



# Nachwachsende Rohstoffe

AUS DEM KREISLAUF DER NATUR



# Nachwachsende Rohstoffe

## AUS DEM KREISLAUF DER NATUR

Einleitung 3

### Industrie-Rohstoffe

Stärke – vielseitig einsetzbar 4  
Pflanzliche Fette und Öle – damit läuft's  
wie geschmiert 6  
Pflanzenfasern – stark und stabil 8  
Holz und Cellulose – allem gewachsen 10  
Pflanzenfarben – natürlich bunt 12  
Heilstoffe – Gesundheit aus der Natur 14

### Energie-Rohstoffe

Biomasse – Dauerbrenner für Wärme  
und Strom 16  
Biotkraftstoffe – mobil mit Raps & Co. 18

Linktipps 20

### Impressum

#### Herausgeber:

i.m.a - information.medien.agrar e.V.  
Wilhelmsaue 37  
10713 Berlin  
Tel.: 030/ 8105602-0  
Fax: 030/ 8105602-15  
E-Mail: info@ima-agrar.de  
www.ima-agrar.de

#### Redaktion:

Dana Heyligenstaedt/ i.m.a e.V.  
Bernd Schwintowski/i.m.a e.V.  
Dr. Anika Oppermann  
Stand 2020

**Gestaltung:** Willi Weber Grafik Design

#### Bildnachweise:

Adobe Stock: Antje Noch (Titelbild), bung (Titelbild), Subbotina Anna (3), Nishihama (4), Kletr (10), Tobias Arhelger (10), Ingo Bart (11), sergey0506 (11), Coa (12), voltan (15), Marina Lohrbach (15), womue (15), Beboy (17), Brigitte Wegner (18), Christian Jung (18) · Agrikom GmbH (4, 12, 17) · Arctic Paper (10) · Bio-Oelwerk Magdeburg (18) · Daimler AG (9) · Doosan Corporation (7) · FNL e.V. (16) · FNR e.V. (8) · Fotolia: Papirazzi (1), aedkafi (4), Fotoschlick (5), emer (6), Torsten Schon (7), evgenyb (15), Gerhard Seybert (16), Vojtech (19), Smileus (20) · Jakob Winter GmbH (9) · LLH (8) · LLH/ HeRo (16) · NNZ (5) · Pixabay: Pezibear (Titelbild), szjeno09190 (6, 18), kawasaki (7), Capri23auto (11), KenStock (14), shell ghostcage (14), NickyPe (14), Mauritanian (14) · pixelio: Peter A (6), Rainer Klinke (10), Maria Lanznaster (12-13) · TECNARO GmbH (9) · Timo Jaworr (4, 8)

Für die bessere Lesbarkeit wurde die jeweils tradierte Bezeichnung gewählt, die jedoch immer alle Geschlechter meint.

Mit freundlicher Unterstützung der Landwirtschaftlichen Rentenbank.

Unverkäufliches Exemplar



*Liebe Leserin, lieber Leser,*

Nachwachsende Rohstoffe sind organische Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die als Rohstoffe für die Industrie oder als Energieträger dienen. Im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen erneuern sie sich jährlich oder in überschaubaren Zeiträumen. Der Mensch nutzt die nachwachsenden Rohstoffe schon seit Jahrtausenden. Die Entdeckung von Kohle und Erdöl als kostengünstigere fossile Rohstoffe verdrängten sie. Doch je mehr fossile Rohstoffe zu Tage befördert und verbraucht werden, desto mehr Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) gelangt aus Jahrtausenden alten Speichern in die Atmosphäre und verändert das Klima. Aus Pflanzen gewonnene Werkstoffe und Energieträger setzen nur so viel CO<sub>2</sub> frei, wie diese während ihrer Wachstumsphase aus der Atmosphäre entnommen haben. Ihr Einsatz mindert somit den Ausstoß von Treibhausgasen, die stoffliche Nutzung entzieht der Atmosphäre sogar zeitweise Kohlenstoff durch seine Bindung im Werkstoff. Auch die begrenzte Verfügbarkeit der fossilen Rohstoffe sorgte in den letzten Jahren für die Rückbesinnung auf die alten neuen Rohstoffe aus der Natur. Zudem sind rohstoffarme Länder wie Deutschland auf teure Importe angewiesen. Die Naturstoffe können ihre fossilen Konkurrenten in vielen Bereichen ersetzen. Ihr Anbau verringert die Importabhängigkeit, entlastet die Volkswirtschaft, fördert die ländliche Entwicklung und die Vielfalt auf den Äckern. Des Weiteren sind die biogenen

Energieträger wichtige Mittel zum Ausbau der Erneuerbaren Energien und zum Klimaschutz. Die Fachwelt misst den nachwachsenden Rohstoffen einen wichtigen Platz in zukunftsfähigen Wirtschaftsformen bei. Im Jahr 2019 wuchsen in Deutschland auf mehr als 2,67 Millionen Hektar Acker nachwachsende Rohstoffe, das sind etwa 22 Prozent der gesamten Ackerfläche. Wichtigste nachwachsende Rohstoffquelle ist der Wald auf weiteren elf Millionen Hektar. In der jüngsten Vergangenheit wurde viel in die Forschung und Entwicklung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen investiert. Das Spektrum ihrer Anwendungsbereiche weitet sich immer mehr aus. Nachwachsende Rohstoffe und deren Produkte sind zunehmend Teil des globalen Handels. Richtlinien und internationale Zertifizierungssysteme sollen eine nachhaltige Erzeugung und Verarbeitung der Biomasserohstoffe sicherstellen. Ziel ist es, Flächenkonkurrenzen zu vermeiden und Biodiversität sowie soziale Mindeststandards in allen Erzeugerländern zu sichern. In vielen gesellschaftlichen Bereichen sind nachhaltige Konzepte für eine sichere, lebenswerte Zukunft gefragt. Nachwachsende Rohstoffe bieten Chancen für den Weg dahin, denn ihre Produkte sind Bausteine einer ressourcenschonenden und umweltverträglichen Kreislaufwirtschaft.

Ihr i.m.a - information.medien.agrar e.V.

## Schritte auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energie- und Rohstoffversorgung

- Technologien für die Gewinnung und Verwertung von Rohstoffen weiterentwickeln
- Kopplung von stofflicher und energetischer Nutzung optimieren (Nutzungskaskaden)
- Umweltwirkungen durch optimalen Mix von Energiequellen minimieren
- Internationale Kooperationen (Wissensaustausch und Standards)
- Energieverbrauch senken





## STÄRKE – VIELSEITIG EINSETZBAR

### Geschichtliches

Bereits im 9. Jahrhundert nutzte man in Arabien reine Weizenstärke als Zusatz bei der Papierherstellung. Die Römer der Antike nutzten das Klebevermögen von Stärke für Kleister und Leime. Diese Verwendungen sind auch noch heute üblich. Mitte des 19. Jahrhunderts wurden aus pflanzlichen Rohstoffen wie Cellulose die ersten Kunststoffe hergestellt. Kunststoffe aus fossilen Rohstoffen ersetzen später die biogenen Vorgänger. Seit den 1980er-Jahren interessieren sich Forschung und Industrie wieder für die nachwachsende Variante.

### 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 2017 produzierte Deutschland 1,6 Millionen Tonnen Stärke, größtenteils aus Weizen. Der deutsche Markt verbrauchte im selben Jahr 1,96 Millionen Tonnen Stärke, davon etwa 42 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. Bei der Herstellung von Biokunststoffen nimmt Stärke eine Schlüsselrolle ein.

### Einsatzmöglichkeiten

Die Form und Größenverteilung der Stärkekörner sowie die molekulare Zusammensetzung der Stärkemoleküle variieren je nach botanischer Herkunft. Sie bestimmen wichtige anwendungsrelevante Eigenschaften, wie das Verkleisterungsverhalten, die Viskosität und die Gelbildung. Mechanische, chemische und thermische Prozesse können die funktionellen Eigenschaften von Stärke weiter modifizieren, sodass das Produkt entsprechend der vorgesehenen Anwendung „maßgeschneidert“ ist. Mehr als drei Viertel der technisch verwendeten Stärke gehen in die Papier- und Wellpappeherstellung. Darüber hinaus wird ein beachtlicher Anteil für die Herstellung von wasserlöslichen Klebstoffen und Leimen verwendet. Weitere stärkebasierte Produkte sind Waschmittelrohstoffe, Rohstoffe für die Kosmetik- und Pharmaindustrie sowie für biotechnologische Verfahren. Eine wachsende Bedeutung kommt der Stärke als Basis für biogene Kunststoffe zu. Sie sehen aus wie petrochemisch erzeugter Kunststoff, bestehen aber aus nachwachsenden Rohstoffen und lassen sich gegebenenfalls kompostieren. Die Bandbreite der möglichen Anwendungen ist groß und die Verknappung der fossilen Rohstoffe treibt deren Entwicklung voran. Die Herstellung von Verpackungschips aus geschäumter Stärke ist besonders einfach. Ähnlich wie ihre



Mais



Weizen



Kartoffel



Verwandten aus Styropor schützen sie empfindliches Transportgut. In einem anderen Verfahren fermentieren Mikroorganismen die Stärke: Sie bilden aus der Stärke Polymilchsäure (PLA) und andere Biokunststoffe. Diese Materialien und auch aufgeschäumte Stärke finden bei Formteilen wie Einweggeschirr und Verpackungen für z.B. Obst oder Fastfood ihre Verwendung. Die Eigenschaft von Stärke, Filme bzw. Folien zu bilden, wird ebenfalls genutzt: Spezielle Folien für Verpackungen, Tüten, Sichtfenster für Briefumschläge und vieles mehr können nach Gebrauch biologisch abbaubar sein. Kompostierbare Abfallsäcke sind wohl das bekannteste Beispiel. Kurzlebige Kunststoffverpackungen wie Folien, Beutel, Becher und Cateringgeschirr ließen sich komplett aus Stärkekunststoffen und Polylactiden herstellen. Abdeck- und Mulchfolien auf Stärkebasis werden von Gärtnern und Landwirten genutzt, um z.B. den Unkrautdruck auf die angebaute Kultur zu senken. Diese Folien „lösen“ sich nach einer gewissen Zeit auf, da sie sehr dünn sind.

### Stärkepflanzen

Bestimmte Pflanzen speichern Stärke als Reservestoff in mikroskopisch kleinen Körnern. Sie gehört wie Cellulose chemisch zu den Kohlenhydraten und besteht größtenteils aus dem Einfachzucker Glucose. Die wirtschaftlich wichtigsten Pflanzen, die in Deutschland zur Stärkegewinnung angebaut werden, sind Weizen, Kartoffeln und in geringen Mengen Mais.

### Gewinnung des Rohstoffs

Stärke wird in Stärkefabriken großtechnisch aus den zermahlenen oder zerkleinerten Ernteprodukten gewaschen. Die entstehende Stärkemilch wird entwässert und zu Stärkepulver getrocknet. Dabei kommen ausschließlich physikalische Verfahren zum Einsatz.



Bioplastics – in vielen Supermärkten bereits Realität. Verpackungen mit diesem Logo dürfen in der Biotonne entsorgt werden.



## Stärke – beeindruckende Anwendungsvielfalt

### Papier- und Pappeherstellung:

Hilfsstoff für z.B. Erhöhung der Papierfestigkeit, Binden und Glätten des Papiers

### Biotechnologie:

Substrat für Mikroorganismen, deren Stoffwechselprodukte die eigentlichen Zielprodukte sind, z.B. Vitamine, Geschmacks- und Konservierungsmittel, Antibiotika

### Textilindustrie:

Stärkeether für Abriebschutz und Glätte von Kettfäden, Quellstärke für verbessertes Warenbild und verbesserten Griff

### Bauindustrie:

Bindemittel oder Abbindeverzögerer und Einschaltungsmittel

### Kleister, Klebstoffe:

Stärke (z.B. Quellstärke, Stärkeether) als Basisrohstoff

### Pharmazie und Kosmetik:

Einsatz in Puder, Zahnpasten, Cremes, Salben, Suppositorien  
Modifizierte Stärken als Hilfsstoff für Zerfall von Tabletten

### Seifen, Waschmittel:

Ausgangsstoff für biologisch abbaubare Zuckertenside

### Kunststoffanaloge Werkstoffe:

Ausgangsstoff für Biokunststoffe und Additiv für andere Kunststoffe, z.B. biologisch abbaubare Verpackungen, Einweggeschirr/-besteck, Folien, Pflanztöpfe, Spielzeug, Kleidung, Teppiche





## PFLANZLICHE FETTE UND ÖLE – DAMIT LÄUFT'S WIE GESCHMIERT

### Geschichtliches

Das Öl aus den Früchten von Ölpflanzen diente traditionell nicht nur der Ernährung. Die Sumerer machten schon vor etwa 4.500 Jahren aus nachwachsenden Rohstoffen Seife. Sie mischten Pottasche mit Pflanzenölen und verwendeten sie als Waschpaste. Die alten Ägypter verrührten Olivenöl mit gebranntem Kalk und schmierten damit die Wagenräder. Später war Rapsöl für Seifensieder der Grundstoff zur Seifenherstellung. 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 wurde der wachsende industrielle Ölbedarf mehr und mehr aus dem preiswerteren Erdöl gedeckt.

### Bedeutung heute

Heute sind umweltverträgliche Alternativen für die zahlreichen Produkte, die aus dem begrenzt verfügbaren Erdöl hergestellt werden, wieder sehr gefragt. Beispielsweise ersetzen biologisch schnell abbaubare Pflanzenöle zunehmend Schmierstoffe auf Mineralölbasis und beugen damit Umweltbelastungen vor. Jährlich fließen rund 36.600 Tonnen Pflanzenöl in die Herstellung von Schmierstoffen. Je nach genauem Verwendungszweck sind die Marktanteile der biogenen

Produkte sehr unterschiedlich: Sie reichten von jeweils unter einem Prozent bei Kompressoren-, Turbinen-, Elektroisolier-, Prozess- und Metallbearbeitungsölen (2016) bis zu mehr als 50 Prozent bei Sägekettenölen. Darüber hinaus setzt die Industrie auch bei Wasch- und Reinigungsmitteln, bei Farben und Lacken sowie bei Kunststoffen verstärkt auf Rohstoffe aus Pflanzenöl. Diese Anwendungsfelder verbrauchen den größten Teil der etwa 1.000.000 Tonnen stofflich genutztem Pflanzenöl. Das Potenzial der pflanzlichen Öle und Fette für technische Anwendungen ist noch lange nicht ausgeschöpft.

### Einsatzmöglichkeiten

Schmierstoffe und Hydrauliköle aus nachwachsenden Rohstoffen kommen bevorzugt in umweltsensiblen Bereichen zum Einsatz. Nur etwa die Hälfte aller verbrauchten Schmierstoffe geht über Sammelsysteme zurück. Der Rest gelangt durch Verdunstung, Verbrennung oder Leckagen in die Umwelt. Diese Verlustschmierstoffe durch Schmierstoffe auf Pflanzenölbasis zu ersetzen, ist ökologisch sinnvoll. Weitere Vorteile sind: bessere Schmiereigenschaften, geringere Feuergefahr und Verdunstung sowie schwächere Geruchsbildung. Zudem liegen die Betriebskosten bei fachgemäßem Betrieb nicht höher als mit Mineralöl. Die umweltfreundlichen Hydraulik-, Getriebe- oder Sägekettenöle haben sich in Land- und Forstwirtschaft sowie im Baugewerbe mittlerweile ebenso bewährt wie die Weichenschmieröle



Raps



Sonnenblume



Öllein



## Ölliefernde Pflanzen und ihre industrielle Verwendung

Pflanze	Verwendung
<b>Raps und Sonnenblume</b>	Schmierstoffe, Motorenöle, Hydraulik- und Getriebeöle, Motorsägekettenöle, technische Öle, Tenside, Farben, Lacke, Polymere
<b>Öllein</b>	Farben, Lacke (Firniss), Linoleum, Spachtelmasse, Weichmacher, PVC-Stabilisatoren, Tenside, Kitt, Papier-, Leder-, Wachtuchindustrie, Staubbindemittel, Spezialseife, Trägerstoff für Pflanzenschutzmittel, Produktion wasserdichter Gewebe
<b>Mohn Leindotter</b>	hochwertige Malerfarben Seifen, Anstrichöl, Schutzlack (Firniss), Lampenöl

im Schienenverkehr sowie Fahrradkettenöle. Darüber hinaus dienen Bioschmierstoffe als Kühlschmiermittel bei Metallbohrern und -fräsen sowie als Motoröle in der Schifffahrt und Wasserwirtschaft. Wasch- und Spülmittel, Allzweckreiniger, Shampoos und Duschbäder 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 zudem hautverträglicher sind. Des Weiteren liefern Pflanzenöle Rohstoffe für Farben und Lacke. Der gemeine Lein, auch Öllein oder Saatlein genannt, liefert mit seinem sogenannten „trocknenden“ Öl traditionell einen wichtigen Grundstoff für die Farbherstellung. Im Zuge des Trends zu ökologisch verträglichen Lacken und Anstrichen rückt er wieder stärker ins Blickfeld. Für einige Anwendungen sind besonders schnell trocknende Lacke, wie sie beispielsweise mit Sonnenblumenöl hergestellt werden können, von 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 2018 wurde Raps für energetische und technische Zwecke auf 669.000 Hektar angebaut. Sonnenblume und Öllein machten rund 7.200 bzw. 3.500 Hektar aus. Mohn, Leindotter

und Krambe haben dagegen nur untergeordnete Bedeutung bzw. wachsen lediglich auf Versuchsflächen.

### Gewinnung des Rohstoffs

Die Samen werden in der Ölmühle gereinigt, zerkleinert, erhitzt und gepresst. Anschließend wird das übrige Öl aus dem Presskuchen extrahiert. Die entstandenen Rohöle werden durch Raffination gereinigt und später zu verschiedenen maßgeschneiderten Endprodukten weiterverarbeitet. Pflanzliche Öle und Fette sind Gemische aus Glycerin- Fettsäureestern. Die Anteile der verschiedenen Fettsäuren bestimmen ihre Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten. Für spezielle Anwendungen sind daher jene Ölpflanzen interessant, die bestimmte Fettsäuren in gewünschter Konzentration enthalten.



Pflanzenöle sind Basis für Tenside, Getriebe- und Hydrauliköle.

## PFLANZENFASERN – STARK UND STABIL

### Geschichtliches

Textilien und Seile wurden traditionell aus Pflanzenfasern hergestellt. So verwendeten die Ägypter Flachs (= Lein) bereits vor 5.000 Jahren als textilen Rohstoff. Die ersten Funde von Hanfseilen und Hanfstoffen in Deutschland sind mehrere Tausend Jahre alt. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts entfielen mehr als 200.000 Hektar auf den Anbau von Flachs. Deutschland besaß großes Know-how zur Verarbeitung der Naturfasern. Dann verdrängten Konkurrenzprodukte wie Baumwolle und später neue synthetische Fasern die Pflanzenfasern fast vollständig vom Markt. Der Anbau von Hanf und Flachs kam zum Erliegen. Letztlich unterband die Änderung des Betäubungsmittelgesetzes den Hanfanbau in Deutschland vollständig. Der Gesetzgeber wollte verhindern, dass Haschisch und Marihuana aus den Inhaltsstoffen der weiblichen Hanfblüte hergestellt werden. Als 1996 das Verbot gelockert wurde, auch weil der THC-Gehalt im hier angebauten Faserhanf unter einem Prozent liegt, brach ein wahrer Hanfboom aus. Es entstand eine Vielfalt neuer Produkte.

### Bedeutung heute

In den letzten Jahren wurden große Anstrengungen unternommen, den Flachs- und Hanfanbau in Deutschland wieder heimisch zu machen. Die aktu-

ellen Anbauzahlen sind gering, doch in technischen Bereichen sowie in der Textilindustrie haben sich neue Absatzmöglichkeiten aufgetan. Daher entwickeln die Akteure neue Ernte- und Aufbereitungstechnologien und investieren in Verarbeitungsanlagen. Besonders großes Potenzial birgt der Einsatz der Fasern für naturfaserverstärkte Kunststoffe, kurz NFK. Fast 95 % der produzierten NFK werden für automobilen Innenbauteile verwendet. In einem deutschen PKW befinden sich durchschnittlich 3,6 Kilogramm NFK, in manchen Modellen mehr als 40 Kilogramm NFK. Damit haben Flachs und Hanf wieder eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung erlangt.

### Einsatzmöglichkeiten

Entsprechend ihrer technischen Eigenschaften ist die Verwendung von Pflanzenfasern vielfältig. In den Verbundwerkstoffen für die Automobilindustrie bewähren sich vor allem Kurzfasern aus Hanf und Flachs: Im Vergleich zu Glasfasern und Steinwolle lassen sie sich besser verarbeiten und umweltfreundlich entsorgen. Zudem haben sie ein geringeres Gewicht bei gleichzeitig hoher Dämmfähigkeit und splintern bei Unfällen nicht. Die Fasern bringen also trotz höherer Materialkosten insgesamt Kosten- und Sicherheitsvorteile, weshalb ein zunehmender Einsatz der Materialien in der Automobilbranche zu verzeichnen ist. Übliche Verfahren zur Verarbeitung von NFK sind Formpressen von Naturfaservliesen und -filzen oder Spritzgießen mit



Flachs (= Lein) und Hanf liefern Fasern und Schäben.





Für naturfaserverstärkte Werkstoffe gibt es viele Anwendungsgebiete.

Granulat. Letzteres eignet sich für kleine und mittlere Gebrauchsgegenstände aus Kunststoff. Auch in der Textil- und Mode-Branche werden wieder zunehmend Pflanzenfasern verwendet.

### Faserpflanzen

Unter den in Deutschland vorherrschenden klimatischen Bedingungen kommen für die Faserproduktion Flachs, Hanf, Fasernessel und in wärmeren Gebieten Kenaf in Frage. Während Hanf auf etwa 2.800 Hektar (Stand 2018) kommerziell angebaut wird, wachsen Flachs, Fasernessel und Kenaf derzeit lediglich auf kleineren Flächen, da die Anbau- und Erntetechnik sehr spezialisiert und teuer ist.

### Gewinnung des Rohstoffs

Einige Pflanzenarten bilden in der Rinde der Stängel Bastfasern aus Cellulose, die zur Standfestigkeit der Pflanze beitragen. Der Fasergehalt dieser Pflanzen konnte durch Züchtung auf bis zu 33 Prozent gesteigert werden. Die Gewinnung dieser Fasern ist ein komplizierter technologischer Prozess. Um beispielsweise die langen Fasern beim Flachs freizulegen, raufen Spezialmaschinen die Pflanzen, das heißt, sie ziehen sie mit ihren Wurzeln aus der Erde und breiten sie dann parallel auf dem Feld aus. Unter freiem Himmel folgt die mehrwöchige sogenannte Röste, bei der unter dem Einfluss von Bakterien und Pilzen Teile der Pflanze verrotten. Diese Abbauprozesse legen die Fasern frei und trocknen die Pflanzen zu Röststroh, das zu Ballen gepresst wird. Zur Weiterverarbeitung wird das Flachs-

stroh mechanisch bearbeitet und gebrochen. Dieser Vorgang heißt Schwingen. Rotierende Messer trennen die Holzteile (Schäben) von den Fasern ab. Übrig bleiben Langfasern (Schwungflachs) mit einer Mindestlänge von zehn Zentimetern und Kurzfasern (Schwungwerg) als Nebenprodukt. Auf die Langfasern entfallen bis zu 19 Prozent des Ernteguts, auf die Kurzfasern bis zu 14 Prozent. Ist die gesamte Produktion auf Kurzfasern ausgerichtet, wird das Stroh auf dem Feld nicht parallel ausgebreitet, alle weiteren Schritte sind identisch. Lange Flachsfasern für Spinnereien werden nach dem Schwingen noch mit der Hechelmaschine ausgekämmt (Hecheln), dadurch weiter gesäubert und von weiteren Kurzfasern (Hechelwerg) mechanisch abgetrennt.

### Langfasern

- Textilien, Leinenstoffe
- Netze, Seile, Bindfäden
- Segeltuch, Säcke

### Kurzfasern

- Baustoffe (Pressspanplatten, Bedachungsmaterial, Dämmstoffe, Putz)
- Naturfaserverstärkte Werkstoffe (Automobilverkleidungsteile, Kanus, Akten- und Instrumentenkoffer, Gehäuse, Spielzeug, Tablets)
- Spezialzellstoff für Papier (nassfestes Papier, Banknoten, Zigarettenpapier, Filtermaterial)
- Mulchmaterial, Becher zur Pflanzenanzucht

### Schäben

- Einstreu für Pferde und Kleintiere



## 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 großen Teilen von fossilen Rohstoffen verdrängt.

### Bedeutung heute

Unsere Wälder sind die größten natürlichen Rohstofflieferanten. Im Jahr 2018 wurden in Deutschland 16,4 Millionen Kubikmeter Holz geschlagen, wovon ca. 15 % in die energetische und 85 % in die stoffliche Verwertung gingen. Über 30 Prozent der Fläche Deutschlands besteht aus Wald (über elf Millionen Hektar). Durch Aufforstung landwirtschaftlich nicht genutzter Flächen nimmt die Waldfläche in Deutschland weiter zu. Als Kohlenstoffspeicher bindet die Biomasse der deutschen Wälder rund neun Milliarden Tonnen des Treibhausgases Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), das entspricht 2,5 Milliarden Tonnen reinem Kohlenstoff (C). Jedes Jahr entzieht der deutsche Wald der Atmosphäre zusätzlich 15 Millionen Tonnen  $\text{CO}_2$ . Durch die Nutzung von Holzprodukten als Werkstoff 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 kommt bei Türen und Fenstern sowie bei der Dämmung und dem Innenausbau 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 für Möbel, Treppen und Bodenbeläge gefragt. Als Konstruktionswerkstoff für beispielweise Dachstuhl dient Schnittholz aus Sägewerken. Mehr als die Hälfte des Holzes aus deutscher Erzeugung geht in die Bauwirtschaft, das Restholz aus Sägewerken nehmen andere Branchen auf. Zur Herstellung von Holzwerkstoffen wie Spanplatten oder Holzfaserdämmstoffen dient sogenanntes Industrieholz. Weiterer Abnehmer für das Holzaufkommen aus heimischen Wäldern ist die Papier- und Zellstoffindustrie. Durch mechanische Einwirkung auf Holz entsteht Holzstoff für die Herstellung von Zeitungspapieren und Kartons, nach chemischer Behandlung außerdem Zellstoff für andere Papiere und Chemiezellstoff für Textilfasern wie Viskose, Filter, Hygieneartikel, Folien oder Zellwolle. Seit einigen Jahren gibt es außerdem Verbundwerkstoffe aus Holz



Wälder sind wichtige Rohstofflieferanten.



Holzernte



Papierlager



auf dem Markt. Diese Holz-Polymer-Werkstoffe, meist nach dem englischen Begriff „Wood-Plastic-Composites“ WPC abgekürzt, gehören zur Gruppe der naturfaserverstärkten Kunststoffe (NFK). Sie sehen holzähnlich aus und eignen sich aufgrund ihrer Wetterfestigkeit besonders als Terrassenbelag. Schließlich ist Holz auch ein bedeutender Energieträger (siehe Seite 16/17). Das moderne Heizen mit Holz hat jedoch wenig mit den alten Kaminöfen zu tun. An dieser Stelle sei noch das besonders energiereiche Holzgas erwähnt, welches das Holz beim Erhitzen unter Luftabschluss bildet. Bisher ist seine Nutzung in Blockheizkraftwerken (BHKW) technisch und wirtschaftlich riskant.

### Holzliefernde Pflanzen

Holzzellen sind aus Zellstoff (Cellulose) 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 sogenannten Kurzumtriebsplantagen angebaut und je nach Umtrieb alle fünf bis 20 Jahre abgeerntet werden. Das dabei gewonnene Holz dient vor allem der Energiegewinnung, wird aber auch zur Herstellung von Span- und Faserplatten sowie Zellstoff verwendet. Insgesamt steigt der Holzvorrat in den deutschen Wäldern, da mehr Holz nachwächst als hier geschlagen wird. Ein Teil des hier verbrauchten Holzes wird importiert. Internationale Zertifizierungssysteme bringen Transparenz in den Holzanbau und -handel.

### Gewinnung des Rohstoffs

Holz lässt sich als Baustoff ohne energieaufwendige Zwischenschritte und Umwandlungsprozesse verarbeiten. Ein wichtiger Schritt ist dabei die Wahl der richtigen Holzart für den jeweiligen Zweck. Die Gewinnung von Zellstoff dagegen erfordert aufwendige Aufschluss- und Bleichungsverfahren. Um die Holzfasern aufzuschließen, werden Holzhackschnitzel aus Sägerestholz mit einer sauren, magnesium- und schwefelhaltigen Lösung behandelt. Hohe Umweltauflagen erlauben in Deutschland derzeit nur Verfahren der Holzfaseraufbe-

reitung für Produkte, die mindere Zellstoffqualitäten und Faserfestigkeiten erfordern. Zur Minderung der Umweltbelastungen werden alternative Herstellungsmethoden erprobt. Bei großen Anlagen gewinnen integrierte Systeme die Chemikalien aus dem Wasser zurück und produzieren dabei sogar Energie.



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 begann etwa 2.500 vor Chr. 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 günstigere Importe verdrängt. Mit der Entwicklung synthetischer Farbstoffe auf der Basis von Steinkohle und Erdöl kam die Färberei mit Pflanzenfarben Ende des 19. Jahrhunderts innerhalb kurzer Zeit vollständig zum Erliegen.

### Bedeutung heute

Mit der steigenden Nachfrage nach Naturtextilien erlebt das Färben mit Naturfarbstoffen seit Ende der 1980er-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 öko-



logischen Rahmenbedingungen für die Verwendung von Naturfarben haben sich allerdings grundlegend geändert. 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. Sie haben dafür gesorgt, dass Naturfarbstoffe wieder eine langfristige Perspektive haben. Entscheidend ist die ökonomische Tragfähigkeit der entwickelten Produktlinien.



Krapp



Färberknöterich



Färberdistel



## Pflanzen und ihre färbende Wirkung

Pflanze	färbende Pflanzenteile	Farbton	Farbstoff	Verwendung
Färberwaid	Blätter	blau	Indigo	Textilien, Anstrich für Holz, Desinfektionsmittel
Färberknöterich	Blätter	blau	Indigo	Textilien, Desinfektionsmittel
Färberwau	gesamte Pflanze	gelb	Luteolin	Stoffe, besonders Seide
Färberhundskamille	Blüten	gelb	Luteolin, Apigenin	Textilien
Kanadische Goldrute	gesamte Pflanze	gelb	Rutin, Quercetin	Textilien
Färberdistel (Saflor)	Blätter/Blüten	gelb/rot	z.B. Carthamin	Baumwolle, Schminke
Krapp	Wurzeln	orange, rot, violett	Alizarinrot	Textilien, Wollgarne, Seide, Kunstmalerei, Glasuren

### Einsatzmöglichkeiten

Pflanzliche Farbstoffe lassen sich in den unterschiedlichsten Bereichen des täglichen Lebens einsetzen, u.a. als Textilfarben, Lebensmittelfarben, Malfarben, Druckfarben oder Holzanstriche. Sie färben Naturfasern, Leder, Biokunststoffe und Papier. Es werden drei Farbstoffarten unterschieden:

- Direktfarbstoffe wie das Rot des Saflors färben direkt an und sind unmittelbar nutzbar.
- Beizenfarbstoffe, die den größten Teil der Naturfarben ausmachen, haften nur mithilfe einer Beize aus Metallsalz 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 sogenannten Küpe, wasserlöslich gemacht. Durch die anschließende Oxidation an der Luft entsteht die Farbe auf dem Färbegut.

Moderne und konkurrenzfähige Naturfarben müssen eine Reihe von Voraussetzungen erfüllen: Die entsprechenden Färberpflanzen eignen sich für einen großflächigen Anbau. Sie liefern qualitativ hochwertige, konzentrierte und maschinengängige Farbstoffextrakte, die eine möglichst breite Farbpalette abdecken. Des Weiteren können mit ihnen Naturtextilien und andere Materialien unter industriellen Bedingungen in modernen Färbereien gefärbt werden. Die Farben müssen außerdem gesundheitlich unbedenklich und die Färbung haltbar sein, also licht-, wasch-, reibe- und schweißecht. Deswegen werden auch diese Farben chemisch fixiert.

### Färberpflanzen

Die in Deutschland herrschenden Bedingungen erlauben nur den Anbau einiger weniger Arten von Färberpflanzen. Je nach Pflanzenart stecken die Farbstoffe in unterschiedlichen Pflanzenteilen. Dementsprechend variiert der Ernteaufwand. Die Ernte der Färberhundskamille ist beispielsweise relativ aufwendig, da der gelbe Farbstoff nur in den Blüten steckt. Bei Färberwau, Kanadischer Goldrute und Saflor wird hingegen die gesamte Pflanze geerntet. Die färbenden Eigenschaften beruhen häufig auf mehr als einem Inhaltsstoff. Der erzielte Farbton wird in der Regel durch mehrere pflanzliche Inhaltsstoffe und die Kombination mit Beizmitteln bestimmt. Die Farbstoffgehalte in der Pflanze sind von Umweltfaktoren wie Sonnenscheindauer und Nährstoffversorgung abhängig.

### Gewinnung des Rohstoffs

Eine schonende Ernte und Verarbeitung verhindert ungewünschte Reaktionen in der Pflanze, bei denen die Farbstoffe zerstört werden könnten. Die Farbstoffe werden nach Reinigung und Zerkleinerung der Pflanzenteile durch Extraktion gewonnen. Das genaue Verfahren hängt von der Art der Farbstoffe ab. Während Indigo direkt nach der Ernte extrahiert wird, um Farbstoffverluste zu minimieren, lassen sich Färberwau und Krapp trocknen und lagern. Oft enthalten die Pflanzen nur Vorstufen der Farbstoffe. Sie können andersfarbig oder sogar farblos erscheinen. Die eigentliche Färbung zeigt sich dann erst beim Färben oder beim anschließenden Trocknen.





## HEILSTOFFE – GESUNDHEIT AUS DER NATUR

### Geschichtliches

Die Menschen sammeln seit jeher Arzneipflanzen in der Natur und setzen sie zur Heilung bzw. Linderung von Krankheiten ein. In Europa wurden Heilpflanzen zunächst vor allem in den Klostergärten angebaut. Im 9. Jahrhundert verordnete Karl der Große auf seinen Landgütern den Anbau von 70 Heilpflanzen. Mit der Entwicklung synthetischer Arzneimittelpreparate ging viel von dem alten Wissen über die Heilkräfte der Pflanzen verloren.

### Bedeutung heute

Auch heute noch greifen wir auf traditionelle pflanzliche Hausmittel zurück, um Krankheiten zu heilen oder Schmerzen zu lindern. Die Nachfrage nach natürlichen Heilmitteln wächst beständig. Dementsprechend setzt die Pharmaindustrie in zunehmendem Umfang auf pflanzliche Wirkstoffe, rekonstruiert altes Wissen und sucht darin neue Ansätze. 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. Auf 13.000 Hektar gedeihen etwa 75 verschiedene Heil- und Gewürzpflanzen. Der überwiegende Teil wächst in Thüringen, Bayern, Hessen und Niedersachsen in Regionen, wo Erfahrungen mit den anspruchsvollen

Kulturen traditionell vorhanden sind und die spezielle Ernte- und Trocknungstechnik zur Verfügung steht. Der Großteil der Arzneipflanzen 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

Heilpflanzen sind die Basis für eine Vielzahl von Medikamenten. 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. Teilweise finden sich die Pflanzenauszüge auch in Körperpflegeprodukten und Kosmetika.

### Arzneipflanzen

Von den weltweit etwa 500.000 Pflanzenarten wurde nur ein Bruchteil auf seine mögliche Heilwirkung näher untersucht. Wissenschaftler vermuten jedoch, dass es rund 20.000 Pflanzen mit heilender Wirkung gibt. Hier gibt es noch großen Forschungsbedarf. Arzneipflanzen enthalten in einem oder in mehreren ihrer Organe Substanzen, die sich für therapeutische Zwecke eignen. Die Gesamtheit der dazu verwertbaren Inhaltsstoffe wird als Droge bezeichnet. Je nach Herkunft unterscheidet man Wurzel-, Blatt- und Krautdrogen sowie Blüten- und Frucht- bzw. Samendrogen.



Kamille



Johanniskraut



Malve





## Verwendungsmöglichkeiten ausgewählter Arzneipflanzen

Pflanze	verwendete Pflanzenteile	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

Inhaltsstoffe mit Heilwirkung sind chemisch sehr unterschiedlich. Sie können beispielsweise ätherische Öle, Gerbstoffe, Bitterstoffe oder Schleimstoffe sein. Um sie aus dem Pflanzenmaterial zu isolieren, müssen die Arzneipflanzen aufwendig bearbeitet werden. Die geernteten Pflanzen werden zunächst gewaschen, getrocknet und zerkleinert. Anschließend extrahieren wässrige oder alkoholische Lösungsmittel die Wirkstoffe aus den Pflanzenteilen. Bei der sogenannten Mazeration gehen die Wirkstoffe durch eine Auslaugung bei Zimmertemperatur in die Lösung über. Wird

der Prozess durch Wärmezufuhr unterstützt, spricht man von Digestion. Ein anderes Verfahren nennt sich Perkolat. Dabei sickert das Lösungsmittel kontinuierlich durch die Pflanzenteile. Als Endprodukte der drei Verfahren bilden sich flüssige, zähflüssige oder trockene Extrakte.



Kräutertees sind Getränk und Heilmittel.



Viele heilende Cremes und Salben enthalten Ringelblume.

## BIOMASSE – DAUERBRENNER FÜR WÄRME UND STROM

### Geschichtliches

Über die Fotosynthese speichern Pflanzen in ihrer Biomasse Sonnenenergie, umgewandelt in energiereichen Traubenzucker. Jahrtausende nutzten die Menschen diese Biomasse als Energieträger. Holz war dabei das wichtigste Heizmaterial. Im vergangenen Jahrhundert lösten die fossilen Rohstoffe Kohle, Erdöl und Erdgas die nachwachsenden Energielieferanten ab.

### Bedeutung heute

Bei der Verbrennung fossiler Energieträger gelangt der vor Millionen von Jahren darin gebundene Kohlenstoff in Form von  $\text{CO}_2$  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 und fallen biogene Reststoffe an, die sich für die Strom- und Wärme Gewinnung oder für die Produktion von Biokraftstoffen eignen. Zudem ist die Biomasseenergie im Gegensatz zu Wind- und Sonnenenergie speicherbar. Das theoretische Potenzial von Biomasse überschreitet den derzeitigen tatsächlichen Einsatz um ein Vielfaches. 2019 lieferte Biomasse 44,5 Terrawattstunden, das sind 7,3 Prozent des deutschen Bedarfs an Strom, Wärme und Kraftstoffen. Aufgrund des verstärkten

Interesses an nachwachsenden Rohstoffen und durch das Stromeinspeisungsgesetz entstehen weitere (Groß-) Anlagen zur gekoppelten Wärme- und Stromerzeugung aus Biomasse. Hinzu kommen Biomasseheizwerke und Zentralheizungen. Die deutsche Technik ist weltweit gefragt.

### Energieliefernde Pflanzen und ihre Einsatzmöglichkeiten

Energie aus Biomasse kann durch Verbrennung, Vergasung oder durch Verflüssigung genutzt werden. Dabei gelangt das Kohlendioxid, welches die Pflanzen im Laufe ihres Wachstums aufgenommen haben, wieder in die Atmosphäre. Von dort nehmen es andere Pflanzen wieder auf und betreiben damit Fotosynthese zum Aufbau neuer Energie. Der Kohlendioxidkreislauf ist geschlossen. Unter den Bioenergieträgern hat Holz die größte Bedeutung. In waldreichen Regionen Deutschlands wird ein beträchtlicher Teil der Häuser 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 zunehmend auch für Privathaushalte zu einer preiswerten, ökologischen und komfortablen Brennstoffalternative. Auch Getreide, Ölsaaten oder Gräser eignen sich für die energetische Nutzung. Erhebliches zusätzliches Energiepotenzial bietet die Verwertung von landwirtschaftlichen Nebenproduk-



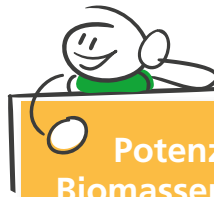
Holzpellets



Stroh



Holz hackschnitzel



ten, organischen Reststoffen und biogenen Abfällen. Landwirtschaftliche Betriebe können mithilfe von Biogasanlagen die Rohstoffe aus Tierhaltung, Landbau und Landschaftspflege mikrobiell vergären und damit Biogas gewinnen. Die Verwertung von Gülle bringt sogar doppelten Nutzen: Das besonders klimaschädliche Methan ( $\text{CH}_4$ ) der Gülle wird zu weniger schädlichem Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) umgesetzt. Angeschlossene Blockheizkraftwerke wandeln das entstehende Gas in Strom um und speisen ihn ins Netz ein. Die dabei entstehende Wärme wird vor Ort zum Heizen genutzt (Kraft-Wärme-Kopplung). Diese gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung ist besonders effizient. Und es gibt Möglichkeiten, die Verwertung von Biomasse hinsichtlich ihres Treibhausgas-Minderungspotenzials und ihrer Energieeffizienz noch weiter zu optimieren.

## Brennstoffe aus Biomasse

### feste Brennstoffe

- Restholz aus Holzverarbeitung in Form von Hackschnitzeln oder Pellets
- Holz aus Pflege- und Ernteeingriffen im Wald als Scheite oder Hackschnitzel
- Schnell wachsende Baumarten, z.B. Weiden und Pappeln, in Form von Hackschnitzeln, Pellets oder Briketts
- Stroh, Energiegräser (Weidelgras, Chinaschilf) und ganze Getreidepflanzen (Triticale, Roggen) in Form von Ballen, Häcksel oder Pellets

### flüssige Brennstoffe aus

- Ölpflanzen wie Raps und Sonnenblumen
- Zucker- und Stärkepflanzen wie Zuckerrüben, Kartoffeln, Mais und Weizen (als Bioethanol)

### gasförmige Brennstoffe aus

- Reststoffen, z.B. Gülle, Stallmist, Grünschnitt, Reste von Nutzpflanzen, Reste der Lebensmittelindustrie und des -handels sowie aus Biotonnen
- Mais, Hirse, Getreide, Zuckerrüben und durchwachsene Silphie

## Potenziale für eine nachhaltige Biomasseproduktion und -nutzung:

- Flächenspezifische Energieerträge pro Fläche steigern: Pflanzenzüchtung, Bodenbearbeitung
- Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen anlegen
- Reststoffe stärker nutzen
- Energiegetreide als Regelbrennstoff etablieren
- Nutzungskaskaden aufbauen: energetische Verwertung erst am Ende von stofflicher Nutzung
- Technologien zur Verwertung optimieren
- (Transport-) Logistik optimieren: dezentrale Energieerzeugung
- Zweite Generation der Biokraftstoffe weiterentwickeln
- Nahwärmenetze und Kraft-Wärme-Kopplung ausbauen
- Versorgung mit erneuerbaren Energien aus Biomasse bei Neubauten forcieren
- Technologie zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan als Erdgasersatz weiter ausbauen
- Biogasanlagen in Mikrogasnetze einbinden
- Luftreinhaltung, Boden- und Gewässerschutz verbessern: Filteranlagen, verschärfte Standards für Schadstoffemissionen und Lagerung von Gärresten



Biogasanlage



## BIOKRAFTSTOFFE – MOBIL MIT RAPS & CO.

### Geschichtliches

Der erste Motor, den Rudolf Diesel 1904 entwickelte, wurde mit Erdnussöl angetrieben. Bei der anschließenden Motorisierung der Gesellschaft setzten sich allerdings fossile Energieträger durch. Erst seit der ersten Energiekrise im Jahre 1973 beschäftigt man sich intensiver mit Biokraftstoffen.

### Bedeutung heute

Biokraftstoffe treiben heute hauptsächlich Verbrennungsmotoren und Blockheizkraftwerke an. Biodiesel aus Rapsöl hat momentan in Deutschland die weitaus größte Bedeutung. Biodiesel hat sich in den vergangenen Jahren – ob in Reinform oder als Zumischkomponente in Dieselmotoren – zu einem etablierten Kraftstoff entwickelt. Die Deutschen tankten 2019 etwa 2,35 Millionen Tonnen Biodiesel, das sind 6,2 Prozent der benötigten Dieselmotoren. Seit 2015 gilt eine Treibhausgasemissionsminderungsquote (THG-Quote), die seit 2020 sechs Prozent beträgt. Diese müsste steigen, um die Klimaschutzziele im Verkehrssektor zu erfüllen. Deshalb hoffen die 30 Biodieselhersteller in Deutschland aufgrund ihrer freien Produktionskapazitäten und der Konkurrenz aus den USA und Argentinien (sojabasierter Biodiesel) auf eine steigende Nachfrage. An zweiter Stelle der Biokraftstoffe steht Bioethanol mit

einem Absatz von 1,1 Mio Tonnen im Jahr 2019, Tendenz steigend. Bioethanol wird in Deutschland bis zu einem Anteil von zehn Prozent zu Ottokraftstoffen beigemischt (Super E10). Fahrzeuge mit Flexible-Fuel-Technologie können sogar mit einem 85-prozentigen Gemisch fahren. Der Beimischungsanteil von Biodiesel und Bioethanol ist an der Tanksäule sichtbar ausgewiesen.

### Einsatzmöglichkeiten

Reines Pflanzenöl eignet sich als Kraftstoff, aufgrund seiner hohen Viskosität sind dafür jedoch speziell umgerüstete Motoren und eine bestimmte Ölqualität notwendig. Viel weiter verbreitet ist die Nutzung des bereits erwähnten Biodiesels, der durch die Umwandlung von Pflanzenöl zu Methylester entsteht. Dieser Treibstoff ist mit herkömmlichem Diesel vergleichbar. Aufgrund der biologischen Abbaubarkeit, binnen 21 Tagen zu 98 Prozent, ist sein Einsatz vor allem in umweltsensiblen Bereichen sinnvoll. Biodiesel kann anstelle von Heizöl auch stationäre Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung antreiben. Exemplarisch wurde dies im Reichstagsgebäude in Berlin umgesetzt.

Ein weiterer Kraftstoff stammt aus zucker- und stärkehaltigen Fruchtarten. Dieses sogenannte Bioethanol steigert mit seiner hohen Oktanzahl die Klopfestigkeit und damit die Qualität des Benzin. Daher wird sein Abkömmling ETBE als Additiv mit bis zu 15 Volu-



Raps in seiner Blüte



Rapserte



Biodieselanlage



menprozent eingesetzt. Eine relativ neue Entwicklung sind synthetische Kraftstoffe aus Biomasse namens BtL-Kraftstoffe (Biomass-to-Liquid). Ein großer Vorteil dieser „zweiten Generation“ der Biokraftstoffe liegt darin, dass sie viele verschiedene pflanzliche Rohstoffe sehr effizient verwerten können, auch Rest- und Abfallstoffe. Sie werden bislang nur in kleinen Forschungs- und Pilotanlagen produziert und sind noch nicht am Markt verfügbar. Je nach Verfahren besitzen die BtL-Kraftstoffe Diesel- oder Benzineigenschaften. BtL-Kraftstoffen wird für die Zukunft ein weitaus größeres Potenzial zugeschrieben als den übrigen Biokraftstoffen. Der Nachteil dieser Verfahren ist, dass sie viel teurer als die herkömmlichen Biodiesel- oder Bioethanolverfahren sind.

Für Erdgasfahrzeuge steht neuerdings Bio-Methan zur Verfügung, das sie ohne weitere technische Anpassung tanken können. Erhältlich ist es an eigenen Tankstellen direkt an Biogasanlagen oder an üblichen Erdgastankstellen. Für Letztere muss das Biogas auf Erdgasqualität aufbereitet und ins Erdgasnetz eingespeist werden. Trotz dieser Hürde wächst die Branche. Bisher besetzt der Gasantrieb mit 476.000 Fahrzeugen (Stand: 2019) noch eine Nische.

### **Kraftstoffliefernde Pflanzen**

Für die Produktion von Biodiesel sind grundsätzlich alle ölhaltigen Pflanzen wie Palm, Sonnenblumen, Soja und Raps geeignet. Aufgrund der klimatischen Bedingungen ist in Deutschland Raps der weitaus wichtigste Rohstoff. Biodiesel darf Diesel bis zu sieben Prozent beigemischt werden (B7). Die Rapspflanze bringt einen Hektarertrag von ungefähr 1.500 Liter Öl. Für die anderen Biokraftstoffe kommen eine Vielzahl von organischen Reststoffen und Energiepflanzen wie Weizen, Zuckerrüben und Mais zum Einsatz.

### **Gewinnung des Rohstoffs**

Rapsöl wird durch Pressung aus den Rapssamen gewonnen. Um aus reinem Pflanzenöl Biodiesel zu machen, ist eine sogenannte Umesterung mit Methanol notwendig. Es entstehen einzelne Fettsäure-Ester-Ketten und Glycerin; daher lautet der Fachbegriff des aus Raps gewonnenen Biodiesels Rapsöl-Methyl-Ester, kurz RME. Der Ester besitzt Eigenschaften, die sich vor allem in den Fließeigenschaften von denen des Pflanzenöls

unterscheiden und ihn mit herkömmlichem Dieselmotor vergleichbar machen. Das anfallende Glycerin geht nach der Reinigung vor allem in die chemische Industrie. Das bei der Ölpressung aus Rapssamen anfallende Rapsschrot gilt als hochwertiges Eiweißfuttermittel für Nutztiere. Damit ist die Herstellung von Biodiesel praktisch abfallfrei.

Der Alkohol Bio-Ethanol entsteht durch mikrobielle Vergärung von in Pflanzen enthaltenen Zuckern. Grundsätzlich eignen sich zucker-, stärke- und cellulosehaltige Pflanzen, v.a. Weizen, Roggen, Mais und Zuckerrüben. Die Nebenprodukte dienen als Substrat für Biogasanlagen oder Futtermittel. Derzeit entwickeln Forscher enzymatische Verfahren zur Vergärung von Holz, Energiepflanzen und Stroh.



Viele Kraftfahrzeuge können mit den neuen Biokraftstoffen betrieben werden.

BtL-Kraftstoffe entstehen in einem zweistufigen Syntheseprozess aus Energiepflanzen, Holz und landwirtschaftlichen Reststoffen. Der eigentlichen Synthese geht die Zersetzung bzw. Vergasung der Biomasse voraus. Die Eigenschaften der Syntheseprodukte lassen sich gezielt auf Motor und Brennverfahren abstimmen. Nun liegt es an der Industrie, die marktreife Technik zu etablieren. Kritische Stimmen zu Biokraftstoffen bemängeln, dass der Einsatz von Energiepflanzen zur Strom- und Wärmeproduktion klimafreundlicher und effizienter sei als der zur Treibstoffproduktion. Mittelfristig sind Biokraftstoffe jedoch die einzige erneuerbare Alternative im Kraftstoffsektor. Erst langfristig könnten sich mit „Biostrom“ angetriebene Elektrofahrzeuge durchsetzen.



information.  
medien.agrar e.V.

## LNKTIPPS

[www.fnr.de](http://www.fnr.de)  
[news.bio-based.eu](http://news.bio-based.eu)  
[www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)  
[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)  
[www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)  
[www.energie-verstehen.de](http://www.energie-verstehen.de)  
[www.bioenergie.de](http://www.bioenergie.de)  
[www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)  
[www.staerkeverband.de](http://www.staerkeverband.de)  
[www.ufop.de](http://www.ufop.de)  
[www.ovid-verband.de](http://www.ovid-verband.de)  
[www.biogas.org](http://www.biogas.org)  
[www.european-bioplastics.org](http://www.european-bioplastics.org)  
[www.biokraftstoffverband.de](http://www.biokraftstoffverband.de)  
[www.biokraftstoffe.org](http://www.biokraftstoffe.org)  
[www.3-n.info](http://www.3-n.info)  
[www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de)

Weitere Informationen und i.m.a-Medien zu Themen rund um die Landwirtschaft:  
[www.ima-agrar.de](http://www.ima-agrar.de) · [www.ima-shop.de](http://www.ima-shop.de)

