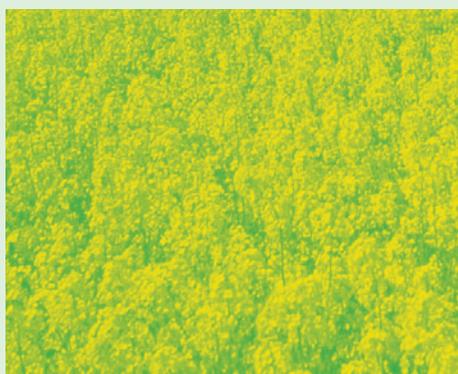
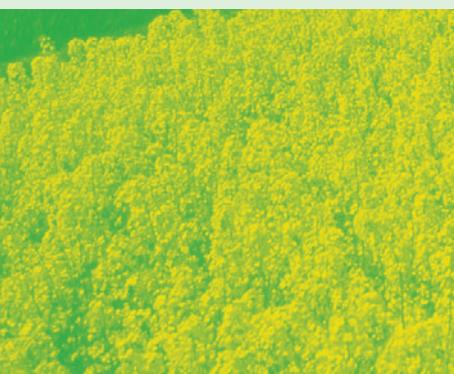


Raps – eine Kulturpflanze mit Perspektive

Eine fachübergreifende Unterrichtsreihe für die Jahrgangsstufen 9 und 10



Inhalt

Seite

1 Thematische Einordnung	3
2 Methodische Ziele des Kursthemas „Nachwachsende Rohstoffe“	4
3 Didaktische Bemerkungen zur Unterrichtsreihe „Raps“	5
4 Methodische Bemerkungen zur Unterrichtsreihe „Raps“	7
5 Exemplarische Unterrichtsstunde: Verwendung nachwachsender Rohstoffe am Beispiel von Biodiesel	12
6 Sachinformationen zum Raps	18
7 Literatur und Links	27
8 Anhang mit Arbeitsmaterial	28

Impressum

Herausgeber

Union zur Förderung von Energie- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP)
Claire-Waldoff-Straße 7 · 10117 Berlin

Unterrichtskonzept

Renate Kirsten, Maria-Wächtler Gymnasium Essen

Redaktion

AgriKom GmbH
Fachagentur für Agrarkommunikation, Bonn
Dieter Bockey, UFOP, Berlin

Gestaltung

www.raviolidesign.de

Bilder

CMA: 4, 21, 23, 25

FNR: 16, 19, 20

i.m.a: 8,10,11

UFOP: 3, 6,7,12,13,14, 22

1 Thematische Einordnung

Kursthema	Der Mensch und seine Kulturpflanzen
Übergeordnetes Thema	Nachwachsende Rohstoffe
Thema der Unterrichtsreihe	Raps – eine Kulturpflanze mit Perspektive
Thema einer Unterrichtsstunde	Verwendung nachwachsender Rohstoffe am Beispiel Biodiesel



2 Methodische Ziele des Kursthemas „Nachwachsende Rohstoffe“

Die methodischen Ziele diesen fachübergreifenden Kurses liegen darin, in Ergänzung zum Fachunterricht fachspezifische, naturwissenschaftliche Methoden durch Experimentieren und praktische Anwendungen zu vertiefen im Sinne einer Grundlegung wissenschaftspropädeutischen Arbeitens. Hierbei sollen praktische Arbeitsphasen sowohl im Klassenraum als auch im Schulgarten oder botanischen Garten stattfinden.



Neben diesen allgemeinen Zielen stehen folgende Methoden im Vordergrund:

- Studien an Originalobjekten (Zeichnen, Mikroskopieren, binokularische Untersuchungen, Geruchs- und Geschmacksuntersuchungen, Untersuchungen von Schädlingsbildern)
- Anlegen eines Herbariums
- Aussaatversuche
- Keimungsversuche
- Boden- und Gewässeruntersuchungen
- Düngungsversuche
- Versuche zur biologischen Schädlingsbekämpfung
- Nachweisversuche von Inhaltsstoffen
- Trennverfahren
- Versuche zur Ölgewinnung
- Margarineherstellung
- Seifenherstellung
- Herstellen von Rapsmethylester durch Umesterung
- Betriebserkundungen
- Interviews
- Entwicklung von Fragebögen
- Planung und Durchführung einer Ausstellung
- Aufstellen von Öko- und Energiebilanzen
- Erstellen von Kosten-Nutzen-Analysen
- Herstellen von Teemischungen, Salben und Kräuterextrakten
- Herstellen von Kräuternessig und Gewürzmischungen usw.

Der Unterricht in diesem fachübergreifenden Kurs ist gekennzeichnet durch einen ausgeprägten Wechsel der Methoden und Sozialformen, einen starken Praxisbezug und einen hohen Grad an selbstständigem Arbeiten seitens der Schülerinnen und Schüler.

3 Didaktische Bemerkungen zur Unterrichtsreihe

Fachübergreifende Aspekte

Die unterrichtliche Behandlung der ölliefernden Pflanze Raps als eine Kulturpflanze mit Perspektive, als „Senkrechtstarter“ unter den heimischen Nutzpflanzen und als Beispiel für einen nachwachsenden Rohstoff bietet sich besonders im Rahmen eines Kursthemas „Der Mensch und seine Kulturpflanzen“ an, da dieses Thema viele fachübergreifende Aspekte aufweist.

Die biologische Seite des Themas:

- Raps – eine heimische Kulturpflanze
- Raps – ein Kreuzblütler, blütenökologisch betrachtet
- Raps – ein besonderer Züchtungserfolg, genetisch betrachtet
- Rapsöl – als Speiseöl ein wertvoller Bestandteil der menschlichen Ernährung, humanbiologisch und ernährungsphysiologisch betrachtet

Die geografische, ökologische und ökonomische Seite des Themas:

- die Autökologie des Rapses
- Rapsanbau in Deutschland
- der Bedeutungswandel des Rapsanbaus auch unter agrarpolitischen und historischen Aspekten (beschränkt auf Deutschland und die EU)
- die Bedeutung von Raps im landwirtschaftlichen Betrieb (Betriebserkundung eines rapsanbauenden Betriebes)
- die Bedeutung von Raps in der Fruchtfolge, der hohe Vorfruchtwert von Raps
- ökologische Probleme von Monokulturen und die Gefahr der Industrialisierung von Böden
- die Bedeutung von Raps als nachwachsender Rohstoff, auch unter energetischen Aspekten betrachtet

Die chemisch-technische Seite des Themas:

- Rapsöl – ein wertvoller Inhaltsstoff der Samen (experimentelle Gewinnung im Klassenzimmer)
- technische Verwertungsmöglichkeiten von Rapsöl und seinen Bestandteilen als Nahrungsmittel, Futtermittel, Rohstoff für Tenside, Zahnpflegemittel, für Kosmetika, Kraftstoff (Rapsölfettsäuremethylester, Biodiesel), Schmier- und Hydrauliköle, als Rohstoff für die Herstellung von Vitaminen (B₂) für die Tierfütterung usw.

Raps als Beispiel für einen nachwachsenden Rohstoff

Es spricht viel dafür, Raps als Beispiel für einen nachwachsenden Rohstoff im Unterricht zu behandeln:

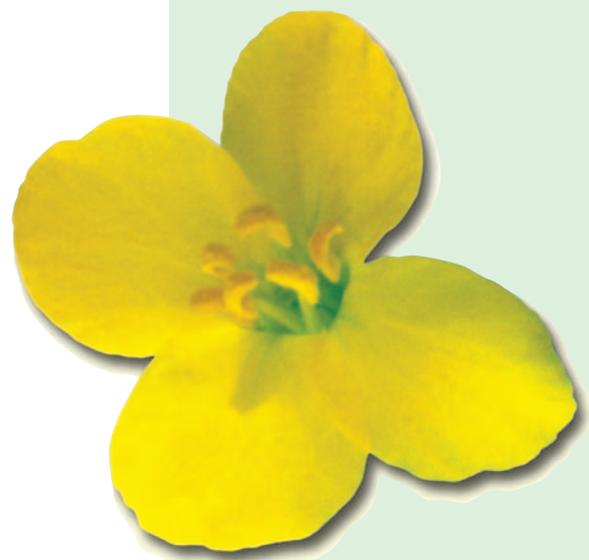
- Er ist eine heimische Kulturpflanze.
- Er kann aufgrund seiner Autökologie im Schulgarten angebaut und seine Entwicklung von den Schülern jederzeit beobachtet werden.
- Der Rapsanbau ist eine aktuelle Perspektive und Hilfe für die heimische Landwirtschaft. D. h. dieses Beispiel bietet sich an, um den Schülern Einblicke in agrarpolitische Entscheidungen und Zusammenhänge zu gewähren.
- Rapsanbau und -verwendung haben einen hohen Grad an Aktualität.
- Bestimmte Produkte aus Rapsöl können von den Schülern selbst hergestellt, ausprobiert und angewendet werden.
- Raps ist eine Pflanze, die vielseitig genutzt werden kann.
- Das Umweltbewusstsein der Schüler wird angesprochen.
- Das Thema ist schüler- und handlungsorientiert.
- Die Pflanze eignet sich für eine fächerübergreifende Behandlung, da Bereiche aus der Biologie, Chemie, Physik, Geografie und den Gesellschaftswissenschaften angesprochen werden.

Ganzheitlicher Ansatz

Wissenschaft und Technik schreiten ununterbrochen fort und es bestimmen immer mehr neue Technologien unseren Alltag. Eine Unterrichtsreihe zum Raps kann nach dem Prinzip des Exemplarischen dazu beitragen, Wissenschaft durchschaubarer zu machen. Die Kulturpflanze kann in die verschiedensten komplexen Zusammenhänge eingeordnet werden, um schließlich die unterschiedlichen Betrachtungsweisen sinnvoll zu einer Einheit zu verknüpfen.

Grundlage ist ein ganzheitlicher Ansatz. So soll z. B. bei der Behandlung der biologischen und chemischen Seite des Themas nicht nur – wie bei rein naturwissenschaftlichen Themen oft üblich – das „Lernen mit dem Kopf“ im Vordergrund stehen, sondern das „Lernen mit Herz und Hand“. Die Schüler sollen die Besonderheiten dieser ausgewählten Kulturpflanze erforschen, selbst erfahren und eine persönliche Beziehung zu ihr aufbauen.

Nach der Aussaat der Pflanze im Schulgarten wird ihre Entwicklung beobachtet und optimale Voraussetzungen für ihr Gedeihen geschaffen. Diese persönlichen Erfahrungen sollen nicht mit der Ernte abgeschlossen sein, sondern darüber hinausgehen. Den Schülern wird bewusst gemacht, was mit den Ernteprodukten geschieht, in welcher Beziehung sie selbst zu diesen Produkten stehen, z. B. als Verbraucher von Speiseöl, von Lecithin in Süßwaren, von Haushaltsöl, von Schmierfetten zum Ölen der Fahrradkette usw.



Anwendungsbeispiel Biodiesel

Die chemisch-technische Seite des Themas ist relativ anspruchsvoll. Entsprechende Vorkenntnisse aus dem Fachunterricht (z. B. zur Chemie der Fette) wären wünschenswert, sind aber nicht immer vorhanden. Erfahrungsgemäß haben Schüler oftmals Schwierigkeiten, biologische und chemische Sachverhalte miteinander zu verknüpfen, da für sie chemische Vorgänge vielfach zu abstrakt sind. Aus diesem Grund bietet sich die Behandlung des Themas „Biodiesel“ als fachübergreifender Schwerpunkt an, da die chemischen Vorgänge der Umesterung in einem eindrucksvollen Demonstrationsversuch anschaulich dargestellt werden können. Hierbei soll den Schülern das Gefühl vermittelt werden, einen Einblick in chemische Vorgänge zu erhalten, die eine Praxisrelevanz aufweisen. Verstärkt wird dies durch das Herstellen eines Produktes, das sie tatsächlich im Alltag einsetzen können. Das Thema ermöglicht es den Schülern, selbst weiterführende Fragestellungen zu entwickeln und forschend tätig zu sein.



Andere Aspekte der technischen Seite des Themas erlauben es Schülern „Expertenrollen“ einzunehmen und ihre Kenntnisse an Mitschüler und Lehrende weiter zu vermitteln. So kann z. B. über den geplanten Unterricht hinaus eine interessierte Schülergruppe die Funktionsweise eines Dieselmotors erklären, ein Fachgebiet, das den meisten fremd ist und welches im regulären Physikunterricht nicht vorgesehen ist.

Schwerpunkte der geografisch-ökologischen und ökonomischen Seite des Themas können soziale Verantwortung, z. B. der heimischen Landwirtschaft gegenüber, aufbauen. Bei dem Besuch eines landwirtschaftlichen Betriebes mit Rapsanbau kann eine Betriebserkundung und ein intensiver Austausch mit dem Landwirt stattfinden. So bekommen die Schüler und Schülerinnen einen fundierten Einblick in den landwirtschaftlichen Alltag und die Aufgabenbereiche des Betriebs. Durch die Sensibilisierung gegenüber den Problemen der heimischen Landwirtschaft fällt es den Schülern nun leichter, den Rapsanbau in Deutschland unter agrarökologischen und agrarpolitischen Aspekten kritisch zu beurteilen. Sie sollen in der Lage sein, ökologische und ökonomische Vor- und Nachteile gegeneinander abzuwägen und sich kritisch mit agrarpolitischen Entscheidungen auseinander zu setzen. Aufgrund der persönlichen Erfahrung vor Ort können sie sinnvoll zwischen Denk- und Handlungsmöglichkeiten unterscheiden.

Mit der unterrichtlichen Behandlung der Nutzung pflanzlichen Rohstoffpotenzials am Beispiel des Rapsanbaus sollen den Schülern in dieser Unterrichtsreihe folgende Zielsetzungen aufgezeigt werden:

- Es wird eine sinnvolle alternative Nutzung freier werdender Flächen im Pflanzenbau geschaffen.
- Es ist ein Ersatz für nicht erneuerbare Ressourcen.
- Es ist ein wichtiger Beitrag zum Umweltschutz.

Kompetenzen

Das vielseitige Thema eignet sich zur Auseinandersetzung mit komplexen Denksystemen und führt zu abstrahierendem, analysierendem und kritischem Denken. Es beinhaltet eine Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Denkweisen und Erkenntnissen, mit technisch-sozialen Entwicklungen, ihren Chancen und Problemen. Wie aus der Darlegung der fachübergreifenden Aspekte zu ersehen ist, erwerben die Schüler wichtige fachliche Inhalte und Methoden, erkennen selbst Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Lernbereichen und Fächern, erfahren die entsprechenden fachspezifischen und interdisziplinären Lern- und Arbeitsprozesse.

Gemäß der Richtlinien bzgl. der Jahrgangsstufen 9 und 10 beinhaltet diese Unterrichtsreihe komplexe Fragestellungen, die zu selbstständigem und kooperativem Arbeiten führen.



Merkmale der Unterrichtsreihe im Überblick

- ganzheitlicher Ansatz – es ist ein Lernen mit Kopf, Herz und Hand möglich
- hoher Rang sozialen Lernens
- Hinführung zur Praxis hoher Toleranz
- Aufbau sozialer Verantwortung, z. B. der heimischen Landwirtschaft gegenüber
- grundlegender Bezug zur Lebenswirklichkeit
- Möglichkeit eines kreativen Zugangs zur der Problematik
- nach einer entsprechenden Impulsgebung die Möglichkeit der Mitgestaltung des Unterrichts (Handlungsorientierung)
- fachübergreifendes Lernen und Erfahren stärkt die Selbstkompetenz der Schülerinnen und Schüler
- Schüler des Kurses erfahren die Schule auch als Kontaktstelle zu außerschulischen Institutionen wie Landwirtschaftskammer, Landwirten, Industrieunternehmen, Behörden usw.
- Sie erfahren, wie man Schule „öffnen“ kann für Begegnungen mit verschiedenen Interessensgruppen
- Sie lernen, sich kritisch mit agrarpolitischen Entscheidungen auseinander zu setzen
- Sie erhalten Impulse, verantwortungsbewusst zu handeln und eine Sensibilität gegenüber ihrer Umwelt zu entwickeln
- Dieses Thema ist sehr schüler- und handlungsorientiert
- Die Behandlung eines solchen Themas hilft dem Schüler zu lernen, sinnvoll zwischen Denk- und Handlungsmöglichkeiten zu unterscheiden, Erfahrungen zu sammeln und das Gelernte für die Zukunft zu verwerten

Fachübergreifende Aspekte zur Unterrichtsreihe im Überblick

Schleswig-Holstein: ein klassisches Rapsanbaugebiet (Klima, Boden, Betriebsstruktur, Arbeitskalender für einen rapsanbauenden Landwirt) [Ek]

Rapsanbau in Deutschland – seine Entwicklung, sein Bedeutungswandel und die historischen Hintergründe [Ek/Ge]

Raps – ein außergewöhnlicher Kreuzblütler (Biologie der Pflanze) [Bio]

Rapsschrot – ein hochwertiges Futtermittel [Bio/Ch]

Autökologie von Winterraps (Klima-, Boden- und Nährstoffansprüche) [Ek]

Raps – eine Quelle, die nie versiegt (die Bedeutung von Raps als nachwachsender Rohstoff: Rapsöl für Motorenkraftstoffe und als Heizölersatz, Hydrauliköl, Schmieröl, Sägekettöl, für Tenside, Farben, Lacke usw.) [Bio/Ch/Phy]

Raps – ein Pfahlwurzler (seine Bedeutung für das Ökosystem „Boden“) [Ek/Bio]

Rapsöl – ein raffinierter Rohstoff (die Verarbeitung von Raps zu seinen verschiedenen Produkten in einer Ölmühle) [Bio/Ch]

Düngung (unter dem Aspekt des Umweltschutzes) [Ek/Ch]

Raps – eine ölliefernde Pflanze (ihre Bedeutung für die Ernährung des Menschen, Margarineherstellung) [Bio/Ch]

Raps – eine Kulturpflanze mit hohem Vorfruchtwert (seine Bedeutung in der Fruchtfolge und Auswirkungen auf die Höhe der Weizenerträge) [Ek/Bio]

Raps – ein besonderer Züchtungserfolg [Bio/Ch]

Rapsfelder – soweit das Auge reicht (Monokulturen mit ihren ökologischen Problemen; Gefahr der Industrialisierung des Bodens) [Bio/Ek]

Pflanzenschutz unter den Aspekt der Ertragssicherung und Umweltbelastung [Bio/Ch/Ek]



Dem Rapsglanzkäfer und Raps-erdflor auf der Spur (Gründe für den Schädlingsbefall und Gegenmaßnahmen) [Bio/Ch/Ch]

Unkräuter und Ungräser in einem Rapsfeld (Bestandsaufnahme und Bedeutung dieser interspezifischen Konkurrenz) [Bio/Ch]

5 Methodische Bemerkungen zur Unterrichtsreihe

Raps ist eine heimische Kulturpflanze, bei der es vom Anbau bis zur Verarbeitung das ganze Jahr über etwas zu beobachten und zu entdecken gibt. Es bietet sich an, intensiv experimentell und fachübergreifend an dieser Pflanze zu arbeiten.

Biologisch:

- Studien am Originalobjekt wie Zeichnen, Pressen von Pflanzenteilen für das Herbarium, Mikroskopieren von Laubblattquerschnitten und Spaltöffnungen unter dem Aspekt der Stoffwechselphysiologie, Untersuchungen der Blüte und Samen mit der Lupe, Geruchsuntersuchungen von Pflanzenteilen zur Klärung von Abstammung und Verwandtschaften
- Aussaatversuche von Winterraps im Schulgarten im September zur Beobachtung der verschiedenen Entwicklungsstadien der Pflanze
- Keimungsversuche unter verschiedenen Bedingungen mit dem Aspekt des Nährstoffbedarfs
- Düngungsversuche (verschiedene Kalkgaben, z. B. magnesiumhaltiger Kalk, Stickstoffgaben)
- Beobachten von evtl. auftretendem Schädlingsbefall, Ergreifen von Pflanzenschutzmaßnahmen
- Ertragsberechnungen anstellen
- Bodenanalysen vornehmen



Chemisch:

- Verschiedene Methoden der Ölgewinnung aus den Samen (Quetschen, Pressen, Extraktion eines Fettes durch ein organisches Lösungsmittel), Margarineherstellung
- Herstellung von Rapsmethylester (RME) durch Umesterung, d. h. aus den Glycerinestern, Ölen und Fetten des Rapses werden mittels basischer Katalyse (KOH oder NaOH) Glycerin von den Fettsäuren abgespalten und die Säuregruppen mit Methanol erneut verestert (hierbei werden einige Unterrichtsabschnitte im Teamteaching durchgeführt)
- Betanken und Starten eines dieselbetriebenen Autos mit selbst hergestelltem Rapsmethylester

Geografisch, ökologisch, ökonomisch:

- Erkundung eines rapsanbauenden Betriebes
- Entwickeln eines Fragebogens für die Betriebserkundung, Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Interviews eines Landwirtes und Mitarbeiters der zuständigen Landwirtschaftskammer
- Erkundung eines Betriebes im umweltsensiblen Sektor, der Rapsölfettsäuremethylester bereits praktisch einsetzt
- Aufstellen von Umwelt- und Energiebilanzen
- Kosten-Nutzen-Analysen als betriebswirtschaftlicher Aspekt

Präsentation der Ergebnisse

Abschließend sollen die Ergebnisse dieser Unterrichtsreihe in einer Ausstellung den Mitschülern demonstriert werden. Sie kann Folgendes beinhalten:

- gepresste und gezogene Pflanzen mit einem Steckbrief zur Information über die biologischen Grundlagen und den Nährstoffbedarf
- präparierte Schoten im geschlossenen und geöffneten Zustand
- Samenbank mit den Samen von unterschiedlichen nachwachsenden Rohstoffen und 00-Rapssamen mit einem dazugehörigen Samenquiz
- Fotodokumentation der Margarineherstellung im Klassenzimmer mit dem hergestellten Produkt (Margarineprobe)
- Fotodokumentation der Herstellung von Biodiesel mit aufgebauter Versuchsanordnung
- Demonstration von konventionellem Diesel und Biodiesel in Glasflaschen und tabellarischer Vergleich unter ökologischen, energetischen und ökonomischen Aspekten
- Plakative und bildliche Darstellung der einzelnen Verarbeitungsschritte von Raps in einer Ölmühle

- Demonstration anderer Produkte aus Rapsöl, wie Rapsschrot, Rapskuchen, Rohöl, Rohölraffinat, Schmierfette, Speiseöl, Schmier- und Hydrauliköl, Vitamin B, und bildliche Darstellung ihrer Anwendungsbereiche
- Fotodokumentation der Inbetriebnahme eines mit Biodiesel betankten Autos

Weitere, den Unterricht prägende Methoden sind Karten- und Textanalysen in Partner- bzw. Gruppenarbeit, was sich positiv auf das Sozialgefüge des Kurses auswirkt. Die Schüler beschaffen sich oftmals Fachliteratur selbst in entsprechenden Bibliotheken, führen Internetrecherchen durch und verfolgen den Pressespiegel bei aktuellen Themen. Dies führt insgesamt zu einem hohen Grad an Selbstständigkeit, ist allerdings teilweise auch mit einem zeitlichen Arbeitsaufwand verbunden, der den üblichen Rahmen übersteigt.

Außerdem ist die praktische Schulgartenarbeit zu den entsprechenden Themen in der Regel mit viel Spaß und hohem Engagement auf Seiten der Schüler verbunden.



5 Exemplarische Unterrichtsstunde: Verwendung nachwachsender Rohstoffe am Beispiel von Biodiesel

Didaktische und methodische Bemerkungen zur Unterrichtsstunde

Als methodischen Einstieg in die Thematik bieten sich verschiedene Möglichkeiten an. Beispielsweise können ausgewählte aktuelle Zeitungsartikel (einen oder mehrere in Originallänge oder als „Überschriftensammlung“) als Impulsgeber eingesetzt werden. Hierbei muss beachtet werden, dass mitunter viele verschiedene, z.T. sachlich falsche Bezeichnungen für Biodiesel verwendet werden (z.B. Dieseltreibstoff, Bio-Sprit, Bio-Kraftstoff, biologischer Diesel, Sprit aus nachwachsenden Rohstoffen, umgeestertes Rapsöl, nachwachsende Kraftstoffe auf pflanzlicher Basis, alternativer Kraftstoff, grüner Diesel). Dadurch kann es zur Verwirrung und zu Missverständnissen sachlicher Natur kommen.

Diese Sprachverwirrung gilt es im Unterricht zu kompensieren und richtig zu stellen, jedoch ggf. besser an einer anderen Stelle der Unterrichtsreihe, wenn die Schüler die dazugehörige Sachkompetenz erworben haben.

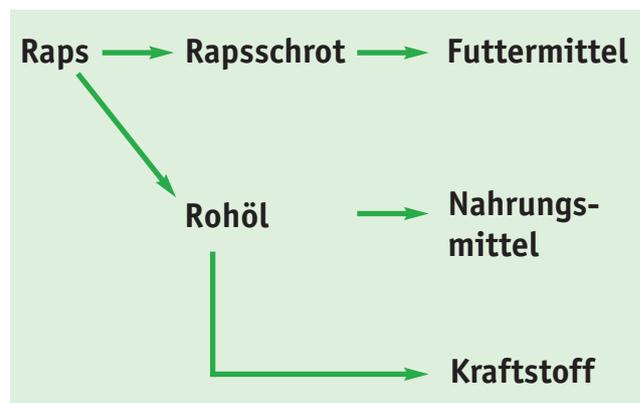
Alternativ kann der Einstieg über ein Foto (Folienbild, siehe Anhang Kopiervorlage 1) z. B. einer Biodieselpumpe erfolgen. Dies ist aus mehreren Gründen sinnvoll:

- Es ist ein „Ausschnitt“ aus der Realität und kein konstruiertes Beispiel.
- Es weist auf den Anwendungsbereich und potenziellen Verbraucherkreis hin.
- Es ist anschaulich, impulsgebend, baut eine gewisse Spannung auf und wirkt als Gesprächsanlass.



Die Schüler sollen Vermutungen anstellen bzgl. seiner Herkunft, seiner Verwendung und eventuell bzgl. seiner Bedeutung als nachwachsender Rohstoff bzw. Kraftstoff.

Zur richtigen Einordnung des neu vorgestellten Produktes sollen die Schüler zunächst die verschiedenen Produkte des Rapses, die alle zur Demonstration zur Verfügung stehen, ihre jeweilige Verwendung und die dazugehörigen Verarbeitungsschritte zusammenfassend erläutern, um zu folgender Verarbeitungskette zu gelangen:



Im Anschluss an diese Schülerbeiträge wird der Biodiesel von der Lehrkraft kurz als ein Produkt vorgestellt, das nach verschiedenen chemischen „Umwandlungen“ aus dem Rapsrohöl entsteht. Da Biodiesel kein Gefahrgut ist, kann es den Schülern problemlos demonstriert werden. Eine Geruchsprobe ist möglich.

Weil der Schwerpunkt der Reihe kein chemischer ist, kann die starke didaktische Reduktion bzgl. der Herstellung von Biodiesel durch Umesterung an dieser Stelle vertreten werden. Aus diesem Grunde wird an dieser Stelle der Reihe der neu vorgestellte nachwachsende Kraftstoff als Biodiesel bezeichnet und nicht, wie es chemisch korrekt heißen müsste, als Rapsölfettsäuremethylester.

Die Schüler werden darauf hingewiesen, dass im Rahmen der Unterrichtsreihe später auf die chemischen Vorgänge im Detail, z. T. im Teamteaching, eingegangen wird. Ein entsprechender Hinweis auf die praktische Herstellung baut eine gewisse Spannung auf und erhält den hohen Motivationsgrad des Themas möglichst lange. Die Schüler erkennen an dem Folienbild nicht, welche unterschiedlichen Verbrauchergruppen Biodiesel tanken. Unter Berücksichtigung der Ziele und fachübergreifenden Schwerpunkte der Unterrichtsreihe (siehe didaktische Bemerkungen zur Unterrichtsreihe, S. 5) kann als Anwendungsbeispiel ein „Verbraucher“ aus einem umweltsensiblen Bereich herangezogen werden.

Bei einer praktischen Erprobung der Unterrichtsreihe wurde als Anwendungsbeispiel die Gelsenwasser AG, der größte Trinkwasserversorger Deutschlands, ausgesucht. Die Gelsenwasser AG setzt bereits seit 1988 konsequent Biodiesel und Hydrauliköle aus Raps in ihren Maschinen ein. Der Grund dafür war folgender: Trotz größter Sicherheitsvorkehrungen war es theoretisch immer möglich, dass bei den Fahrzeugen im Einsatz geringe Mengen von konventionellem Dieselöl oder Treibstoff auslaufen konnten. Dies hätte in solch einem sensiblen Bereich wie diesem, wo Rohwasser, hier Ruhrwasser, durch die Bodenpassage

Trinkwasserqualität bekommt, eine verheerende Wirkung. Denn ein Liter dieser Substanzen verunreinigt eine Million Liter Trinkwasser! Dieses Risiko galt es zu minimieren, was durch die Umstellung auf Öle und Kraftstoffe aus Rapsrohölraffinat möglich war. Weitere umweltsensible Bereiche, in denen Biodiesel bereits konsequent eingesetzt wird, sind folgende:

- Taxen
- öffentlicher Personennahverkehr
- Lastkraftwagen und Raupen in Kiesbaggereien
- Land- und Forstwirtschaft
- Mineralölindustrie
(Zumischung zu Dieselmotoren, 5 vol%)

Die didaktische Entscheidung zugunsten eines solchen Anwendungsbeispiels ist besonders unter fachübergreifenden Aspekten zu sehen. Außerdem sollte es ein Beispiel aus der näheren Umgebung der Schüler sein, das für sie als Verbraucher relevant ist. Wenn möglich, sollte dabei auf Vorkenntnisse aus vorherigen Unterrichtsabschnitten angeknüpft werden.

Die methodische Einführung des Anwendungsbeispiels in dieser Stunde über ein Foto (Folienbild) ist aus den gleichen Gründen sinnvoll wie beim Einstieg. Es soll wiederum als Impuls für den weiteren Unterrichtsfortgang auch im Sinne einer Problematisierung dienen. Den Schülern wird die Möglichkeit gegeben, Vermutungen anzustellen, die sie mithilfe vorher gewonnener Sachkenntnisse untermauern und begründen können.



Hierbei soll der Aspekt der biologischen Abbaubarkeit im Vordergrund stehen. Daraus können die Schüler die „Schonung der Umwelt“, im Beispiel Trinkwasserversorger der Schutz des Trinkwassers, ableiten. Einerseits wird verhindert, dass auslaufendes mineralisches Öl oder konventioneller Treibstoff die Mikroben abtötet und die biologischen Abbauvorgänge unterbunden werden, und andererseits wird verhindert, dass die genannten konventionellen Substanzen direkt durch die Bodenpassage in das Grundwasser gelangen.

Im Sinne einer Erweiterung sollen die Schüler anschließend in offener Partnerarbeit anhand von Arbeitsmaterialien die ökologischen Vorteile von Biodiesel herausarbeiten, wobei sie die von ihnen aufgestellten Vermutungen verifizieren können. Das zugehörige Arbeitsmaterial (siehe Anhang, Kopiervorlage 2), ist eine bewusst ungeordnete Auflistung verschiedener ökologischer Kernaussagen, die indirekt einen Vergleich von konventionellem Diesel und Biodiesel beinhaltet. Diese Kernaussagen wurden aus der speziellen Fachliteratur zusammengetragen und didaktisch reduziert.

Die Schüler sollen die ökologischen Vorteile des vorgestellten nachwachsenden Kraftstoffes herausfinden, diese entsprechenden Oberbegriffen zuordnen und sie begründen. In dieser Arbeitsphase soll den Schülern angeboten werden, sich mit anderen Gruppen auszutauschen. Zur Unterstützung dieser Zusammenarbeit wird zunächst nur jedem zweiten Schüler das Arbeitsmaterial ausgegeben.

Nach dieser Erarbeitungsphase, für die ca. zehn Minuten einzukalkulieren sind, sollen die Ergebnisse ermittelt, in einem Tafelbild zusammengestellt und damit gesichert werden. Hierbei ist es wesentlich, dass die herausgearbeiteten ökologischen Vorteile von den Schülern nicht nur genannt, sondern dass sie in größere ökologische Sachzusammenhänge eingeordnet werden, wie es am Beispiel der biologischen Abbaubarkeit bereits beschrieben wurde.

So sollen komplexe Zusammenhänge wie der Treibhauseffekt, „saurer Regen“, Stoffkreisläufe, Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit usw. erläutert werden.

Die Schüler haben eine gewisse Sachkompetenz erhalten, die sie dazu befähigt, den vorgestellten alternativen nachwachsenden Kraftstoff nicht nur uneingeschränkt euphorisch zu sehen, sondern auch kritisch zu diskutieren und zu bewerten. Dazu gehört z. B. die Betrachtung des Methanols, das bei der Verarbeitung von Rapsöl zu Rapsölfettsäuremethylester verwendet wird. Daneben könnten weitere, zum Teil indirekte Nachteile andiskutiert werden, wie z. B. die der Monokulturen, wodurch einer angestrebten Ökotoptvernetzung entgegengewirkt wird. Die Schüler werden nach dieser sachlichen und kritischen Auseinandersetzung mit dem Thema zu der Erkenntnis gelangen, dass die ökologischen Vorteile von Biodiesel überwiegen, sein Einsatz sich lohnt und darüber hinaus sogar in umweltsensiblen Bereichen wie den vorgestellten notwendig ist.

Dies ist die sachliche und gedankliche Überleitung zur Hausaufgabe, die einen vertiefenden, problemlösenden und transferierenden Charakter hat.

Zwei Kopiervorlagen als Arbeitsmaterial zur ausgearbeiteten Unterrichtsstunde finden sich im Anhang.



Verlaufsplan der Unterrichtsstunde

Unterrichtsschritte	Arbeitsform	Medien	Didaktische Kommentare
I. Einstieg: a) Foto einer Tanksäule mit Biodiesel (Bild als Gesprächsanlass)	Impuls	Folienbild	Sammeln von Schülervermutungen (z. B. Biodiesel ist ein Produkt aus Raps, ein alternativer Kraftstoff, wird anstelle von Diesel eingesetzt, ist eine „Form von Rapsöl“)
b) Einordnung: Demonstration und Erläuterung der verschiedenen Produkte des Raps-samens aus den verschiedenen Verarbeitungsschritten und ihre Verwendung	Schülerbeiträge	Proben	Erläuterungen der verschiedenen Verarbeitungsschritte von Raps bzw. Rapssamen mit Nennung der Produkte und ihrer Verwendungszwecke (s. Sachanalyse)
Vorstellen von Biodiesel	Lehrerdemonstration und Lehrerinformation	Probe	Aufklärung über die Herstellung
II. Erarbeitung: a) Erläuterung über Verwendung „Biodiesel kann ohne Probleme in jedem serienmäßigen Dieselmotor eingesetzt werden.“	Lehrerinformation		
b) Gründe für den Einsatz von Biodiesel, erläutert an einem Beispiel aus einem umweltsensiblen Bereich	Impuls	Folienbild (Foto), Tafel	Schüler erläutern die Abbildung: z. B. zwei Fahrzeuge im Einsatz auf den Filterschichten (Sandschichten eines leeren Trinkwassergewinnungsbeckens) Erläuterung der Gründe, für den Einsatz von Biodiesel in diesen Fahrzeugen: – umweltschonend – biologisch abbaubar (unter Einbeziehung der Reduzententätigkeit)
c) Aufgabe: Erarbeitung ökologischer Vorteile/ Nachteile von Biodiesel als Beispiel für einen nachwachsenden Rohstoff	Partnerarbeit	Arbeitsblatt	Ökologische Vorteile: a) Oberbegriffe finden b) Einordnen und begründen
III. Sicherung Ermittlung der Ergebnisse	Unterrichtsgespräch	Tafel	Zusammenstellung der Ergebnisse (s. geplantes Tafelbild)
IV. Bewertung	Unterrichtsgespräch	Poster	Kritische Einordnung der Ergebnisse (Ersatz für Methanol entwickeln, Probleme der Monokulturen, Industrialisierung des Bodens usw.)

(Unterrichtsentwurf in Anlehnung an das lernpsychologische Stufenschema von Heinrich Roth)

Hausaufgabe:

Überlege, in welchen Bereichen du noch Biodiesel einsetzen würdest und begründe deine Entscheidung.

Lernziele

Die Schüler sollen als zukünftige Verbraucher

- eine Sensibilisierung für die Verwendung von Produkten nachwachsender Rohstoffe entwickeln,
- ökologische Vorteile eines alternativen Kraftstoffes erkennen und bewerten,
- die Verwendung von Rapsöl und seinen Produkten in einem umweltsensiblen Bereich kennen lernen und erläutern,
- Vorteile und Bedeutung dieses Einsatzes für die Umwelt und den Menschen erkennen, begründen und bewerten,
- sich nach Erlangen einer gewissen Sachkompetenz kritisch mit diesem aktuellen Thema auseinandersetzen.



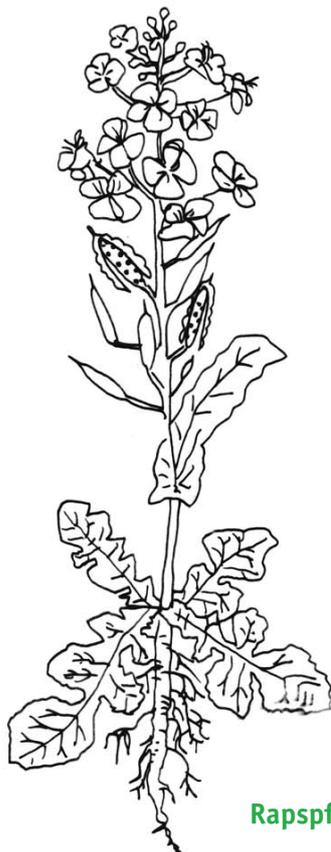
6 Sachinformationen zum Raps

Biologische Grundlagen

Raps (*Brassica napus* L.var.napus) gehört neben vielen anderen Kulturpflanzen (z. B. Rettich, Radieschen) und auch Wildpflanzen (Hirtentäschelkraut, Ackersenf) zur Familie der Kreuzblütler und hier zur Gattung *Brassica*. Es werden Sommer- und Winterformen unterschieden. Raps ist entstanden aus der natürlichen Kreuzung und Addition der jeweiligen Chromosomen von Rübsen und einem Wildkohl.

Freie Bastardisierung

Rübsen ($2n = 18$)	x	Wildkohl ($2n = 20$)	P
	Raps ($2n = 38$)		F1



Rapspflanze

Wurzel

Unter günstigen Bodenbedingungen entwickelt der Raps eine nach oben rübenförmige, stark verzweigte Pfahlwurzel, die einen Tiefgang von 120 – 150 cm erreichen kann. Sie besitzt wenige, kurze Seitenwurzeln, aber sehr lange Wurzelhaare, die dem Raps die Wasser- und Nährstoffaufnahme aus kleinen Bodenporen ermöglichen.

Stängel

Raps bildet bei ausreichendem Platz einen kräftigen, aufrechten, mehr oder weniger verzweigten Stängel, der über 1,5 Meter Länge erreichen kann. Bei gesunder Abreife ist der Stängel zum Zeitpunkt der Ernte wenigstens im unteren Teil noch grün.

Laubblätter

Die Laubblätter der Rapspflanze sind blaugrün, unbehaart und halb stängelumfassend. Beim Winteraps entwickeln sich zunächst dunkelgrüne, bläulich bereifte, meist kahle Rosettenblätter und dann die stark bereiften Stängelblätter, die ungleichmäßig am Stängel verteilt und wechselständig sind.

Die mittleren Blätter sind sitzend und stängelumfassend, schräg aufwärts gestellt und rinnenförmig vertieft. Sie sind mit einer Wachsschicht überzogen und können aufgrund ihrer Stellung das Regenwasser gut zum Stängel leiten. Die unteren Blätter sind fiederspaltig, d.h. links und rechts der Mittelrippe läuft die Blattspreite mit tief eingeschnittenen Lappen herab.

Blüte

Die generativen Organe der Rapspflanze weisen viele Blütenanlagen auf, von denen nur 5 – 20 Prozent befruchtungsfähige Blüten entwickeln. Davon wiederum bilden letztlich ca. 40 – 60 Prozent eine Schote aus.

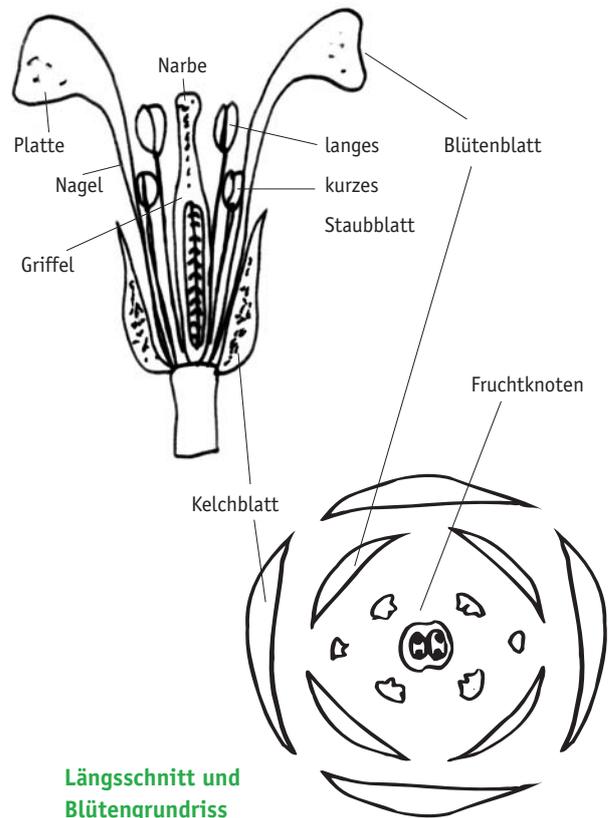
Der Blütenstand ist eine verlängerte, lockere Traube, in der die Knospen deutlich über den bereits geöffneten Blüten stehen. Zuerst entwickelt sich die Blütenanlage des Haupttriebes, der sich je nach äußeren Bedingungen mehr oder weniger stark verzweigt. Diese Nebenachsen tragen auch eigene Blütenanlagen. Die Einzelblüten sind gelb und nicht besonders groß; sie besitzen vier Kelch- und vier Kronblätter.

Je zwei der vier schmalen grünlichgelben Kelchblätter stehen sich gegenüber. Die vier Kronblätter sind im Wechsel mit den Kelchblättern kreuzweise angeordnet (Kreuzblüte). Den unteren schmalen Abschnitt des Blütenblattes nennt man „Nagel“, den oberen breiten Abschnitt „Platte“.

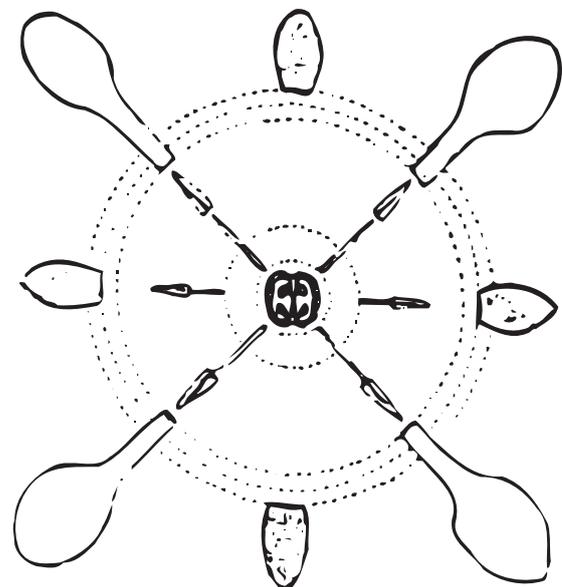
Die aufrecht stehenden Nägel bilden mit den Kelchblättern zusammen eine Röhre. Die Platten biegen sich nach außen und stehen waagrecht. In der Blüte stehen vier langgestielte und zwei kurzfüßige Staubbeutel. Vier grüne Drüsen (Nektarien) am Grunde der Staubgefäße scheiden Nektar ab. Auf einem kurzen Griffel sitzt eine knopfförmige Narbe.

Befruchtung

Bei Raps ist grundsätzlich eine Fremdbefruchtung vor allem durch Insekten möglich. Die Insekten lassen sich auf der Platte nieder und senken den Rüssel in die Blütenröhre, um die Nektarien zu erreichen. Die dabei „störenden“ Staubblätter werden zur Seite gedrückt, wobei Blütenstaub an den Insekten haften bleibt, der dann wiederum an den Narben anderer Rapsblüten hängen bleibt. Es überwiegt jedoch zu über 70 Prozent die Selbstbefruchtung. Der Befruchtungsvorgang ist witterungsabhängig (bei kühler, feuchter Witterung problematisch).



Längsschnitt und Blütengrundriss



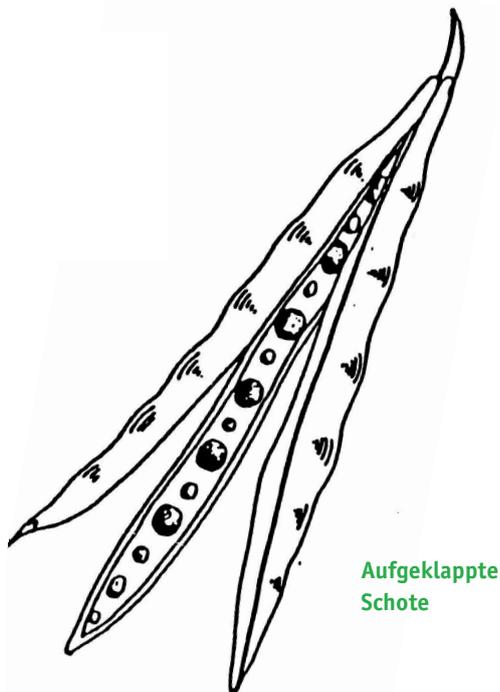
Auseinander gelegte Kreuzblüte

Blühvorgang

Der Blühvorgang der einzelnen Blüte ist an einem Tag abgeschlossen. Die Blühdauer der Gesamtpflanze dauert entsprechend dem Entwicklungsalter der einzelnen Triebe länger. Für das Abblühen des Gesamtbestandes werden drei bis fünf Wochen benötigt. Der Blühvorgang ist temperaturabhängig.

Frucht

Aus dem Fruchtknoten geht nach der Bestäubung die Frucht hervor, in diesem Fall eine Schote von vier bis sechs Zentimetern Länge. Der Fruchtknoten wird von besonders gestalteten Blättern, den Fruchtblättern gebildet, die an zwei langen Nähten zusammenwachsen. Die Frucht ist durch eine Scheidewand in zwei Fächer geteilt. Bei der Reife reißen die zwei Verwachsungsnähte auf, die Fruchtblätter lösen sich von unten nach oben und die Frucht springt mit zwei Klappen auf. Dabei bleibt die Scheidewand am Fruchtsiel stehen. Sie trägt zwei Reihen kleiner, gestielter, etwa einen Millimeter große Samen. Der Wind löst sie von ihren Stielchen ab und verbreitet sie.



Reifephasen

Vom Beginn der Blüte bis zur Abreife kann man für Winterraps ca. 60 Tage rechnen. Man unterscheidet vier verschiedene Reifephasen:

- Grünreife:** Die Schoten sind leicht hellgrün gefärbt, ihre Konsistenz ist noch weich.
- Braunreife:** Die Schoten werden gelb, die Samen bekommen zunächst „braune Backen“, werden dann völlig braun und zerfallen beim Reiben in zwei Hälften. Die Abtrocknung von Schoten und Samen beginnt.
- Vollreife:** Die Schoten werden graugelb, die Samen blauschwarz.
- Totreife:** Die Schoten sind voll abgetrocknet, beginnen zu platzen und streuen den Samen aus.

Inhaltsstoffe des Rapssamens

Zwei Drittel des Trockengewichts des Rapssamens liegen als Öl und Protein vor. Eine Tatsache, die Raps als landwirtschaftlich-pflanzenbauliches Produkt wertvoll macht.

Rapssamen besteht zu 12–16 Prozent aus der Samenschale. Sein Kern wird vom hellgelben Embryo mit zwei Kotyledonen (Keimblättern) und weiterem Zellgewebe gebildet. Aus dem Embryo entwickeln sich beim Keimvorgang Sprossspitze und Wurzeln.

Der Feuchtigkeitsgehalt beträgt im „lufttrockenen Zustand“ sechs bis acht Prozent. Der Ölgehalt der Rapssamen schwankt in Abhängigkeit vom Erbgut und äußeren Umwelteinflüssen zwischen 39 Prozent und 45 Prozent (der Ölgehalt ist abhängig vom genetischen Typ und von Umwelteinflüssen). Etwa 22 Prozent machen Eiweißstoffe aus, die zwischen den Öltropfen in den Kotyledonen liegen. Dieses Eiweiß ist hochwertig und entspricht in seiner Aminosäurezusammensetzung und damit im Futterwert dem Sojabohnen-Eiweiß.

Der Gehalt der Inhaltsstoffe ist während der Abreife stark temperaturabhängig, wobei eine enge negative Korrelation zwischen Fett- und Eiweißgehalt besteht.



Rapsanbau

2005 wurde in Deutschland auf einer Fläche von ca. 1,3 Millionen Hektar Raps angebaut. Das sind gut 13 Prozent der gesamten Ackerfläche. Die größten Anbauggebiete in Deutschland liegen in Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Bayern. In der Europäischen Union ist Deutschland mittlerweile der führende Rapszeuger.

Der überwiegende Anteil der Rapssaat ist der so genannte Winterraps, welcher im August gesät wird und als Rosettenpflanze überwintert. Im Mai des Folgejahres steht der Raps in voller Blüte. Zwei bis drei Monate später, wenn die Schoten eingetrocknet sind, ist der Raps erntereif. Er wird gemäht und gedroschen. Auf diese Weise gewinnt man die Rapssaat, pro Rapspflanze circa 2.000 kleine schwarzbraune Körner mit einem Ölgehalt von über 40 Prozent.

Raps verbessert durch seine tiefen Wurzeln und das auf dem im Acker verbleibende Rapsstroh für die nachfolgende Frucht die Bodenstruktur und ist deswegen eine sehr gute Vorfrucht. Weizen nach Raps angebaut bringt beispielsweise ca. 7dt/ha höhere Erträge als Weizen nach Weizen. Im Allgemeinen wird Raps in Getreidefruchtfolgen alle vier Jahre, in Getreide-Hackfrucht-Folgen alle fünf bis sieben Jahre auf der gleichen Fläche angebaut.

Geschichte des Rapsöls – Durch Züchtung zum Erfolg

In Mitteleuropa lassen sich die Anfänge des Rapsanbaus bis in das 14. Jahrhundert zurückverfolgen. Das Rapsöl wurde seitdem zu Speisezwecken und vor allem als Lampen- und Schmieröl verwendet. Die bei der Ölgewinnung anfallenden eiweißhaltigen Pressrückstände dienten damals schon, wie heute auch, als Viehfutter. Nach Erfindung der hydraulischen Presse im Jahre 1795 konnte das Öl im größerem Maßstab gewonnen werden. Der industrielle Aufschwung im 19. Jahrhundert eröffnete neue Einsatzmöglichkeiten für Raps- und Rüböl, da ein großer Bedarf an Schmieröl für die Maschinen gedeckt werden musste.

Der enorme Bevölkerungsanstieg (in Deutschland von 25 Mio. im Jahre 1875 auf 67 Mio. im Jahre 1923) zog einen hohen Bedarf an pflanzlichen Nahrungsmitteln nach sich. Dieses wurde dadurch verstärkt, dass zu dieser Zeit die tierischen Lebensmittel sehr teuer waren. Eine bahnbrechende Entwicklung war die Entdeckung der Margarineherstellung im Jahre 1869, wodurch die pflanzlichen Öle in noch größerem Umfang der menschlichen Ernährung zugeführt werden konnten. Durch weitere technische Neuerungen zu Beginn des 20. Jahrhundert, wie z. B. die Einführung der Extraktion des Öls mit organischen Lösungsmitteln, konnte die Ölausbeute noch wesentlich erhöht werden.



Im 19. Jahrhundert begannen erste Züchtungsmaßnahmen an der Rapspflanze. Intensiviert wurde die Züchtungsarbeit aber erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Im Jahr 1974 konnten die deutschen Rapszüchter einen Meilenstein der Rapszüchtung verzeichnen. Es war gelungen, die erste erucasäurefreie Rapsorte zu züchten und in den Markt einzuführen. Dieser so genannte 0-Raps (sprich: Null-Raps) weist durch den Austausch der einfach ungesättigten Erucasäure gegen die ebenfalls einfach ungesättigte Ölsäure ein für die menschliche Ernährung nahezu ideales Fettsäurenmuster auf.

Elf Jahre später, 1985, wurde ein weiterer maßgeblicher Erfolg in der deutschen Rapszüchtung erzielt. Der Glucosinolatgehalt des 0-Rapses konnte auf unter zehn Prozent des Ausgangswertes gesenkt werden. Glucosinolate in Raps sind unerwünscht, weil sie die Eignung des Rapsschrotes für die Tierfütterung einschränken.

Man bezeichnet die für Ernährungszwecke heute ausschließlich angebauten Rapsorten als 00-Raps (sprich: Doppel-Null-Raps). Ergebnis der jahrelangen intensiven Arbeit der deutschen Rapszüchter ist eine Rapspflanze, die ein Öl mit einem für die menschliche Ernährung hervorragenden Fettsäurenmuster und darüber hinaus ein wertvolles Eiweiß für die Tierfütterung liefert. Durch züchterische Arbeit wurden inzwischen zahlreiche weitere Rapsorten entwickelt, die an ihre speziellen Verwendungszwecke angepasst werden.

Fettsäurevarianten bei Raps

Das Fettsäurenmuster bestimmt die Qualität eines Pflanzenöls und damit seine spezifischen Verwendungsmöglichkeiten in der Ernährung oder im Non-Food-Bereich. Die Rapszüchtung zielt darauf ab, eine für den geplanten Verwendungszweck „maßgeschneiderte“ Fettsäuren-Zusammensetzung zu erzielen, indem der Gehalt einzelner Fettsäuren optimiert wird.

Von Natur aus ist das Rapsöl reich an Erucasäure, einem nachgefragten Rohstoff im technischen und oleochemischen Bereich. Für diese Anwendungen gibt es Bestrebungen, den Erucasäuregehalt noch zu erhöhen. Im Hinblick auf die Verbesserung der Qualität als Speiseöl wurden erucasäurefreie Sorten entwickelt, die einen erhöhten Ölsäuregehalt aufweisen.

Fettsäure	Eruca-Raps (herkömmlicher Raps)	0- bzw. 00-Raps	Niedrig-Linolen	Hoch-Ölsäure
Palmitin (C16:0)	3	4	4	4
Stearin (C18:0)	1	2	2	2
Ölsäure (C18:1)	11	60	61	83
Linol (C18:2)	12	21	28	6
Linolen (C18:3)	9	10	3	4
Eicosen (C20:1)	8	1	1	1
Eruca (C22:1)	52	1	-	-
Rest	4	1	1	1



Die Herstellung von Rapsöl

Je nach Verarbeitung lassen sich aus Rapssaat unterschiedliche Rapsöle mit ihren charakteristischen Eigenschaften gewinnen. Aus der größten Menge der Rapssaat wird das geschmacksneutrale Feine Rapsöl hergestellt.

Dessen Herstellung lässt sich in vier Arbeitsschritte gliedern:

1. Aufbereitung der Rapssaat

Bevor die erste Verarbeitungsstufe einsetzt, wird die Rapssaat aufbereitet, d. h. gereinigt und zerkleinert. Durch diese Zerkleinerung wird die Oberfläche der Saat erheblich vergrößert, was zu einer besseren Ölausbeute führt. Um möglichst viel Öl beim ersten Pressvorgang zu gewinnen, wird die zerkleinerte Saat zusätzlich in so genannten Wärmepfannen erwärmt, damit das in der Saat enthaltene Öl dünnflüssiger wird und sich besser auspressen lässt.

2. Pressung

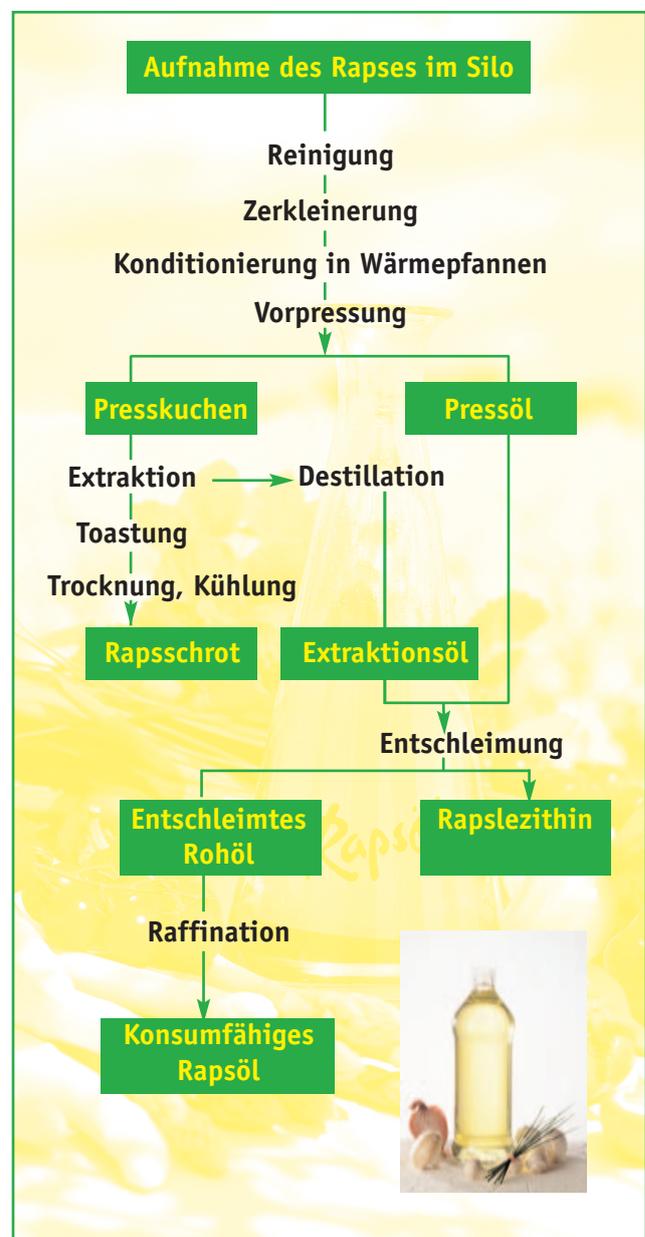
Der erste Teil des Öls wird durch mechanisches Pressen gewonnen, wobei die wertvollen Inhaltsstoffe erhalten bleiben. Dabei wird im wahrsten Sinne des Wortes mithilfe von Schneckenpressen „Druck“ auf die Saat ausgeübt, wobei Temperaturen um 70 °C entstehen. Durch diesen ersten Pressvorgang lässt sich nicht das gesamte Öl gewinnen, das in der Saat enthalten ist.

3. Aufbereitung

Der neben dem Öl anfallende so genannte „Presskuchen“ enthält noch etwa 6 bis 12 Prozent Öl. In einem zweiten Verarbeitungsschritt wird dieser weiter zerkleinert und in einem Extrakteur bis auf einen Restölgehalt von 1 bis 2 Prozent weiter entölt. Neben Rapsöl wird in diesem Schritt das so genannte Rapsschrot für die Tierfütterung gewonnen.

4. Entfernung von Geruchs-, Geschmacks- und Farbstoffen

Anschließend werden in mehreren Arbeitsschritten Geruchs-, Geschmacks- und Farbstoffe aus dem Öl entfernt. Modernste Großanlagen garantieren, dass der Gehalt an wertvollen Inhaltsstoffen des Rapsöls nur unwesentlich beeinträchtigt wird. So erhält man zum Schluss ein aus ernährungsphysiologischer Sicht hochwertiges, geschmacksneutrales, sehr bekömmliches und vielseitig verwendbares Speiseöl.



Die Verwendung von Rapsöl

Im Jahr 2005 haben die deutschen Ölmühlen insgesamt 5,6 Millionen Tonnen Rapssaat verarbeitet. Davon stammten über 4 Millionen Tonnen aus deutscher Erzeugung. Bei einem durchschnittlichen Ölgehalt von 42 Prozent ergibt dies rund 2,3 Millionen Tonnen hochwertiges Rapsöl.

Rapsöl wird verwendet

in Lebensmitteln:

Speiseöl, Margarine, Mayonnaise, Backwaren...

in Futtermitteln:

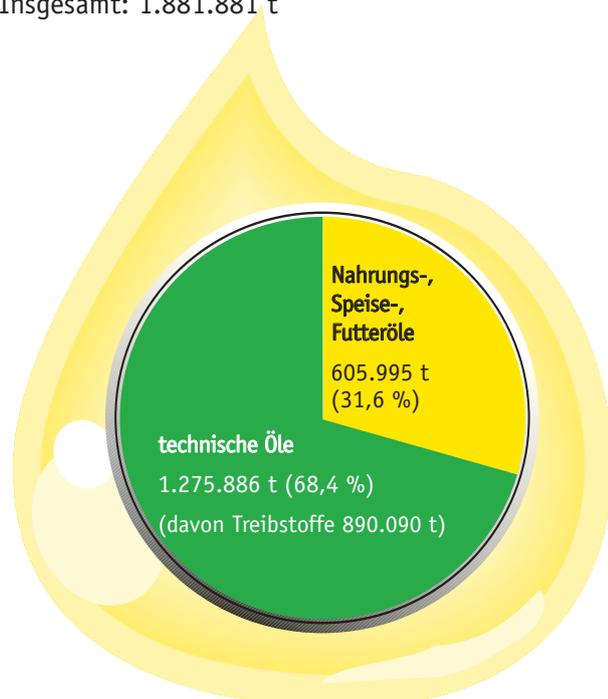
Staubbindung, Rinderfütterung, Schweinefütterung, Geflügelfütterung

in chemisch-technischen Bereichen:

Verlustschmierstoff, Hydrauliköl, Schmieröl, Motorsägekettenöl, Tenside, Kosmetika, Farben, Lacke, Treibstoffe...

Verwendung von Rapsöl (2005)

Insgesamt: 1.881.881 t



Für Ernährungszwecke:

Rapsöl ist ein ernährungsphysiologisch wertvolles Pflanzenöl, das verbreitet als Speiseöl verwendet wird oder als Zutat in Margarine, Mayonaisen, Backwaren, Süßwaren und anderen Produkten weiterverarbeitet wird.

Im chemisch-technischen Bereich:

Schmierstoffe und Hydrauliköle aus Rapsöl kommen bevorzugt in umweltsensiblen Bereichen zum Einsatz. Die umweltfreundlichen Hydraulik-, Getriebe- oder Sägekettenöle haben sich in Land- und Forstwirtschaft mittlerweile ebenso bewährt wie als Weichenschmieröle bei der Bahn. Darüber hinaus werden Bioschmierstoffe mit Erfolg als Kühlschmiermittel bei Bohrern und Fräsen in der Metallverarbeitung sowie als Motoröle in der Schifffahrt und Wasserwirtschaft eingesetzt.

Wasch- und Spülmittel, Allzweckreiniger, auch Shampoos und Duschbäder und vor allem flüssige Feinwasch- und Handgeschirrspülmittel sowie Kosmetika können „natürliche“ Tenside, d.h. waschaktive Substanzen, auf Rapsölbasis enthalten. Sie haben gegenüber ihren Verwandten auf Mineralölbasis die „Nase vorn“, weil sie sich im Abwasser vollständig abbauen, die Umwelt dadurch nicht belasten und hautverträglicher sind. Darüber hinaus ist Rapsöl Rohstoff für Farben und Lacke.

Ein bedeutender Einsatzbereich für Rapsöl ist seine Verwendung als Kraftstoff (siehe unten).

800.000 Tonnen pflanzlicher Öle (davon ca. 120.000 t Rapsöl) und weitere 350.000 Tonnen tierischer Fette nutzt die chemische Industrie jedes Jahr in Deutschland, davon allein 430.000 t für die Herstellung von Tensiden für Wasch- und Reinigungsmittel, Pharmaka oder Kosmetika. Für die Herstellung von Schmierstoffen und Hydraulikölen werden ca. 46.500 Tonnen jährlich verwendet. Die überwiegende Menge fließt jedoch in die Herstellung von Biodiesel oder wird direkt als Pflanzenölkraftstoff genutzt.

Biodiesel (Rapsölfettsäuremethylester, RME)

Herstellung und Einsatzmöglichkeiten

Für die Nutzung von reinem Pflanzenöl als Kraftstoff sind nicht nur speziell umgerüstete Motoren notwendig, auch die Ölqualität muss stimmen. Viel weiter verbreitet ist bislang die Umwandlung des Öls zu Rapsölmethylester (RME), auch Biodiesel genannt.

Chemisch gesehen ist die Herstellung von RME eine Umesterung, d.h. aus den Glycerinestern des Rapsöls werden mittels basischer Katalyse (KOH oder NaOH) Glycerin von den Fettsäuren abgespalten und die Säuregruppen mit Methanol erneut verestert. Der Ester besitzt Eigenschaften, die sich vor allem in der Viskosität, das heißt in den Fließeigenschaften, von denen des Pflanzenöls unterscheiden und ihn mit herkömmlichem Dieseldieselkraftstoff vergleichbar machen. Das anfallende Glycerin wird nach der Reinigung vor allem als Rohstoff in der chemischen Industrie verwendet. Damit ist die Herstellung von Biodiesel praktisch abfallfrei, weil auch das bei der Ölpressung aus Rapssamen anfallende Rapsschrot als hochwertiges Eiweißfuttermittel für Nutztiere verwendet wird.

Ein Großteil der neuen Dieselfahrzeuge ist dafür bereits vom Hersteller freigegeben. Aufgrund der biologischen Abbaubarkeit ist sein Einsatz besonders in umweltsensiblen Bereichen sinnvoll. Biodiesel treibt anstelle von Heizöl neuerdings auch stationäre Anlagen (z.B. Blockheizkraftwerke) zur Strom- und Wärmeerzeugung an. Prominente Beispiele sind das Reichstagsgebäude sowie wie Gebäude für die Abgeordneten und das Kanzleramt. Auch die Kindertagesstätte des Bundestages wird mit „Biodieselenergie“ versorgt. Immerhin werden dort pro Jahr insgesamt 4.000 t Biodiesel benötigt. Mit jedem Liter Biodiesel anstelle von Erdöl werden 2,2 kg Kohlendioxid eingespart.

Wirtschaftliche Bedeutung von Biodiesel

Biodiesel ist nicht der einzige Biokraftstoff, hat aber momentan die weitaus größte Bedeutung. Er hat sich in den vergangenen zehn Jahren zu einem etablierten Kraftstoff entwickelt, der bereits etwa an jeder zehnten Tankstelle getankt werden kann. In Deutschland produzieren derzeit 30 Biodieselhersteller mit einer Kapazität von deutlich über zwei Millionen Tonnen den alternativen Kraftstoff. 2005 wurden in Deutschland 1,8 Millionen Tonnen Biodiesel verkauft, das sind sechs Prozent des benötigten Dieseldieselkraftstoffbedarfs.



7 Literatur und Links

C.A.R.M.E.N. e.V. (Hrsg.) (2006): Unterrichtsmaterial Nachhaltige Rohstoffe. Aulis Verlag Deubner. Köln

Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH (Hrsg.) (2001): Nachhaltige Rohstoffe. Produkte aus dem Kreislauf der Natur. Bonn.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2004): Erneuerbare Energien. Innovationen für die Zukunft. Berlin.

Deutscher Bauernverband e. V., UFOP e. V. (Hrsg.) (2003): Sonderdruck: Nachhaltige Energie. Bonn, Berlin.

Deutscher Bauernverband e. V., UFOP e. V., Bundesverband BioEnergie e. V. (Hrsg.) (2005): Zukunftsmarkt Bioenergie. Strom, Wärme und Kraftstoffe aus Biomasse. Bonn, Berlin.

Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe (Hrsg.) (2004): Pflanzen für die Industrie. Gülzow.

Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe (Hrsg.) (2005): Biokraftstoffe. Gülzow.

Top Agrar (Hrsg.) (2003): Neue Energien vom Bauernhof: Sonne, Wind, Wasser, nachhaltige Rohstoffe. Münster.

UFOP Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (Hrsg.) (2006): Biodiesel und pflanzliche Öle als Kraftstoffe – aus der Nische in den Kraftstoffmarkt. Stand und Entwicklungsperspektiven. Berlin.

UFOP Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (Hrsg.) (2004): Biodiesel – Flowerpower. Fakten. Argumente. Tipps. Berlin.

UFOP Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (Hrsg.) (2004): UFOP-Sonderdruck: Nachhaltige Rohstoffe. Berlin.

www.ufop.de (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V.)

www.agqm-biodiesel.de (Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel)

www.carmen-ev.de (Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing und Entwicklungsnetzwerk e. V.)

www.fnr.de, www.nachwachsende-Rohstoffe.de (Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe)

www.bioenergie.de (Bundesverband Bioenergie)

Anhang

8 Anhang mit Arbeitsmaterial



Biodiesel:
ein Kraftstoff aus Biomasse, eine alternative Energiequelle ?!

Vergleich von Verbrennungsrückständen:
Schwefelgehalt bei konventionellem Diesel 0,2 %, bei Biodiesel maximal 0,001 % (an der Grenze zur Nachweisbarkeit)

Biodiesel ist gespeicherte Sonnenenergie! Stichwort CO₂.

Wenig Partikelemissionen: Biodiesel verbrennt durch seinen hohen Sauerstoffanteil sehr sauber.

Mehrverbrauch durch Biodiesel: Im Vergleich zu herkömmlichem Diesel ist der spezifische Energiegehalt von Biodiesel etwas niedriger. Deshalb ist der Kraftstoffverbrauch bis zu 5 Prozent höher.

Tod von Millionen Mikroorganismen im Boden:
Durch einen undichten Kraftstofftank im LKW lief konventioneller Dieselmotorkraftstoff aus!

Die Nase bestätigt es: Die Abgase aus der Verbrennung von Biodiesel stinken nicht nur nicht, nein, sie riechen angenehm nach Bratfett!

Biodiesel – eine Form der energetischen Nutzung von Biomasse!

Bei der Verwendung von 1 kg konventionellem Diesel werden 4,53 kg CO₂ als Klimagas in die Atmosphäre emittiert, dagegen: Bei der Verwendung von 1 kg Biodiesel werden ca. 1,53 kg CO₂ als Klimagas in die Atmosphäre emittiert.

1 Liter konventioneller Diesel verunreinigt 1 Millionen Liter Trinkwasser, die gleiche Menge Biodiesel wäre in 21 Tagen abgebaut.

Abgase von Biodiesel enthalten ca. 10 % weniger Kohlenstoffmonoxyd und über 30 % weniger Kohlenwasserstoffe als die von konventionellem Diesel.

Biodiesel kann als erneuerbare Energiequelle zusammen mit anderen nachwachsenden Rohstoffen und Wind, Wasser und Solarenergie eine CO₂-Entlastung von 5–10 % leisten!

Bei der chemischen Verarbeitung von Rapsöl zu Biodiesel wird Methanol eingesetzt. Methanol wird aus Kostengründen hauptsächlich aus Erdgas hergestellt.

Der Flammpunkt von Biodiesel liegt bei ca. 170 °C, der von konventionellem Diesel bei ca. 55 °C.

Klimaschutz: Jeder Liter Biodiesel, der fossilen Diesel ersetzt, vermindert den Treibhauseffekt.

Aufgabenstellung:

Stelle anhand der Aussagen die Vorteile und Nachteile von Biodiesel heraus und erläutere diese.