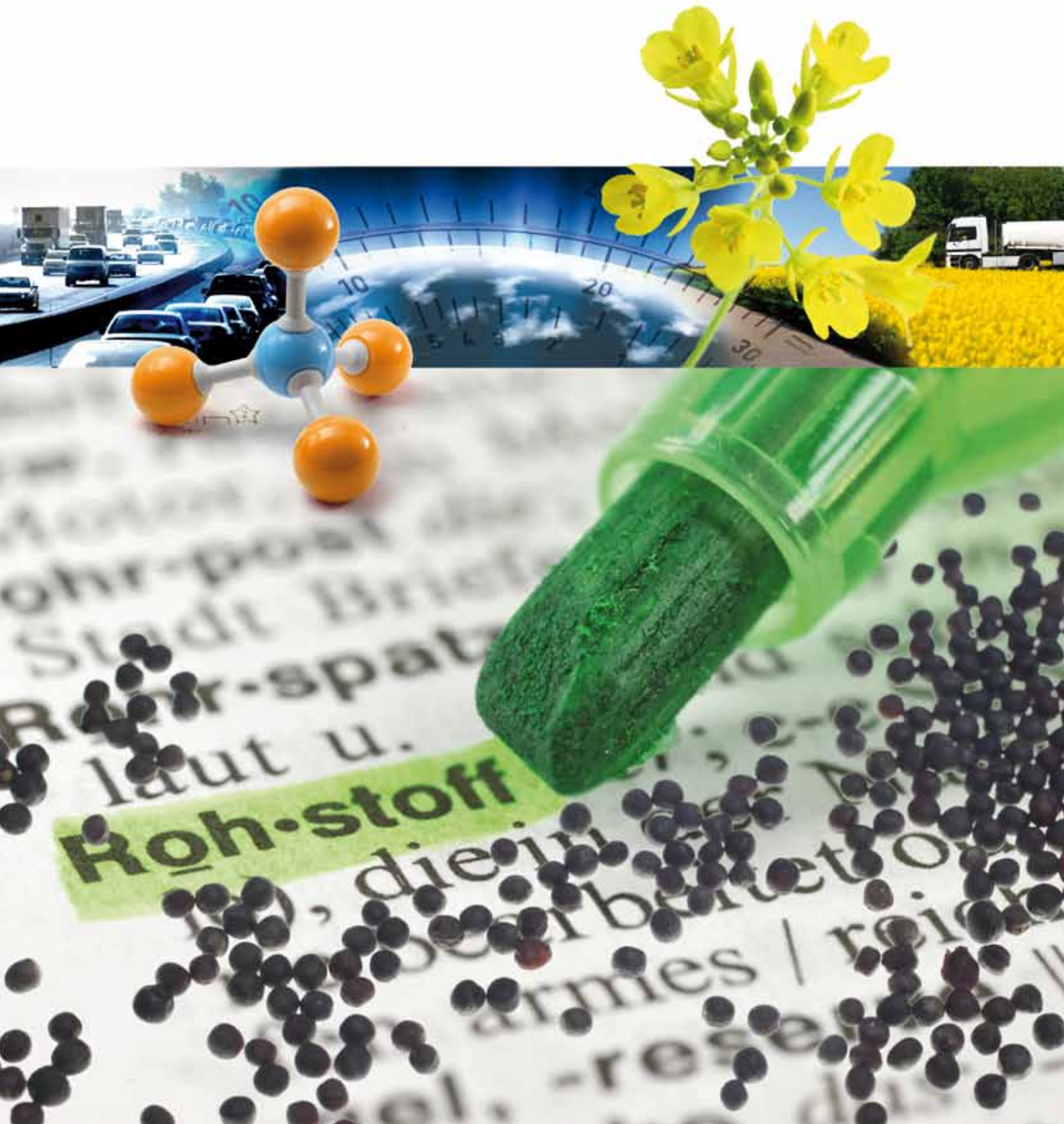


Energie vom Acker als Beitrag zum Klimaschutz



Energie vom Acker als Beitrag zum Klimaschutz

| | | | |
|-----------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Chemie/ Geographie | 1 | Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffverbindungen: Energie und Nebeneffekte | |
| | a | Baukasten der organischen Chemie – etwas Basiswissen..... | 3 |
| | b | Vom Erdöl zum Benzin | 4 |
| | c | Rascher Verbrauch der fossilen Energievorräte | 4 |
| Geographie | 2 | Der Mensch beeinflusst das Klima | |
| | a | Klimawandel – Tatsache oder Panikmache? | 6 |
| | b | Einfluss des Menschen auf die Klimaerwärmung | 7 |
| | c | Augen zu und durch – die falsche Strategie | 8 |
| Physik/Chemie | 3 | Biomasse im Energiesystem | |
| | a | Grün, die Farbe des Lebens | 9 |
| | b | Treibstoffe aus Biomasse..... | 10 |
| | c | Biodiesel, ein bekannter Kraftstoff | 11 |
| Biologie/Physik | 4 | Energie aus Raps | |
| | a | Die deutschen Bauern setzen auf Gelb..... | 12 |
| | b | Raps – ein leuchtendes Beispiel für nachwachsende Rohstoffe..... | 13 |
| | c | Mit Rapsöl aus der CO ₂ -Falle | 14 |
| Werkstatt | 5 | Experten informieren über umweltfreundliche Energieerzeugung | |
| | a | An der Forschungs- und Entwicklungsfront: BtL-Kraftstoffe..... | 15 |
| | b | Auf geht's zur NAWARO-Messe! | 16 |



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 Jahreiß und Carola Günther, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Didaktik der Geographie

Autoren: Dr. Astrid Jahreiß, 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/Dan Eckert; iStockphoto.com/JC559; iStockphoto.com/David Marchal; iStockphoto.com/Marek Walica; iStockphoto.com/Le Do; iStockphoto.com/Bernd Leitner; m.: Stephan Zabel, Nürnberg; u.: Thomas Bruns, Berlin; S. 3: r. o.: iStockphoto.com/Don Bayley; u. (v.r.n.l.): iStockphoto.com/mcech; iStockphoto.com/WestLight; Alicia Leuschner/PIXELIO; S. 4: l. o.: iStockphoto.com/Teun van den Dries; l. u.: iStockphoto.com/Wesley Pohl; S. 5: r. o.: Naturhistorisches Museum, Wien; r. m.: Naturschutzjugend (NAJU) im Naturschutzbund Deutschland (NABU) e.V., Berlin; u.: iStockphoto.com/Stefan Klein; S. 6: m. o.: Sammlung Gesellschaft für ökologische Forschung/Sylvia Hamberger; S. 7: o.: iStockphoto.com/lilybanerjee; S. 8: o. (v.l.n.r.): iStockphoto.com/Dan Eckert; iStockphoto.com/David Joyner; iStockphoto.com/Paul Fleet; iStockphoto.com/mike bause; S. 9: im UZS (v.l.): iStockphoto.com/Dmitry Demidovich; iStockphoto.com/DNY59; iStockphoto.com/LianeM; iStockphoto.com/Eric Isselee (2x); iStockphoto.com/Wesley VanDinter; iStockphoto.com/LianeM; S. 12: im UZS (v.o.): iStockphoto.com/Aleksandar Jocić; Thies Naturwaren, Negerbötzel; iStockphoto.com/Youssef Cader; iStockphoto.com/Logan Buell; iStockphoto.com/pagadesign; iStockphoto.com/Jurij Teplouhov; iStockphoto.com/Luca di Filippo; m.: iStockphoto.com/Oliver Malms; l. u.: iStockphoto.com/Uyen Le; S. 13: o.: iStockphoto.com/Rolf Weschke; u. (v.l.n.r.): adpic/H. Mahsen; Pflanzen-Vielfalt, Weilheim; Thomas Muer, Bad Bentheim; Rotholl.at, Hürm, Österreich; Ulf Liedén/floracyberia.net; S. 14: im UZS (v.o.): iStockphoto.com/Oliver Malms; HeiPro Umrüsttechnik, Deutschland; SHL, Zollikofen, Schweiz; iStockphoto.com/Bernd Leitner; Dr. Werner Schläger, Roßtal; S. 15: r. o.: iStockphoto.com/Don Bayley; m.: iStockphoto.com/Lynn Graesing; r. m. und u.: Volkswagen Aktiengesellschaft, Wolfsburg; S. 16: l. o.: gettyimages/Dimitri Vervitsiotis · Alle übrigen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow

ISBN: 978-3-937863-20-7

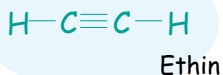
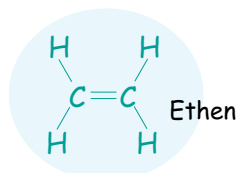
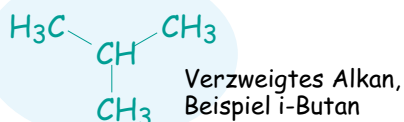
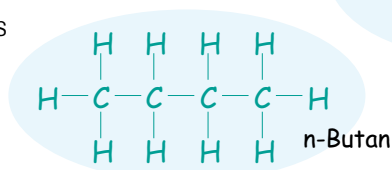
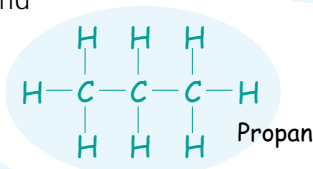
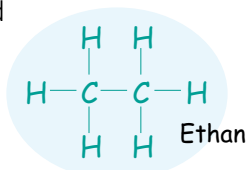
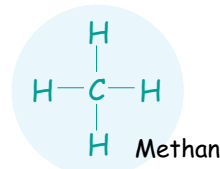
1a Baukasten der organischen Chemie – etwas Basiswissen

Traditionell werden Verbindungen des Kohlenstoffs, die Wasserstoff enthalten (mit wenigen Ausnahmen wie z. B. Kohlensäure), als organische Verbindungen bezeichnet. Weitere organische Substanzen, deren Kenntnis man zum Verständnis nachwachsender Rohstoffe benötigt, bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Die einfachste organische Verbindung ist das **Methan**, ein Gas mit der chemischen Formel CH_4 . In der Darstellung bedeuten die Striche jeweils eine Atombindung, somit zwei Elektronen.

Im **Ethan** dagegen sind zwei Kohlenstoffatome miteinander verknüpft. Die restlichen sechs Bindungen verbleiben für Wasserstoffe. Das **Propan** und das **Butan** zeigen, dass durch Verlängerung der Kette durch jeweils ein CH_2 -Glied die nächste Verbindung entsteht. Methan, Ethan, Propan und Butan sind Gase.

Längerkettige Verbindungen sind flüssig und im Benzin und Dieselkraftstoff enthalten. Verbindungen mit noch längeren Ketten sind fest (z. B. Kerzenparaffin). Alle diese Verbindungen heißen **Alkane**. Und Ketten mit 10.000 Kohlenstoffatomen? Dies sind dann die Bestandteile von Kunststoffen (z. B. Polyethylen).



Die Kohlenstoffketten können nicht nur unverzweigt, sondern auch verzweigt sein. Dies zeigt die nebenstehende Formel an einem Beispiel. Auch solche Verbindungen sind in Treibstoffen enthalten.

Kohlenstoffatome können aber auch untereinander gleichzeitig mit zwei oder drei Bindungen verbunden sein. Dies wird dann in der Formel durch zwei beziehungsweise drei Bindungsstriche dargestellt. Diese Verbindungen heißen **Alkene**, wenn sie eine „Doppelbindung“ besitzen. Sie heißen **Alkine**, wenn sie eine „Dreifachbindung“ aufweisen. Alkene haben eine große

Bedeutung: Sie sind Ausgangsstoffe z. B. für Kunststoffe und Lacke. So wird Polyethylen aus dem abgebildeten Ethen hergestellt.

Wie man sieht, können in der organischen Chemie aus wenigen Grundbausteinen sehr viele unterschiedliche Verbindungen aufgebaut werden – was durchaus mit einem Baukasten vergleichbar ist.



Weitere Informationen findest du auf den Arbeitsblättern „Basiswissen organische Chemie“



1 b Vom Erdöl zum Benzin

Rohöl wird in Raffinerien verarbeitet. Zunächst werden durch Destillation Benzin und Dieseltreibstoff abgetrennt. Dabei fängt man alle Verbindungen auf, die bis etwa 350 °C siedend sind. Allerdings ist im Erdöl ein hoher Anteil von Verbindungen mit längeren Kohlenstoffketten enthalten, die erst bei höheren Temperaturen siedend und nicht direkt als Treibstoff für Kraftfahrzeuge geeignet sind. Durch Destillation unter verringertem Druck kann man daraus Schmieröle herstellen. Aber auch dabei bleibt ein Rest, das sogenannte Bitumen. Ohne Bitumen kämen wir heute kaum aus: Es wird heiß mit Split vermischt, heißt dann Asphalt und wird im Straßenbau verwendet.

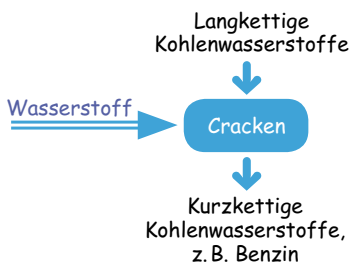
Allerdings brauchen wir viel mehr Benzin und Diesel als Schmieröl. Daher werden die Anteile des Erdöls mit langkettigen Verbindungen größtenteils weiterverarbeitet. Durch sogenanntes Cracken unter Zusatz von Wasserstoff entstehen kurzkettige Verbindungen: Benzin und Diesel.



M1 Raffinerie

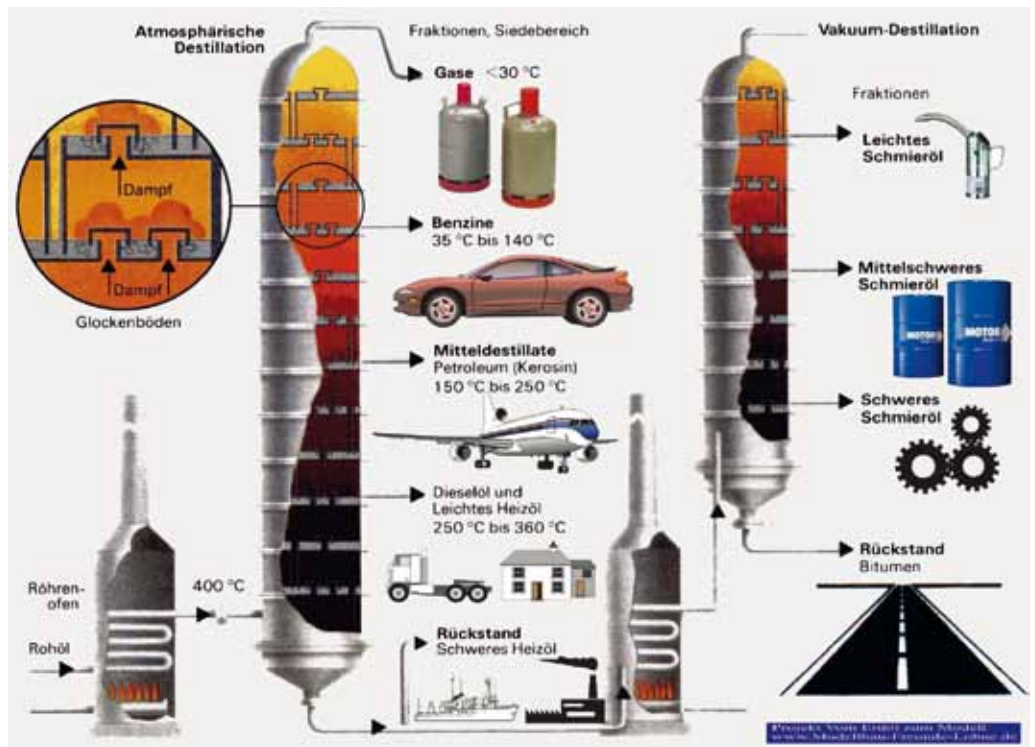
1 Erkläre die Erdölverarbeitungsschritte in einer Raffinerie.

2 Was versteht man unter „Cracken“? (M2)



M2 Vorgang des „Crackens“

Quelle: Modellbau Freunde Lohne, aus dem Projekt: Vom Erdöl zum Modell



1 c Rascher Verbrauch der fossilen Energievorräte

Seit dem Jahr 1751, etwa dem Beginn der industriellen Revolution, hat die Menschheit so viele fossile Rohstoffe verbraucht, wie in 13.300 Jahren auf der Erde an Pflanzenmasse nachwächst. Damit leben wir auf Kosten der Energievorräte, für deren Aufbau die Natur viele Jahrtausende gebraucht hat. Es ist höchste Zeit, verstärkt nach alternativen Rohstoffen zu suchen und diese einzusetzen.

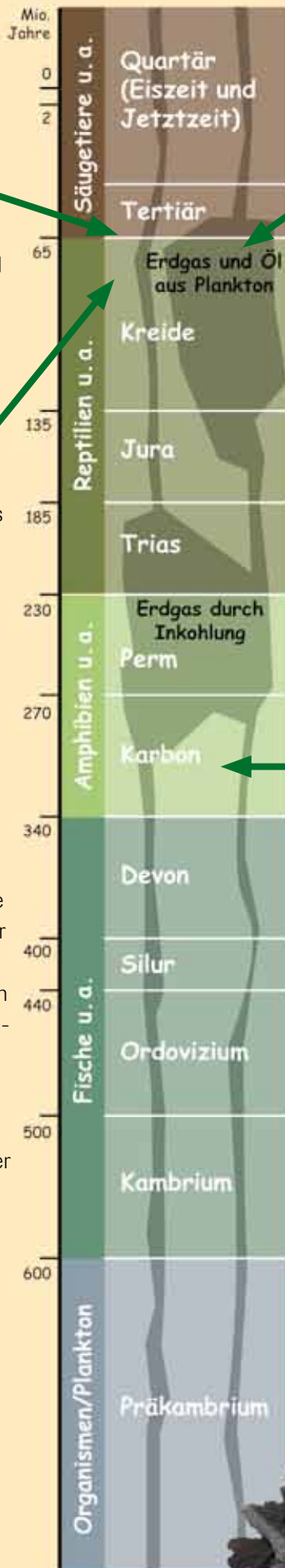


Braunkohle hat einen Kohlenstoffgehalt von 65 bis 70 %. Die wichtigsten Vorkommen sind zum Ende der Kreidezeit (vor 65 Millionen Jahren) aus absterbenden Pflanzen ausgedehnter Urwälder entstanden. In Sumpf- und Moorgebieten wurden unter meist anaeroben Bedingungen organische Kohlenstoffverbindungen in Braunkohle umgewandelt.

Erdöl ist ein Gemisch, das größtenteils aus unterschiedlichen Kohlenwasserstoffen besteht.

Erdöl konnte entstehen, als sich pflanzliches und tierisches Material, vor allem Plankton am Boden von Gewässern, absetzte und sich als Faulschlamm niederschlug. Anaerobe Bakterien wandelten diesen Faulschlamm im Laufe hunderter von Jahren über mehrere Stufen in Erdöl um, das sich in geeigneten Erdschichten und Hohlräumen sammelte.

Vor zwei Milliarden Jahren entstanden die ältesten Erdöllager. Die meisten der heute genutzten Erdölvorkommen sind vor 100 bis 500 Millionen Jahren entstanden.

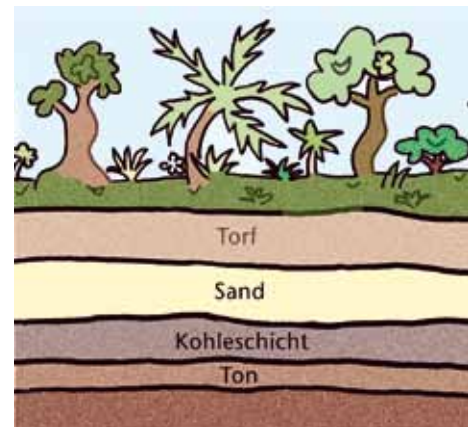


Erdgas entstand bei der Erdölbildung. Unter hohem Druck lagerte es sich in porösen Schichten der Erdkruste ein. Der Gehalt an Methan, Stickstoff, Kohlenstoffdioxid und Schwefelwasserstoff ist in den einzelnen Vorkommen sehr unterschiedlich. Eine Besonderheit bei manchen Erdgaslagern ist deren hoher Anteil an Helium. Erdgas ist ein hochwertiges, brennbares Gas. Es entstand zeitgleich mit dem Erdöl.

Steinkohle hat einen Kohlenstoffgehalt von über 80 %. Im Karbon (vor 299 bis 359 Millionen Jahren) starben in großen Baumfarnwäldern immense Mengen an Biomasse ab. Gerieten diese Lager aus Totmaterial unter Luftabschluss, begann der Inkohlungsprozess, die Umwandlung von organischem Kohlenstoff in fossile Steinkohle.



M2 Baumfarnwald



M3 Braunkohleschicht

1 Informiere dich mit Hilfe von thematischen Atlaskarten über die bedeutenden Lager von fossilen Rohstoffen.

2 Wo wird das Erdöl, das in Europa für die Herstellung von Treibstoffen und als Rohstoff für die chemische Industrie verwendet wird, gefördert? Informiere dich im Internet und im Atlas.

3 Für die Energieerzeugung stehen Erdöl, Erdgas und Kohle zur Verfügung. Für welche Bereiche (Großkraftwerke, private Heizung, Treibstoffherstellung) eignet sich welcher Rohstoff am besten?



M1 Entstehung fossiler Brennstoffe

Quelle: REGIONALWERKE AG (Hrsg., 2008), verändert

M1 Wasserstand der Elbe zwischen Torgau und Aken am 14.08.2002 (oben) und am 20.08.2002 (unten)
Quelle: NASA,
http://visibleearth.nasa.gov/view_detail.php?id=3584



Zugspitzgletscher um 1900



M3 Gletscherschmelze in den deutschen Alpen

2a Klimawandel - Tatsache oder Panikmache?

Sonnenbaden bis zum Abwinken, kaum Regen, der den Sommerurlaub vermiest, und auch kein lästiges Schneeschippen ...

So einfach und ideal ist das mit der globalen Klimaerwärmung leider nicht. Die Auswirkungen von globaler Erwärmung und Klimaveränderungen wie Hochwasser, Gletscherschmelze, Hitzewellen oder Kälteeinbrüche sind in Deutschland bereits spürbar. Solche Ereignisse nehmen zu, die Abstände dazwischen werden kürzer.



1 Beschreibe, inwieweit auch du von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein könntest.

2 Überlege, wie Mitmenschen, die einen raschen Klimawandel verneinen, die drei Ereignisse wohl erklären oder einschätzen. (M1, M2, M3)

3 Welche Funktion hat eine Rückversicherungsgesellschaft? (M4)

4 Vergleiche das Risikopotenzial von Naturgefahren mit Hilfe einer interaktiven Karte der Munich Re.

Orkan Kyrill - Ablauf

Freitag, 12.01.2007
Nach mildem Jahresbeginn warnen Meteorologen vor einem Unwetter, das sich in Kürze zusammenbrauen könnte.

Mittwoch, 17.01.2007
Der Orkan Kyrill nähert sich Europa. Relativ hohe Temperaturen beschleunigen sein Wachstum.

Donnerstag, 18.01.2007, Vormittag
Obwohl noch angenehm milde Temperaturen und geringe Windgeschwindigkeiten gemessen werden, alarmiert der deutsche Wetterdienst den Katastrophenschutz.

Donnerstag, 18.01.2007, Mittag
Der Wind nimmt im Norden deutlich zu.

Donnerstag, 18.01.2007, Nachmittag
Der Wind bläst immer heftiger. Starker Regen und ein Temperaturabfall sind der deutliche Anfang dieses Extremwetterereignisses.

Donnerstag, 18.01.2007, Abend
Der Wind wird zum Sturm. Bäume werden entwurzelt und versperren Straßen und Gleise, Rettungskräfte sind im Einsatz, um Menschen aus eingeklemmten Fahrzeugen zu retten. Mehrere Menschen werden von Ästen erschlagen.

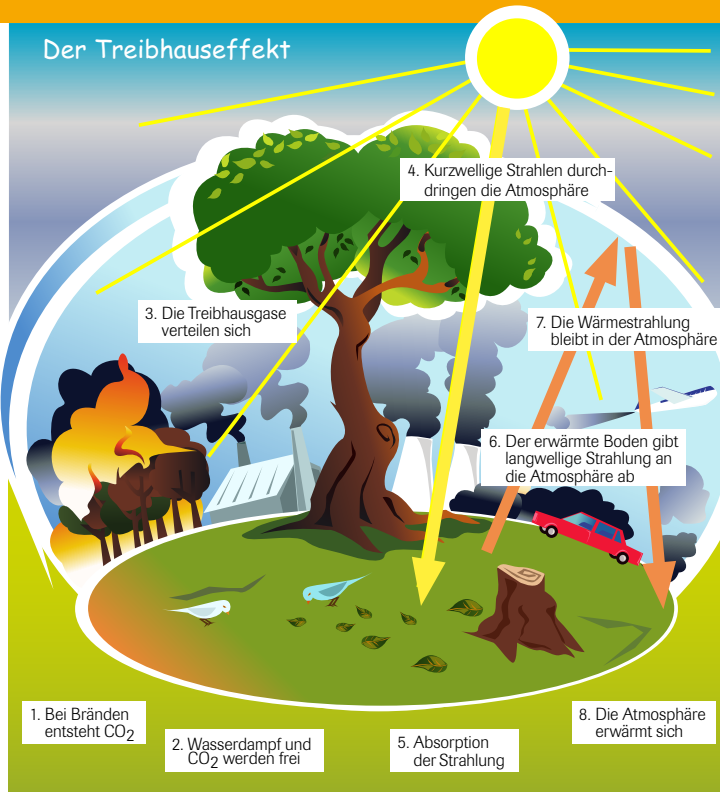
Donnerstag, 18.01.2007, gegen Mitternacht
Der Sturm hat sich beruhigt. Erste Aufräumarbeiten beginnen.

Freitag, 19.01.2007
Schadensbilanz: Die Bundesrepublik schätzt den volkswirtschaftlichen Schaden auf 4,6 Milliarden Euro. In Deutschland starben mindestens zehn Menschen.

M2 Orkan Kyrill im Jahr 2007
Zusammengestellt nach einem Sendungsbeitrag von Quarks & Co (WDR), 13.11.2007

Extreme Unwetter mit Gewitterböen, großem Hagel, Starkniederschlägen, Blitzen oder Tornados bedrohen europaweit Menschenleben und Sachwerte.

M4 Schadenserhebung der Münchener Rückversicherung (29.12.2008)
Quelle: www.munichre.com, verändert



2b Einfluss des Menschen auf die Klimaerwärmung

Klimaveränderungen sind natürliche Vorgänge. In der Erdgeschichte bleiben lange Phasen mit gleichbleibenden klimatischen Bedingungen eher die Ausnahme. Es fällt aber auf, dass die aktuell spürbare Erderwärmung etwa mit dem Einsetzen des Industriezeitalters begann. Tatsache ist auch, dass die vom Menschen ver-

M1 Erderwärmung durch Treibhauseffekt

1 Erläutere das Phänomen des natürlichen Treibhauseffektes und seine Beeinflussung durch den Menschen. (M1, M2)

2 Erkläre den Begriff „vom Menschen verursachte Treibhausgasemissionen“ anhand von Beispielen. (M3)

ursachten Emissionen stark zugenommen haben. Durch die Verbrennung fossiler Energieträger beispielsweise wird das unsichtbare Gas Kohlenstoffdioxid in großen Mengen erzeugt und trägt neben anderen Treibhausgasen wesentlich zur Erderwärmung bei. Ein Großteil der Klimaforscher geht deshalb davon aus, dass die Erwärmung der Erde in erheblichem Maß vom Menschen verursacht wird. Der natürliche Treibhauseffekt wird verstärkt. Alternativen zur Verbrennung fossiler Energieträger, wie z. B. Energie aus nachwachsenden Rohstoffen, eröffnen Chancen, den Klimawandel zu bremsen.

| Auswahl bedeutender Treibhausgase | Entstehung, Bildung | Zunahme von 1750 bis 2007 in % | Durchschnittliche Verweildauer in der Atmosphäre in Jahren |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Kohlenstoffdioxid (CO ₂) | Verbrennung fossiler Brennstoffe, Abholzung | + 37 | Unterschiedlich |
| Methan (CH ₄) | Rinderhaltung, Reisanbau | + 156 | 12 |
| Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), FCKW-11 | Synthetisch hergestellt, Verwendung als Kühlmittel | Vorher nicht vorhanden | 45 |
| Distickstoffoxid (N ₂ O) | Verbrennung fossiler Brennstoffe, Intensivdüngung | + 19 | 114 |

M3 Verursacher von Treibhausgasemissionen, Quelle: IPCC, WMO

Die globalen atmosphärischen Konzentrationen von Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas sind als Folge menschlicher Aktivitäten seit 1750 markant gestiegen und übertreffen heute die aus Eisbohrkernen über viele Jahrtausende bestimmten, vorindustriellen Werte. Der weltweite Anstieg der Kohlenstoffdioxidkonzentration ist primär auf den Verbrauch fossiler Brennstoffe und auf Landnutzungsänderungen zurückzuführen, während derjenige von Methan und Lachgas primär durch die Landwirtschaft verursacht wird. Der größte Teil des beobachteten Anstiegs der mittleren globalen Temperatur seit Mitte des 20. Jahrhunderts ist sehr wahrscheinlich durch den beobachteten Anstieg der anthropogenen (menschgemachten) Treibhausgaskonzentrationen verursacht.

M2 Zitat aus dem Klimareport des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007), S. 2

„Natürlicher Treibhauseffekt“

Die Atmosphäre lässt die kurzwellige Strahlung der Sonne zur Erdoberfläche durch. Die von der Erde reflektierte, langwellige Wärmestrahlung hingegen wird von den Treibhausgasen (z. B. Kohlenstoffdioxid, Methan, Ozon) absorbiert, wodurch sich die Troposphäre erwärmt. Der natürliche Treibhauseffekt ist von großer Bedeutung. Ohne ihn gäbe es kein Leben auf der Erde. Die Temperaturschwankungen wären zu hoch und es wäre zu kalt.

M4 Mitverursacher der Klimaerwärmung

1 Sammle Zeitungsausschnitte, in denen über Klimaextreme oder Klimawandel berichtet wird.

2 Werte die Diagramme M2 und M3 aus und stelle einen Zusammenhang her.

3 Diskutiere darüber, welche regenerativen Energiequellen keinen Kohlenstoffdioxid ausstoßen haben und welche kohlenstoffdioxidneutral sind. Schätze dabei die Bedeutung von Energie aus nachwachsenden Rohstoffen ein.

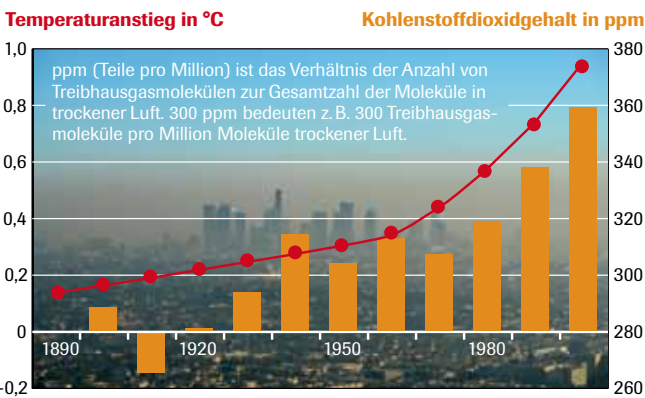
4 Überlege, wie du persönlich den Energieverbrauch reduzieren kannst.



2c Augen zu und durch – die falsche Strategie

Nicht erst mit dem massenhaften Einsatz von fossilen Brennstoffen seit der industriellen Revolution beeinflusst der Mensch das Klima. Schon Römer und Griechen holzten ganze Küstengebirge für den Schiffbau ab – mit erheblichen Folgen für das regionale Klima.

Durch den Betrieb von Dampfmaschinen und anderen Verbrennungsmotoren wurde das Kohlenstoffdioxid (CO₂), das die Natur in Jahrmillionen in Kohle, Erdöl und Erdgas fixiert hatte, über Verbrennung frei. Das exponentielle Wachstum der Bevölkerung im 20. Jahrhundert und der damit verbundene Anstieg des Energiebedarfs haben die Freisetzung von CO₂ ebenfalls dramatisch zunehmen lassen.



M2 Anstieg des CO₂ und der Temperatur, Quelle: IPCC 2007, verändert



M3 Entwicklung der Weltbevölkerung, Quelle: Vereinte Nationen, World Population Prospects: The 2008 Revision, 2009

Heute erkennt man an unterschiedlichen Phänomenen, dass der Mensch größeren Einfluss auf das Klimageschehen hat als lange Zeit angenommen.

Globale Folgen der Klimaerwärmung

Die globale Jahresmitteltemperatur steigt bis Ende des 21. Jahrhunderts zwischen 2,5 und 4 °C. * Gebirgsgletscher und arktisches Polareis verzeichnen einen signifikanten Rückgang. * Die Temperatur der Ozeane steigt. Eine Veränderung der Weltmeeresströmungen (z.B. Versiegen des Golfstroms) könnte die Folge sein. * Die Meeresspiegel steigen wegen thermischer Ausdehnung des Wassers und wegen des Abschmelzens der Gletscher und der Polarkappen. Flache Inseln werden unter Wasser gesetzt. * Wetterextreme wie tropische Wirbelstürme, Trockenzeiten und Überflutungen werden häufiger vorkommen. Temperaturextreme wie Tropentage und Hitzewellen werden auch in den gemäßigten Breiten regelmäßig vorkommen.

M1 Zusammenstellung einiger möglicher Folgen globaler Klimaerwärmung
Quelle: nach RAHMSTORF, S., und SCHELLNHUBER, H. J. (©2007), S. 54–81

3a Grün, die Farbe des Lebens

Einfache Zellen zu Beginn des irdischen Lebens waren für ihren Aufbau auf organische Moleküle aus der Ursuppe angewiesen. Bei starker Vermehrung war diese „Nahrung“ der das Wachstum begrenzende Faktor. Ein Ausweg aus der ersten „Energiekrise“ war die „Erfindung“ der Photosynthese.

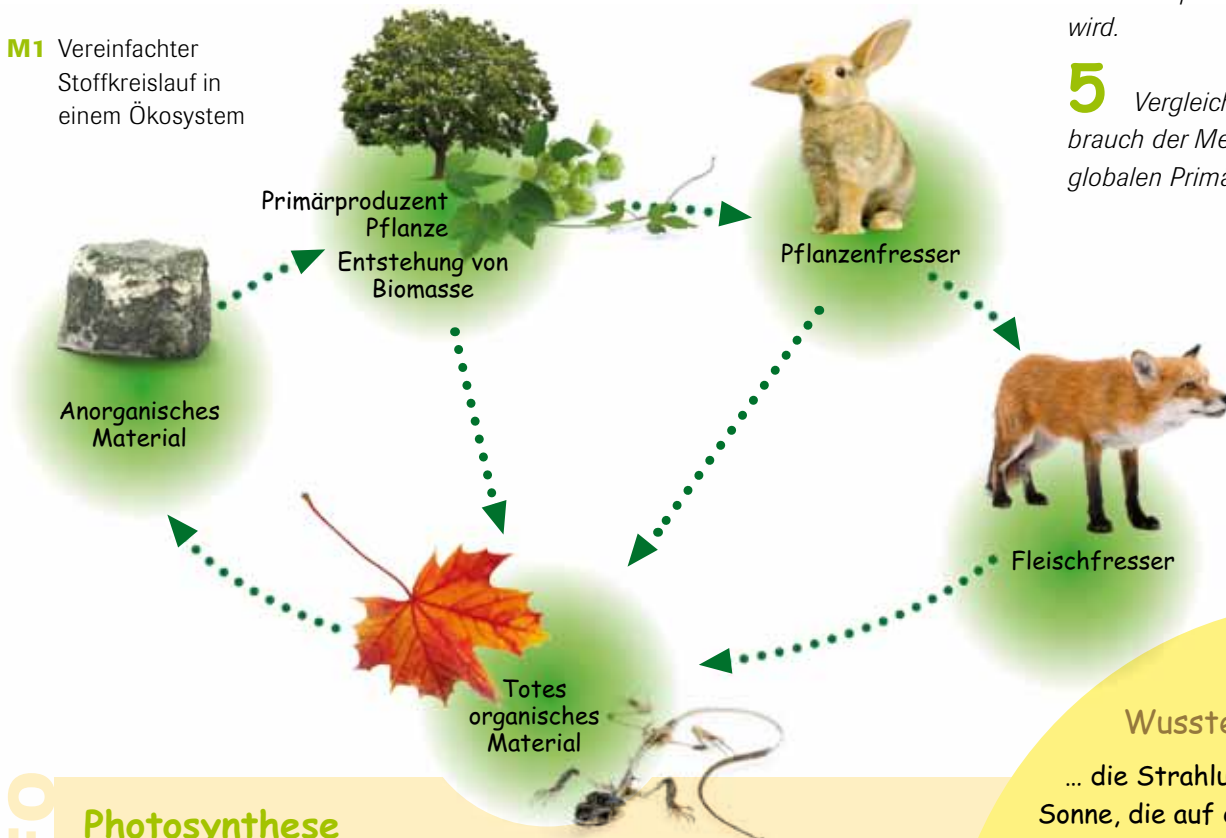
Voraussetzung für diesen komplexen Vorgang ist die Fähigkeit, Licht durch ein geeignetes Pigment, das Chlorophyll, absorbieren zu können.



Bei diesem Vorgang ist Kohlenstoffdioxid (CO_2) der Ausgangsstoff zum Aufbau von Kohlenhydraten. Chemisch gesehen handelt es sich dabei um eine Reduktion. Der benötigte Wasserstoff entsteht durch die Photolyse von Wasser, bei der Sauerstoff freigesetzt wird.

Wissenschaftler haben zwar die Schritte der Photosynthese aufklären können, bisher gelingt es aber nicht, diesen Vorgang im Labor nachzuvollziehen. Dies käme einer Lösung unserer Energie- und Treibhausgasprobleme gleich.

M1 Vereinfachter Stoffkreislauf in einem Ökosystem



1 Erkläre die Bedeutung von Biomasse in einem Ökosystem. (M1)

2 Überlege, warum die Laubbäume in unseren Breiten ihr Laub abwerfen und damit eigentlich wertvolle Biomasse „vergeuden“.

3 Erkundige dich bei deiner Biologielehrerin oder deinem Biologielehrer, ob es Primärproduzenten gibt, die nicht die Photosynthese nutzen.

4 Berechne, wie viel Prozent der globalen Strahlungsenergie für die Primärproduktion gebraucht wird.

5 Vergleiche den Energieverbrauch der Menschheit mit der globalen Primärproduktion.

Photosynthese

Die Photosynthese steht als Prozess am Anfang der Nahrungskette und ist damit Bestandteil fast aller Ökosysteme. Die dabei entstehende Biomasse wird entweder von Pflanzenfressern verbraucht oder sie zerfällt nach dem Absterben zu totem Material, das aber wieder als Dünger für andere Pflanzen dienen kann. Pflanzenfresser können Nahrung für Tierfresser sein, die ihrerseits Nahrung für andere Fleischfresser sein können. Kot und Kadaver werden von Mikroorganismen wieder zu anorganischem Material abgebaut. Es steht dann in Form von Mineralstoffen und Spurenelementen den Primärproduzenten zur Verfügung.



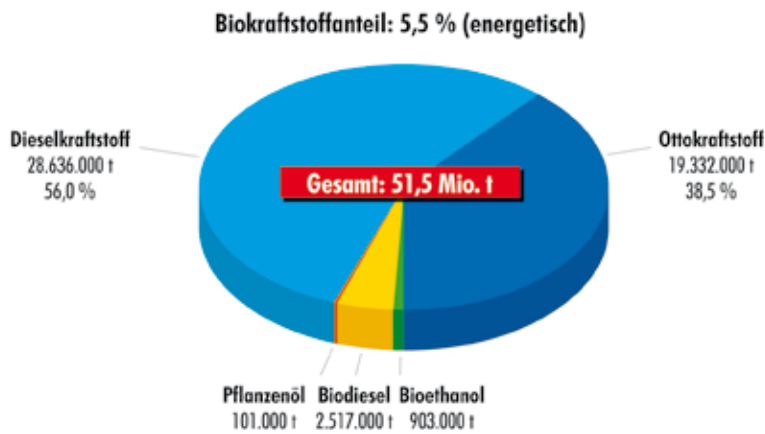
Wusstest du, dass ...

... die Strahlungsenergie der Sonne, die auf die Erde auftrifft, auf $2,3 \times 10^{24}$ Joule/a geschätzt wird?

... die globale Primärproduktion bei 3×10^{21} Joule/a liegt?

... der Energieverbrauch der Menschheit $0,3 \times 10^{21}$ Joule/a beträgt und nur etwa 5% davon durch die Landwirtschaft gedeckt werden?

Zusammengestellt nach LÜTTGE, U., u. a. (©1994), S. 551



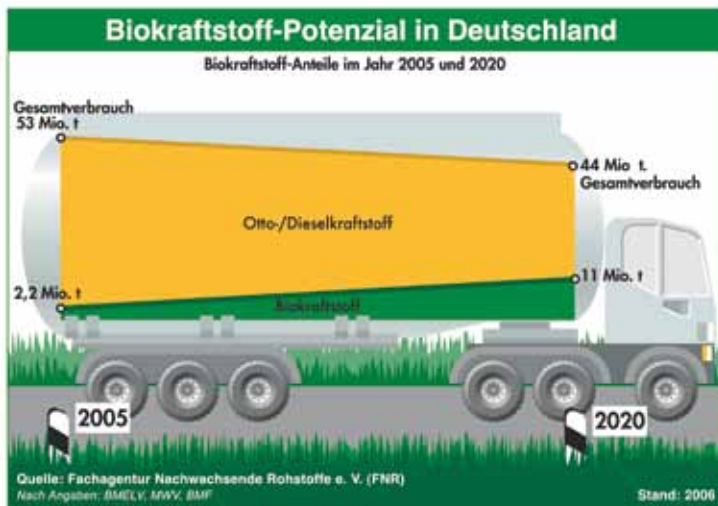
M1 Primärkraftstoffverbrauch in Deutschland 2009
Quelle: BAFA/FNR 2010

Pflanzenöle

Pflanzenöle aus Raps und Sonnenblumen können in nativer, unveränderter Form in umgerüsteten Dieselmotoren verwendet werden. Sie sind bei Lagerung und Transport einfacher handhabbar und sicherer als fossile Kraftstoffe. Rapsöl kann dezentral hergestellt werden. Der Energieeinsatz für Aussaat, Ernte und Ölgewinnung ist deutlich geringer als die im Rapsöl gespeicherte Energie. Man spricht deshalb von einer positiven Energiebilanz.

Biogas

Biogas, der Ausgangsstoff für Biomethan, wird in landwirtschaftlichen Anlagen durch Vergärung von z. B. Gülle und Energiepflanzen, aber auch in Kläranlagen aus Faulschlamm gewonnen. Aus Biogas aufbereitetes Biomethan ist mit Erdgas identisch, so dass Biomethan in Erdgasfahrzeugen eingesetzt werden kann. Diese werden von vielen Herstellern angeboten. Die Verbrennungseigenschaften und der geringe Schadstoffausstoß sind äußerst positiv.



M2 Prognose über den Biokraftstoffverbrauch in Deutschland

M3 Überblick über Biokraftstoffe, Quelle: FNR (Hrsg., 2007): Biokraftstoffe

3b Treibstoffe aus Biomasse

Nachwachsende Rohstoffe sind eine interessante und umweltschonende Alternative zu den fossilen Rohstoffen. Sie sind darüber hinaus Ausgangsstoffe für die Herstellung verschiedener Biokraftstoffe. Unterschiede gibt es im Herstellungsverfahren dieser Treibstoffe, auch hinsichtlich ihrer Eigenschaften und der Energiebilanz. Ihr Anteil am Kraftstoffverbrauch in Deutschland liegt derzeit bei etwa 5,5 %.

- 1 *Erkundige dich, wo in deinem Wohnumfeld Biokraftstoffe „getankt“ werden können.*
- 2 *Welche Bedeutung haben Biokraftstoffe innerhalb des Kraftstoffverbrauches in Deutschland? (M1, M2)*
- 3 *Erkläre den Begriff „alkoholische Gärung“. Schlage dazu in einem Lexikon nach. (M3)*
- 4 *Diskutiere Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Biokraftstoffe. (M3)*

INFO

Nachwachsende Rohstoffe, Biomasse

auch NAWARO genannt, sind organische Stoffe, deren Ursprung Pflanzen und Tiere sind. Sie werden im Rahmen der landwirtschaftlichen Nutzung ständig neu gebildet. Die Natur produziert weltweit etwa 170 Mrd. t Biomasse jährlich, von denen der Mensch etwa 3 % wirtschaftlich nutzt.

Pflanzen werden innerhalb der nachwachsenden Rohstoffe eingeteilt in Industriepflanzen, die stofflich genutzt werden, und Energiepflanzen, die für die energetische Nutzung interessant sind.

Zusammengestellt nach: FNR

Als Biomasse werden Stoffe organischer Herkunft bezeichnet. Das beinhaltet lebende und tote Pflanzen und Tiere sowie die daraus resultierenden Rückstände beziehungsweise 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, aber auch der menschlichen und tierischen Ernährung.

Quelle: NABU und ENGSTFELD, C. (2002)

Synthetische Kraftstoffe

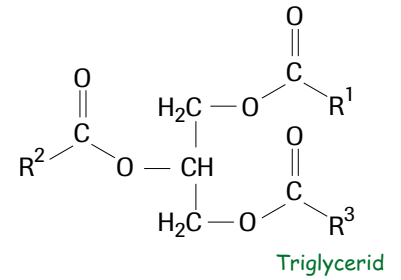
Für die Herstellung von BtL-Treibstoffen (Biomass-to-Liquid) sind unter anderem Bioabfälle, Restholz oder Stroh geeignet. Bei der Produktion wird aus diesen Materialien zunächst ein Gemisch von Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff hergestellt. Die beiden Gase können dann „maßgeschneidert“ in Kraftstoffe umgewandelt werden. Die BtL-Kraftstoffe gelten als Hoffnungsträger für eine zukünftige nachhaltige Treibstoffversorgung. Ihre Umwelt- und Energiebilanz ist positiv.

Biodiesel

Biodiesel, auch Rapsölmethylester (RME) genannt, wird durch die Umesterung von Pflanzenöl mit Methanol hergestellt. Biodiesel wird bis zu 7% (B7) dem Mineralöldiesel beigemischt. Auch die Energiebilanz von Biodiesel ist positiv. Für Herstellung und Vertrieb wird allerdings ein Drittel der im Biodiesel gespeicherten Energiemenge benötigt. Er ist nur schwach wassergefährdend und wird biologisch innerhalb eines Monats fast vollständig abgebaut.

Bioethanol

Bioethanol kann Ottokraftstoffe (Benzin) ersetzen und wird heute bis zu 5% (B5) den Mineralkraftstoffen beigemischt. Spezielle Motoren werden auch mit größeren Anteilen an Bioethanol (E85) beziehungsweise reinem (E100) Bioethanol betrieben. Ethanol gewinnt man durch alkoholische Gärung zucker- und stärkehaltiger Pflanzen. Es verbessert die Brenneigenschaften der Ottokraftstoffe und verringert unkontrollierte Verbrennungen im Motor (Klopfen).



1 Erkundige dich im Kfz-Handel, ob Biodieselmischungen bedenkenlos getankt werden können. (M1)

2 Was versteht man unter „Veresterung“? Schlage in einem Chemiebuch nach.

3 Erkläre die Umesterung von Rapsöl zu Biodiesel. (M2)

3c Biodiesel, ein bekannter Kraftstoff

Als Biodiesel bezeichnet man eine Mischung aus Methylestern langkettiger Fettsäuren, deren Eigenschaften vergleichbar sind mit denen von Dieseltreibstoff. Da oftmals Rapsöl als Ausgangsstoff dient, wird auch der Name Rapsölmethylester (RME) verwendet.

Um Biodiesel herzustellen, wird Pflanzenöl mit Methanol und einem Katalysator erhitzt. Dabei entstehen in einer chemischen Reaktion aus dem Pflanzenöl – chemisch Ester aus Fettsäuren und Glycerin (Triglycerid) – die Fettsäuremethylester. Als weiteres Produkt erhält man Glycerin, das unter anderem in der Pharmaindustrie Verwendung findet.

Die Kraftstoffqualität ist in der DIN EN 14214 festgelegt. Öffentliche Tankstellen sind verpflichtet, die Qualität dieses Treibstoffs durch einen DIN-Aufkleber an Zapfsäulen kenntlich zu machen.

Primärkraftstoffverbrauch in Deutschland, Beispiel Diesel

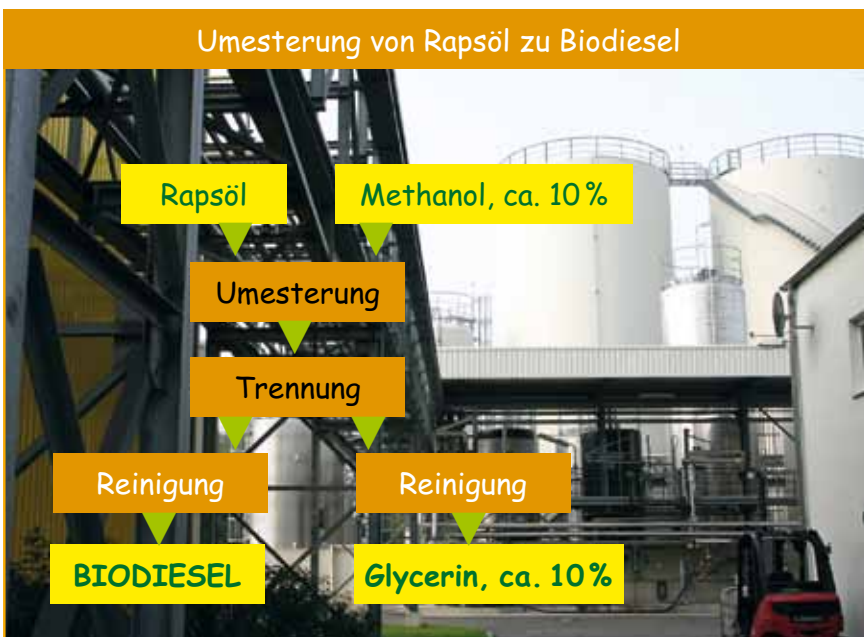
| | 2008 | 2009 |
|-----------------------|-------------|-------------|
| Fossiler Diesel | 28,3 Mio. t | 28,7 Mio. t |
| Biodiesel, B5 bzw. B7 | 1,6 Mio. t | 2,3 Mio. t |
| Biodiesel, B100 | 1,1 Mio. t | 0,2 Mio. t |

Quelle: AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN e.V., www.unendlich-viel-energie.de

Die Beimischungen von Biodiesel zum herkömmlichen Dieseltreibstoff werden je nach Anteil als B5, B7, B10 oder B20 bezeichnet. B7 besteht beispielsweise zu 7% aus Biodiesel und zu 93% aus herkömmlichem Dieseltreibstoff, B100 entspricht reinem Biodiesel.

M1 Kraftstoff Biodiesel

M2 Umesterung von Rapsöl zu Biodiesel
Quelle: UFOP, verändert



4a Die deutschen Bauern setzen auf Gelb

1 Welche Gründe könnte die unterschiedliche Rapsanbaudichte in Deutschland haben? (M1)

2 Zeichne ein Schaubild zum Jahresablauf im Rapsanbau.

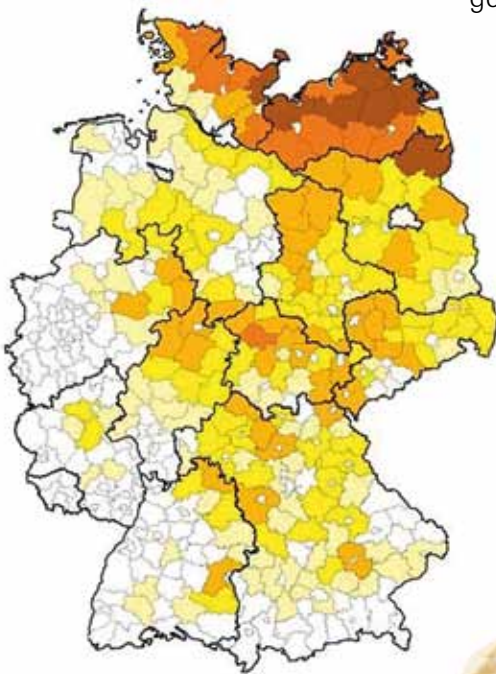
3 Informiere dich über „Rapsglanzkäfer“ und „Rapsstängelrüssler“.

4 Suche und sammle Rapsöl-erzeugnisse und Werbeprospekte oder Etiketten von Rapsölprodukten. (M2, M3)

Landwirte wissen, dass eine gute Rapsernte mit dem Anbau beginnt: In ein fein hergerichtetes Saatbett (Saattiefe 1 bis 2 cm) ist das Saatgut spätestens bis Ende August auszubringen. Je nachdem, wie gut die Böden versorgt sind, kann der Landwirt im Herbst noch Stickstoffdünger (dazu wird meist Gülle verwendet) auf das Feld geben. Im folgenden Frühjahr sollte er sobald wie möglich eine weitere Düngung durchführen.

Drei bis vier Wochen später, bevor der Raps das Längenwachstum beginnt, erfolgt die nächste Düngung. Bereits Anfang April muss der Bauer auf den Rapsstängelrüssler – einen Pflanzenschädling – achten und bei Bedarf geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen. Mitte April, wenn die Knospen schon da sind und bevor die Blütezeit beginnt, muss er sein Augenmerk auf den Rapsglanzkäfer – einen weiteren Schädling – richten.

Die Bestimmung des richtigen Erntezeitpunkts ist nicht einfach. Dafür ist eine genaue Kenntnis der Bestände wichtig. Bevor die Mährescher rollen, entnimmt der Landwirt zunächst Kornproben, um den Feuchtigkeitsgehalt zu bestimmen. Bei einem zu hohen Wasseranteil wäre die Ernte nicht lagerfähig und müsste unter Energieaufwand getrocknet werden. Ab Mitte Juli ist dann mit 4 bis 5 t Rapssamen pro Hektar zu rechnen (Durchschnittsertrag in Deutschland 2009 ca. 3,5 t).



M1 Rapsanbau in Deutschland
Quelle: ZÜGHART, W., und BRECKLING, B. (2003)

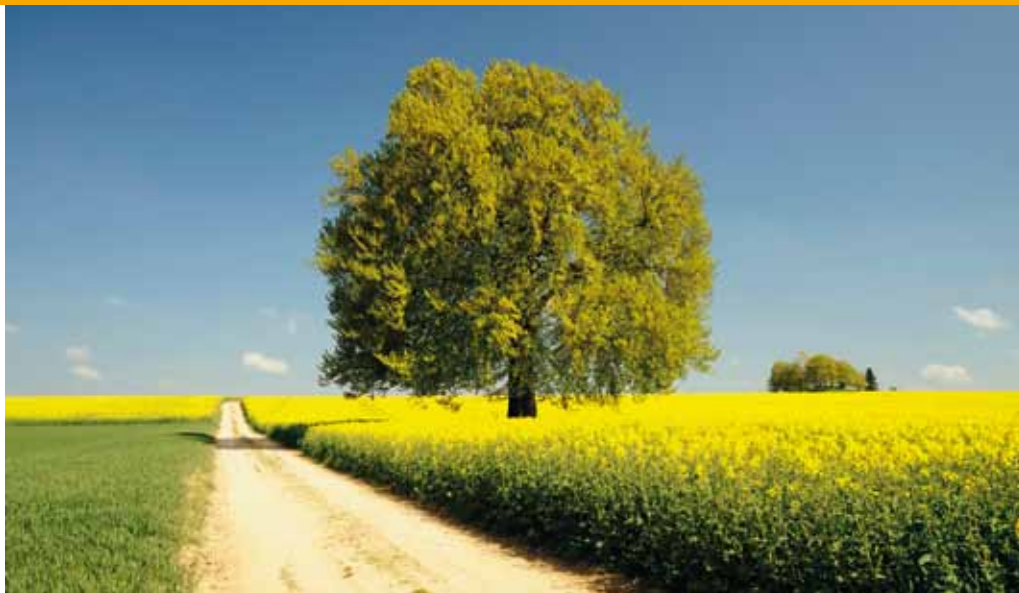


Und hier noch etwas für Hobby-Köchinnen und -Köche:
Rapsöl ist sehr gesund. Man unterscheidet zwischen geschmacksintensivem kalt gepresstem und neutralem raffiniertem Öl. Beide sind wegen des geringen Wasseranteils sowohl zum Braten und Frittieren als auch für kalte Speisen geeignet.

Rapsöl enthält:

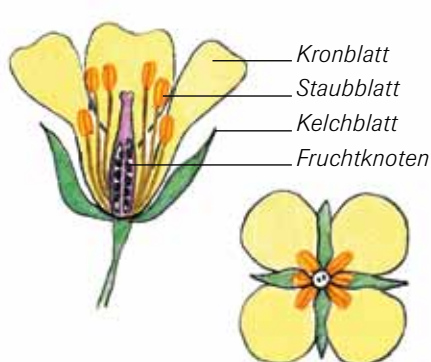
| | |
|----------------------------------|------|
| gesättigte Fettsäuren | 7 % |
| einfach ungesättigte Fettsäuren | 65 % |
| mehrfach ungesättigte Fettsäuren | 28 % |

M3 Rapsöl in der Küche, Angaben: Raps Vitalöl, Aldi

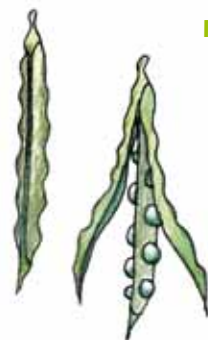


4b Raps - ein leuchtendes Beispiel für nachwachsende Rohstoffe

Raps gehört zur Familie der Kreuzblütengewächse. Die vier Blütenkelche und die vier leuchtend gelben Kronenblätter sind wie ein Kreuz angeordnet. Mit der Lupe erkennt man die vier langen und zwei kurzen Staubgefäße. Der Blütenstand ist eine lockere Traube, die Trugdolde. Die Früchte sind etwa 10 cm lange Schoten oder Schötchen, die kleine braunschwarze, kugelige und sehr ölhaltige Samen enthalten. Sind die Schoten reif, springen beide Deckel auf und man sieht die Samen an einer Mittelwand haften. Raps kann bis zu 150 cm hoch wachsen. Die Blätter sind pfeilförmig und umfassen den Stängel. Raps ähnelt im Aussehen dem Barbarakraut, der Sumpfkresse, dem Färberwaid und dem Ackersenf. Es gibt den Raps als Winter- und Sommerausaat.



M1 Raps aus der Familie der Kreuzblütengewächse



1 Schlage in einem Pflanzenbestimmungsbuch nach und suche nach Unterscheidungsmerkmalen zwischen Raps und den unten abgebildeten Pflanzen. (M2)

2 Suche im Internet nach den vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten des Rapsöls.

3 Erstelle eine Schautafel zum Thema Raps und seine Verwendungsmöglichkeiten.

M2 Verwandte des Raps

Abb. von links nach rechts:
Rapsschoten
Färberwaid
Sumpfkresse
Ackersenf
Barbarakraut



1 Diskutiert in Kleingruppen, ob in eurer näheren Umgebung ein dezentrales Energieversorgungssystem mit Rapsöl als Energieträger planbar wäre.

2 Diskutiert Vor- und Nachteile des Einbaus eines kleinen, rapsölbetriebenen Blockheizkraftwerks in eurem zukünftigen Wohnhaus.

3 Erkundigt euch im Landhandel oder im Internet über rapsölbetriebene Traktoren. (M2)

4 Erläutere die Bedeutung von Rapsöl auf dem Kraftstoffmarkt. (M1, M3)

4c Mit Rapsöl aus der CO₂-Falle

Wird Rapsrohöl direkt als Treibstoff für Fahrzeuge, zum Antrieb von Ölmühlen und als Brennstoff im Blockheizkraftwerk eingesetzt, dann entstehen räumlich begrenzte Energieversorgungssysteme ohne lange Transportwege, die unnötig die Umwelt belasten. Wird eine solche lokale Energieversorgung mit Biogas- oder Windkraftanlagen kombiniert, können ländliche Gemeinden weitgehend energieautark und auch nachhaltig wirtschaften.

Ein Feld, auf dem Raps angebaut wird, steht natürlich nicht zum Getreideanbau zur Verfügung. Demgegenüber muss aber berücksichtigt werden, dass Raps in der Fruchtfolge eine hervorragende Vorfrucht zum Anbau von Getreide ist und den Ertrag so merklich steigern kann. Zusätzlich fallen beim Rapsanbau neben etwa 1.000 kg Rapsöl pro Hektar auch rund 2.000 kg Rapskuchen (ausgepresster Rückstand) pro Hektar an, die als hochwertiges Futtermittel wieder in die Nahrungskette gelangen. Darüber hinaus kann auch das Rapsstroh zur Energieerzeugung genutzt werden. Durchschnittlich werden 70 % des Rapsanbaus als NAWARO genutzt und 30 % für die Lebensmittelerzeugung.

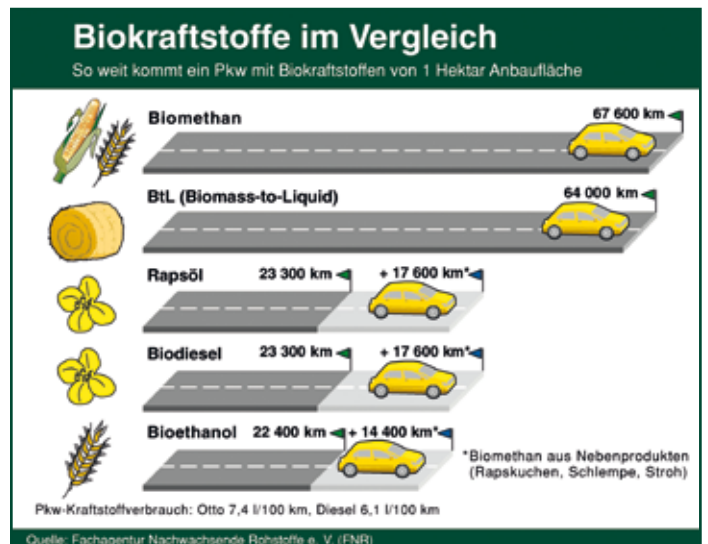
M1 Ausweg aus der CO₂-Falle

M2 Beispiel für rapsölbetriebene landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge, Quelle: AGCO GmbH, verändert

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 in 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 mit 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.



M3 Biokraftstoffe im Vergleich



5a An der Forschungs- und Entwicklungsfront: BtL-Kraftstoffe

Die Forschung zur Herstellung von BtL läuft auf Hochtouren. BtL steht für „Biomass-to-Liquid“. Damit gemeint sind flüssige, synthetische Kraftstoffe, die auf der Basis von Biomasse hergestellt werden. Im Gegensatz zu anderen Biokraftstoffen kann BtL aus einer Vielzahl von Biomassen hergestellt werden, egal ob aus extra angebauten oder aus Reststoffen, z. B. aus dem Wald.

Das Besondere des BtL-Prozesses ist die thermochemische Zerlegung („Vergasung“) der Biomasse in einfache Verbindungen – ihre Hauptbestandteile Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff („Synthesegas“). Aus ihnen werden in einer nachfolgenden Synthese die Kohlenwasserstoffe „zusammgebaut“. Das hat den Vorteil, dass BtL maßgeschneidert für den jeweiligen Einsatzzweck zu Diesel, Benzin oder sogar zu Kerosin für Flugzeugturbinen hergestellt werden kann. Dieser emissionsarme Kraftstoff ist damit für heutige und künftige Motorkonzepte geeignet und über das vorhandene Tankstellennetz verteilbar.



1 Beschreibe die Verfahrensschritte bei der Herstellung von BtL-Kraftstoffen. (M1, M2)

2 Informiere dich im Internet über den Forschungsstand zu „Sun Fuel“. Nutze dazu die Werksinformation der deutschen Autohersteller. (M3)



M3 Logo für Sun-Fuel-Verfahren

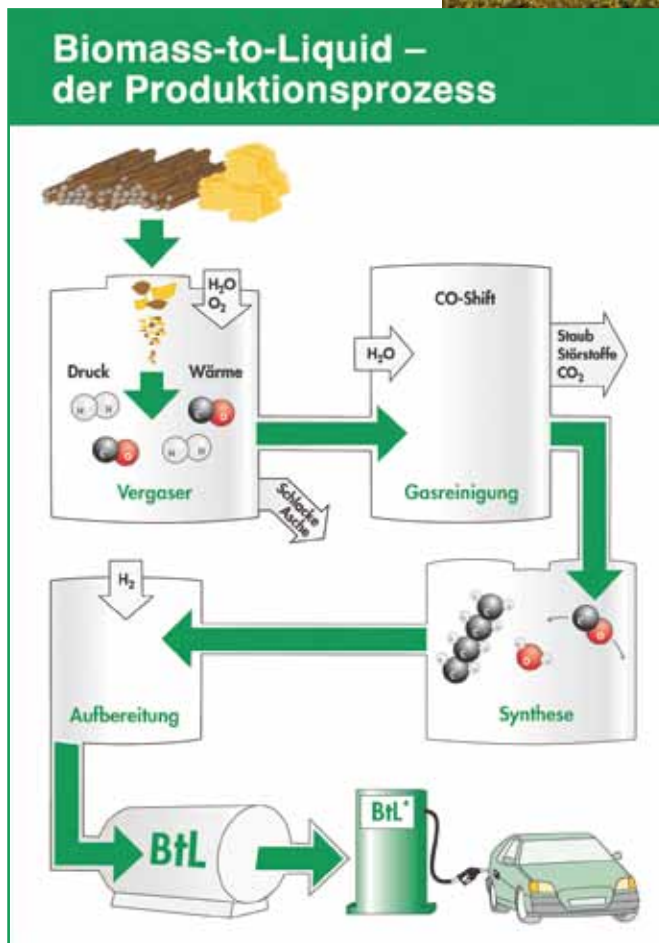


Beispiele für Biomass-to-Liquid

- Restholz vom Schreiner und aus der Holzindustrie
- Von Land- und Forstwirtschaft extra hierfür angebaute, schnell wachsende Pflanzen
- Bio-Abfallmaterial, wie z. B. Klärschlamm
- Alle Arten von Gartenabfällen

M2 Biomasseausgangsmaterialien für die BtL-Kraftstoff-Herstellung, Quelle: FNR

M1 Produktion von BtL-Kraftstoffen, Quelle: FNR





Dirk Kaufmann, Messemanager

Über eine Messe zu nachwachsenden Rohstoffen sollte man wirklich einmal ernsthaft nachdenken!

In jeder Schule gibt es dazu ausreichend Platz und gut ausgestattete Fachräume. Wenn alle Klassen mitmachen und in der Messe-Werkstatt anpacken, könnten sogar zu verschiedenen NAWARO-Themen Messestände errichtet werden. Ich hätte da einen ersten Vorschlag...

M1 Gedanken von Herrn Kaufmann

5b Auf geht's zur NAWARO-Messe!

1 Erzähle von einem Messebesuch oder von einer Fernsehsendung über eine Messe.

2 Sammle Ideen, wie das Themenfeld „Energie aus nachwachsenden Rohstoffen“ für Messebesucher interessant werden könnte.

3 Beratet in der Klasse, ob ihr an einer NAWARO-Messe auf dem Schulgelände mitwirken möchtet. (M1)

4 Überlegt als Experten in Sachen „Energie und Umwelt“, warum Herr Kaufmann zu eurem Spezialgebiet den Computerraum der Schule als Messestand vorschlägt. (M2)

5 Welche Informationen fehlen euch noch, um den Messestand vorzubereiten?

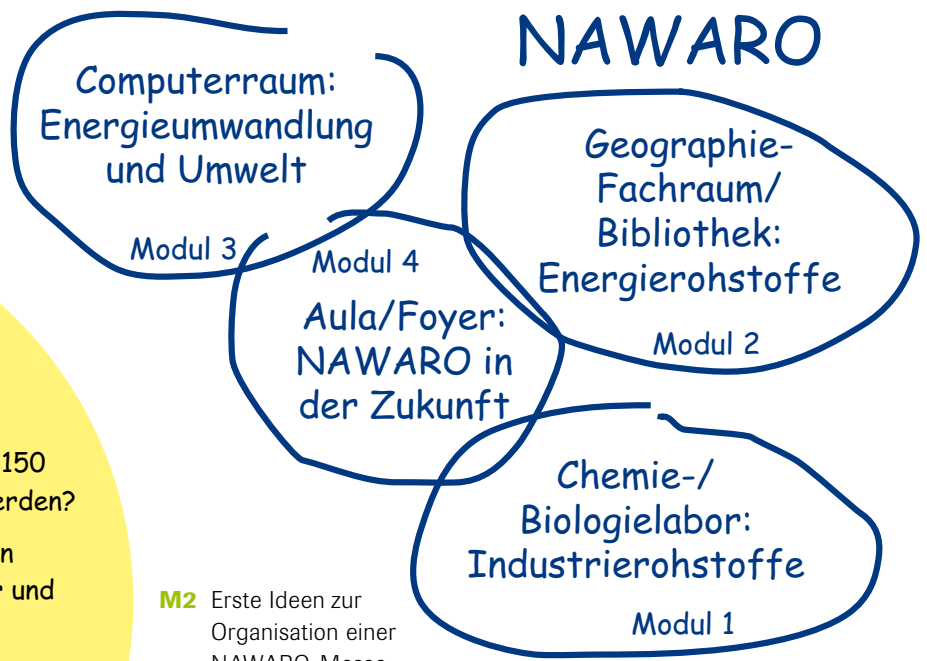
„Wer viel weiß, stellt die richtigen Fragen.“ (Sabine Christiansen)

Messen sind die besten Umschlagplätze für Produktinformationen. Du hast bereits viel über die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen erfahren und weißt, dass sie ein Baustein für ein nachhaltiges Wirtschaften in der Zukunft sein können. Auf diesem Gebiet sind du und deine Klasse nun schon ein gewisses Experten-Team. Lass doch die ganze Schule an dem Wissen teilhaben und veranstalte mit deiner Klasse oder vielleicht sogar gemeinsam mit anderen Klassen eine Messe zum Thema NAWARO.

Dort kann man Fachinformationen weitergeben, Versuche vorführen, Projekte präsentieren, aber auch Fachleute von außerhalb in die Schule einladen. Die Messe kann für Mitschüler, aber auch für Eltern und andere Gruppen offen sein. Sicherlich interessieren sich auch die lokale Presse, der lokale Rundfunk oder spezielle Verbände und Vereine für eine NAWARO-Messe. Via Internet kann diese Messe dann auch „worldwide“ bekannt gemacht werden.

Versuche deine Mitschülerinnen und Mitschüler für diese Idee zu begeistern: Es geht dabei vor allem um eure Zukunft.

Schul-Messe-Gelände NAWARO



M2 Erste Ideen zur Organisation einer NAWARO-Messe

Wusstest du, dass ...

... in Deutschland fünf der zehn größten Messengesellschaften der Welt ihren Hauptsitz haben?

... in Deutschland jährlich etwa 140 bis 150 internationale Messen durchgeführt werden?

... bei den in Deutschland veranstalteten Messen jährlich rund 160.000 Anbieter und 10 Mio. Besucher gezählt werden?

Quelle: FKM, AUMA