



Nachwachsende Rohstoffe

Aus dem Kreislauf der Natur





INHALT

Einleitung

Industrierohstoffe



Stärke – vielseitig einsetzbar



Pflanzliche Fette und Öle – damit läuft's wie geschmiert



Pflanzenfasern – stark und stabil



Holz und Cellulose – allem gewachsen



Pflanzenfarben – natürlich bunt



Heilstoffe – Gesundheit aus der Natur

Energierohstoffe



Biomasse – Dauerbrenner für Wärme und Strom



Biokraftstoffe – Raps macht mobil

Literatur- und Linktipps

3 Impressum

Herausgeber

information.medien.agrar (i.m.a) e.V.
Konstantinstraße 90
53179 Bonn
www.ima-agrar.de

4

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
Hofplatz 1
18276 Gülzow
www.fnr.de
www.nachwachsende-rohstoffe.de

6

Union zur Förderung von Energie- und
Proteinpflanzen e.V. (UFOP)
Claire-Waldoff-Str. 7
10117 Berlin
www.ufop.de

8

AgriKom GmbH
Fachagentur für Agrarkommunikation
Konstantinstraße 90
53179 Bonn
www.agrikom.de

Text

Dr. Barbara Kaiser, AgriKom GmbH

10

Redaktion

AgriKom GmbH

Gestaltung

grafik.schirmbeck
Josef-Kreuser-Straße 80
53340 Meckenheim

12

Bilder

Bio-Oelwerk Magdeburg: 18 oben rechts;
FNR e.V.: 4 Mitte oben, 4 rechts, 5, 7 links, 8 links,
8 rechts, 9, 10 rechts oben, 11 oben links, 12 links,
16 links, 16 rechts oben, 17; FUCHS PETROLUB AG:
Titel rechts, 6 rechts, 7 rechts; Gesamtverband Lein-
en: Titel 2. v. rechts; Holzabsatzfond: Titel links,
10 rechts oben, 11 oben rechts, oben Mitte und
unten; IBAW: 4 Mitte unten; INARO: 8 Mitte;
mauritus images/ IPS: 12 rechts; Hans Reinhard/
OKAPIA: 15 rechts; Thüringer Landesanstalt für
Landwirtschaft: 13 links und Mitte; UFOP e.V.: 3,
6 links, 18 oben links; 19; Schirmbeck: 4 links oben
und links unten; Stumpe, Landesanstalt für Land-
wirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt: 14;
alle übrigen: MEV und projectphotos

14

Druck

SZ Druck, Sankt Augustin

16

Mit finanzieller Unterstützung des
Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz (BMELV)
und der Landwirtschaftlichen Rentenbank.

18

20



EINLEITUNG

Nachwachsende Rohstoffe sind organische Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die als Rohstoffe für die Industrie oder als Energieträger genutzt werden. Im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen erneuern sie sich jährlich oder in überschaubaren Zeiträumen. Obwohl der Begriff relativ neu ist, sind nachwachsende Rohstoffe keine Erfindung der Gegenwart. Vielmehr handelt es sich um Produkte, die schon seit Jahrtausenden von Menschen genutzt werden, aber mit der Entdeckung von Kohle und Erdöl durch kostengünstigere fossile Rohstoffe verdrängt wurden.

Die begrenzte Verfügbarkeit fossiler Rohstoffe und die wachsenden Umweltprobleme wie Treibhauseffekt und steigende Abfallmengen sorgten in den letzten Jahren für eine Rückbesinnung auf die alten neuen Rohstoffe aus der Natur. Heute sind nachwachsende Rohstoffe gefragter denn je und können ihre fossilen Konkurrenten in vielen Bereichen ersetzen.

Im Jahr 2005 wuchsen in Deutschland auf rund 1.400.000 Hektar nachwachsende Rohstoffe (zum Vergleich: 750.000 Hektar in 2000), das sind etwa zwölf Prozent der gesamten Ackerfläche. Dabei ist der Wald als wichtigste nachwachsende Rohstoffquelle noch gar nicht berücksichtigt. In der jüngsten Vergangenheit wurde viel in die Forschung und Entwicklung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen investiert. Dementsprechend wird nicht nur der Anbauumfang von Jahr zu Jahr größer, sondern auch das Spektrum der Anwendungsbereiche nachwachsender Rohstoffe weitet sich immer mehr aus.

Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit sind oft zitierte Schlagworte unserer Zeit. In vielen gesellschaftlichen Bereichen sind alternative und neue Konzepte für eine sichere, lebenswerte Zukunft gefragt. Mit ihren ökologischen und ökonomischen Vorteilen bieten gerade nachwachsende Rohstoffe Chancen für den Weg dahin.





STÄRKE – VIELSEITIG EINSETZBAR

Geschichtliches

Bereits im 9. Jahrhundert nutzte man in Arabien reine Weizenstärke als Zusatz bei der Papierherstellung. Die Römer der Antike machten sich das Klebvermögen von Stärke zu Nutzen, indem sie Stärke für Kleister und Leime verwendeten. Diese Verwendungen sind auch noch heute üblich.

Bedeutung heute

Nach Cellulose ist Stärke der bedeutendste organisch-chemische Rohstoff. Er steht in großen Mengen und hoher chemischer Reinheit zu günstigen Preisen zur Verfügung. Im Jahr 2004 wurden in Europa (EU-15) aus rund 20 Millionen Tonnen Rohstoffen (Kartoffeln, Mais, Weizen) 9,1 Millionen Tonnen Stärke gewonnen. Auf dem deutschen Markt wurden im selben Jahr 1,7 Millionen Tonnen Stärke verbraucht, davon etwa 700.000 Tonnen – das sind mehr als 40 Prozent – in der chemisch-technischen Industrie. Der Rest ging in die Lebensmittelindustrie. Heute gibt es mehr als 600 verschiedene Stärkeprodukte für eine Vielzahl von Anwendungen.

Einsatzmöglichkeiten

Aufgrund ihrer vielfältigen und unterschiedlichen Eigenschaften ist Stärke so etwas wie ein Universalprodukt. Die Form der Stärkekörner, die Korngrößenverteilung und die molekulare Zusammensetzung der Stärkemoleküle variieren je nach botanischer Herkunft und bestimmen wichtige anwendungsrelevante Eigenschaften, wie das Verkleisterungsverhalten, die Viskosität und die Gelbildung. Durch mechanische, chemische und thermische Prozesse können die funktionellen Eigenschaften von Stärke auch nachträglich noch modifiziert werden, sodass das Produkt entsprechend der vorgesehenen Anwendung „maßgeschneidert“ ist.

Drei Viertel der technisch verwendeten Stärke gehen in die Papier- und Pappeherstellung. Darüber hinaus wird ein beachtlicher Anteil für die Herstellung von wasserlöslichen Klebstoffen und Leimen verwendet. Eine wachsende Bedeutung kommt der Verwendung von Stärke bei der Herstellung biologisch abbaubarer Werkstoffe zu. Diese Produkte sehen aus wie Kunststoff, entstehen aber aus nachwachsenden Rohstoffen und lassen sich problemlos kompostieren. Die Bandbreite der möglichen Anwendungen biologisch abbaubarer Werkstoffe ist groß.

Weizen



Kartoffeln



Mais



Pflanzentöpfe auf Stärkebasis



Stärke, ein wichtiger Rohstoff zur Papierherstellung



Spielzeug aus Maisstärke

Die Herstellung von Verpackungschips aus geschäumter Stärke ist besonders einfach. Es entstehen Stärkechips („Loose-Fill“), die ähnlich wie ihre Verwandten aus Styropor eingesetzt werden, um empfindliches Transportgut vor Beschädigungen zu schützen. Aufgeschäumte Stärke findet auch bei Formteilen wie Einweggeschirr, Fastfood-Verpackungen oder Verpackungstrays z.B. für Obst eine sinnvolle Verwendung. Die Eigenschaft von Stärke, Filme bzw. Folien zu bilden, wird ebenfalls ausgenutzt. Heute gibt es spezielle Folien für Verpackungen, Tüten, Sichtfenster für Briefumschläge und vieles mehr, die nach Gebrauch biologisch abbaubar sind.

In den Bereichen Landwirtschaft und Gartenbau ist es besonders wichtig, dass der Abbau der Naturwerkstoffe erst nach einer bestimmaren Zeitspanne – der Anwendungsdauer – beginnt. Dann ersparen Pflanztopfchen auf Stärkebasis dem Gärtner viel Arbeit und Müll, indem er die Pflanze einfach mit Topf ins Beet setzt und davon ausgehen kann, dass der Topf sich nach einer gewissen Zeit „auflöst“. Das gleiche Prinzip macht man sich bei speziellen Abdeck- und Mulchfolien oder Samenbändern auf Stärkebasis zu Nutze.

Stärke – beeindruckende Anwendungsvielfalt

Papier- und Pappeherstellung: Stärke verbessert die technischen Eigenschaften (z.B. Erhöhung der Papierfestigkeit, Binden und Glätten des Papiers).

Biotechnologischer Rohstoff: Stärke dient als Substrat für Mikroorganismen, deren Stoffwechselprodukte die eigentlichen Zielprodukte sind (z.B. Vitamine, Zitronensäure).

Textilindustrie: Stärkeether geben Kettfäden Abriebschutz und Glätte. Quellstärke verbessert Warenbild und Griff.

Kleister, Klebstoffe: Stärke (z.B. Quellstärke, Stärkeether) ist Basisrohstoff.

Pharma und Kosmetik: Einsatz in Puder, Zahnpasten, Cremes, Salben, Suppositorien. Modifizierte Stärken begünstigen als Tablettierhilfsstoff den Zerfall von Tabletten.

Waschmittel: Stärke ist Ausgangsstoff biologisch abbaubarer Zuckertenside.

Biologisch abbaubare Werkstoffe (BAW): Stärke ist Ausgangsstoff für kunststoffanalogue Werkstoffe.

Stärkepflanzen

Stärke ist ein Produkt der pflanzlichen Photosynthese und wird von einigen Pflanzen als Reservestoff in bestimmten Pflanzenorganen gespeichert. Die wirtschaftlich wichtigsten Pflanzen, die in Deutschland zur Stärkegewinnung angebaut werden, sind Weizen, Kartoffeln und Mais.

Gewinnung des Rohstoffs

Stärke wird durch Auswaschen aus den zermahlenden oder zerkleinerten Ernteprodukten großtechnisch in Stärkefabriken gewonnen. Dabei werden ausschließlich physikalische Verfahren angewandt. Prinzipiell erfolgt die Verarbeitung nach folgendem Schema:





PFLANZLICHE FETTE UND ÖLE – DAMIT LÄUFT'S

Geschichtliches

Ob zur Körperpflege, als Lampenöl, als Schmiermittel oder zur Herstellung von Seife – das Öl aus den Früchten von Ölpflanzen wurde traditionell nicht nur für die Ernährung verwendet. Die Sumerer machten schon vor etwa 4.500 Jahren aus nachwachsenden Rohstoffen Seife. Sie mischten Pottasche mit Pflanzenölen und verwendeten sie als Waschpaste zum Reinigen. Im alten Ägypten wurde Olivenöl mit gebranntem Kalk gemischt und damit die Wagenräder geschmiert. Rapsöl war später der Grundstoff für die traditionelle Seifenherstellung durch die Seifensieder. In Europa nutzten die Menschen im Mittelalter Rapsöl auch als Lampenöl, bevor es Mitte des 19. Jahrhunderts durch das preiswertere Petroleum ersetzt wurde. Mit der Entwicklung der petrochemischen und der Automobilindustrie zu Beginn des vorigen Jahrhunderts wurde der wachsende industrielle Ölbedarf mehr und mehr aus dem preiswerteren Erdöl gedeckt.

Bedeutung heute

Heute sind für die zahlreichen Produkte, die aus dem begrenzt verfügbaren Erdöl hergestellt werden, umweltverträgliche Alternativen wieder sehr gefragt. Beispielsweise ersetzen biologisch schnell abbaubare Pflanzenöle mehr und mehr Schmierstoffe auf Mineralölbasis und tragen in besonderem Maße dazu bei, Umweltbelastungen zu reduzieren. Von den rund 1,2 Millionen Tonnen Schmierstoffen, die in Deutschland jährlich verbraucht werden, geht nur etwa die Hälfte über Sammelsysteme zurück. Der Rest gelangt durch Verdunstung, Verbrennung oder Leckagen in die Umwelt. Schmierstoffe aus Pflanzenöl sind deshalb – und aufgrund ihrer hervorragenden Schmiereigenschaften – eine echte Alternative.

Darüber hinaus setzt die Industrie auch bei Wasch- und Reinigungsmitteln sowie bei Farben und Lacken verstärkt auf Rohstoffe aus Pflanzenöl. Von den etwa 805.000 Tonnen Pflanzenöl flossen im Jahr 2003 rund 45.000 Tonnen in die Herstellung von Schmierstoffen und Hydraulikölen und über 120.000 Tonnen in die oleochemische Industrie. Das Potenzial der pflanzlichen Öle und Fette für technische Anwendungen ist damit noch lange nicht ausgeschöpft.

Einsatzmöglichkeiten

Schmierstoffe und Hydrauliköle aus nachwachsenden Rohstoffen kommen bevorzugt in umweltsensiblen Bereichen zum Einsatz. Die umweltfreundlichen Hydraulik-, Getriebe- oder Sägekettenöle haben sich in Land- und Forstwirtschaft mittlerweile ebenso bewährt wie die Weichenschmieröle bei der Bahn. Darüber hinaus werden Bioschmierstoffe mit Erfolg als Kühlschmiermittel bei Bohren 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 Basis nachwachsender Rohstoffe, 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.



Raps und Sonnenblume sind wichtige Öllieferanten



Getriebe müssen geschmiert werden



WIE GESCHMIERT

Darüber hinaus liefern Pflanzenöle Rohstoffe für Farben und Lacke. Öllein liefert mit seinem so genannten „trocknenden“ Öl traditionell einen wichtigen Grundstoff für die Farbherstellung, der im Zuge des Trends hin zu ökologisch verträglichen Lacken und Anstrichen wieder stärker ins Blickfeld rückt. Für einige Anwendungen sind besonders schnell trocknende Lacke, wie sie beispielweise mit Sonnenblumenöl hergestellt werden können, von besonderem Interesse.

Ölpflanzen

Viele Pflanzen besitzen die Fähigkeit, in ihren Samen Reservestoffe in Form von Ölen und Fetten zu speichern. Davon ist der Raps in Deutschland die mit Abstand wichtigste ölliefernde Pflanze. Im Jahr 2005 wurde Raps für technische Zwecke auf 1,1 Millionen Hektar angebaut. Sonnenblume und Öllein machten rund 12.700 bzw. 3.300 Hektar aus. Mohn, Leindotter und Krambe haben dagegen nur untergeordnete Bedeutung bzw. werden lediglich auf Versuchsflächen kultiviert.

Gewinnung des Rohstoffs

Zur Gewinnung von Pflanzenöl werden die Samen in der Ölmühle gereinigt, zerkleinert, erhitzt und gepresst. Anschließend wird das Öl extrahiert. Die entstandenen Rohöle werden durch Raffination gereinigt und später durch physikalische und chemische Methoden und Verfahren zu verschiedenen maßgeschneiderten Endprodukten weiterverarbeitet.

Ölliefernde Pflanzen und ihre industrielle Verwendung	
Pflanze	Verwendung
Raps	Schmierstoffe, Motorenöle, Hydraulik- und Getriebeöle, Motorsägekettenöle, Verlustschmierung, technische Öle, Tenside, Farben, Lacke, Kraftstoffe
Sonnenblume	Schmierstoffe, Motorenöle, Hydraulik- und Getriebeöle, Motorsägekettenöle, Verlustschmierung, technische Öle, Tenside, Farben, Lacke, Kraftstoffe
Öllein	Farben, Lacke, Firnis, Linoleum, Alkydharze, Weichmacher, PVC-Stabilisatoren, Tenside, Kitt, Papier-, Leder-, Wachstuchindustrie, Staubbindemittel, Spezialseife, Trägerstoff für Pflanzenschutzmittel, Produktion wasserdichter Gewebe
Mohn	hochwertige Malerfarben
Leindotter	Seifen, Anstrichöl, Firnis, Lampenöl

Pflanzliche Öle und Fette sind Gemische aus Glycerin-Fettsäureestern, deren Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten vom Anteil der verschiedenen Fettsäuren bestimmt werden. Für spezielle Anwendungen sind Ölpflanzen interessant, die bestimmte Fettsäuren in möglichst hoher Konzentration enthalten.



Viele Wasch- und Spülmittel enthalten Tenside auf Pflanzenölbasis



Pflanzen liefern umweltfreundliche Hydrauliköle



PFLANZENFASERN – STARK UND STABIL

Geschichtliches

Textilien und Seile wurden traditionell aus Pflanzenfasern hergestellt. So wurde Flachs (= Lein) in Ägypten bereits vor 5.000 Jahren als textiler Rohstoff verwendet. Die ersten Funde von Hanfseilen und Hanfstoffen in Deutschland stammen aus der Zeit von 800 bis 400 vor Christus. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts sorgten Konkurrenzprodukte wie die Baumwolle für den Niedergang des deutschen Anbaus von Flachs und Hanf. Später verdrängten die neuen synthetischen Fasern die Pflanzenfasern fast vollständig vom Markt. Der Anbau von Hanf und Flachs kam zum Erliegen.

Lange nachdem der Hanfanbau in Deutschland bedeutungslos geworden war, unterband die Änderung des Betäubungsmittelgesetzes seinen Anbau in Deutschland vollständig. Der Gesetzgeber wollte verhindern, dass Haschisch und Marihuana aus den Inhaltsstoffen der weiblichen Blüte hergestellt werden. Als 1996 das Verbot gelockert wurde, brach ein wahrer Hanfboom aus. Eine Vielfalt neuer Produkte entstand.

Bedeutung heute

In den letzten Jahren wurden große Anstrengungen unternommen, den Flachs- und Hanfanbau in Deutschland wieder heimisch zu machen. In technischen Bereichen sowie in der Textilindustrie haben sich neue Absatzmöglichkeiten aufgetan. Es werden neue Ernte- und Aufbereitungstechnologien entwickelt und in Verarbeitungsanlagen investiert. Heute haben Flachs und Hanf wieder eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung erlangt.

Einsatzmöglichkeiten

Entsprechend ihrer technischen Eigenschaften ist die Verwendung von Pflanzenfasern vielfältig. Flachs & Co. spielen nicht nur bei der traditionellen Herstellung von Textilien eine Rolle. Mit Verbundwerkstoffen für die Automobilindustrie und Dämmstoffen erschlossen sich gerade für Kurzfasern in den letzten Jahren ganz neue Anwendungsbereiche: Im Vergleich zu Glasfasern und Steinwolle lassen sie sich leichter verarbeiten, sie haben ein geringeres Gewicht bei gleichzeitig hoher Dämmfähigkeit und sind leichter zu entsorgen.

Langfasern

- Textilien
- Netze, Seile, Bindfäden
- Segeltuch

Kurzfasern

- Baustoffe (Pressspanplatten, Bedachungsmaterial, Dämmstoffe, Putz)
- naturfaserverstärkte Werkstoffe (Automobilverkleidungsteile, Kanus, Koffer)
- Formpressteile, Reibbeläge (für die Autoindustrie)
- Papier (nassfestes Papier, Banknoten, Zigarettenpapier, Filtermaterial)
- Mulchmaterial, Pflanzenanzuchtbecher



Flachs und Hanf liefern Fasern



Für faserverstärkte Kunststoffe gibt es viele Anwendungsbereiche



Faserpflanzen

Unter den in Deutschland vorherrschenden klimatischen Bedingungen kommen für die Faserproduktion Flachs, Hanf, Fasernessel und in wärmeren Gebieten Kenaf in Frage. Während Flachs und Hanf auf etwa 1.500 Hektar (Stand: 2005) kommerziell angebaut werden, werden Fasernessel und Kenaf derzeit lediglich im kleinen Maßstab im Versuchsanbau kultiviert.

Gewinnung des Rohstoffs

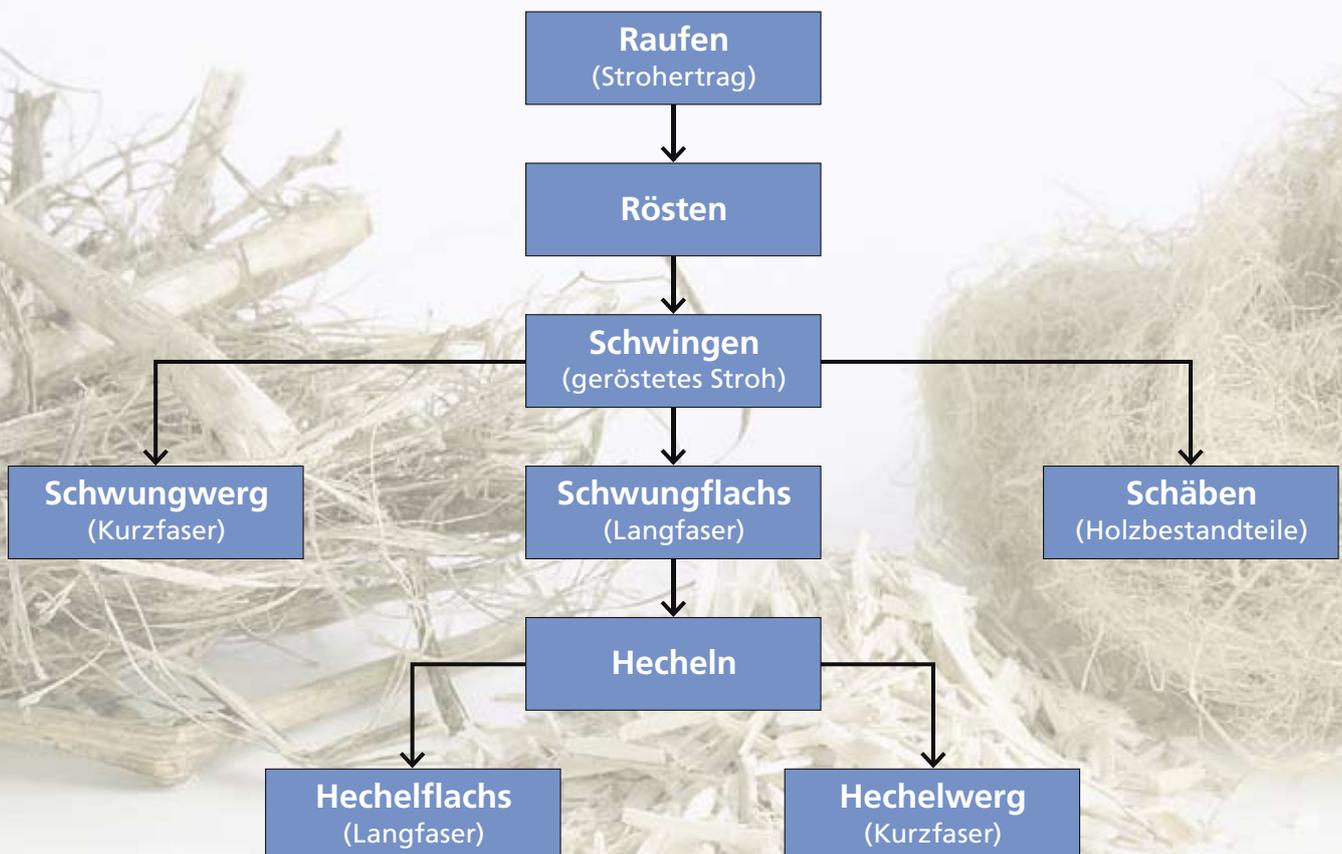
Einige Pflanzenarten bilden in der Rinde der Stängel Bastfasern aus Cellulose, die die Standfestigkeit der Pflanze erhöhen. Die Gewinnung dieser Fasern ist ein komplizierter technologischer Prozess.

Um beispielsweise die Fasern beim Flachs freizulegen, werden die Pflanzen zuerst mit Spezialmaschinen gerauft, das heißt mit ihren Wurzeln aus der Erde gezogen und dann parallel auf dem

Feld ausgebreitet. Unter freiem Himmel erfolgt die so genannte Röste, bei der unter dem Einfluss von Bakterien und Pilzen Teile der Pflanze verrotten. Durch diese Abbauprozesse, die mehrere Wochen dauern, werden die Fasern freigelegt, anschließend zu Röststroh getrocknet und zu Ballen gepresst.

Zur Weiterverarbeitung wird das Flachsstroh mechanisch bearbeitet und gebrochen. Diesen Vorgang nennt man Schwingen. Rotierende Messer trennen die Holzteile (Schäben) von den Fasern ab. Übrig bleiben die Langfasern und die Kurzfasern. Sollen die langen Flachsfasern in einer Spinnerei weiterverarbeitet werden, werden sie noch mit der Flachsheckelmaschine ausgekämmt, dadurch weiter gesäubert und abgetrennt (Hecheln). So werden bei einem Gesamtstrohertrag von etwa 80 dt/ha 14 bis 19 Prozent des Ernteguts als Langfaser und 3 bis 13 Prozent als Kurzfaser gewonnen.

Flachs – vom Stroh zur Leinenfaser





HOLZ UND CELLULOSE – ALLEM GEWACHSEN

Geschichtliches

Die Verwendung von Holz als Werkstoff hat eine Geschichte, die bis in die Steinzeit zurückreicht. Die Neandertaler lebten vor 60.000 bis 100.000 Jahren bereits in Holzhütten. Seit dieser Zeit ist der Einsatz von Holz als Werkstoff für Häuser, Bauwerke und Geräte nicht mehr wegzudenken. Im vergangenen Jahrhundert wurde der Baustoff Holz in Teilen von fossilen Rohstoffen verdrängt.

Bedeutung heute

Unsere Wälder sind die größten natürlichen Rohstofflieferanten. Über 30 Prozent der Fläche Deutschlands besteht aus Wald (11 Millionen Hektar). Durch Aufforstung landwirtschaftlich nicht mehr genutzter Flächen nimmt die Waldfläche weiter zu. Als Kohlenstoffspeicher bindet das in deutschen Wäldern wachsende Holz rund neun Milliarden Tonnen des Treibhausgas Kohlendioxid. Jedes Jahr entzieht der deutsche Wald der Atmosphäre zusätzlich 15 Millionen Tonnen CO₂. Durch die Nutzung von Holzprodukten wirkt das Speicherpotenzial des Waldes über die Lebensdauer der einzelnen Bäume hinaus.

Einsatzmöglichkeiten

Die Verwendungsmöglichkeiten des Baustoffs Holz sind derart vielfältig, dass sich im Extremfall ein ganzes Bauwerk vollständig aus Holz herstellen ließe. Es liefert nicht nur das Grundgerüst und die Dachkonstruktion für Häuser, sondern dämmt und kommt bei Türen, Fenstern oder für Boden-, Decken- und Wandgestaltungen zum Einsatz. Fichte, Kiefer und Lärche sind die heimischen Hölzer, die für konstruktive Bauteile am besten geeignet sind, Buche und Eiche dagegen sind vor allem beim Innenausbau gefragt.

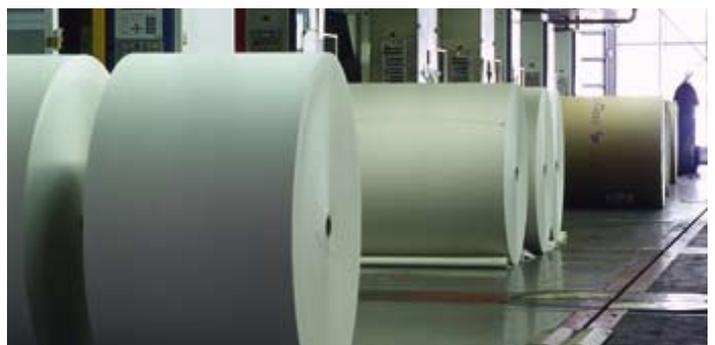
Als Konstruktionswerkstoff dient Schnittholz. Mehr als die Hälfte des Holzes aus deutscher Erzeugung wird von der Bauwirtschaft abgenommen. So genanntes Industrieholz wird zur Herstellung von Holzwerkstoffen wie Spanplatten oder Holzfaserdämmplatten verwendet. Dieser Industriezweig nimmt etwa 27 Prozent des Holzaufkommens aus dem heimischen Wald auf.

Nach chemischer Behandlung werden aus Holz außerdem Zellstoff und Cellulose für die Papierherstellung und Chemiezellstoff zur Herstellung von Textilfasern, Folien, Zellwolle und vielem mehr gewonnen. Schließlich ist Holz auch ein bedeutender Energieträger (siehe Seite 16/17).



Wälder sind wichtige Rohstofflieferanten

Holzernte



Papierfabrik



Holzliefernde Pflanzen

Holzzellen sind aus Cellulose, Polyosen und Lignin aufgebaut. Je nach Baumart variiert die Zusammensetzung und beeinflusst die unterschiedlichen Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten des Holzes. Fichte, Lärche und Erle liefern Weichholz, Eiche, Buche und Ahorn Hartholz. Die Bewirtschaftung des Waldes vollzieht sich je nach Baumart in langen Zeiträumen von 80 bis 250 Jahren.

Schnell wachsende Hölzer bieten hier eine Produktionsalternative. Baumarten wie Pappeln, Weiden und Espen können in so genannten Kurzumtriebsplantagen angebaut und alle vier bis sechs Jahre abgeerntet werden. Das dabei gewonnene Holz dient vor allem der Energiegewinnung, wird aber auch zur Herstellung von Span- und Faserplatten sowie Zellstoff verwendet.

Gewinnung des Rohstoffs

Holz kann als Baustoff ohne energieaufwändige Zwischenschritte und Umwandlungsprozesse verarbeitet werden. Ein wichtiger Schritt bei der Holzverarbeitung ist die Wahl der richtigen Holzart für den jeweiligen Zweck.

Die Gewinnung von Zellstoffprodukten dagegen erfordert aufwändige Aufschluss- und Bleichungsverfahren. Hohe Umweltauflagen erlauben in Deutschland derzeit nur Verfahren der Holzfaseraufbereitung für Produkte, die nicht so hohe Zellstoffqualitäten erfordern. Zur Minderung der Umweltbelastungen werden alternative Herstellungsmethoden erprobt.

Spanplatten



Holzkonstruktion



Holzmöbel





PFLANZENFARBEN – NATÜRLICH BUNT

Geschichtliches

Die Verwendung von Pflanzen als Färbemittel hat eine lange Tradition. Schon die steinzeitlichen Jäger und Sammler benutzten neben mineralischen Pigmenten Pflanzenfarben zur Körperbemalung und für Wandmalereien in Höhlen. Die Färbung von Textilien mit Farbstoffen aus Pflanzen war dagegen erst im antiken Griechenland und später auch im alten Rom bekannt und ist damit jüngeren Ursprungs. Anfang des 19. Jahrhunderts erreichte die Pflanzenfärberei in Europa ihren Höhepunkt. In Deutschland wurden Krapp, Färberwau und Waid in großem Maßstab angebaut, doch nach und nach durch billige Importe verdrängt. Mit der Entwicklung synthetischer Farbstoffe auf der Basis von Steinkohle, später von Erdöl, kam die Textilfärberei mit Pflanzenfarben Ende des 19. Jahrhunderts innerhalb kurzer Zeit vollständig zum Erliegen.

Bedeutung heute

Mit der wieder gestiegenen Bedeutung von Naturtextilien erlebt auch das Färben mit Naturfarbstoffen seit Ende der 80er Jahre eine Renaissance. Durch das zunehmende Umwelt- und Gesundheitsbewusstsein vieler Verbraucher spielen Kriterien wie mögliche Toxizität, allergenes Potenzial, Schadstoffbelastung und Umweltverträglichkeit bei der Kaufentscheidung eine immer größere Rolle und Alternativen zu synthetischen Farbstoffen sind gefragt.

Die ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen für die Verwendung von Naturfarben haben sich allerdings grundlegend geändert. Sol-

len Naturfarben heute wirtschaftlich verwendet werden, müssen eine Reihe von Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Färberpflanzen müssen sich für einen großflächigen Anbau eignen.
- Es müssen qualitativ hochwertige, konzentrierte und maschinengängige Farbstoffextrakte herstellbar sein.
- Naturtextilien und andere Materialien müssen unter industriellen Bedingungen entsprechend dem Stand der Technik in modernen Färbereien gefärbt werden können.
- Die Farben müssen gesundheitlich unbedenklich sein.
- Die Färbung muss – entsprechend ihrer Verwendung – gebrauchstauglich (licht-, wasch-, reibe- und schweißecht) und haltbar sein.
- Es muss eine möglichst breite Farbpalette abgedeckt werden.

Von der Züchtung robuster Sorten mit hohen Farbstoffgehalten über die Erprobung schonender Ernteverfahren bis zur Entwicklung neuer Methoden zur Extraktion der Farbstoffe haben in den vergangenen Jahren umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten stattgefunden und dafür gesorgt, dass Naturfarbstoffe wieder eine langfristige Perspektive haben. Insbesondere die züchterische Erhöhung der Farbstoffgehalte spielt eine entscheidende Rolle für die Entwicklung des Anbaus von Färberpflanzen in Deutschland.



Königskerze



Färberdistel



Einsatzmöglichkeiten

Pflanzliche Farbstoffe lassen sich in den unterschiedlichsten Bereichen des täglichen Lebens einsetzen, u.a. als

- Textilfarben,
- Lebensmittelfarben,
- Malfarben,
- Druckfarben oder
- Holzanstriche.

Färberpflanzen

Unter den in Deutschland herrschenden klimatischen Bedingungen können nur einige wenige Arten von Färberpflanzen angebaut werden. Je nach Pflanzenart stecken die Farbstoffe in unterschiedlichen Pflanzenteilen.

Aus den Blättern des Färberknöterichs und des Färberwaid wird der blaue Farbstoff Indigo gewonnen. Beim Krapp ist es die Wurzel, die Textilien, Wollgarne, Seide und Baumwolle leuchtend rot färbt. Die Ernte der Färberhundskamille ist auf-

wändig, weil der gelbe Farbstoff nur in den Blüten steckt. Bei Färberwau, Kanadischer Goldrute und Saflor wird dagegen die gesamte Pflanze geerntet und zur Gewinnung des gelben Farbstoffs genutzt.

Gewinnung des Rohstoffs

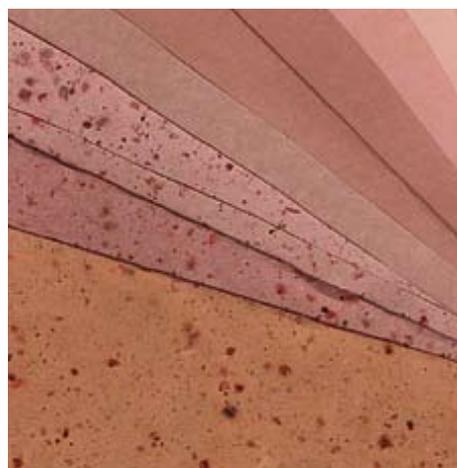
Die Farbstoffe werden nach Reinigung und Zerkleinerung der Pflanzenteile durch Extraktion gewonnen. Es werden drei Farbstoffarten unterschieden:

- Direktfarbstoffe wie das Rot des Saflors färben direkt an und sind unmittelbar nutzbar.
- Beizfarbstoffe, die den größten Teil der Naturfarben ausmachen, haften nur mithilfe einer Beize, eines Metallsalzes, auf dem Färbegut.
- Küpenfarbstoffe, wie sie im Färberwaid und im Färberknöterich vorhanden sind, sind in Wasser unlöslich. Sie werden in einer wässrigen Lösung aus Alkali und einem Reduktionsmittel, der so genannten Küpe, wasserlöslich gemacht. Durch die anschließende Oxidation an der Luft entsteht die Farbe auf dem Färbegut.

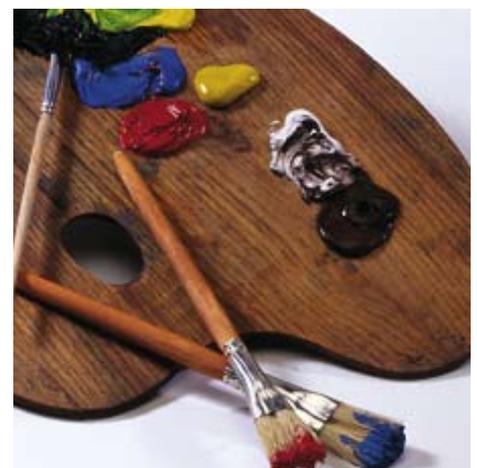
Pflanze	färbende Pflanzenteile	Farbton	Verwendung
Färberwaid	Blätter	blau	Textilien, Anstrich für Holz, Desinfektionsmittel
Färberknöterich	Blätter	blau	Textilien, Desinfektionsmittel
Färberwau	gesamte Pflanze	gelb	Stoffe, besonders Seide
Färberhundskamille	Blüten	gelb	Textilien
Färberdistel (Saflor)	Blätter/Blüten	gelb/rot	Orientteppiche, Seide, Baumwolle, Schminke
Krapp	Wurzeln	rot	Textilien, Kunstmalerei, Glasuren



Pflanzen liefern Farben für Leder und Textilien,



Papier



und die Kunstmalerei



HEILSTOFFE – GESUNDHEIT AUS DER NATUR

Geschichtliches

Seit Menschengedenken werden Arzneipflanzen in der Natur gesammelt und zur Heilung bzw. Linderung von Krankheiten verwendet. In Europa wurden Heilpflanzen zunächst vor allem in den Kloostergärten angebaut. Im 9. Jahrhundert verordnete Karl der Große auf seinen Landgütern den Anbau von 70 Heilpflanzen. Viel von dem alten Wissen über die Heilkräfte der Pflanzen ging in den vergangenen Jahrhunderten verloren.

Bedeutung heute

Auch heute noch greifen wir auf alte pflanzliche Hausmittel zurück, um Krankheiten zu heilen oder Schmerzen zu lindern. Die Nachfrage nach natürlichen Heilmitteln wächst beständig. Dementsprechend verwendet die Pharmaindustrie in zunehmendem Umfang pflanzliche Wirkstoffe. Schon heute besteht mehr als die Hälfte der Arzneimittel ganz oder teilweise aus isolierten pflanzlichen Substanzen.

Allerdings kommen derzeit nur etwa zehn Prozent der in Deutschland verwendeten Arzneipflanzen aus heimischem Anbau. Der Großteil wird nach wie vor importiert und stammt überwiegend aus Wildsammlungen. Qualitätsprobleme, Verunreinigungen und Lieferausfälle bei der Importware machen den heimischen Vertragsanbau für die pharmazeutische Industrie mehr und mehr interessant.

Einsatzmöglichkeiten

Aus Heilpflanzen werden – meist industriell – eine Vielzahl von Medikamenten hergestellt. Die Darreichungsform reicht von Tees und Tinkturen über Tabletten und Sirupe bis zu Salben und Zäpfchen. Die Heilwirkung und die Anwendung unterscheidet sich je nach Pflanzenwirkstoff.

Arzneipflanzen

Von den weltweit etwa 850.000 Pflanzenarten wurden nur etwa 500 auf ihre mögliche Heilwirkung näher untersucht. Wissenschaftler vermuten jedoch, dass es rund 20.000 Pflanzen mit heilender Wirkung gibt. Hier gibt es noch großen Forschungsbedarf. In Deutschland werden derzeit auf rund 10.000 Hektar mehr als 70 verschiedene Heil- und Gewürzpflanzen angebaut. Der überwiegende Teil wächst in den südlichen Bundesländern in Regionen, wo Erfahrungen mit den anspruchsvollen Kulturen traditionell vorhanden sind und die notwendige spezielle Ernte- und Trocknungstechnik zur Verfügung steht.

Arzneipflanzen enthalten in einem oder in mehreren ihrer Organe Substanzen, die für therapeutische Zwecke verwendet werden. Die Gesamtheit der verwertbaren Inhaltsstoffe, die therapeutischen Zwecken dient, wird als Droge bezeichnet. Je nach Herkunft werden Wurzeldrogen, Blatt- oder Krautdrogen, Blütendrogen und Frucht- bzw. Samendrogen unterschieden.



Fingerhut



Johanniskraut



Malve



Verwendungsmöglichkeiten ausgewählter Arzneipflanzen		
Pflanzenart	verwendete Teile	Heilwirkung
Artischocke	Blätter	fördert die Verdauung, senkt den Blutfettspiegel
Baldrian	Wurzelstock	Schlaf- und Beruhigungsmittel, mindert Nervosität
Fenchel	Früchte	gegen Husten und Blähungen
Johanniskraut	Kraut	beruhigt, wirkt stimmungsaufhellend
Kamille	Blüten	hilft bei Entzündungen, Magen-, und Darmerkrankungen
Löwenzahn	Kraut, Wurzel	harntreibend, hilft bei Leber- und Gallenleiden
Mariendistel	Kraut, Früchte	gegen Leberfunktionsstörungen
Pfefferminze	Kraut, Blätter	hilft bei Magenkrämpfen und Blähungen
Ringelblume	Blüten	Wundheilmittel, Mundwasser
Sonnenhut	Pflanze und Wurzel	steigert die Abwehrkräfte

Gewinnung der Rohstoffe

Inhaltstoffe mit Heilwirkung können ätherische Öle, Gerbstoffe, Bitterstoffe, Schleimstoffe und viele mehr sein. Um sie aus dem Pflanzenmaterial zu isolieren, müssen die Arzneipflanzen aufwändig bearbeitet werden.

Die geernteten Pflanzen werden zunächst gewaschen, getrocknet und zerkleinert. Anschließend werden die Wirkstoffe mithilfe von wässrigen oder alkoholischen Lösungsmitteln aus den Pflanz-

teilen extrahiert. Bei der Mazeration werden die Wirkstoffe durch eine Auslaugung bei Zimmertemperatur in die Lösung überführt. Wird der Prozess durch Wärmezufuhr unterstützt, spricht man von Digestion. Die Perkolation gewinnt das Pflanzenextrakt, indem das Lösungsmittel kontinuierlich durch die Pflanzenteile tropft. Als Endprodukte entstehen jeweils Extrakte, die flüssig, zähflüssig oder trocken sein können.



Kräutertee



Ringelblume zur Wundheilung



BIOMASSE – DAUERBRENNNER FÜR WÄRME UND

Geschichtliches

Über die Photosynthese speichern Pflanzen in ihrer Biomasse Sonnenenergie. Jahrtausende lang nutzten die Menschen diese Biomasse als Energieträger. Holz war dabei das wichtigste Heizmaterial. Im vergangenen Jahrhundert wurden die nachwachsenden Energielieferanten durch die fossilen Rohstoffe Kohle, Erdöl und Erdgas abgelöst.

Bedeutung heute

Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe gelangt das vor Millionen von Jahren darin gebundene Kohlendioxid wieder in die Atmosphäre, was zu unerwünschten Klimaänderungen führt. Um die Kohlendioxidemissionen zu senken, ist es unerlässlich, den Anteil erneuerbarer Energien deutlich zu steigern.

Fast überall wachsen große Mengen an Pflanzen, die sich für die Strom- und Wärmegegewinnung oder für die Produktion von Biokraftstoffen eignen. Das theoretische Potenzial von Biomasse überschreitet dementsprechend den derzeitigen tatsächlichen Einsatz um ein Vielfaches. Schätzungen gehen davon aus, dass langfristig etwa 17 Prozent

des Gesamtenergiebedarfs in Deutschland über Biomasse gedeckt werden könnten. Heute liefert Biomasse allerdings noch nicht einmal zwei Prozent des deutschen Bedarfs an Strom, Wärme und Kraftstoffen.

Energieliefernde Pflanzen und ihre Einsatzmöglichkeiten

Energie aus Biomasse kann durch Verbrennung, Vergasung oder durch Verflüssigung freigesetzt werden, wobei das Kohlendioxid, welches die Pflanzen im Laufe ihres Wachstums aufgenommen haben, wieder freigesetzt wird. Der Kohlendioxidkreislauf ist dabei geschlossen.

Holz hat als Bioenergieträger die größte Bedeutung. In waldreichen Regionen Deutschlands wird ein beträchtlicher Teil der Häuser noch mit Scheitholz beheizt. Weitere Energieträger aus Holz sind Holzpellets oder Hackschnitzel aus Betrieben der Holzwirtschaft. Vollautomatische Holzfeuerungsanlagen machen sie nicht nur für Gewerbebetriebe und Kommunen, sondern immer mehr auch für Privathaushalte zu einer preiswerten, ökologischen Brennstoffalternative.



Holzpellets

Biogasanlage



Stroh kann auch als Brennstoff genutzt werden



STROM

In Versuchsplantagen wird geprüft, inwieweit sich schnell wachsende Hölzer wie Pappeln, Weiden und Espen für die systematische energetische Nutzung eignen. Auch Getreide, Ölsaaten oder Gräser sind potenziell für die Gewinnung von Biomasse geeignet. Darüber hinaus gehören organische Reststoffe wie Stroh ebenfalls zur Biomasse und können zur ökologischen Energieversorgung beitragen.

Aufgrund des verstärkten Interesses an nachwachsenden Rohstoffen und durch das Stromeinspeisungsgesetz entstanden mittlerweile bundesweit mehrere Großanlagen zur Wärme- und auch Stromerzeugung aus Biomasse.

Landwirtschaftliche Betriebe können mithilfe von Biogasanlagen Abfälle aus der Tierhaltung wie Gülle und Stallmist, Gartenabfälle und Energiepflanzen mikrobiell vergären und damit Biogas gewinnen. Über angeschlossene Blockheizkraftwerke kann das entstehende Gas in Strom umgewandelt und ins Netz eingespeist werden. Die frei werdende Wärme wird vor Ort zum Heizen genutzt.



Holzhackschnitzel

Brennstoffe aus Biomasse

• feste Brennstoffe

- Holz aus der Durchforstung des Waldes, Restholz aus Holzverarbeitung in Form von Scheiten oder Hackschnitzeln
- schnell wachsende Baumarten, z.B. Weiden und Pappeln, in Form von Hackschnitzeln, Pellets oder Briketts
- Energiegräser, z.B. Weidelgras, Chinaschilf und Getreide (Ganzpflanzen, z.B. Triticale und Roggen in Form von Ballen oder Pellets)
- Stroh in Form von Ballen

• flüssige Brennstoffe aus

- Ölpflanzen, z.B. Raps, Sonnenblumen und Öllein
- Zucker- und Stärkepflanzen, wie z.B. Zuckerrüben, Kartoffeln, Mais und Weizen in Form von Alkohol

• gasförmige Brennstoffe aus

- Reststoffen, z.B. Gülle, Gras aus der Landschaftspflege, Reste von Nutzpflanzen durch mikrobielle Vergärung
- Energiepflanzen wie Mais und Getreide

Ausgewählte Gründe für die Nutzung von Biomasse

- Kurze Transportwege: Wärme und Strom werden dort erzeugt, wo sie gebraucht werden.
- Beständige Energieversorgung ist gesichert, weil der Energieträger ständig nachwächst.
- Geschlossener CO₂-Kreislauf, der der Verstärkung des Treibhauseffekts entgegenwirkt.
- Energie ist speicherbar und kann an jedem Ort zum gewünschten Zeitpunkt zur Energieversorgung eingesetzt werden (im Gegensatz zu Wind- und Sonnenenergie).



Vorbereitung von Schnittholz



BIOKRAFTSTOFFE – RAPS MACHT MOBIL

Geschichtliches

Der erste Motor, den Rudolf Diesel 1904 entwickelte, wurde mit Erdnussöl angetrieben. Trotzdem setzten sich bei der anschließenden Motorisierung der Gesellschaft fossile Energieträger durch. Erst seit der ersten Energiekrise im Jahre 1973 beschäftigt man sich intensiver mit den Biokraftstoffen. Mit Rapsöl werden heute hauptsächlich Verbrennungsmotoren und neuerdings auch Blockheizkraftwerke betrieben.

Bedeutung heute

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 Biodieselersteller 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 der benötigten Dieselkraftstoffe.

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, auch Biodiesel genannt. Dieser Treibstoff ist mit herkömmlichem Diesel vergleichbar. Ein Großteil der neuen Dieselfahrzeuge ist dafür bereits vom Hersteller freigegeben. Aufgrund der biologischen Abbaubarkeit ist sein Einsatz vor allem in umweltsensiblen Bereichen sinnvoll. Biodiesel treibt anstelle von Heizöl neuerdings auch stationäre Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung an. Beispielhaft wird dies im Reichstagsgebäude in Berlin umgesetzt.

Außerdem kann aus zucker- und stärkehaltigen Fruchtarten Bioethanol hergestellt werden, das sich für die Beimischung zu Ottokraftstoff bis zu einem Anteil von bis zu fünf Prozent eignet.

Rapserte



Biodieselanlage





Kraftstoffliefernde Pflanzen

Für die Produktion von Biokraftstoff sind grundsätzlich alle ölhaltigen Pflanzen wie Sonnenblumen, Soja und Raps geeignet. Aufgrund der klimatischen Bedingungen ist in Deutschland Raps der weitaus wichtigste Rohstoff. Die Rapspflanze bringt derzeit einen Hektarertrag von ungefähr 1.600 Liter Öl (2005).

Gewinnung des Rohstoffs

Rapsöl wird durch Pressung aus den Rapssamen gewonnen. Um aus reinem Rapsöl Biodiesel zu machen, ist eine so genannte Umesterung mit Methanol notwendig. Es entstehen einzelne Fettsäure-Ester-Ketten, bei Rapsöl Rapsöl-Methyl-Ester (RME), und Glycerin. 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 macht. Das anfallende Glycerin wird nach der Reinigung vor allem als Rohstoff in der chemischen Industrie verwendet. Damit ist die Herstellung von Biodiesel praktisch ab-

fallfrei, weil auch das bei der Ölpressung aus Rapssamen anfallende Rapsschrot als hochwertiges Eiweißfuttermittel für Nutztiere verwendet wird.

Eine relativ neue Entwicklung sind synthetische Kraftstoffe aus Biomasse (BTL-Kraftstoffe, biomass-to-liquid). Sie werden bislang nur in kleinen Forschungs- und Pilotanlagen produziert und sind noch nicht am Markt verfügbar. Ein großer Vorteil von BTL-Kraftstoff liegt darin, dass sehr viele verschiedene pflanzliche Rohstoffe unter Verwendung sämtlicher Pflanzenteile genutzt werden können. In einem zweistufigen Syntheseprozess entstehen aus der Biomasse Kraftstoffe. BTL-Kraftstoff wird für die Zukunft ein weitaus größeres Potenzial zugeschrieben als den übrigen Biokraftstoffen.



Viele der neueren Dieselfahrzeuge können mit Biodiesel betrieben werden





information.
medien.agrar e.V.



agrikom

Fachagentur für
Agrarkommunikation

Literatur

- C.A.R.M.E.N. e.V. (Hrsg.) (2001) Folienatlas Nachhaltige Rohstoffe. 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.) (2004) Spitzentechnologie ohne Ende. Gülzow.
- Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe (Hrsg.) (2004) Färberpflanzen. Gülzow.
- Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe (Hrsg.) (2004) Biogas – eine Einführung. Gülzow.
- Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe (Hrsg.) (2005) Biokraftstoffe. Gülzow.
- Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe (Hrsg.) (2005) Biologisch abbaubare Werkstoffe. 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.) (2004) Biodiesel – Flowerpower. Fakten. Argumente. Tipps. Berlin.
- UFOP Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (Hrsg.) (2004) UFOP-Sonderdruck: Nachhaltige Rohstoffe. Berlin.

Links

- www.fnr.de
- www.ufop.de
- www.nachwachsende-rohstoffe.de
- www.ris-naro.net
- www.carmen-ev.de
- www.bine.info
- www.inaro.de
- www.bioenergie.de