neuer Akteurslandschaften und planerische (Mit-) Gestaltungspotenziale am Beispiel des Biogaspfades. In: Raumforschung und Raumordnung 67/2 (2009), S. 142–156.
- KANWISCHER, D.: Energiepflanzen – Bereicherung oder Verarmung der Landschaft? Die Moderationsmethode als Unterrichtseinstieg. In: Geographie heute. Themenheft „Energie und Nachhaltigkeit“, Heft 250 (2007), o. S.
- KIONKA, T.: Gestatten, Nawaro. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe. Vielfalt aus 1001 Projektidee. Acht Jahre Fortschritts-Förderung für Produkte aus der Natur. Gülzow 2001, S. 8–9.
- KÜHN, I.: Herstellung des Stärkeklebers. In: Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie 9, 45 (1998), S. 27–28.
- KUHN, S.: Lokale Agenda 21 – Deutschland. Berlin 1998.
- LAROCHE, W. von, MEIER, K., und HOOFFACKER, G.: Einführung in den praktischen Journalismus. Mit genauer Beschreibung aller Ausbildungswege. Berlin 2006.
- LE MONDE DIPLOMATIQUE: Atlas der Globalisierung. Berlin 2008.
- LINDEMANN, G.: Ein Forschungszentrum für Biomasse. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe. Berlin 2008, S. 36.
- LINDEMANN, G.: Förderung der nachwachsenden Rohstoffe durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe. Berlin 2008, S. 6–7.
- LÜTTGE, U., KLUGE, M., und BAUER, G.: Botanik. Weinheim 2019.
- MARWEDE, M., ERDMANN, L., und BEHRENDT, S.: Waldzukünfte. Leitbild-Assessment. Normative Orientierung der Wald- und Landnutzung. Im Rahmen des Projektes Zukunft und Visionen Wald 2100. Berlin 2007.
- MARZELL, H., und PAUL, H.: Wörterbuch der Deutschen Pflanzennamen. Lizenzausgabe Parkland Verlag, Köln 2000 (fotomechanischer Nachdruck der Erstausgabe 1979).
- MAYER, J., und SOMMER, C.: Nachwachsende Rohstoffe – eine umweltgerechte Alternative? Kl. 9/10. Köln 2001.
- MELLE, I., und BADER, H. J.: Das Thema Nachwachsende Rohstoffe in der experimentellen Schulchemie. Eine Übersicht. In: Praxis Chemie 45/6 (1996), S. 16.
- MENRAD, K., DECKER, TH., GABRIEL, A., u. a.: Industrielle stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Themenfeld 4: „Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen – Markt, makroökonomische Effekte und Verbraucherakzeptanz“. Gutachten im Auftrag des Deutschen Bundestages. Vorgelegt dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Straubing 2006.

- MERKEL, A.: Grußwort. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe*. Berlin 2008, S. 4.
- MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG UND VERBRAUCHERSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): *Kartoffel – Informationen für den Verbraucher*. Stuttgart 2007.
- OBERHOLZ, C.: Autos specken ab. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe*. Vielfalt aus 1001 Projektidee. Acht Jahre Fortschritts-Förderung für Produkte aus der Natur. Gülzow 2001, S. 58.
- PAUL, N.: Die FNR im Portrait. 15 Jahre Förderung nachwachsender Rohstoffe. Ein Gespräch mit dem Vorstandsvorsitzenden Klaus Kliem. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe*. Berlin 2008, S. 49.
- POPP, H.: Einführende Bemerkungen zu den Berichten der 21. Heiligenstadter Gespräche. In: Institut für Entwicklungsforschung im ländlichen Raum Ober- und Mittelfrankens e.V. (Hrsg.): *Landwirtschaft als Produzent erneuerbarer Energien? Bericht der 21. Heiligenstadter Gespräche*. Bayreuth 2009, S. 1–3.
- PROGRAMM TRANSFER 21 (Hrsg.): *Orientierungshilfe Bildung für eine nachhaltige Entwicklung in der Sekundarstufe I. Begründungen, Kompetenzen, Lernangebote*. Berlin 2007.
- RAHMSTORF, S.: Die Klimaskeptiker. In: Münchner Rückversicherung (Hrsg.): *Wetterkatastrophen und Klimawandel – Sind wir noch zu retten?* München 2004, S. 77–83.
- RAHMSTORF, S., und SCHELLNHUBER, H. J.: *Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie*. München 2007.
- REGIONALWERKE AG (Hrsg.): *Kein Geheimnis – Erdgas hat Zukunft. Informationen über Erdgas*. Baden 2008.
- SCHARFENBERG, F.-J.: *Nachwachsende Rohstoffe – ein Projekt im Wahlunterricht „Natur und Technik“*. Bayreuth 2002.
- SCHEER, H.: *Energiewende*. In: Hegger, M., u. a. (Hrsg.): *Energieatlas. Nachhaltige Architektur*. Basel u. a. 2008, S. 14–17.
- SCHLÜTER, B.: *Neue Ölfelder in Deutschland*. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe*. Vielfalt aus 1001 Projektidee. Acht Jahre Fortschritts-Förderung für Produkte aus der Natur. Gülzow 2001, S. 80–81.
- SOUCI, S. W., FACHMANN, W., und KRAUT, H.: *Nährwerttabellen*. Stuttgart 2004.
- STORM, P.-CHR.: *Nachhaltiges Deutschland*. Berlin 1998.
- TEGGE, G. (Hrsg.): *Stärke und Stärkederivate*. Hamburg 2004.
- THOSS, CHR.: *Bioenergie – Chancen und Risiken für den ländlichen Raum*. In: Institut für Entwicklungsforschung im ländlichen Raum Ober- und Mittelfrankens e.V. (Hrsg.): *Landwirtschaft als Produzent erneuerbarer Energien? Bericht der 21. Heiligenstadter Gespräche*. Bayreuth 2009, S. 23–33.
- TRECHOW, P.: *Rohöl aus Baden*. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe*. Berlin 2008, S. 45.
- UNESCO, BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG UND DEUTSCHE UNESCO-KOMMISSION (Hrsg.): *Tagungsbericht der UNESCO-Weltkonferenz „Bildung für nachhaltige Entwicklung“*. Bonn 2009.
- VESTER, F.: *Die Kunst, vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. Der neue Bericht an den Club of Rome*. München 2004.
- WEIZSÄCKER, E. U. von: *Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch*. München 1995.
- WENIG, B.: *Bioschmierstoffe im Aufwind*. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe*. Berlin 2008, S. 17.
- ZÜGHART, W., und BRECKLING, B.: *Konzeptionelle Entwicklung eines Monitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen, Teil 1 und 2. – UBA-Texte 50/03*, Umweltbundesamt, Berlin 2003.

## Internetadressen

(letzter Zugriff: 22.07.2010):

<http://uba.klima-aktiv.de>  
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de>  
[www.agrilexikon.de](http://www.agrilexikon.de)  
[www.auma.de](http://www.auma.de)  
[www.avebe.com](http://www.avebe.com)  
[www.bafa.de](http://www.bafa.de)  
[www.bauernhof.net](http://www.bauernhof.net)  
[www.berliner-mikroskopische-gesellschaft.de](http://www.berliner-mikroskopische-gesellschaft.de)  
[www.berufe-lexikon.de](http://www.berufe-lexikon.de)  
[www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de)  
[www.bmelv.de](http://www.bmelv.de)  
[www.bmu.de](http://www.bmu.de)  
[www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)  
[www.chemieunterricht.de](http://www.chemieunterricht.de)  
[www.chids.de](http://www.chids.de)  
[www.consultic.de](http://www.consultic.de)  
[www.de-ipcc.de](http://www.de-ipcc.de)  
[www.destatis.de](http://www.destatis.de)  
[www.dlr-rheinpfalz.rlp.de](http://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de)  
[www.dsw-online.de](http://www.dsw-online.de)  
[www.ecotopten.de](http://www.ecotopten.de)  
[www.eeg-aktuell.de](http://www.eeg-aktuell.de)  
[www.enbion.de](http://www.enbion.de)  
[www.energiepflanzen.info](http://www.energiepflanzen.info)  
[www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)  
[www.fendt.com](http://www.fendt.com)  
[www.fkm.de](http://www.fkm.de)  
[www.fnr.de](http://www.fnr.de)  
[www.footprintrechner.at](http://www.footprintrechner.at)  
[www.gletscherarchiv.de](http://www.gletscherarchiv.de)  
[www.hypersoil.uni-muenster.de](http://www.hypersoil.uni-muenster.de)  
[www.jobmotor-erneuerbare.de](http://www.jobmotor-erneuerbare.de)  
[www.kaminholz-wissen.de](http://www.kaminholz-wissen.de)  
[www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)  
[www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de)  
[www.lfl.bayern.de](http://www.lfl.bayern.de)  
[www.ltz-bw.de](http://www.ltz-bw.de)  
[www.marktundpreis.de](http://www.marktundpreis.de)  
[www.met.fu-berlin.de/wetterpate/historie](http://www.met.fu-berlin.de/wetterpate/historie)  
[www.munichre.com](http://www.munichre.com)  
[www.nabu-akademie.de](http://www.nabu-akademie.de)  
[www.nachhaltige-waldwirtschaft.de](http://www.nachhaltige-waldwirtschaft.de)  
[www.nachhaltigkeit.info](http://www.nachhaltigkeit.info)  
[www.nachwachsende-rohstoffe.de](http://www.nachwachsende-rohstoffe.de)  
[www.nettolohn.de](http://www.nettolohn.de)  
[www.np-coburg.de](http://www.np-coburg.de)  
[www.oekosystem-erde.de](http://www.oekosystem-erde.de)  
[www.regionalwerke.ch](http://www.regionalwerke.ch)  
[www.smul.sachsen.de/smul/index.html](http://www.smul.sachsen.de/smul/index.html)  
[www.solarvent.de/pelletfoerderung](http://www.solarvent.de/pelletfoerderung)  
[www.spiegel.de](http://www.spiegel.de)  
[www.steinkohleportal.de](http://www.steinkohleportal.de)  
[www.sueddeutsche.de](http://www.sueddeutsche.de)  
[www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de)  
[www.thueringen.de/de/tll](http://www.thueringen.de/de/tll)  
[www.transfer-21.de](http://www.transfer-21.de)  
[www.ufop.de](http://www.ufop.de)  
[www.uft.uni-bremen.de](http://www.uft.uni-bremen.de)  
[www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)  
[www.un-documents.net](http://www.un-documents.net)  
[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)  
[www.wald.de](http://www.wald.de)  
[www.wmo.int](http://www.wmo.int)  
[www.wwf.de](http://www.wwf.de)

## VII. Die Autoren

### **Dr. Astrid Jahreiß, Bamberg**

Geb. 1961, Studium der Germanistik, Geographie und Geschichte, 1. und 2. Staatsexamen für das Lehramt an Gymnasien, Magister Artium in Germanistik und Geographie, Master of Arts in Media Education, Promotion in Deutscher Sprachwissenschaft und Kulturgeographie.

Seit 1996 Fachvertreterin für Didaktik der Geographie an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, zuvor tätig als Studienrätin für die Fächer Deutsch, Geschichte und Geographie am Camerloher-Gymnasium in Freising.

### **Andrea Längenfelder, Kronach**

Geb. 1960, Studium der Biologie und der Sportwissenschaften, 1. und 2. Staatsexamen für das Lehramt an Realschulen.

Seit 1987 Lehrerin an der Maximilian-von-Welsch-Realschule in Kronach tätig.

2006 1. Staatsprüfung als Erweiterungsprüfung im Fach Beratungslehre.

Mitarbeiterin im Schulentwicklungsteam der Realschule, Zweitprüferin an der Universität Bayreuth.

### **Uwe Längenfelder, Kronach**

Geb. 1952, Studium der Biologie und Geographie, 1. und 2. Staatsexamen für das Lehramt an Realschulen.

Ab 1979 als Lehrer an der Realschule Neuendettelsau, seit 1980 als Lehrer (Biologie, Geographie, Physik) an der Maximilian-von-Welsch-Realschule Kronach tätig.

Lehrbeauftragter und Prüfungsberechtigter für Didaktik der Geographie an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Zweitprüfer an der Universität Bayreuth.

### **Manfred Müller, Nürnberg**

Geb. 1952, Studium der Mathematik und Physik, 1. und 2. Staatsexamen für das Lehramt an Realschulen.

Seit 1978 als Lehrer an der Staatlichen Realschule in Roth für die Fächer Mathematik, Physik und seit 1979 für das Fach Informatik.

Referent bei regionalen Fortbildungsveranstaltungen für das Fach Informatik, Systembetreuer, Gestaltung und Pflege der Schul-Homepage, Erstellung von Unterrichts- und Schulverwaltungssoftware, Beratungsrektor.



## Impressum

Herausgegeben von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Hofplatz 1, 18276 Gülzow, mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

### *Konzept:*

Dr. Astrid Jahreis und Carola Günther,  
Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Didaktik der Geographie

### *Autoren:*

Dr. Astrid Jahreis, Bamberg;  
Andrea und Uwe Längenfelder, Kronach;  
Manfred Müller, Nürnberg

### *Fachliche Beratung:*

Prof. Dr. Hans Joachim Bader, Goethe-Universität Frankfurt am Main,  
Institut für Didaktik der Chemie

### *Redaktion, Gestaltung und Realisierung:*

Angela Schulze, Andrea Claus, Marit Roloff, Jutta Schmidt,  
alle amagi Public Relations, Berlin

### *Vertrieb:*

Hydrogeit Verlag, Oberkrämer

© FNR 2010

*Fotonachweis:* Cover: o. (v.l.n.r.): iStockphoto.com/Jesse Karjalainen; iStockphoto.com/aroax; iStockphoto.com/Ju-Lee; iStockphoto.com/Elena Butinova; iStockphoto.com/Giorgio Fochesato; iStockphoto.com/Carolyn Johns; ÖKOBit GmbH, Föhren; m.: Stephan Zabel, Nürnberg; S. 8: iStockphoto.com/Dan Eckert; iStockphoto.com/David Joyner; iStockphoto.com/Paul Fleet; iStockphoto.com/mikebause; iStockphoto.com/Dmitry Demidovich; iStockphoto.com/DNY59; iStockphoto.com/LianeM; iStockphoto.com/Eric Isselée (2x); iStockphoto.com/Wesley VanDinter; iStockphoto.com/LianeM; S. 11: l. o.: iStockphoto.com/Dean Turner; m. (v.l.n.r.): iStockphoto.com/Arpad Benedek; iStockphoto.com/Willi Schmitz; iStockphoto.com/Tatyana Ogryzko; u. (v.l.n.r.): iStockphoto.com/dirkr; iStockphoto.com/Elena Elisseeva; S. 12: v. o. (v.l.n.r.): Eckhard Schmidt, Kappeln; NATURE FUEL Osnabrücker Ölmühle GmbH & Co. KG, Hasbergen; Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Didaktik der Chemie; Denis Bringard/BIOS/OKAPIA; Marit Roloff, Berlin; Eduard Peplau, Kaiserslautern; Schwäbische Naturenergie GmbH, Dillingen; Barf-Gut, Ute Wadehn, Bielefeld; m.: Marit Roloff, Berlin; S. 14: im UZS (v.m.o.): iStockphoto.com/archives; iStockphoto.com/Alessandra Cisterino; Manufactum GmbH & Co. KG, Waltrop; iStockphoto.com/Luca di Filippo; iStockphoto.com/VisualField; m.: iStockphoto.com/jerryhat; S. 17: v.l.n.r.: ERGO, Milano; Bosch Thermotechnik GmbH, Buderus Deutschland, Wetzlar; S. 19: im UZS (v.o.): iStockphoto.com/Oliver Malms; Hei-Pro Umrüsttechnik, Deutschland; SHL, Zollikofen, Schweiz; iStockphoto.com/Bernd Leitner; Dr. Werner Schläger, Roßtal; alle übrigen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow

ISBN: 978-3-937863-22-1