nachwachsende-rohstoffe.de

Pflanzen für Industrie und Energie















46 Echte Kamille

48 Kartoffel

78 Topinambur

84 Wildpflanzen

88 Pflanzenverzeichnis

86 Zuckerrübe

79 Triticale

80 Weide82 Weizen

Inhaltsverzeichnis

02 Impressum

35 Färberwau36 Faserlein (Flachs)

38 Fasernessel

44 Hirse/Sudangras

45 Johanniskraut

40 Fichte42 Hanf

05 Vorwort

06	Eintührung: stottliche und energetische Nutzung	49	Kenat
80	Arzneipflanzen	50	Kiefer
10	Färbepflanzen	51	Krambe
12	Faserpflanzen	52	Krapp
14	Ölpflanzen	54	Leindotter
16	Stärke- und Zuckerpflanzen	55	Lupine
18	Proteinpflanzen	56	Mais
20	Holz	58	Mariendistel
22	Energiepflanzen	60	Miscanthus
	Wichtigste Pflanzen	62	Mohn
24	Ackerbohne	64	Öllein
25	Buche	66	Pappel
26	Dauergrünland	68	Raps
28	Eiche	70	Robinie
29	Gelber Enzian	71	Roggen
30	Erbse	72	Saflor (Färberdistel)
32	Färberknöterich	74	Durchwachsene Silphie
34	Färberwaid	76	Sonnenblume

Pflanzen für Industrie und Energie



Vorwort

Nachwachsende Rohstoffe sind eigentlich nichts Neues. Jahrtausende lang wurden sie als Brennstoffe zum Heizen, als Baumaterial oder zum Herstellen und Färben von Textilien verwendet. Knapper werdende fossile Ressourcen, der spürbare Klimawandel und ein gestiegenes Umweltbewusstsein führen zu einer Rückbesinnung auf die Energie- und Industriepflanzen. Neue Anbausysteme, moderne Sorten und neue Technologien eröffnen den nachwachsenden Rohstoffen heute neue Chancen. Ihr Anbau erweitert die oftmals beschränkten Fruchtfolgen in der Landwirtschaft und bringt Vielfalt und Farbe auf die Äcker.

Um die nachwachsenden Rohstoffe anhand von Beispielen und Abbildungen verständlich zu machen und schnell einen Überblick über die Vielfalt zu bekommen, hat die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) die Broschüre "Pflanzen für Industrie und Energie" herausgegeben.

In Abschnitten zu einzelnen Themen und Anwendungsbereichen wird dem interessierten Leser erläutert, welche Spannbreite und vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten nachwachsende Rohstoffe bieten.

Sowohl bekannte als auch seit Jahrzehnten vergessene Nutzpflanzen werden abgebildet und beschrieben. Kulturtechnische Anmerkungen und Hinweise zu Anbau und Ernte, aber auch zu den Verwendungsmöglichkeiten runden die Darstellung ab.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen Dr.-Ing. Andreas Schütte

Einführung: stoffliche und energetische Nutzung

Nachwachsende Rohstoffe sind land- und forstwirtschaftlich erzeugte Produkte, die nicht als Nahrungs- oder Futtermittel Verwendung finden. Sie können energetisch oder stofflich genutzt werden. Hier sind die Energiepflanzen zu nennen, die als Energieträger für die Wärme- und Strom- bzw. Kraftstoffgewinnung dienen. Die Industriepflanzen sind ein- oder mehrjährige Pflanzen, die zur gezielten Erzeugung von Rohstoffen für die Industrie außerhalb der Nahrungskette dienen. Hierzu zählen die Öl-, Zucker-, Stärke-, Protein-, Faser-, Färbe- und Arzneipflanzen.

Kulturhistorischer Hintergrund

Pflanzen liefern nicht nur die Grundlage für die Nahrungsmittel, sondern auch wesentliche Rohstoffe: Ob Holz, Öle, Fasern, Farben oder Arzneimittel, viele vom Menschen benötigte Grundsubstanzen kommen aus der Natur. In den zurückliegenden Jahrhunderten war es die Landwirtschaft, die einen Großteil der Öle für Lampen, Schmierstoffe, Farbstoffe oder Fasern für die Textilindustrie lieferte. Der Reichtum ganzer Regionen in Deutschland gründete auf dem Anbau und dem Handel mit den aus ihr gewonnenen Rohstoffen.

Im Laufe der Zeit verschoben sich die Schwerpunkte deutlich. Fossile Rohstoffe wie Kohle, Erdöl oder Erdgas wurden entdeckt und ener-



getisch genutzt. Schließlich wurde im 19. Jahrhundert mit der Verkokung von Kohle begonnen. Der dabei anfallende Teer bildete nun den Rohstoff für die sich ausbreitenden Farbenfabriken, später wurden Kunststoffe entwickelt. Synthetische Produkte rückten schnell an die Stelle der pflanzlichen, da sie oft preiswerter, haltbarer oder vielseitiger einsetzbar waren. Erst die Rückbesinnung auf Umwelt und Gesundheit sowie knapper werdende fossile Ressourcen führten dann wieder zu einer verstärkten Nutzung der Industrie- und Energiepflanzen. Diese werden heute auf über 2,2 Mio. ha deutschlandweit angebaut.

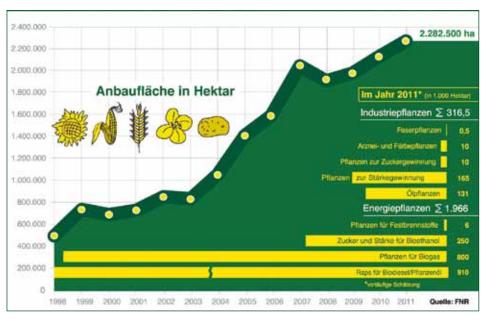
Bedeutung

In Deutschland hat sich die Anbaufläche von nachwachsenden Rohstoffen von 1994 mit knapp 0,4 Mio. ha auf beinahe 2,3 Mio. ha in 2011 fast versechsfacht. Die Energiepflanzen machen mit knapp 2,0 Mio. ha den größten Anteil aus. Hier dominiert der Rapsanbau mit 0,9 Mio. ha.

Unter den Industriepflanzen mit 0,3 Mio. ha haben die öl- und stärkeliefernden Pflanzen die größte Bedeutung. Es folgen die Zuckerpflanzen sowie die Arznei- und Färbepflanzen. Bei Faserpflanzen, die 1999 auf 4.000 ha angebaut wurden, ist ein Rückgang auf aktuell 500 ha zu verzeichnen.



Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland



Arzneipflanzen

Der feldmäßige Anbau von Arzneipflanzen stellt in Deutschland einen kleinen, aber durchaus interessanten Bereich der Landwirtschaft dar. Dennoch kommen nur etwa 10% der in Deutschland verwendeten Arzneipflanzen aus heimischem Anbau. Der Großteil wird nach wie vor importiert. Während noch vor zehn Jahren etwa 30% der Arzneipflanzen aus dem Anbau und 70 % aus Wildsammlungen stammten, hat sich dieses Verhältnis heute umgekehrt. Ein Vertragsanbau für Arzneipflanzen könnte zur Sicherung des Angebots durchaus attraktiv sein. Von den ca. 440 einheimischen Arzneipflanzen in Deutschland werden ca. 75 Arten angebaut, wobei 24 Arten 92 % des Anbaus ausmachen.1 Bevorzugte Anbaugebiete für Arzneipflanzen sind Thüringen (Erfurter Becken), Bayern (Oberbayern, Erdinger Moos, Mittelfranken), Sachsen (Lößgebiete Mittelsachsens), Sachsen-Anhalt (Mitteldeutsches Trockengebiet) und Ostfriesland.

Kulturhistorischer Hintergrund

Die Nutzung von aus der Natur gesammelten Arzneipflanzen geht bis zu den Ursprüngen der Menschheit zurück. In Europa wurden Heilpflanzen in den Klostergärten angebaut, im 9. Jahrhundert verordnete Karl der Große mit der "Capitulare de villis" für seine Landgüter den Anbau von 70 Heilpflanzen.

In Deutschland hat sich der Anbauumfang von knapp 5.000 ha in 2001 auf 10.000 ha in 2011 verdoppelt.

Der Rohstoff

Arzneipflanzen enthalten in einem oder in mehreren ihrer Organe - Wurzeln, Blättern, Blüten, Samen - Substanzen, die für therapeutische Zwecke oder als Vorstufen für pharmazeutisch-chemische Halbsynthesen verwendet werden. Die Gesamtheit der verwertbaren Inhaltsstoffe, die therapeutischen Zwecken dient, wird als Droge bezeichnet; je nach Herkunft werden Wurzeldrogen, Blätt- oder Krautdrogen, Blütendrogen und Frucht- bzw. Samendrogen unterschieden.

Bedeutung

Gründe für den wachsenden Anbau von Arzneipflanzen sind das steigende Umweltbewusstsein mit einer Rückbesinnung auf natürliche Arzneimittel, ein gestiegenes Qualitätsbewusstsein mit entsprechend hohem Kontrollaufwand und das Verbot des Wildsammelns von unter Naturschutz stehenden Arzneipflanzen.



¹ vergl. FNR Broschüre "Arzneipflanzen – Anbau und Nutzen"; FNR-Best. Nr. 287

Färbepflanzen

Da die Industrie seit Ende des 19. Jahrhunderts die meisten Farbstoffe preiswert synthetisch erzeugt, wurde der Anbau von Färbepflanzen fast völlig eingestellt. Einige Pflanzen werden heute auf Versuchsflächen wieder angebaut. Sowohl der Anbau als auch die Ernte, Verarbeitung und Verwertung müssen noch optimiert werden, bevor die Naturfarbstoffe einen Anteil am Markt der Farbstoffe erobern können. Aufgrund mangelnden färbetechnischen Verhaltens und unzureichender Farbechtheiten kommen nur wenige Färbepflanzen für den Anbau in Frage. ¹

Kulturhistorischer Hintergrund

In der Vergangenheit wurden aus Früchten, Samen, Blüten, Blättern oder Wurzeln Farbstoffe gewonnen, mit denen Kleidung gefärbt, Gemälde und Kunstwerke erstellt sowie Gebäude angestrichen wurden. Anbau und Verarbeitung von Färberwaid waren im 14.-16. Jahrhundert und von Saflor im 17. Jahrhundert Haupteinnahmequelle der thüringischen Landwirtschaft und der Waidstädte wie Gotha, Erfurt und Weimar. Mit Einführung der synthetischen Farbstoffe im 19. Jahrhundert kam der Anbau von Färbepflanzen völlig zum Erliegen.

Der Rohstoff

Die Farbstoffe müssen aus den Blättern, Blüten oder Wurzeln durch Extraktion gewonnen werden. Dabei werden drei Farbstoffarten unterschieden: Während Direktfarbstoffe, z.B. das Rot des Saflors, direkt zum Färben nutzbar sind, benötigen andere Farbstoffe Vorbehandlungen. Sie haften nur mit einer Beize eines Metallsalzes auf dem Färbegut. Küpenfarbstoffe, wie sie im Färberwaid oder Färberknöterich enthalten sind, sind im Wasser unlöslich. In einer wässrigen Lösung aus Alkali und einem Reduktionsmittel, der sogenannten Küpe, werden sie wasserlöslich gemacht. Erst durch Oxidation an der Luft bildet sich die auf dem Färbegut aufgebrachte Farbe.

Bedeutung

Da immer mehr Menschen auf synthetische Textil- und Farbstoffe allergisch reagieren, dürfte zusammen mit der steigenden Nachfrage nach Textilien aus Naturfasern zukünftig auch der Bedarf an Naturfarbstoffen wieder wachsen.

¹ vergl. FNR-Broschüre "Färbepflanzen"; FNR-Best.: Nr. 167

Beispiele	Färbende Organe	Farbe
Färberhundskamille (Anthemis tinctoria L.)	Blüte	Gelb
Färberknöterich (Polygonum tinctoria L.)	Blätter	Blau
Färberwaid (Isatis tinctoria L.)	Blätter	Blau
Färberwau (Reseda luteola L.)	Gesamtpflanze	Gelb
Kanadische Goldrute (Solidago canadensis L.)	Gesamtpflanze	Gelb
Krapp (Rubia tinctorium L.)	Wurzel	Rot
Saflor (Carthamus tinctorius L.)	Blätter / Blüte	Gelb / Rot



Faserpflanzen

Für die Faserproduktion kommen unter den Standortbedingungen in Deutschland nur Faserlein, Hanf, Fasernessel und in wärmeren Gebieten Kenaf in Frage. Herkömmliche Anbaugebiete sind Thüringen, Württemberg, Westfalen, Mecklenburg, Oberbayern, Baden-Elsass und Mitteldeutschland (Hanf und Faserlein).

Kulturhistorischer Hintergrund

Pflanzenfasern dienen traditionell der Herstellung von Textilien. Mit dem Aufkommen synthetischer Fasern ging ihr Anbau jedoch stark zurück. In Deutschland haben heute Faserlein und Hanf wieder eine gewisse Bedeutung. Die Gesamtanbaufläche für Faserpflanzen liegt allerdings aktuell bei nur 500 ha.

Der Rohstoff

Grundlage der Nutzung sind die in den Stängeln enthaltenen Bastfasern. Je nach Aufbereitung nutzt man sie als Lang- oder Kurzfasern. Die für den Faserlein klassische Aufbereitung besteht aus der Tauröste und dem "Schwingen". Bei der Tauröste werden die mit einer Raufmaschine aus dem Boden gezogenen Pflanzen auf dem Feld ausgebreitet. Pilze und Bakterien legen im Lauf einiger Wochen die Fasern frei. Zu sogenanntem Röststroh getrocknet kommt der

Flachs in die Schwinganlage, die die Holzteile (Schäben) von den Fasern löst und lange von kurzen Fasern trennt. Das Schwingen ist Voraussetzung für die Gewinnung von Langfasern für Textilien. Benötigt man nur Kurzfasern, reicht eine mechanische Bearbeitung der Faserpflanzen aus. Die als Nebenprodukt anfallenden Schäben können zur Einstreu in Ställen oder zur Energiegewinnung genutzt werden.

Bedeutung

Während Naturfasern für die Textilindustrie und die Zellstoffindustrie traditionell wichtige Rohstoffe sind, erschlossen sich Kurzfasern in den letzten Jahren mit Verbundwerkstoffen für die Automobilindustrie und mit Dämmstoffen ganz neue Anwendungsbereiche. Für den Ersatz von Glasfasern durch Pflanzenfasern sprechen die Recyclingfähigkeit und das geringere spezifische Gewicht der Naturfasern.





- Schäben
- Einstreu
- Energetische Nutzung

Faserpflanze	Strohertrag (dt/ha)	Faseranteil (%)		
Faserlein	40-150	15-35		
Hanf	82-170	15-35		
Fasernessel	20-130	2-15		
Kenaf	20-120	18-22		
Faserpflanzen im Ve	Faserpflanzen im Vergleich			

Ölpflanzen

Raps ist die mit Abstand bedeutendste Ölpflanze in Deutschland. Auch Öllein und Sonnenblume werden auf größeren Flächen angebaut. Weniger bedeutend sind der Mohn und die zurzeit nur auf Versuchsflächen kultivierten Pflanzen Leindotter und Krambe. Vor allem werden Raps- und Sonnenblumensamen zum Abpressen von Bioöl und zur Herstellung von Kraftstoff verwendet. Ein Großteil der pflanzlichen Öle kann auch von der Industrie problemlos zu Schmierstoffen oder Reinigungsmitteln verarbeitet werden, dabei verlangt z.B. die Kosmetikindustrie spezielle Fettsäuren. Um sie bereits in der Pflanze in der gewünschten Menge aufzubauen, sind spezielle Züchtungen notwendig.

Kulturhistorischer Hintergrund

Schon die Ägypter mischten Olivenöl mit gebranntem Kalk und schmierten damit ihre Wagenräder. Später diente Rapsöl Beleuchtungszwecken, bevor es von Petroleum abgelöst wurde. Rapsöl war schließlich auch der Grundstoff für die Seifenherstellung durch die Seifensieder.

Die Hauptabsatzmärkte von Pflanzenölen liegen heute in der Nahrungsmittel- und Kosmetikindustrie. Eine weitere Verwendungsmöglichkeit ist der Einsatz in Verbrennungmotoren und Blockheizkraftwerken. Dabei werden die Motoren entweder an das Bioöl angepasst, so dass das Pflanzenöl direkt als Kraftstoff genutzt werden kann, oder der Biokraftstoff wird dem Motor angepasst. So wird Pflanzenöl durch Umesterung mit Methanol zu Biodiesel (www.bio-energie.de). Biodiesel kann als Reinkraftstoff eingesetzt oder dem fossilen Diesel beigemischt werden.

Der Rohstoff

Pflanzen speichern in ihren Samen Fette und Öle als Reservestoffe. Die Samen werden in der Ölmühle gereinigt, zerkleinert, erhitzt und gepresst, anschließend werden das Öl und das Fett extrahiert. Qualität und Verwertungsmöglichkeiten hängen vom Anteil der in den Samen enthaltenen verschiedenen Fettsäuren ab. Am bedeutendsten sind dabei die ungesättigten Fettsäuren Öl-, Linol-, Linolen- oder Erucasäure.

Bedeutung

Als Alternative zu herkömmlichen Schmierstoffen bieten sich biologisch schnell abbaubare Schmierstoffe aus pflanzlichen Ölen an. Teilweise verfügen sie über bessere Eigenschaften als Mineralölprodukte. Darüber hinaus können die Pflanzenöle auch als Kraftstoff dienen. In 2010 wurden für technisches

Rapsöl 120.000 ha, für technisches Sonnenblumenöl 8.500 ha und für technisches Leinöl 2.500 ha angebaut. Rapsöl für Biodiesel und Pflanzenöl wurde auf immerhin 910.000 ha angebaut. Somit machen die Ölpflanzen insgesamt 50% aller Anbauflächen mit nachwachsenden Rohstoffen aus.

Verwendung

- Land- und Forstwirtschaft (Hydraulik-, Getriebe- oder Sägekettenöl)
- Bahn (Schmier- und Weichenschmieröl)
- Bauindustrie (Linoleum / Fußbodenbelag, Schalöl, Farben, Lacke)
- Reinigung (Schaumbremser in Waschmitteln, Seifen und Reinigungssubstanzen)
- spezielle Kunststoffe
- Motorenöl oder Kraftstoff

Sonstige Pflanzen

- Kreuzblättrige Wolfsmilch (*Euphorbia lathyris* L.)
- Senf (Brassica juncea L.)
- Saflor (Carthamus tinctorius L.)
- Ölmadie (Madia sativa L.)
- Rhizinus (Ricinus communis L.)
- Sojabohne (Glycine max L.)



Stärke- und Zuckerpflanzen

Die bedeutendsten Stärkepflanzen in Deutschland sind Weizen, Kartoffel, Mais und Erbse. Während Zucker in Deutschland fast ausschließlich aus Zuckerrüben gewonnen wird, dominiert weltweit das Zuckerrohr. Es liefert 60% der verbrauchten Zuckermenge.

Kulturhistorischer Hintergrund

Bereits im 9. Jahrhundert nutzte man in Arabien reine Weizenstärke als Zusatz bei der Papierherstellung. Diese Verwendung ist noch heute gängig. Neue Anwendungen haben sich schon in den letzten Jahren mit der Entwicklung leichter und biologisch abbaubarer Verpackungen ergeben.

Der Rohstoff

Mit Hilfe der Fotosynthese bauen die Pflanzen niedermolekulare Kohlenhydrate auf, derer sich die Natur wie aus einem Baukasten als Bau- und Speicherstoffe bedient. Für die Stoff- und Energiespeicherung werden die Kohlenhydrate in gelöste Zucker umgewandelt. Diese gelangen durch die Leitungsbahnen zu bestimmten Pflanzenorganen wie Samen, Früchten und Wurzelknollen. Dort werden sie in verschiedenen Formen eingelagert, z. B. als Saccharose im Rübenkörper, als Inulin in den Knollen des Topinamburs oder als Stärke in den Kartoffelknollen.

Der Zucker wird aus den geschnitzelten Wurzelknollen extrahiert, die Stärke durch Nassvermahlung gewonnen. Stärke besteht sowohl aus unverzweigten (Amylose) als auch verzweigten Glucoseketten (Amylopektin). Je nach Anteil an Amylose und Amylopektin sowie der Größe, Form und Kristallinität der Stärkekörner unterscheiden sich die technisch nutzbaren Eigenschaften der Stärke, die durch chemische, physikalische oder biologische Behandlung gezielt verändert werden. So entstehen neue Produkte oder Bausteine neuer Produkte.

Die heimischen Arten Weizen, Mais und Kartoffel enthalten einen bis zu 80% hohen Amylopektinanteil. Amylosereiche Stärke kann gegenwärtig in Deutschland nur durch stärkereiche Erbsensorten (Markerbsen) erzeugt werden.

Bedeutung

In Deutschland werden jährlich ca. 600.000 t Stärke und ca. 240.000 t Zucker industriell verarbeitet. Dies entspricht einer aktuellen Anbaufläche von 170.000 ha. Beide Stoffe gehören zu den wichtigsten nachwachsenden Rohstoffen. Während Stärke vor allem in der Papierherstellung eine wichtige Rolle spielt, ist Zucker besonders in Fermentationsprozessen für die Produktion von Bioethanol oder chemischen Erzeugnissen von Bedeutung. Neuerdings wird auch die Eignung der Zuckerrübe für Biogasanlagen erprobt.

Verwendung

- Papierindustrie (Erhöhung der Reißfestigkeit und der Bedruckbarbeit von Papier und Pappe)
- Feinchemikalien (z.B. Aminosäuren)
- Bauindustrie (Bindemittel in Gipskartonund Mineralfaserplatten, Abbindeverzögerer und Einschalungsmittel für Beton)
- Polymer-Monomere

- Kompostierbare Werkstoffe (Verpackungen, Einweggeschirr/-besteck, Folien, Pflanztöpfe)
- Kunststoffe (Polyurethane als Ausgangsstoffe für Synthetikfasern, Schaum- und Hartkunststoffe sowie Lacke)
- Klebstoffe (Tapetenkleister und Leim)
- Reinigungsmittel (Seifen, Waschpulver, Tenside)
- Pharmazie und Kosmetik (Geschmacksstoff und Konservierungsmittel, Antibiotika, Vitamine, Zahnpasta, Creme, Puder)
- Substrat für Biogasanlagen



Proteinpflanzen

Die bedeutendsten heute in Deutschland angebauten Proteinpflanzen sind Ackerbohne, Körnererbse und Lupine. Sie gehören zur Familie der Schmetterlingsblütler Leguminosae.

Kulturhistorischer Hintergrund

Die Erbse diente schon 5.000 v. Chr. der Ernährung, während die Kultivierung der Ackerbohne erst 2.000 v. Chr. begann. Die Lupine gehört dagegen erst seit ca. 100 Jahren zu unseren Kulturpflanzen. Proteine fanden bereits seit Anfang dieses Jahrhunderts im chemisch-technischen Bereich Verwendung. Mit dem Aufkommen der Petrochemie wurde jedoch die Nutzung der Proteine nur noch in geringem Umfang erforscht. Da sie in hohen Mengen als Nebenprodukte bei der Öl- und Stärkeproduktion anfallen, werden spezielle Proteinpflanzen nur in geringerem Umfang angebaut.

Der Rohstoff

Neben den Samen der proteinreichen Leguminosen werden hauptsächlich die Proteine der Ölpflanzen, z. B. Raps oder Sonnenblume, sowie der Stärkepflanzen, z. B. Mais und Weizen, genutzt. Zur Extraktion von Proteinen werden die Samen geschält, trocken gemahlen und anschließend mit Wasser versetzt. In der chemischen Industrie

kommen zurzeit vor allem tierische Proteine wie Kasein und Gelatine zum Einsatz.

Bedeutung

Die drei Proteinpflanzen Ackerbohne, Körnererbse und Lupine werden heute überwiegend nicht als nachwachsende Rohstoffe angebaut, sondern dienen als Futter oder zur Gründüngung. Aufgrund ihres Eiweißgehalts und ihrer Eiweißqualität können sich jedoch in Zukunft Verwertungsmöglichkeiten im Nichtnahrungsbereich entwickeln.

Leguminosen

Leguminosen (z. B. Ackerbohne, Körnererbse und Lupine) binden mit Hilfe bestimmter Bodenbakterien (Rhizobium-Arten) Stickstoff aus der Luft in Knöllchen an den Wurzeln. Er dient der Versorgung der Pflanze und der Bildung eiweißreicher Samen, sodass eine mineralische N-Düngung nicht notwendig ist. Die Leguminosen binden unterschiedlich viel Stickstoff: die Ackerbohne 50 - 650 kg pro Hektar, die Erbse 15 -190 kg pro Hektar, die Lupine 120 - 200 kg pro Hektar.

Verwendung

- Papier- und Verpackungsindustrie (Erhöhung der mechanischen Belastbarkeit, Bedruckbarkeit, Haftung wasserlöslicher Druckfarben)
- Bindemittel für Sperrholz)
- sich langsam ab)



	Ackerbohne	Erbse	Lupine		
Anzahl Samen/Hülse	3-6	3-5	4-6		
Rohproteingehalt (%)	25-30	25	35-40		
Ertrag (dt/ha)	30-70	50-60	15-25		
Ertrag und Qualität der Proteinpflanzen					

Holz

In Deutschland sind heute 30% der Fläche Wald. Jährlich stehen bis zu 100 Mio. Efm (Erntefestmeter (m3)) Waldholz zur Verfügung, von denen derzeit ca.80% genutzt werden. 2008 standen insgesamt zuzüglich dem Altholz und anderen Holzsortimenten 128 Mio. m³ zur Verfügung, wobei ca. 55 Mio. Festmeter jährlich energetisch und ca. 72 Mio. Festmeter stofflich genutzt werden. Die Bäume unterscheiden sich in den Standortansprüchen erheblich. So bevorzugen Eichen frische und auch saure Standorte mit Höhenlagen bis zu 350 (1800) m ü. NN, dagegen wächst die Buche auf frischen und basenreichen Standorten und ist eher in Tieflagen anzutreffen. Die Nadelbäume Fichte, Tanne und Lärche wachsen auf feuchten Standorten teilweise in Höhenlagen bis zur Baumgrenze. Dem gegenüber wächst die Kiefer auch in trockenen Gebieten sowie im Flachland. Abgesehen von der Lärche bevorzugen Nadelbäume saure Böden.

Kulturhistorischer Hintergrund

Die ursprünglichen Buchenwälder wurden durch die Ausweitung der Landwirtschaft zunehmend gerodet und auf ungünstigere Standorte zurückgedrängt. Der Brennholzbedarf stieg ständig, hinzu kam der Bedarf an Holzkohle, Bauholz für Fachwerkhäuser und die Schifffahrt und später für die Erz-

verarbeitung und andere Industriebereiche ("Hölzernes Zeitalter"). Hinzu kam ein hoher Bedarf an Holzpfählen in Kohlegruben. Auf den "ausgelaugten" Böden glaubte man schließlich überwiegend nur Nadelhölzer anbauen zu können. Nadelholz wurde zudem auch aufgrund seiner guten Wachstumseigenschaften und Verarbeitungsmöglichkeiten angebaut.

So kehrte sich das ursprüngliche Verhältnis von 70% Laub- und 30% Nadelholz um. Heute erfolgt die Verjüngung von Waldbeständen überwiegend über "Naturverjüngung". Es wird auf eine Begründung von Mischbeständen geachtet, wobei die Standortverträglichkeit eine große Rolle spielt.

Der Rohstoff

Unter den Nadelbäumen kann man zwischen den immergrünen Bäumen wie der Fichte (*Picea* spp.), Tanne (*Abies* spp.) und Kiefer (*Pinus* spp.) oder über Winter zwischen nadellosen Bäumen wie z.B. der Lärche (*Larix* spp.) unterscheiden. Aufgrund ihres geraden und meist schnellen Wuchses besteht ein hoher Bedarf in der Säge- und Holzwerkstoffindustrie. Das zu Bauholz und Holzwerkstoffen aufbereitete Material geht in den nationalen und internationalen Handel und auch Nebenprodukte wie Sägespäne finden Verwendung als Energiepel-

lets oder in der Faserplattenherstellung. Der Heizwert von Nadelholz (absolut trocken) liegt bei 5,1 kWh/kg.

Unter den Laubbäumen haben die Buchen (*Fagus* spp.) und Eichen (*Quercus* spp.) in Deutschland die größte Bedeutung. Das Holz wird häufig höherwertiger Nutzung wie z.B. für Möbel, Viskose-Stoffe oder Furniere zugeführt. Traditionell ist die Verwendung von Buchen und Eichen als Brennholz. Der Heizwert von Laubholz (absolut trocken) liegt mit 4,9 kWh/kg etwas niedriger als beim Nadelholz.

Unter den schnellwachsenden Baumarten zum Anbau auf landwirtschaftlichen Flächen in kurzen Umtriebszeiten (3-6 Jahre) eignen sich vor allem Pappeln (Populus spp.), Weiden (Salix spp.) und Robinien (Robinia Pseudoacacia L.). Diese Art der Bewirtschaftung stellt eine extensive Form der Landnutzung dar, die mit Blick auf den Klimaschutz und die aktuelle Entwicklung von fossilen Energieträgern zunehmend interessant erscheint. Biomasse aus Kurzumtriebsplantagen kann in Form von Hackschnitzeln zur dezentralen, umweltfreundlichen Energieversorgung eingesetzt werden. Ihr durchschnittlicher Ertrag liegt bei 14 t pro Hektar und der Heizwert beträgt 5 kWh/kg (absolut trocken).

(vergl. FNR-Broschüre Basisdaten Bioenergie)



Verwendung

Stoffliche Nutzung:

- Möbel-, Bau- und Konstruktionsholz
- Parkettherstellung, Innenausbau, Holzgeräte
- Schäl- und Furnierholz
- Spanplatten, Faser- und Papierholz
- Viskose, Bekleidungsstoffe
- Bioraffinerie

Energetische Nutzung:

- Waldrestholz aus Durchforstung und Holzernte bzw. Baumpflegeholz
- Industrierestholz aus der holzbe- und verarbeitenden Industrie
- Altholz aus naturbelassenem Holz und behandeltem Holz
- Holz von Kurzumtriebsplantagen (Hackschnitzel, Pellets)

Energiepflanzen

Kulturhistorischer Hintergrund

Über die Fotosynthese speichern die Pflanzen in ihrer Biomasse Sonnenenergie. Jahrtausende lang nutzten die Menschen diese Biomasse als Energieträger. Im vergangenen Jahrhundert wurden die nachwachsenden Energieträger durch die fossilen Rohstoffe Kohle, Erdöl und Erdgas abgelöst. Bei deren Verbrennung gelangt das vor Millionen von Jahren gebundene Kohlendioxid zusätzlich in die Atmosphäre. Der Treibhauseffekt wird anthropogen verstärkt und es kommt zu Klimaänderungen. Da diese negativen Auswirkungen bei der Nutzung regenerativer Energien unterbleiben - Energiepflanzen sind CO₂-neutral – werden sie als Alternative zu den fossilen und endlichen Energieträgern gefördert und erforscht. 1

Bedeutung der Energiepflanzen

Mit ca. 71% leistet Biomasse den größten Beitrag zur Endenergie aus regenerativen Quellen. Vor allem zum Heizen wird sie genutzt. Über 90% der regenerativen Wärme kommt aus Biomasse, in erster Linie aus Holz. Während bei der Stromerzeugung die Windkraft dominiert, wurde auch 2010 die Stromerzeugung aus Biomasse weiter ausgebaut. Der größte Teil des Biomassestroms wird über Biogasanlagen bereitgestellt. Im Kraftstoff-

sektor ist Biomasse derzeit die wichtigste am Markt verfügbare regenerative Quelle.

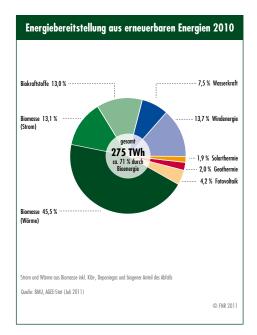
Verwendung der Biomasse

Energie aus Biomasse kann durch Vergärung, Verflüssigung oder Vergasung bereitgestellt und durch Verbrennung freigesetzt werden. Eine Art der energetischen Nutzung findet bei der Verbrennung in Holz- und Strohfeuerungsanlagen statt. Biomasse-Festbrennstoffe wie Holz oder Stroh haben allerdings einen viel geringeren Heizwert als Kohle und Heizöl (siehe Tabelle). Vergasung und Verflüssigung befinden sich noch in der Erprobungsphase.

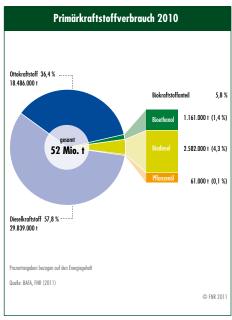
Energieträger und Energiegehalt/ Heizwert in MJ/kg

Erdga	5	50,0	
Heizöl		42,4	
Rapsö	l	37,6	
Steinko	ohle	29,0	
Bioeth	anol	26,7	
Braunk	cohle	15,0	
Holz		15,0	
Miscai	nthus	14,6	
Stroh		14,3	

Quelle: FNR



In Deutschland wurden 2010 3,5 Mio. t Biokraftstoffe, also Pflanzenöl, Biodiesel und Bioethanol verbraucht. Das entspricht einem Anteil von 5,8% am gesamten Kraftstoffverbrauch Deutschlands. Dabei ist Biodiesel national mit 2,6 Mio. t der wichtigste erneuerbare Kraftstoff. Er wird als Reinkraftstoff und vor allem über die Beimischung zu normalem Diesel genutzt. Pflanzenöl findet als Reinkraftstoff in umgerüsteten Motoren Verwendung, während Bioethanol über die Beimischung zu Ottokraftstoff vertrieben wird. Die Produktion von Kraftstoffen der



zweiten Generation (Biomass to liquid) aus lignozellulosereichen Pflanzen ist noch in der Erprobung.

¹ vgl. FNR-Broschüre "Der volle Durchblick in Sachen Energiepflanzen"; FNR-Best. Nr. 433

Ackerbohne

Vicia faba L.; Familie der Schmetterlingsblütler Leguminosae

Merkmale

Durch ausgesprochene Standfestigkeit ihres kantigen hohlen Stängels kann die einjährige Ackerbohne bis zu 1,8 m hoch werden. Ihre Pfahlwurzel wächst bis zu 1,7 m tief. Die paarig gefiederten, hellblaugrünen Blätter laufen in einer Spindelspitze aus. Die Blüten sitzen in kurz gestielten Trauben in den Blattachseln, die Blütenfarbe ist sortenspezifisch braun, rot, violett oder weiß. Pro Pflanze bilden sich größtenteils nach Selbstbefruchtung ca. zwölf Hülsen mit je drei bis sechs Samen.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Herkunft der Ackerbohne wird in Südwestasien oder Nordafrika vermutet. Ihre Nutzung ist aus steinzeitlichen Siedlungen bei Nazareth, in Ägypten, Griechenland, Spanien und Portugal nachgewiesen. In römischer Zeit verbreitete sich der Anbau auch nördlich der Alpen, wo die Ackerbohne eine der wichtigsten Kulturpflanzen des Mittelalters wurde. Nach dem 2. Weltkrieg wurde die Ackerbohne vielfach als Ersatz für Stickstoff-Dünger in die Fruchtfolge aufgenommen, denn die Pflanze kann durch sogenannte Knöllchenbakterien an den Wurzeln Luftstickstoff binden. Zurzeit



wird die Ackerbohne weltweit züchterisch stark bearbeitet, um eine Ausdehnung des Anbaus zu ermöglichen.

Anbau

Der Anbau erfolgt in Küsten- und Vorgebirgslagen mit hohen Niederschlagsmengen. Daher sind tiefgründige Böden und eine tiefe Ablage des Saatkorns in ca. 8 cm Tiefe erforderlich. Die Keimung beginnt ab 2°C, weshalb schon ab Ende Februar ausgesät wird. Das Ziel sind Bestandesdichten von 40 bis 60 Pflanzen pro m². Ackerbohnen werden mit dem Mähdrescher geerntet. Die Erträge liegen bei 30 bis 70 dt/ha.

Inhaltsstoffe

• Eiweißanteil der Bohne: 25-30%

Verwendung

 Klebstoffe, Arzneimittel, Bindemittel für Papierstreichfarben

Buche

Fagus sylvatica L.; Familie der Buchengewächse Fagaceae

Merkmale

Die Buche ist ein sommergrüner, 25 bis 30 m hoher Baum mit glatter graugrün bis silbergrauer Borke. Die wechselständigen Blätter sind 6 bis 10 cm lang, spitzeiförmig und buchtig gezahnt. Aus den weiblichen Blüten bilden sich in einem filzigen Fruchtbecher bis 2 cm lange, scharf dreikantige glänzend braune Bucheckern.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Buche hat sich vor knapp 3.000 Jahren als vorherrschende Art in den mitteleuropäischen Laubwäldern durchgesetzt. In vielen Regionen, in denen häufig nicht ausreichend Getreide angebaut werden konnte, welches als Nebenprodukt Stroh für die Stallhaltung lieferte, wurde Buchenlaub als Stallstreu genutzt. Zudem wurden gebündelte, junge Buchenzweige, die noch Blätter trugen, als Winterfutter für das Vieh getrocknet. Auch im Frühjahr, nach dem Austrieb der Buchen, wurden Buchenzweige an das Vieh verfüttert. In der heutigen Zeit ist die Buche aufgrund ihrer Holzeigenschaften zu der am vielseitigsten verwendeten Holzart unter den einheimischen Hölzern geworden.



Anbau

Buchen bevorzugen frische und basenreiche Standorte in Tieflagen. In Deutschland werden heute 30% der Fläche forstwirtschaftlich genutzt. 43% der Holzbodenfläche ist dabei mit Laubholz bestückt. Die Buche weist eine gute Standfestigkeit auf und hat einen Anteil an der Holzbodenfläche von etwa 16%.

Verwendung

- Möbel-, Bau- und Konstruktionsholz
- Parkettherstellung, Innenausbau, Holzgeräte
- Schäl- und Furnierholz in der Sperrholzherstellung
- Spanplatten, Faser- und Papierholz
- Bioraffinerie
- Viskose, Bekleidungsstoffe
- energetische Nutzung als Scheitholz, Häcksel oder Pellets

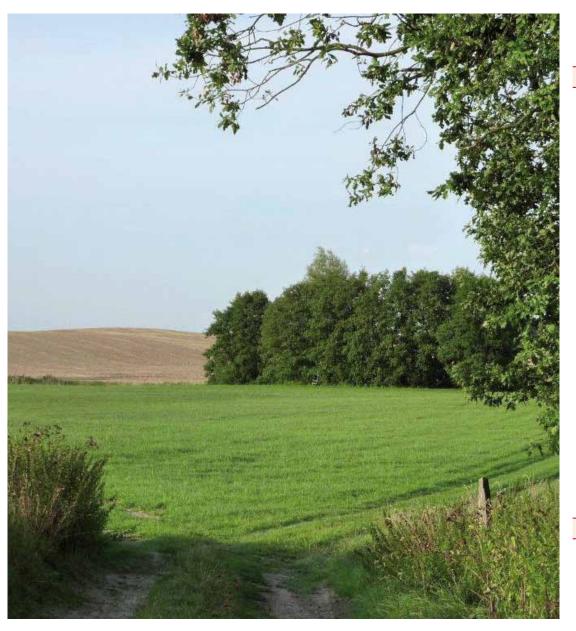
Dauergrünland

Merkmale

Als Dauergrünland werden landwirtschaftliche Flächen bezeichnet, die mindestens fünf Jahre durchgängig als Grünland genutzt werden. Die Grasnarbe ist geschlossen und die Vegetation wird vordergründig aus einer Pflanzengemeinschaft von Gräsern, Kräutern und Leguminosen gebildet. Die Vegetationstypen des Grünlands sind standort- und nutzungsabhängig sehr vielfältig und damit auch ihre Ertragsfähigkeit und Nutzungseignung.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Grünland im engeren Sinne ist das sogenannte Wirtschaftsgrünland, das auch als Fettwiesen oder -weiden bezeichnet wird. Hierbei handelt es sich um Flächen, die gezielt mehrmals im Jahr zur Futterbereitstellung beerntet oder beweidet werden. Diese Grünlandgesellschaften sind vom Menschen geschaffen und würden ohne Bewirtschaftung im gemäßigten Klima Mitteleuropas nicht in dieser Form bestehen. Die Flächen würden verbuschen und bewalden. Grünland im weiteren Sinne beinhaltet alle anderen Grünlandgesellschaften, wie Magerwiesen/-weiden, Feuchtwiesen, Trocken- und Halbtrockenrasen, Borstgrasrasen, Seggenriede usw. Diese Pflanzengesellschaften dienen eher der Heugewinnung oder Schafhütung. Auch diese Grünlandtypen sind durch Nutzung entstanden und erhalten. Natürlich



vorkommende Rasen (Trocken-, Halbtrocken-Borstgras- oder alpine Rasen) sind sehr selten.

Anbau

Die Nutzungsintensität bestimmt die Artenzusammensetzung und damit die Ertragsfähigkeit und Qualitätseigenschaften des Dauergrünlands. Wirtschaftsgrünland wird je nach Standort mindestens drei- bis fünfmal im Jahr beerntet, wobei Erträge von 14 t TM/ha und Jahr möglich sind. Zur Ertrags- und Qualitätssicherung werden diese Flächen ausreichend gedüngt. Bei Bedarf kann, abhängig vom Standort, eine Nachsaat im Herbst oder Frühjahr erfolgen. Pflanzenschutzmaßnahmen sind eher die Ausnahme und werden meist auf gezielte Einzelpflanzenbehandlungen (z.B. Ampfer) beschränkt. Extensivgrünland wird ggf. standortabhängig zur Erhaltung des Vegetationstyps gedüngt (z.B. Kalkung, Kalium). Die Flächen werden ein- bis zweimal im Jahr gemäht oder beweidet. Die geerntete, faserreiche Qualität wird meist zur Heuwerbung genutzt. Hier sind Erträge von 2,3 bis 15,5 t TM pro ha und Jahr möglich, bei geringer Verdaulichkeit und Energiekonzentration (< 5,0 MJ Netto-Energie-Laktation).

Verwendung

- Futter (Grün, Silage, Heu)
- Biogas (Grün, Silage)
- Bioraffinerie (Grün, Silage)
- · Verbrennung (Heu)

Eiche

Quercus petraea L. und Quercus robur L.; Familie der Buchengewächse Fagaceae

Merkmale

Die sommergrüne, 20 bis 30 m hohe Eiche besitzt eine graubraune, längsrissige und gerippte Borke sowie 10 bis 12 cm lange, 5 bis 7 cm breite, eng gebuchtete Blätter. Aus den weiblichen Blüten entwickeln sich die 2 bis 3 cm langen Eicheln in einem Fruchtbecher. Eichen können bis zu 1000 Jahre alt werden und aufgrund ihres langsamen Wuchses ist das helle Holz sehr fest.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Viele Eichenwälder in Mitteleuropa sind anthropogenen Ursprungs. Da die Stieleiche das periodische "auf den Stock setzen" (zurückschneiden) besser verträgt als die Rotbuche, handelt es sich dabei oftmals um durchgewachsene Mittelwälder. Auch wurden die Eichen wegen ihres wertvollen Holzes und ihrer als Viehfutter nützlichen Früchte schon historisch gezielt gefördert. Das Holz der Eiche ist sehr hart und widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit. Aufgrund des beständigen Holzes ist die Verwendung für Eichenfässer und Bottiche, als Weichenschwellen oder als Pfosten in Gewässern interessant. Allseits bekannt ist der Einsatz als Bauholz für Fachwerkhäuser.

Heute wird die Eiche vor allem im hochwertigen Innenausbau (Türen, Treppen, Parkett, usw.) und in der Möbelindustrie eingesetzt.

Anbau

Eichen bevorzugen frische und auch saure Standorte in Höhenlagen von 350 bis 1.800 m. In Deutschland werden heute 30% der Fläche forstwirtschaftlich genutzt. 43% der Holzbodenfläche ist dabei mit Laubholz bestückt. Die Eiche hat dabei einen Anteil von 9%.



Verwendung

- Möbel-, Bau- und Konstruktionsholz
- Parkettherstellung, Innenausbau, Holzgeräte
- Schäl- und Furnierholz in der Sperrholzherstellung
- Spanplatten, Faser- und Papierholz
- energetische Nutzung als Scheitholz, Häcksel oder Pellets
- Bioraffinerie

Gelber Enzian

Gentiana lutea L.; Familie der Enziangewächse Gentianaceae

Merkmale

Der Gelbe Enzian ist eine mehrjährige bis 1,5 m hohe Pflanze mit einem unterirdischen, rübenähnlichen, oft mehrere Kilogramm schweren Rhizom. Charakteristisch ist der gelbgrüne Blütenspross mit gegenständigen, länglich-elliptischen, blaugrünen, stängelumgreifenden Laubblättern, die bis 30 cm lang und 15 cm breit werden. Ab einer Höhe von 80 cm entwickelt der Gelbe Enzian nach mehreren Jahren in den Blattachseln der schalenförmigen Laubblätter von Juni bis August gelbe Trugdolden, die von drei bis zehn fünf- bis sechsteiligen Blüten gebildet werden.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Alpenländer sind das Verbreitungsgebiet des Gelben Enzians, dessen Wurzelstock seit dem Altertum als Pestmittel und Universalmedizin angewandt wird, z.B. gegen Leberleiden, Magenkrankheiten, Krämpfe, Würmer und den Biss giftiger Tiere. Weiterhin wird die Wurzel zu Enzian-Schnaps angesetzt.

Anbau

Enzian bevorzugt tiefgründige, humus- und kalkreiche Böden. Für die Ernte sind siebfähige Böden von Vorteil. Die Pflanzung erfolgt im zeitigen Frühjahr mit einem Pflanzabstand von 75 x 15 cm. Nach vier bis fünf Jahren werden die Rhizome ausgepflügt und anschließend gewaschen und getrocknet. Die Erträge liegen bei ca. 75 dt pro Hektar.



Inhaltsstoffe

- Gentiopikrin (3%)
- Amarogentin (0,2%)

Verwendung

 Arzneimittel: appetitanregend, verdauungsfördernd



Erbse

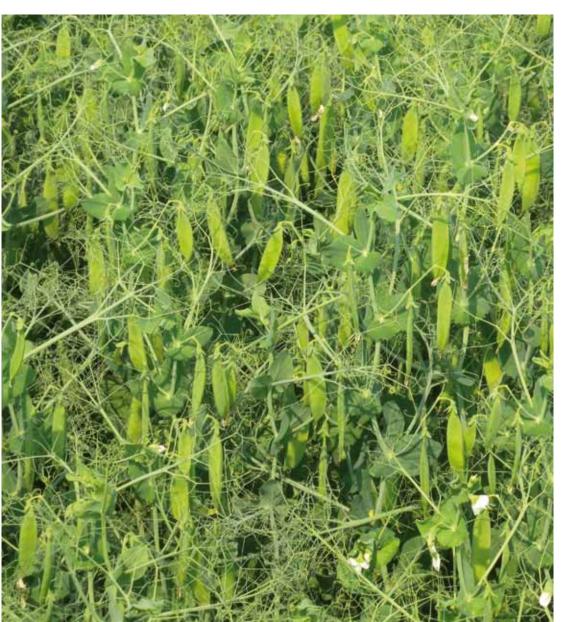
Pisum sativum L.; Familie der Schmetterlingsblütler Leguminosae

Merkmale

Die Erbse besitzt im Gegensatz zur Ackerbohne keinen aufrechten Stängel, sondern ist eine kletternde oder niederliegend kriechende einjährige Pflanze, deren dünne tiefreichende Hauptwurzel wenige Nebenwurzeln besitzt. Charakteristisch sind die endständigen Ranken an den ein- bis dreipaarig gefiederten Blättern. Die Erbse blüht weiß und bildet nach Selbstbefruchtung Hülsen mit vier bis zehn Samen. Es ist zwischen eiweiß- und stärkeliefernden Erbsen zu unterscheiden.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Erbse stammt wahrscheinlich von der Wilderbse *Pisum elatius* ab, die vom Mittelmeerraum bis nach Tibet vorkommt. Nach der Kultivierung in Südwestasien verbreitete sich die Erbse nach Europa und Mittelasien, wo sie die ältesten steinzeitlichen Ackerbaukulturen nutzten. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelte sie sich zur bedeutendsten Hülsenfrucht Mitteleuropas. Stärkeerbsen enthalten 60-85% Amylose, welches sich besonders zur Herstellung von Verpackungsfolien mit hoher Elastizi-



tät eignet. Dies ist für aktuelle Züchtungsziele von Bedeutung.

Anbau

Die Erbsenpflanze bevorzugt tiefgründige humusreiche Böden mit einem pH-Wert von 6,5-7. Dabei ist zu anderen Leguminosen eine Anbaupause von sechs bis acht Jahren einzuhalten. Die Aussaat erfolgt Mitte März mit 60-90 Pflanzen pro m². Das relativ große Saatgut wird dabei in einer Tiefe von 4-6 cm abgelegt. Die Ernte erfolgt mit modifizierten Mähdreschern bei Erträgen zwischen 50-60 dt/ha.

Inhaltsstoffe

- Erbsen: 20 bis ca. 27 % Eiweiß
- Markerbsen: ca. 35% Stärke mit einem Amyloseanteil von 65 bis 85%

Verwendung

- Klebstoffe
- biologisch abbaubare Kunststoffe
- Arzneimittel
- Tenside

Färberknöterich

Polygonum tinctoria L.; Familie der Knöterichgewächse Polygonaceae

Merkmale

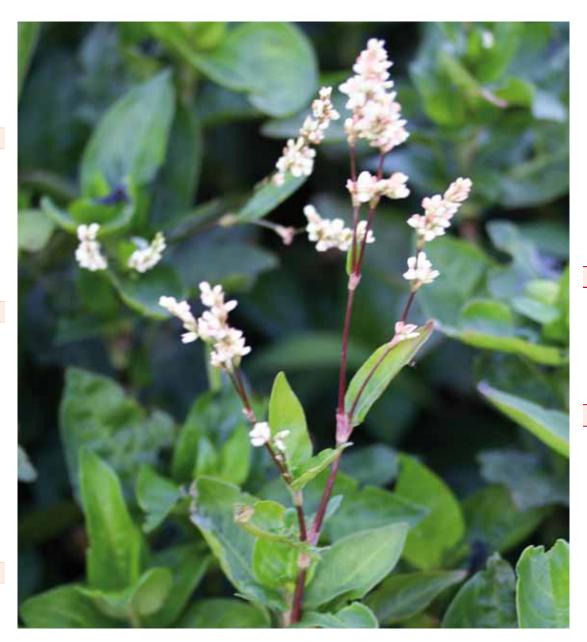
Der einjährige Färberknöterich hat einen knotig gegliederten Stängel und schraubig angeordnete, lanzettförmige Blätter. Die kleinen weiß bis rosa gefärbten Einzelblüten bilden ansehnliche Blütentrauben. Aufgrund der späten Blütezeit Mitte August reifen die Samen in kühlen, feuchten Jahren häufig nicht aus.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Färberknöterich stammt aus Ostasien und war die klassische blaufärbende Pflanze in China und Japan. In Japan wird er heute noch für Färberzwecke angebaut. Die Blätter liefern eine Farbstoffvorstufe (Küpenfarbstoff). Der Indigofarbstoff ist wasserunlöslich und wird erst in der Küpe in die wasserlösliche Form überführt. Durch Oxidation bildet sich dann der wasserunlösliche Indigo. Der Anbau von Färberknöterich ist auch in Mitteleuropa möglich, der Farbstoffertrag pro Hektar ist ca. fünffach höher als der des Färberwaids.

Anbau

Färberknöterich bevorzugt tiefgründige nährstoffreiche Böden. Die Aussaat erfolgt auf-



grund der Frostempfindlichkeit Ende April bis Anfang Mai mit Drillmaschinen bei einer Saattiefe von 2 bis 3 cm und einem Reihenabstand von 20 bis 30 cm. Aufgrund des schnellen Aufwuchses ist die Konkurrenzkraft des Färberknöterichs gegen Wildkräuter groß; er hat jedoch einen hohen Stickstoffbedarf. Das Mähen Ende Juli und September liefert Erträge von etwa 40 dt Blatttrockenmasse pro Hektar. Daraus ergibt sich ein Farbstoffertrag von 150 kg/ha. Bei frischer Verarbeitung des Erntegutes lässt sich der höchste Farbstoffertrag erzielen.

Inhaltsstoffe

- Farbstoffvorstufe in den Blättern: 4-5% Indican (Vorstufe zum blauen Indigo)
- In den Blättern: 1% der Trockenmasse Indican und Isatan-B (blaue Farbstoffe) als Vorstufen des Indigo

Verwendung

Textilfärbung

Färberwaid

Isatis tinctoria L.; Familie der Kreuzblütler Brassicaceae



Merkmale

Färberwaid ist eine zweijährige, krautige Pflanze, die im ersten Standjahr eine Blattrosette mit länglich behaarten, 30 bis 35 cm langen Blättern und eine holzartige Pfahlwurzel ausbildet. Im zweiten Standjahr wachsen mehrere ein bis zwei Meter hohe Blütenschafte mit Blättern, die den Stängel herz- und pfeilförmig umfassen. Von Mai bis Juni blüht die doldige Rispe mit kleinen gelben Kreuzblüten, aus denen sich hängende Schoten entwickeln. Bei der Reife färben sich diese schwarz-violett.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Bereits in der Jungsteinzeit wurde aus dem aus den Steppengebieten Südosteuropas und Westasiens stammenden Färberwaid der blaue Farbstoff Indigo gewonnen. Im Mittelalter wurde Färberwaid insbesondere in Thüringen angebaut und von dort bis nach England exportiert. Mit der Einfuhr des aus dem tropischen Indigoferastrauch gewonnenen Indigofarbstoffs aus Indien und später aus Amerika ging der Waidanbau seit 1590 zurück und verschwand um 1900 mit der synthetischen Herstellung von Farben vollständig. Heute liegt der Anbau in Thüringen bei ca. 80 ha, wobei insbesondere die Nutzung als natürliches Holzschutzmittel in den Vordergrund rückt.

Anbau

Die Aussaat von Färberwaid auf nährstoffreichen Böden erfolgt mit Drillmaschinen 1-2 cm tief entweder ab Ende Oktober oder Anfang März bis Anfang April. Der Waid benötigt eine hohe Stickstoffdüngung sowie aufgrund der langsamen Jugendentwicklung eine Wildkrautbekämpfung. Mit Grünfuttererntern werden in mehreren Schnitten ab Ende Juni bis zu den ersten Herbstfrösten 30 bis 40 dt Trockenmasse/ha geerntet. Die Blätter müssen möglichst schnell verarbeitet werden.

Inhaltsstoffe

• In den Blättern: 1% der Trockenmasse Indican und Isatan-B (blaue Farbstoffe) als Vorstufen des Indigo

Verwendung

- Holzimprägnierung und Holzschutz
- Papierkonservierung
- Anstrichfarben für Holz, Stein, Putz, Textilien

Färberwau

Resede luteola L.; Familie der Resedengewächse Resedaceae



Merkmale

Färberwau unterscheidet sich von den anderen Wau-Arten durch die ungeteilten, schmalen und länglichen Blätter. Die ein- bis zweijährige Pflanze überwintert im Rosettenstadium. Von Juni bis August blüht der Färberwau. An einem bis zu 1,5 m hohen Stängel bilden sich reichblütige Blütentrauben, an denen die hellgelben Blüten mit jeweils vier Kronblättern sitzen. Die kugeligen Fruchtkapseln enthalten nierenförmig glatte, dunkelbraun-glänzende Samen. Der Farbstoff befindet sich im oberirdischen Aufwuchs, vor allem in den Blütenkapseln, weniger in den Blättern, am geringsten in den Stängeln.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Färberwau stammt aus dem Mittelmeergebiet und ist in Mittel- und Westeuropa eingebürgert.

Römische Schriftsteller belegen die Nutzung der Pflanze zum Zweck des Färbens. Im Mittelalter lieferte die Pflanze das Färbemittel, welches das reinste und beständigste Gelb erzeugte. Färberwau wurde bis ins 19. Jahrhundert auch in Deutschland angebaut.

Anbau

Färberwau bevorzugt lockere, kalkhaltige und sonnig gelegene Böden. Zu hohe Stickstoffgehalte im Boden wirken sich negativ auf den Farbstoffgehalt aus. Die Aussaat erfolgt entweder Mitte August bis Mitte September oder erst Ende März sehr flach (1-2 cm). Aufgrund der langsamen Jugendentwicklung ist eine sorgfältige Wildkrautbekämpfung erforderlich. Die Ernte der gesamten Pflanzen findet ca. 14 Tage nach Blühbeginn mit Futtererntern statt. Dabei werden 40-45 dt Trockenmasse/Hektar mit einem Farbstoffertrag von 60-100 kg/ha erzielt. Nach der Ernte steht eine schnelle, aber schonende Trocknung bei 40-60 °C an.

Inhaltsstoffe

 Farbstoffgehalt: 2-3% in der Trockenmasse (Beizfarbstoff): Luteolin, Apigenin (gelber Farbstoff)

Verwendung

• Textilfärbung, Farben, Kosmetik

Faserlein (Flachs)

Linum usitatissimum L.; Familie der Leingewächse Linaceae

Merkmale

Der einjährige Faserlein, auch Flachs genannt, wird mit einer Höhe von bis zu 1,6 m deutlich größer als der Öllein und ist wesentlich weniger verzweigt als dieser. Die Blüten mit fünf Kelchblättern in den Farben violett, blau, rosa, weiß entwickeln nach Selbstbefruchtung Fruchtkapseln mit bis zu zehn rundoval-flachen, glänzenden hellgelb bis dunkelbraunen Samen.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Vor mehr als 6.000 Jahren wurde der Lein von Ägyptern und Sumerern angebaut und gelangte in der jüngeren Steinzeit in das südliche Mitteleuropa. Flachs stellte in Europa die wichtigste Textilfaser dar, erst im 19. Jahrhundert ersetzte ihn die geschmeidigere Baumwolle. 1957 wurde der Leinanbau in der Bundesrepublik, 1979 in der DDR eingestellt. Seit 1986 findet der Anbau von Faserlein wieder statt. In jüngster Zeit werden durch die Industrie zunehmend wieder kurze Flachsfasern nachgefragt, da sie gegenüber Fasern aus synthetischen Polymeren und Glasfasern deutliche Vorteile aufweisen: Sie verfügen über ein geringeres spezifisches Gewicht und sind biologisch abbaubar.



Anbau

Faserlein kann extensiv angebaut werden, allerdings muss für eine optimale Faserausbildung genügend Wasser zur Verfügung stehen. Die Aussaat erfolgt Ende März mit mit dem Ziel, 1.800 Pflanzen pro m² zu erhalten. Zur Ernte wird die Pflanze mit einer Raufmaschine einschließlich Wurzel aus dem Boden gezogen und noch auf dem Feld einem Gärungsprozess zur Trennung der Gefäßbündel (Tauröste) unterworfen. Der Gesamtertrag liegt bei 80 dt/ha mit einem Langfasergehalt von 25%. Derzeit wird Faserlein auf 8 ha angepflanzt.

Inhaltsstoffe

- Langfasern: 15-25% des Ernteguts
- Kurzfasern: 3-13%
- Schäben (Holzbestandteile): 35-50%

Verwendung

- Langfasern: Textilindustrie
- Kurzfasern: Baustoffe, Dämmstoffe, Formpressteile, Papier
- Schäben: Baumaterial, Brennstoff, Einstreu in der Landwirtschaft

Fasernessel

Urtica dioica L.; Familie der Brennnesselgewächse Urticaceae

Merkmale

Urtica dioica, die Große Brennessel, ist eine mehrjährige heimische Pflanze. Der vierkantige Stängel wird bis zu zwei Meter hoch und setzt sich unter der Erde als Rhizom, d.h. bewurzelter Spross fort. Die gekreuztgegenständigen, eiförmigen, am Rand grob gesägten Blätter und der Stängel tragen Brennhaare. Die Brennnessel ist zweihäusig, d.h. die Blütenzweige haben entweder männliche oder weibliche Blüten, die unscheinbar grün rispenartig in den Blattachseln sitzen. Pflanzen, die auf einen hohen Fasergehalt ausgelesen wurden, werden als Fasernessel bezeichnet.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Brennnessel ist weltweit in gemäßigten Klimazonen verbreitet und als kulturfolgendes Wildkraut und Arzneipflanze bekannt. Im Mittelalter verarbeiteten die Menschen die langen festen Fasern zu Tauen, Schnüren und Fischernetzen oder zu Nesselstoff. Die Nutzung der Baumwolle ab dem 18. Jahrhundert verdrängte die Fasernessel bei der Herstellung von Textilien, sie wurde jedoch während der Zeit der beiden Weltkriege als heimischer



Rohstoff wiederentdeckt, da sie mit den für Baumwolle vorgesehenen Maschinen zu verarbeiten war. Die Brennnessel wird zurzeit fast nur als Arzneipflanze verwendet.

Anbau

Die Brennnessel ist außerordentlich anspruchslos. Dennoch sind nährstoffreiche Standort mit guter Wasserversorgung von Vorteil. Sowohl die Aussaat als auch die Pflanzung von Jungpflanzen ist möglich. Gemäht wird zum Ende der Blüte im Juli/August, wobei Erträge von 45-70 dt/ha mit einem Fasergehalt von 15% erzielt werden. Zurzeit werden faserreichere Sorten untersucht. Die mehrjährige Fasernessel kann extensiv angebaut und bis zu zehn Jahre beerntet werden. Der Anbau liegt bei rund 100 ha v.a. im Wendland.

Inhaltsstoffe

- Stängel: Fasern und Schäben
- Wurzel: Sitosterol

Verwendung

- Nesseltuch, Textilien, Betttücher, Papier, Verpackung und Verbundstoffe
- Arzneimittel: Harnwegserkrankung, Rheuma, Wundheilmittel

Fichte

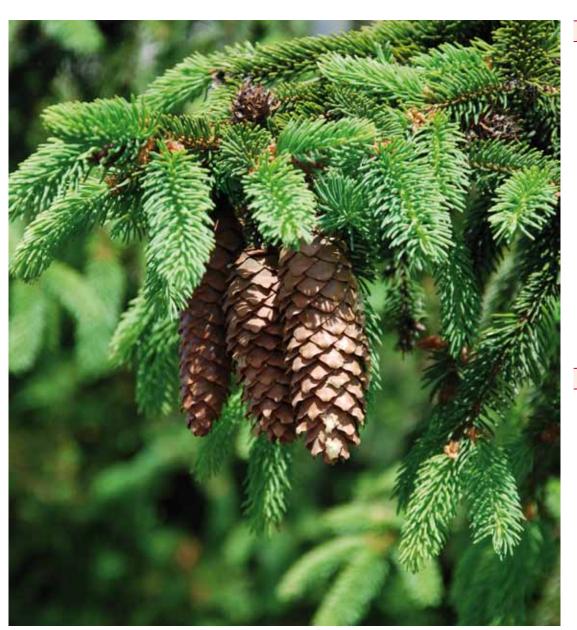
Picea abies L.; Familie der Kieferngewächse Pinaceae

Merkmale

Die immergrüne Fichte wird 30-70 m hoch und hat eine kegelförmige Krone. Die 1 bis 3 cm langen Nadeln stehen dicht schraubig und sind stechend zugespitzt. Aus den endständigen weiblichen Blütenständen bildet die Fichte hängende braune zylindrische Zapfen. Die Fichte besitzt eine rötliche rissige Rinde.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Zur Zeitenwende war das Vorkommen der Fichte auf die Gebirgslagen und der Kiefer auf nährstoffarme Sandböden beschränkt. Im 18. Jahrhundert begann auch im Tiefland die systematische Aufforstung mit schnellwüchsigen Nadelbäumen, da die Bedeutung der Buche als Brennstofflieferant zugunsten der Steinkohle zurück ging und ein starker Bedarf an Bau- und Nutzholz bestand. Fichtenholz ist vielseitig einsetzbar und findet heutzutage Verwendung in der Bau-, Möbel- und Holzwerkstoffindustrie, bei der Papier- und Zellstoffherstellung und als Brennholz. Die kegelförmigen Fichten werden zudem gerne als Weihnachtsbaum genutzt.



Anbau

In Deutschland ist knapp ein Drittel der Gesamtfläche mit Wald bedeckt. Obwohl in der heutigen Zeit der Anteil der Monokulturen zugunsten von Mischbeständen gesenkt wird, spielt die Fichte als sogenannter "Brotbaum" weiterhin eine große Rolle in der Forstwirtschaft. Ausschlaggebend sind dabei der gerade Wuchs, das rasche Wachstum, die geringen Ansprüche an den Standort und die gute Verwendbarkeit des Holzes. Ihr Anteil an der Holzbodenfläche beträgt aktuell 26 Prozent. Die Fichte ist als Bau- und Konstruktionsholz unverzichtbar und hat daher, trotz ihrer Anfälligkeit für z.B. Borkenkäfer-Kalamitäten, weiterhin einen Anteil von einem Drittel an Pflanzungen und liegt damit noch knapp vor der Rotbuche.

Verwendung

- Waldrestholz als Brennholz aus Durchforstung und Holzernte bzw. Waldpflegeholz
- Industrieholz aus der Holzbe- und verarbeitung
- Altholz aus naturbelassenem Holz (z.B. Paletten) oder behandeltem Holz (z.B. Abrissholz)
- Sägespäne zur Pelletproduktion
- Bau- und Nutzholz (z.B. Möbelindustrie)

Hanf

Cannabis sativa L.; Familie der Hanfgewächse Cannabinaceae

Merkmale

Hanf ist eine bis 3,5 m hohe einjährige Pflanze mit Pfahlwurzel. Charakteristisch sind der eckige Stängel und die aus fünf bis neun Fingern bestehenden langgestielten, gesägten Blätter. Hanf ist zweihäusig, d. h. es gibt männliche und weibliche Pflanzen. Die Früchte sind grauweiße, eiförmige Nüsschen.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Aus den Fasern der Hanfpflanze stellte man in China bereits 4.000 v. Chr. nassfeste Seile und Taue, Textilien wie auch das erste Papier her. Darüber hinaus wurden die Früchte als ölhaltiges Nahrungsmittel sowie Blüten, Blätter und Wurzeln als Heilmittel eingesetzt. Auch aus der Antike ist die Hanfnutzung bekannt. In Europa erlebte der Hanfanbau vom 15. bis zum 17. Jahrhundert seine Blütezeit und ging ab dem 18. Jahrhundert zugunsten der Baumwolle rapide zurück. Da aus Blättern und weiblichen Blüten einiger Hanfsorten Rauschgifte gewonnen werden können, bestand in Deutschland ab 1982 ein vollständiges Anbauverbot. Seit 1996 werden rauschmittelarme Sorten mit einem THC-Wirkstoffgehalt



(Tetrahydrocannabinol) unter 0,3% zugelassen; der Anbau ist generell meldepflichtig.

Anbau

Hanf gedeiht am besten auf tiefgründigen nährstoffreichen Böden mit guter Wasserführung. Die Aussaat erfolgt Ende April mit einer angestrebten Saatdichte von 200 Pflanzen pro m². Für die Ernte im August steht derzeit noch keine ausgereifte Technik zur Verfügung. Nach dem Mähen oder Häckseln erfolgen in der Regel eine Trocknung auf dem Feld, eventuell eine Entholzung, das Pressen und die Verarbeitung. Der Gesamtertrag liegt bei 100-120 dt/ha mit einem Fasergehalt von 25-35%. 2004 betrug die Anbaufläche in Deutschland rund 1.500 ha, derzeit liegt die gesamte Anbaufläche von Hanf bei ca. 500 ha.

Inhaltsstoffe

- Langfasern: Textilien wie Socken, Hemden, Kleider oder Hosen
- Kurzfasern / Zellulosefasern
- Schäben (50-70% des Gesamtertrags)

Verwendung

- Kurzfasern: Säcke, Netze, Seile, Geotextilien, Dämmvliese, Autoinnenverkleidung
- Zellulosefasern: Spezial-, Filter-, Zigarettenund Zeitungspapier
- Schäben: Baumaterial, Brennstoff, Füllstoff, Einstreu in der Landwirtschaft

Hirse/Sudangras

Sorghum bicolor L.; Sorghum sudanese L.; Familie der Süßgräser Poaceae



Merkmale

Zuckerhirse und Sudangras sind einjährige C4-Pflanzen und zählen zu den Sorghumhirsen. Während Sudangras bis zu 2,5 m hoch wird und relativ dünne Stängel aufweist, kann die Zuckerhirse mit kräftigeren Stängeln deutlich höher werden. Beide Hirsen zeichnen sich durch eine hervorragende Wasser- und Nährstoffeffizienz aus. Ein wichtiges Zuchtziel analog zu Mais ist die Verbesserung der Kältetoleranz.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Hirsen stammen aus Afrika und werden dort vornehmlich als Nahrungs- und Futterpflanzen angebaut. Das Sudangras ist in Nordostafrika, im Sudan und Ägypten heimisch. Aufgrund hoher Erträge und guter Trockenstresstoleranz entwickeln sich Hirsen zu interessanten Maisalternativen mit wachsender Praxisbedeutung. Dieser Aspekt dürfte bei den möglicherweise zunehmend trockeneren Jahren zukünftig immer interessanter werden.

Anbau

Aufgrund der Frostempfindlichkeit werden Sudangras und Zuckerhirse erst ab Anfang Mai gesät. Dabei werden bei Sudangras bis zu 50, bei Zuckerhirse bis zu 25 Pflanzen pro Quadratmeter angestrebt. Es werden relativ hohe Ansprüche an den Boden gestellt, sie sind aber sehr anspruchslos hinsichtlich der Wasserversorgung. Es werden nach zögerlicher Jugendentwicklung im Herbst Wuchshöhen von 2,5 bis 3 m erreicht. Dann kann bei Trockenmassegehalten von 18-30% mit dem Maishäcksler geerntet und anschließend siliert werden. Die Erträge liegen im Versuchsanbau bei 12-20 t Trockenmasse pro Hektar.

Inhaltsstoffe

- Zucker zur Stärkegewinnung
- Fasern

Verwendung

- Biomasse für Biogasanlagen
- Grünfutter

Johanniskraut

Hypericum perforatum L.; Familie der Johanniskrautgewächse Hypericaceae

Merkmale

Aus der mehrjährigen Staude mit einem kurzen unterirdischen Wurzelstock wachsen zahlreiche, bis zu einem Meter hohe Triebe. Charakteristisch sind die durch Exkretzellen für ätherisches Öl durchsichtig punktierten oval-länglichen Blätter, die gegenständig am rundlichen Stängel sitzen. Von Juni bis September blüht das Johanniskraut goldgelb in blütenreichen Doldenrispen; beim Zerreiben färben sich die fünfblättrigen Blüten rubinrot. In ovalen Kapseln reifen zylindrische, schwarze oder dunkelbraune Samen.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Johanniskraut ist in ganz Europa und Westasien verbreitet. Bereits die antiken Heilkundigen loben seine vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten als Mittel gegen Depressionen, Hexenschuss, Gicht oder Rheumatismus.

Anbau

Die Pflanzung erfolgt Ende April oder im Herbst auf schweren, humosen Böden mit hoher Qualität, da die Pflanze schon geringste Mengen Cadmium akkumuliert. Zurzeit wer-



den Anbausorten mit hohem Wirkstoffanteil und hoher Widerstandskraft gegen die Johanniskrautwelke gezüchtet. Die oberen 20 bis 30 cm des blühenden Krauts werden zwei bis drei Jahre lang im Juni und September mit Mähladern geerntet. Die Erträge liegen bei 100 dt/ha.

Inhaltsstoffe

- Flavonoide
- Dianthrone
- Hyperforin
- Gerbstoffe
- ätherisches Öl

Verwendung

- Arzneimittel: Beruhigungsmittel, gegen leichte Depression
- Gicht und Rheumatismus

Echte Kamille

Matricaria chamomilla L.; Familie der Korbblütler Asteraceae

Merkmale

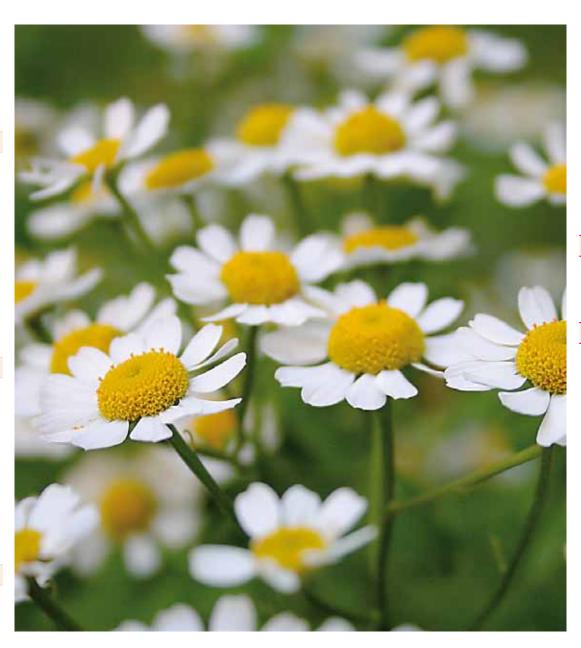
Die Kamille ist eine einjährige Pflanze, die Wuchshöhen von 50 cm erreicht. Am aufrechten, verzweigten Stängel sitzen die wechselständigen, zwei bis dreifach fein gefiederten Blätter. Von Mai bis Oktober öffnen sich die endständigen Blüten mit den weißen Zungenund gelben Röhrenblüten. Unterscheidungsmerkmale zur Hunds- und Ackerkamille sind der charakteristische aromatische Geruch und der hohle, kegelförmig gewölbte Blütenboden.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Echte Kamille stammt aus dem östlichen Mittelmeerraum. Sowohl die nordischen Völker als auch die Ägypter verehrten sie als Pflanze des Sonnengottes. Die antiken Ärzte setzten die Kamilleblüten als Mittel u. a. gegen Entzündungen, Wechselfieber und Gelbsucht ein. Seit einigen Jahrhunderten in Mitteleuropa eingebürgert, ist die Kamille ein "Allheilmittel" der Volksmedizin.

Anbau

Die Kamille, die auch auf ärmeren Standorten wächst, wird von April bis August aus-



gesät. Die feinen Samen müssen sehr flach ausgesät und durch Andrücken gegen Verwehung geschützt werden. Die Züchtung arbeitet an wirkstoffreicheren und großblütigeren Sorten. Ein Problem stellt derzeit noch die Erntetechnologie dar. Eine großflächige Kamille-Produktion erfordert spezielle Erntemaschinen, die nur wenigen Spezialbetrieben zur Verfügung stehen. Die Ernte findet zwischen Mai und Oktober statt. Es lassen sich Erträge von 10 dt/ha erzielen.

Inhaltsstoffe

• Ätherisches Öl (0,3-1,5%), Bitterstoffe, Flavone, Cumarin

Verwendung

 Arzneimittel: krampfstillend, entzündungshemmend, beruhigend und wundheilend

Kartoffel

Solanum tuberosum L.; Familie der Nachtschattengewächse Solanaceae



Merkmale

Die krautige, einjährige Kartoffelpflanze wird bis 80 cm hoch und trägt wechselständige, unterbrochen gefiederte Blätter. Aus den weißen oder violetten Blüten mit fünf Blütenblättern entwickeln sich nach Fremdbefruchtung ungenießbare grüne, beerige Früchte. Neben wenigen, bis zu maximal 60 cm in die Tiefe reichenden Wurzeln wachsen unterirdische Seitentriebe, sogenannte Stolonen, die sich an den Enden zu Kartoffelknollen verdicken, mit denen sich die Pflanze vegetativ vermehrt.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Kartoffel stammt aus den Anden in Südamerika, wo sie die Indios schon vor 5.000 Jahren kultivierten. Im 16. Jahrhundert forderten die Spanier von den Indios Kartoffeln als Tribut, nutzten sie als Proviant für ihre Soldaten und brachten die ersten Knollen nach Europa. Um 1800 war die Kartoffel so selektiert, dass sie auch unter europäischen Klima- und Bodenbedingungen ausreichend Knollen bildete. Mit dem Bevölkerungsanstieg wuchs auch der Bedarf an Kartoffeln, die lange ausschließlich als Nahrung dienten.

Anbau

Fast ein Drittel der in Deutschland angebauten Kartoffeln geht in die Stärkeindustrie. Spät reifende anspruchslose Sorten werden dabei bevorzugt. Die Kartoffel ist empfindlich gegen Frost und Trockenheit. Das Legen der Pflanzkartoffeln erfolgt ab April bei Temperaturen über 8 °C in Dämmen mit Abständen von 75 cm mit vier Pflanzen pro m². Der Dammanbau bietet den Vorteil der schnelleren Erwärmung im Frühjahr und der einfacheren Ernte im Herbst. Geerntet wird mit Kartoffelrodern, wobei die Erträge zwischen 250 und 450 dt/ha liegen.

Inhaltsstoffe

Stärkegehalt in der Knolle: 17%, davon 21%
 Amylose und 79% Amylopektin

Verwendung

- · Kleister, Kleber, Leim
- Arzneimittel
- Alkohol (Ethanol)
- Biologisch abbaubare Werkstoffe

Kenaf

Hibiscus cannabinus L.; Familie der Malvengewächse Malvaceae

Merkmale

Der mit der Baumwollpflanze verwandte mehrjährige Kenaf hat eine Pfahlwurzel und wird bis zu drei Meter hoch. In Mitteleuropa ist er wegen der hohen Frostempfindlichkeit nur einjährig. Die Blattform ähnelt den Blattfingern des Hanfs. Der rauhaarige Stängel ist stark verholzt und mit einer Bastschicht umgeben. In Mitteleuropa kommt es nur selten zur Bildung von Blüten.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Kenaf stammt aus Afrika, ist mittlerweile jedoch weltweit verbreitet. Der Anbau konzentriert sich insbesondere auf die Tropen und Subtropen. Kenaf liefert eine juteähnliche Faser und ist fast so bedeutend wie Jute und Sisal. Seit dem zweiten Weltkrieg ist der Anbau weltweit um das sechsfache gestiegen. In Deutschland findet aktuell nur ein geringfügiger Versuchsanbau statt.

Anbau

Kenaf stellt hohe Ansprüche an den Standort und braucht viel Wärme und Wasser; erst ab 16 °C wächst die Pflanze. Die Aussaat mit



herkömmlichen Getreidedrillmaschinen erfolgt im Mai mit dem Ziel, 50-80 Pflanzen pro m² zu ernten. Aufgrund des langsamen Wachstums der jungen Pflanzen ist eine Wildkrautbekämpfung notwendig. Die Ernte findet im Winter statt, wenn die Pflanze durch Frost abgestorben ist und die Stängel getrocknet sind. Bisher wurden dabei Maishäcksler und selbstfahrende Ballenpressen erprobt. Die Gesamterträge liegen bei 80 dt/ha mit einem Faseranteil von 20%.

Inhaltsstoffe

- Fasern
- Schäben (60% des Gesamtertrags)

Verwendung

- Fasern: Papierherstellung
- Schäben: Ölbinder

48 biologisch abbaubare werkste

Kiefer

Pinus sylvestris L.; Familie der Kieferngewächse Pinaceae

Merkmale

Die Kiefer ist ein bis zu 35 m hoher, immergrüner Nadelbaum mit flacher Krone und gekrümmten Ästen. Die 3 bis 8 cm langen Nadeln stehen je zu zweit an einem Kurztrieb. Die Kiefernzapfen sind 3 bis 8 cm lang und eiförmig. Die Rinde junger Kiefern ist gelbgrau. Sie verfärbt sich nach Jahren im oberen Kronenbereich in fuchsrot. Das Holz der Kiefer ist im Vergleich zur Fichte fester, da die Kiefer langsamer wächst.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Zur Zeitenwende war das Vorkommen der Kiefer auf nährstoffarme Sandböden und der Fichte auf die Gebirgslagen beschränkt. Im 18. Jahrhundert begann auch im Tiefland die systematische Aufforstung mit schnellwüchsigen Nadelbäumen, da die Bedeutung der Buche als Brennstofflieferant zugunsten der Steinkohle zurück ging und ein starker Bedarf an Bau- und Nutzholz bestand. Die Waldkiefer ist heutzutage von allen europäischen Baumarten die am weitesten verbreitete. Im Süden ist sie häufig in Beständen mit anderen Baumarten gemischt, während sie im Norden ganze Wälder auf meist sandigen



Böden bildet. Das harzhaltige und gelblich bis braune Holz findet vielfach Verwendung als Möbel- und Bauholz und in der Zellstoffund Papierherstellung.

Anbau

In Deutschland ist knapp ein Drittel der Gesamtfläche mit Wald bedeckt. Die Kiefer hat dabei einen Anteil von über 23% an der Holzbodenfläche. Zudem hat die Kiefer weiterhin einen Anteil von ca. 10% an Pflanzungen, wobei sie aufgrund ihrer Fähigkeit, tief zu wurzeln und somit auch bei Stürmen relativ standfest zu sein, häufig auf sandigen Böden angebaut wird.

Verwendung

- Waldrestholz als Brennholz aus Durchforstung und Holzernte bzw. Waldpflegeholz
- Industrieholz aus der Holzbe- und verarbeitung
- Sägespäne zur Pelletproduktion
- Bau- und Nutzholz (z.B. Möbelindustrie)

Krambe

Crambe abyssinica Hochst L.; Familie der Kreuzblütler Cruciferae



Merkmale

Krambe ist eine einjährige Pflanze mit 60 bis 140 cm hohem Stängel, rundovalen bis herzförmigen Blättern und einer tiefgehenden Pfahlwurzel. Kleine weiße Blüten mit vier Blütenblättern bilden eine lockere Traube. Nach der Befruchtung, in der Regel als Fremdbefruchtung, entsteht die zweiteilige Gliederschote, die im vorderen Teil einen kugeligen, graugrünen bis gelblichen Samen enthält. Mit dem Reifen des Samens färbt sich die gesamte Pflanze hellbraun.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Krambe reicht von den nordafrikanischen Steppen bis in die Türkei. Erst 1930 wurde Krambe in Russland in Kultur genommen. In der ehemaligen DDR wurden Ende der 60er Jahre 4.200 ha angebaut.

Anbau

Mit einem höheren Erucasäuregehalt als der Erucaraps ist das Krambeöl vor allem für die industrielle Verwertung sehr interessant. 1996 wurden in Deutschland Versuche zu einem erneuten Krambeanbau auf 500 ha Fläche in Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen unternommen. Krambe bevorzugt nährstoffreiche Böden. Im März / April sät man 300 Körner/m², die in Tiefen von 1-2 cm abgelegt werden. Ende Juli bis Anfang August wird mit Mähdreschern geerntet. Körnererträge von 15-30 dt/ha sind möglich. Wie bei allen Kreuzblütlern ist auch bei Krambe eine Anbaupause von mindestens vier Jahren einzuhalten, um die Anreicherung des Bodens mit spezifischen Krankheitserregern zu vermeiden. Problematisch sind derzeit noch die Weiterverarbeitung des Erntegutes und die Ölgewinnung aus der Krambesaat. Daher ist das Interesse am Krambeanbau noch gering.

Inhaltsstoffe

• Ölgehalt im Samen: 50-55%, davon 60% Erucasäure

Verwendung

Schaumbremser in Waschmitteln (Hauptverwendungszweck)

51

- Herstellung von Kunstfasern, Alkydharzen, Weichmachern
- Pharmazeutische Erzeugnisse
- · Schmier- und Gleitmittel
- Kraftstoff

50 Wurden Ende der 60er Janie 4.200 na angebaut. • Kranston

Krapp

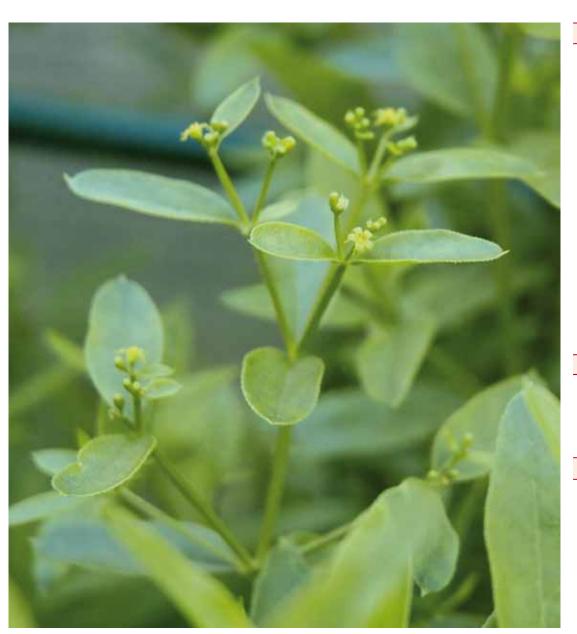
Rubia tinctorium L.; Familie der Rötegewächse Rubiaceae

Merkmale

Krapp ist ein mehrjähriges, frosthartes Rötegewächs. Die lanzettlichen, zu viert oder sechst im Quirl angeordneten Blätter und der bis zu 1,5 m lange Stängel sind durch aufsitzende Stachelzähnchen rau. Von Juni bis August öffnen sich die unscheinbaren grüngelben Blüten, aus denen rote, beerenartige Früchte hervorgehen. Krapp bildet bis zu ein Meter lange Rhizome mit 20 bis 30 cm langen Wurzeln aus.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Im östlichen Mittelmeergebiet und Vorderasien heimisch, wurde Krapp seit der Antike von Persern, Griechen, Ägyptern und Römern als Färbepflanze genutzt. Der aus der Wurzel gewonnene Farbstoff Alizarin zeichnet sich durch eine hohe Licht- und Waschechtheit aus und gibt Textilien eine leuchtend rote Farbe. Bekannt sind hierfür z. B. die türkische Kopfbedeckung (Fez) sowie die historischen französischen Uniformhosen und -käppis. Bis zur Entdeckung des synthetischen Alizarins 1869 zählte Krapp zu den wichtigsten Kulturpflanzen Süd- und Mitteleuropas.



Anbau

Krapp bevorzugt tiefgründige, nährstoffreiche und sandige Böden in feuchter aber warmer Lage. Da die Wurzeln das Erntegut sind, muss der Boden gut siebfähig sein. Die Aussaat erfolgt mit Drillmaschinen im März 3-5 cm tief bei 15-20 keimfähigen Samen pro m2. Zur Vereinfachung der Ernte wird auch der Anbau auf Dämmen erprobt. Im ersten Jahr sind die Bestände intensiv von Wildkraut zu befreien. Ab dem dritten Jahr kann der Wurzelstock mit Kartoffelrodern geerntet werden (15-20 dt Wurzeln/ha). Die Wurzeln werden zunächst in Waschanlagen aus dem Möhrenanbau gereinigt und bei 40 - 60 °C getrocknet; zermahlen dienen sie als Färbemittel.

Inhaltsstoffe

 Farbstoffgehalt im Wurzelstock: 6-10% Alizarin, Anthrachinon, Purpurin u.a. (roter Farbstoff)

Verwendung

- Textilfärbung
- Farben
- Kosmetika

Leindotter

Camelina sativa L.; Familie der Kreuzblütler Cruciferae



Merkmale

Der einjährige Leindotter bildet 30 bis 120 cm hohe Stängel mit Nebentrieben aus, die Wurzel ist dünn und spindelförmig. Am Stängel wachsen wechselständig lanzettliche Blätter. Von Mai bis Juli bilden die Blüten eine lockere Traube mit vier bis fünf Millimeter kleinen, hell bis dunkelgelben Blütenblättern. Nach der Selbstbefruchtung entstehen die winzigen Schoten, die acht bis zwölf keilförmige, langovale, gelb bis rotbraune Samen enthalten.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Leindotter ist eine natürlich in Südostasien, Südeuropa bis Zentraleuropa beheimatete alte Kulturpflanze. In der Eisenzeit waren der Anbau von Leindotter und die Nutzung der Samen zur Ernährung allgemein verbreitet. Im Mittelalter geriet der Anbau dann aus unbekannten Gründen in Vergessenheit; heute hat er nur noch in Osteuropa eine gewisse Bedeutung.

Anbau

Wie der Öllein kann auch der Leindotter extensiv angebaut werden. Die Pflanze ist sehr anspruchslos und trockentolerant, weshalb sie auch auf weniger guten Böden wächst. Da die Sommerform kaum frostempfindlich ist, wird sie schon März / April gesät. Mitte bis Ende Juli wird gedroschen. Die Kornerträge des Leindotters liegen bei 20-35 dt/ha. Zurzeit wird der Wiederanbau in der Europäischen Union im Versuchsstadium erprobt. Durch Züchtung soll der Gehalt an Linolensäure und damit die Nutzbarkeit für die Industrie erhöht werden.

Inhaltsstoffe

• Ölgehalt im Samen: 35-45%, davon 40% Linolensäure, 20% Linolsäure, 20% Eicosensäure

Verwendung

- Farben, Lacke, Polymere und Firnis (im Gemisch mit Leinöl)
- Kosmetische Öle, Cremes, Lotionen, Seife (hoher Gehalt an α-Linolensäure)
- Lampenöl

Lupine

Lupinus ssp.; Familie der Schmetterlingsblütler Faboideae



Merkmale

Charakteristisch für diese einjährige Pflanze ist der aufrechte, behaarte, bis 1,2 m hohe Spross mit den gefingerten Blättern. Die kräftige Pfahlwurzel wächst bis in 1,5 m Tiefe und macht die Lupine damit dürreresistent. Aus der Gattung Lupinus wurden drei Kulturformen entwickelt; die gelbe Lupine (*Lupinus luteus* L.), die weiße Lupine (*Lupinus albus* L.) und die blaue schmalblättrige Lupine (*Lupinus angustifolius* L.). Sie unterscheiden sich in den Standortansprüchen und decken somit ein weites Anbauareal ab.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Lupine wird seit der Antike im Mittelmeerraum kultiviert. Die Wildformen wiesen einen hohen Gehalt an giftigen Bitterstoffen, sogenannten Alkaloiden, auf. Im 19. Jahrhundert wurden die kleinsamigeren gelben und blauen Lupinen hauptsächlich als Gründüngungspflanze genutzt. Aufgrund der hohen Eiweißgehalte im Samen wurde dann auch die Körnernutzung interessant. Hierzu wurden alkaloidarme Süßlupinen gezüchtet.

Anbau

Lupinen sind nicht selbstverträglich, somit sind Anbaupausen von mindestens vier Jahren notwendig. Bevorzugt angebaut wird die blaue, krankheitstolerante und bitterstoffarme Lupine auf sandigem Boden mit einem niedrigen pH-Wert. Die Aussaat erfolgt mit Drillmaschinen oder Einzelkornsägeräten ab Mitte März. Da das Saatgut relativ groß ist, wird es 2-4 cm tief abgelegt. Ende August bis Ende September findet die Ernte mit Mähdreschern statt. Die Erträge liegen bei 20-50 dt/ha.

Inhaltsstoffe

• Eiweißgehalt der Samen: 35-42%

Verwendung

- Klebstoffe
- Biologisch abbaubare Kunststoffe
- Arzneimittel
- Tenside



Mais

Zea mays L.; Familie der Gräser Poaceae/Gramineae

Merkmale

Mais ist ein einjähriges Getreide mit einem markigen, bis zu 4 cm dicken und 1 bis 5 m hohen Stängel. An ihm sitzen zweizeilig die über 4 cm breiten, bandartig langen Blätter an. Die Wurzeln reichen tief in den Boden und bilden aus den ersten oberirdischen Halmknoten zusätzlich Stelzwurzeln. Mais ist einhäusig mit endständigen männlichen Rispen und weiblichen Kolben an den Blattachseln. In den Kolben entwickeln sich nach Fremdbefruchtung je nach Sorte 8 bis 18 Kornreihen mit jeweils 25 bis 50 Maiskörnern.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Der bereits vor mehreren tausend Jahren in Mittel- und Südamerika angebaute Mais zählt zu den ältesten Kulturpflanzen der Welt. Die Spanier brachten ihn im 16. Jahrhundert nach Europa. Mais zählt gemeinsam mit Weizen und Reis zu den drei wichtigsten Getreidearten der Welt. Seit den dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts werden für europäische Klimagebiete gezüchtete frühreife Sorten verstärkt angebaut. Aufgrund der gut zu mechanisierenden Ganzpflanzenernte hat der



Maisanbau in Deutschland seit den sechziger Jahren als Viehfutter und derzeit als Substrat für Biogasanlagen stark zugenommen.

Anbau

In Deutschland wird der Körnermaisanbau zunehmend interessanter. Die Anbauschwerpunkte liegen jedoch bisher weiterhin in Südwestdeutschland. Die Aussaat erfolgt bei Bodentemperaturen über 10 °C Ende April mit Saattiefen von 4-6 cm und Reihenabständen von 75 cm. Pro m² sollten acht bis zehn Pflanzen wachsen. Geerntet wird ab Oktober im Mähdruschverfahren, wobei die Kornerträge bei 80-120 dt/ha liegen. Zur Verwendung von Silomais werden blatt- und stängelbetonte Sorten angebaut, die im Häckselverfahren geerntet werden. Es werden Gesamttrockenmasseerträge von 150-200 dt/ha erzielt.

Inhaltsstoffe

- Biogasausbeute 9.000 m³/ha
- Stärkegehalt im Korn: 71%, davon 28%
 Amylose und 72% Amylopektin

Verwendung

- Substrat für Biogasanlagen
- Kleister, Kleber, Leim
- biologisch abbaubare Werkstoffe

Mariendistel

Silybum marianum.; Familie der Korbblütler Asteraceae

Merkmale

Die Mariendistel ist in unseren Breiten eine einjährige Pflanze, die im Anfangsstadium ihrer Entwicklung eine breite Blattrosette und unterirdisch eine Pfahlwurzel bildet. Charakteristisch sind die breit elliptischen, weißnervig bzw. marmorierten Blätter mit einem gewellten dornigen Rand. Aus der Rosette wächst der verzweigte, bis zwei Meter hohe Blütenspross, der in körbchenförmigen, vier bis fünf Zentimeter langen, violettpurpurfarbenen, z. T. auch weißen Blütenköpfen endet. Nach der Blüte von Juni bis August reifen die braungelben, 6 bis 7 mm langen Früchte. Die Ernte findet Ende August bis Anfang September mit dem Mähdrescher statt. Der Ertrag liegt bei 10-15 dt/ha.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Vom Mittelmeerraum aus hat sich die Mariendistel über Ost- und Mitteleuropa bis nach England ausgebreitet. Europäische Einwanderer machten sie auch in Amerika und Australien heimisch. Im Altertum wurde die Wurzel als Brechmittel eingesetzt, im Mittelalter dienten die Samen als Heilmittel gegen Lungenleiden, Leberkrankheiten und Seitenstechen.



Anbau

Für den Anbau der Mariendistel ist die Züchtung auf eine gleichmäßige Abreife, d. h. ein gleichzeitiges Reifen der Samen von Bedeutung. Die Aussaat erfolgt schon im März an warmen Standorten. Es wird mit Reihenabständen von 40-50 cm und 2 cm tief gesät. Geerntet wird mit Mähdreschern Ende August bis Anfang September. Die Erträge liegen bei bis zu 15 dt/ha. Die Samen der Mariendistel werden hauptsächlich als Tinktur eingesetzt, da sie für die Teezubereitung zu hart sind.

Inhaltsstoffe

- Flavonoide (Silymarin)
- Bitterstoffe
- biogene Amide
- Gerbstoffe
- Farbstoffe

Verwendung

 Arzneimittel: entzündungshemmend, gegen Leber- und Gallenleiden sowie Krampfadern und Rheuma

Miscanthus

Miscanthus ssp. Familie der Gräser Gramineae

Merkmale

Miscanthus (oder auch Chinaschilf) ist eine mehrjährige Landschilfpflanze, die jährlich ab dem dritten Jahr Wuchshöhen bis zu vier Meter erreicht. Unterirdisch besitzt die Pflanze ein Rhizomsystem, aus dem kontinuierlich neue Triebe austreiben. Dadurch erreicht die Pflanze im Laufe der Jahre einen Horstdurchmesser von einem Meter. Die Vermehrung für den Anbau erfolgt vorrangig vegetativ. Über Winter werden die Nähr- und Reservestoffe von den Blättern über den Stängel in die Rhizome verlagert. Durch diese Umverteilung kommt die Pflanze mit wenig Nährstoffen aus. Die Nutzungsdauer von Miscanthus liegt bei über zwanzig Jahren.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Das aus dem asiatischen Raum stammende Großgras wurde seit den 90er Jahren in Deutschland hinsichtlich Anbau und Ernte erforscht. Zunächst lag das Hauptproblem in der mangelnden Winterfestigkeit einjähriger Bestände im ersten Winter nach Pflanzung. Veränderungen in der Anzucht und im Anbau haben zu deutlichen Verbesserungen geführt. Die relativ teuere Etablierung über



Gewebekultur vermehrter Pflanzen wurde zwischenzeitlich durch die einfache Gewinnung und Pflanzung von fingergroßen Rhizomstücken abgelöst.

Anbau

Die Pflanzung von Rhizomstücken erfolgt mit modifizierten Kartoffelpflanzmaschinen; vorgezogene Pflanzen werden mit Gemüsepflanzmaschinen Mitte Mai gesetzt. Dabei sind 1 bis 1,5 Pflanzen/m² ausreichend. Die Ernte erfolgt Ende März/Anfang April bei Feuchtegehalten unter 20% mit Maishäckslern oder speziellen Vollerntern. Ab dem dritten Jahr sind jährliche Erträge von 15-22 t Trockenmasse/ha möglich. Heute stehen in Deutschland 2.000 ha Miscanthus.

Inhaltsstoffe

• Heizwert 17,5 MJ/kg

Verwendung

- Energetische Nutzung: Verbrennung, Gasgewinnung (Wasserstoff), Verflüssigung (Pyrolyseöl)
- Stoffliche Nutzung: Bau- und Dämmstoff, Spanplattenindustrie, Tiereinstreu, Ölbinder

Mohn

Papaver somniferum L.; Familie der Mohngewächse Papaveraceae

Merkmale

Schlafmohn ist mit dem rot blühenden Klatschmohn verwandt, allerdings sind die vier Blütenblätter weiß bis violett gefärbt mit einem dunklen Fleck auf dem Blütengrund. Der kräftige, borstig behaarte, im oberen Drittel verzweigte Stängel wird 100 bis 150 cm hoch; eiförmige unbehaarte Blätter umfassen ihn. Die Pfahlwurzel bildet starke Seitenwurzeln aus. Anfang Juli öffnen sich die Blüten am Ende der Stängel zu einem Durchmesser von 4-6 cm. Nach der Selbstbefruchtung bilden sich ein bis vier geschlossene, kleine eiförmige Kapseln aus, in denen sich bis zu 2.000 blaue Samen befinden. Die gesamte Pflanze führt einen weißlich-gelben Milchsaft, der etwa 40 verschiedene Alkaloide enthält. Schlafmohn ist einjährig.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Mohn wurde bereits in der Jungsteinzeit (4.600-3.800 v. Chr.) in Asien und Südeuropa als Heilpflanze genutzt, wobei dem Milchsaft das Hauptinteresse galt. Der botanische Name verweist auf seinen Zusatz als Schlafmittel im Kinderbrei im antiken Griechenland. In den 1930er und 1940er Jahren waren



die Samen des Schlafmohns in Deutschland wichtige Rohstoffgrundlage für Speiseöl. Nach 1945 wurde der Anbau in Westdeutschland wegen des Morphingehaltes verboten, während in Ostdeutschland 1947 ca. 63.000 ha Mohn angebaut wurden. Seit 1992 dürfen in Deutschland zugelassene morphinarme Sorten angebaut werden.

Anbau

Der frostempfindliche Schlafmohn erfordert warm-milde Klimalagen und humusreiche Böden. Gesät werden die sehr kleinen Samen flach in ein feines Saatbett ab Ende März mit Einzelkornsämaschinen. Angestrebt werden 50-70 Pflanzen pro m². Ende August, Anfang September wird mit dem Mähdrescher geerntet. Der Erntertrag liegt bei 10-15 dt/ha.

Inhaltsstoffe

- Ölgehalt in den Samen: 40-45%, davon Linolsäure: 60-75%, Ölsäure 10-20% und Palmitinsäure 10-12%
- Morphin u.a.

Verwendung

- Grundstoff f
 ür hochwertige Farben und Lacke (reife Samen)
- Alkaloidgewinnung für medizinische Zwecke (unreife Samen)



Öllein

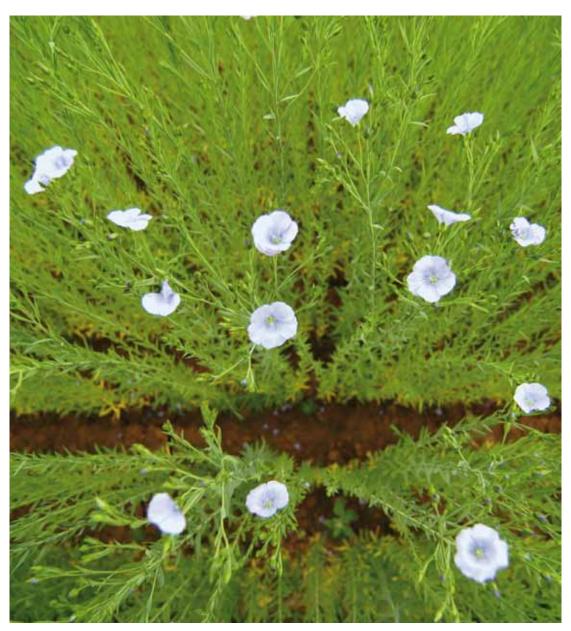
Linum usitatissimum L. mediterraneum; (Vavilov ex Elladi) Kulpa & Dannert Familie der Leingewächse Linaceae

Merkmale

Der Öllein ist eine Konvarietät der einstängeligen und einjährigen Leinpflanze. Er wird 20 bis 80 cm hoch und verzweigt sich im oberen Sprossteil stark. An dem aufrechten, zierlichen Stängel sitzen wechselständig die schmal-lanzettlichen Blätter; die Pfahlwurzel ist wenig verzweigt. Über mehrere Wochen hinweg blüht der Öllein mit einer größeren Zahl endständiger Blüten, die fünf blaue, weiße, violette oder rosa Kronblätter besitzen. Nach Fremd- oder Selbstbefruchtung bilden sich Fruchtkapseln, in denen höchstens zehn hellgelb bis dunkelbraun glänzende Samen reifen.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Schon vor mehr als 6.000 Jahren bauten Ägypter und Sumerer Lein an. Er gelangte in der jüngeren Steinzeit in das südliche Mitteleuropa. Damit gehört der Lein zu den ältesten Kulturpflanzen der Menschheit. Sein botanischer Name "der äußerst nützliche Lein" verweist auf vielfältigste Nutzungsmöglichkeiten. Bereits in den ältesten Kulturen lassen sich Varietäten zur Fasergewinnung und zur Ölgewinnung nachweisen. Im 14. Jahrhundert floss Leinöl erstmals



in die Farbenherstellung, ab 1860 wurde es bei der Linoleumproduktion verwendet.

Anbau

Da Öllein eine anspruchslose Pflanze ist, kann er relativ extensiv kultiviert werden. Seit Ende der 80er Jahre wird Öllein wieder in Deutschland angebaut, aktuell auf einer Fläche von 2.500 ha. Neuere Züchtungen streben einen erhöhten Linolsäureanteil an. Die Aussaat erfolgt mit üblichen Getreidedrillmaschinen möglichst schon im März. Lein erfordert eine Anbaupause von wenigstens 5 Jahren insbesondere auf Grund pilzlicher Schaderreger. Der Ertrag beim Dreschen Ende August beläuft sich auf 20-30 dt/ha.

Inhaltsstoffe

• Ölgehalt im Samen: 40-50 %, davon 55 % Linolensäure, 20 % Linolsäure und 15 % Ölsäure

Verwendung

- Grundstoff für Lacke, Anstrich- und Druckfarben ("Leinöl" ist durch den Linolensäureanteil schnell trocknend)
- Linoleum (30% Leinöl)
- Firnis (Kitt), Weichmacher, PVC-Stabilisatoren
- Rohstoff f
 ür die Papier-, Leder- und Wachstuchindustrie, Herstellung wasserdichter Gewebe
- Tenside (für flüssige Geschirrspülmittel)
- Kosmetika und Pharmazeutika



Pappel

Populus ssp; Familie der Weidengewächse Salicaceae

Merkmale

In der Familie der Weidengewächse gibt es in der Gattung *Populus* (Pappeln) die Sektionen Schwarzpappeln (*Aigeiros*), Balsampappeln (*Tacamahaca*) und Aspen bzw. Silberpappeln (*Populus*). Am geeignetsten für den Kurzumtrieb sind Balsampappeln, die sich durch gutes Bewurzelungsvermögen, Raschwüchsigkeit, Dichtstandsverträglichkeit und geringere Standortansprüche auszeichnen. Bedeutende Arten sind *Populus maximowiczii* L. oder *Populus trichocarpa* L. und deren Hybride sowie Kreuzungen zwischen Balsam- und Schwarzpappeln.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Seit Ende des Mittelalters wurden im Niederwald Stockaustriebe von Laubbäumen zur Energieversorgung genutzt. Diese Form der Energieversorgung wurde dann zunehmend durch fossile Energieträger abgelöst. Eine neue Form ist nun der spezielle Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb. Aufgrund von Bedenken der schwachholzverarbeitenden Zellstoff- und Plattenindustrie vor einer Rohstoffverknappung und der Ölkrisen in den siebziger Jahren wurde 1974 in Hessen das erste Forschungsinstitut für schnellwachsende



Baumarten eingerichtet. Neben der anfänglich rein stofflichen Verwertung wurde später der Schwerpunkt auf die energetische Nutzung gelegt. Heute liegt die Anbaufläche von Kurzumtriebsplantagen (KUP) in Deutschland bei knapp 4.100 ha. Den Großteil machen Weiden und Pappeln aus.

Anbau

Pappeln bevorzugen nährstoffreiche Standorte und brauchen viel Licht und Wasser. Zur Anlage von KUP werden im Frühjahr Stecklinge mit speziellen Pflanzmaschinen gesetzt. Die Ernte erfolgt alle drei bis sechs Jahre im Winter. Das Holz wird in der Regel mit neu entwickelten Vollerntern geerntet und direkt zu Hackschnitzeln verarbeitet. Die Erträge der Pappeln liegen bei 10-15 t/ha und Jahr. Bei drei bis sechs Ernten können die Pappeln über 20 Jahre genutzt werden. Da Hackschnitzel aus KUP bei der Ernte einen Feuchtegehalt von 50% aufweisen, müssen sie getrocknet werden.

Inhaltsstoffe

- Heizwert 18,6 MJ/kg (trocken)
- Zellulose 50%

Verwendung

- Energieholz: Verbrennung in Hackschnitzel-Feuerungsanlagen
- Industrieholz: Verwendung für Span- und Faserplatten sowie Zellstoff

Raps

Brassica napus L.; Familie der Kreuzblütler Cruciferae

Merkmale

Nach der Saat bildet der Raps zunächst eine gestauchte Sprossachse mit dicht am Boden liegender Blattrosette, aus der sich später der 120 bis 200 cm hohe Stängel schiebt. Die Pfahlwurzel wird bis 180 cm tief. Wechselständige, ungestielte, ungestielte blaugrüne Blätter umfassen den Stängel. Im Frühjahr färben die Blütentrauben des Rapses ganze Landstriche leuchtend goldgelb. Nach der Selbst- oder Fremdbefruchtung reifen die fünf bis zehn Zentimeter langen Schoten mit je 15 bis 20 Samen.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Raps entstand vermutlich im Mittelmeerraum aus einer natürlichen Kreuzung zwischen Kohl und Rübsen. Im Mittelalter begann man aus den Samen Öl zu gewinnen, und Rüböl aus Raps löste Talg als Lampenöl ab. Im Zuge der Industrialisierung diente es als Schmiermittel in Dampfmaschinen und als Grundstoff für die Seifenherstellung.

Anbau

Gerade für Wasch- und Reinigungsmittel spielt der ursprüngliche Erucaraps mit einem beson-



ders hohen Gehalt an Erucasäure eine Rolle. In den 1970er Jahren erfolgte durch züchterische Maßnahmen die Reduzierung des Erucasäuregehaltes im Raps. Damit wurde sein Schrot aus der Ölproduktion zunehmend auch als Futtermittel interessanter. Industrieraps ist heute die bedeutendste Ölfrucht in Deutschland. Im Jahr 2011 wuchs die Anbaufläche für technische Zwecke auf 125.000 ha und für Raps zur Biokraftstoffproduktion auf 910.000 ha an.

Wegen der begrenzten Frosthärte wird der Winterraps schon ab Mitte August ausgesät, damit er in der Vorwinterentwicklung noch das Rosettenstadium erreicht. Der Anbau von Sommerraps ist flächenmäßig unbedeutend. Die Ernte der Samen findet im Juli/August mit modifizierten Mähdreschern bei Erträgen von durchschnittlich 35-40 dt pro Hektar statt.

Inhaltsstoffe

- Raps: 40-45% Ölgehalt im Samen, davon 60% Ölsäure, 0,1% Erucasäure
- Erucaraps: 40-50% Ölgehalt im Samen, davon 40% Ölsäure, 55% Erucasäure

Verwendung

- biologisch abbaubare Öle und Schmierstoffe
- Grundstoff für Farben, Lacke
- Weichmacher, Tenside, Pflanzenschutzmittel
- Kraftstoff oder Kraftstoffzusatz in Form von naturbelassenem Öl oder als Rapsmethylester (Biodiesel)

Robinie

Robinia pseudoacacia L.; Familie der Hülsenfrüchtler Fabaceae

Merkmale

Die Robinie ist ein sommergrüner Baum, der 25-30 Meter hoch werden kann. Der Stamm weist eine graubraune Borke auf, die längsrissig ist. Das Holz ist widerstandsfähiger und dauerhafter als Eichenholz. Charakteristisch sind die bis zu 30 cm langen, wechselständigen und unpaarig gefiederten Blätter. Ab etwa dem sechsten Jahr hängen von Mai bis Juni 10-25 stark duftende Blütentrauben an den Trieben. Ein besonderes Merkmal ist auch, dass an den Schösslingen häufig bis zu 3 cm lange Dornen zu finden sind.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Robinie stammt aus Nordamerika und gilt als winterfrostharter Pionierbaum. Sie wurde um 1640 in Deutschland eingeführt. Im 18. Jahrhundert begann man mit dem Anbau auf armen, trockenen Standorten. Auch auf Trümmerflächen breitete sich die Robinie aufgrund der geringen Ansprüche extrem aus. Weltweit ist die Robinie die nach Pappeln und Eukalyptus am häufigsten in Plantagen kultivierte Laubbaumart.



Anbau

Die Robinie bevorzugt mäßig nährstoffreiche Sand-und Lehmböden. Dadurch, dass der Baum mit Hilfe von Knöllchenbakterien Luftstickstoff binden kann, hat er auf stickstoffarmen Standorten einen Konkurrenzvorteil vor anderen Arten. Für den Plantagenanbau im Kurzumtrieb ist besonders das rasche Stockaustriebsvermögen und die Schnellwüchsigkeit von Interesse. Je nach Standort, Pflanzdichte (8-12 Pflanzen/m²) und Rotationsdauer werden mit dem derzeit zur Verfügung stehenden Pflanzmaterial 3 bis 8 t Trockenmasse je Hektar und Jahr geerntet. Hier sind zukünftig durch Züchtungsfortschritte höhere Erträge zu erwarten.

Verwendung

- Stofflich: z.B. Stützpfähle im Obstbau sowie Schiffs- und Möbelbau
- Parkett (Bodenbeläge)
- Energieholz

Roggen

Secale cereale L.; Familie der Süßgräser Poaceae

Merkmale

Die einjährige Roggenpflanze hat eine blaugrün-graue Farbe, die Ähre ist immer begrannt, das Korn ist unbespelzt. Die Bestäubung erfolgt durch den Wind. Der Roggen durchdringt den Boden mit seinen Wurzeln sehr tief. Er erreicht beachtliche Wuchshöhen von 65 bis 200 cm und ist dennoch sehr standfest.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Roggen zählt zu den robustesten Getreidearten, da er auch auf leichteren Böden und auf kühleren, trockeneren Standorten noch gute Erträge liefert. Im Roggenanbau dominierten bis Ende des 19. Jahrhunderts sogenannte Landsorten, die eine hohe Winterfestigkeit und relativ langes Stroh aufwiesen. Durch Züchtungsfortschritte wurden die Krankheitsresistenz sowie die Standfestigkeit erhöht und es wurden die Erträge gesteigert.

Anbau

In Deutschland wird fast ausschließlich Winterroggen angebaut, der Ende September mit 250 bis 300 Körnern pro Quadratmeter gesät wird.

Die Kornernte erfolgt Ende Juli mit dem Mähdrescher. Als Substrat werden Körnerroggen, Grünschnittroggen und Roggen-Ganzpflanzensilage in Biogasanlagen verwendet. Aktuell werden in Deutschland über 0,7 Mio. ha Roggen angebaut. Hiervon wird der größte Anteil als Brotroggen oder als Futtermittel verwendet.



Inhaltsstoffe

• Bis zu 63% Stärke

Verwendung

- Energetisch: Biogas, Bioethanol
- Stofflich: z.B. als Dämm- und Werkstoff

Saflor (Färberdistel)

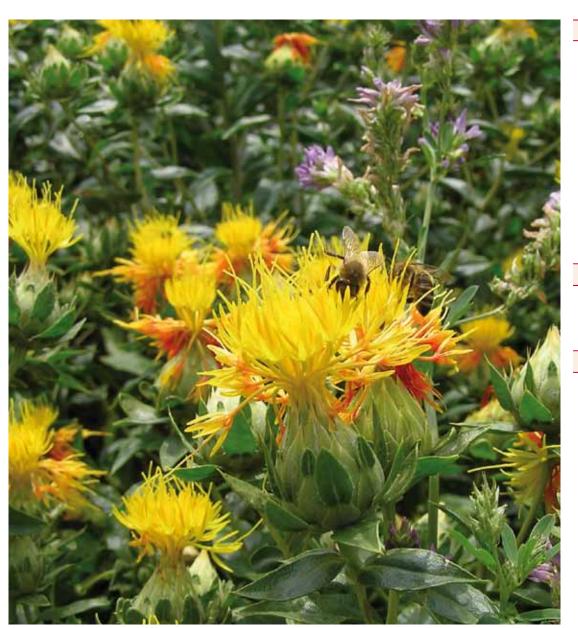
Carthamus tinctorius L.; Familie der Korbblütler Asteraceae

Merkmale

Saflor ist eine einjährige, krautige, 0,6 bis 1,2 m hohe Pflanze mit tiefgehender Pfahlwurzel. Die distelartige Pflanze wird auch als Färberdistel bezeichnet. Die länglich-eiförmigen halbstängelumfassenden Blätter sind stachelig gezahnt. Die großen Blütenköpfe mit stachelig gezähnten Hüllblättern blühen im Juli/August gelb oder rot und entwickeln nach Fremdbefruchtung bis zu hundert ölhaltige, drei bis vier Millimeter lange Samen.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Das natürliche Verbreitungsgebiet des Saflors ist der östliche Mittelmeerraum. Bereits die Ägypter nutzten ihn als Ölpflanze zum Färben von Lebensmitteln und Textilien. Im 17. Jahrhundert wurde Saflor im großen Umfang zur Farbstoffgewinnung in Thüringen kultiviert. Ab Mitte des 18. Jahrhunderts ging sein Anbau durch Saflor- und Safranimporte aus dem Osten sowie aus Ägypten zurück und kam schließlich ganz zum Erliegen. Heute wird Saflor überwiegend in tropischen Regionen auf trockenen Standorten als Ölpflanze angebaut.



Anbau

Saflor wächst als trockenresistente Pflanze auf leicht sandigen Böden in sommerwarmen Klimaten. Die Aussaat erfolgt mit üblichen Drillmaschinen bis Mitte April in 2-3 cm Tiefe mit dem Ziel, 40-50 Pflanzen pro Quadratmeter zu etablieren. Die Ernte der Samen mit dem Mähdrescher erstreckt sich von August bis September. Die rotfärbenden Blütenblätter werden von Hand gepflückt. Die Blüten und Blätter enthalten zusätzlich einen gelben Farbstoff.

Inhaltsstoffe

- Blütenblätter Carthamin (rot)
- Laubblätter: gelber Farbstoff

Verwendung

- Textilien (Seide, Baumwolle)
- Kosmetika
- Lebensmittelfärbung
- Speiseöl

Durchwachsene Silphie

Silphium perfoliatum L.; Familie der Korbblütler Asteraceae

Merkmale

Nach einer langsamen Jugendentwicklung im ersten Jahr präsentiert sich die Durchwachsene Silphie im zweiten Jahr als eine bis zu 3 m hochwachsende, gelb blühende Pflanze mit vierkantigem Stängel und mit großen gegenständig angeordneten Blättern. Diese Blätter sind am Stängel zusammengewachsen, so dass sich darin Tauwasser sammeln kann. Daher wird die Pflanze auch Becherpflanze genannt. Durch diese Eigenschaft und durch ihre tiefreichenden, verzweigten Wurzeln ist die Silphie auch für trockenere Standorte geeignet. Die Pflanze ist mehrjährig und kann 10 bis 15 Jahre genutzt werden. Die Samenreife setzt im September ein. Sowohl Blüte als auch Reife erstrecken sich über einen relativ langen Zeitraum, weshalb sie reichlich Nahrung für Insekten, darunter auch Honigbienen bietet.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Durchwachsene Silphie stammt aus den gemäßigten Regionen Nordamerikas und ist als Futterpflanze nach Europa eingeführt worden. Sie findet auch als Zierpflanze Verwendung. Heute wird die Silphie hinsicht-



lich ihrer Anbau- und Verwertungseignung als Koferment in Biogasanlagen geprüft und schrittweise in die landwirtschaftliche Praxis überführt.

Anbau

Gegenwärtig werden Silphiebestände überwiegend durch Pflanzung etabliert. Die Gründe liegen in der Dormanz des Saatgutes, der beschränkten Saatgutverfügbarkeit und fehlenden Herbizidzulassungen. In Reihenabständen zwischen 50 und 75 cm reichen 4 Pflanzen/m² für einen vollen Bestandesschluss aus. Ab dem 2. Standjahr erfolgt die Ernte mit dem Häcksler bei Trockensubstanzgehalten zwischen 25 und 30% etwa zeitgleich mit Silomais. Der Anbauumfang beläuft sich momentan auf ca. 120 ha, Tendenz steigend.

Inhaltsstoffe

Die Ganzpflanze zur Ernte enthält

- 4 6 % Rohprotein
- 1,5 2,5 % Rohfett
- 27 40 % Rohfasern
- 6 12 % Rohasche
- 40 47 % N-freie Extraktstoffe.

Verwendung

- Kofermentpflanze für Biogasanlagen
- Futterpflanze

Sonnenblume

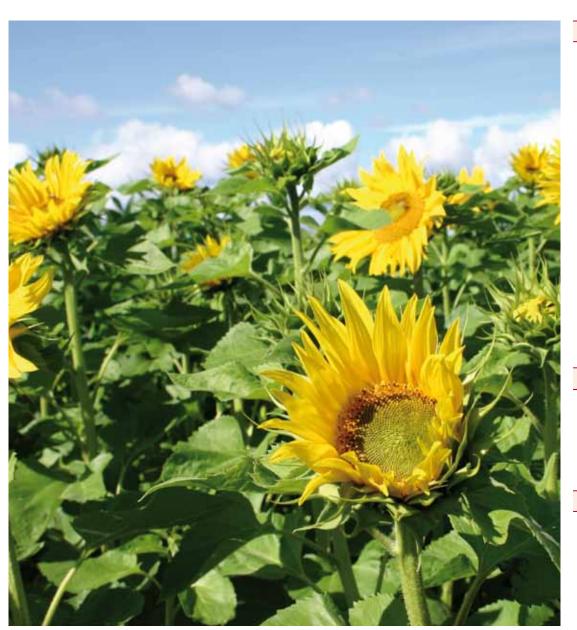
Helianthus annuus L.; Familie der Korbblütler Asteraceae

Merkmale

Die einjährige Sonnenblume hat eine von dichtem Wurzelfilz umgebene Pfahlwurzel und einen bis zu drei Meter hohen, markhaltigen Stängel. Er wird bis zu vier Zentimeter dick und trägt wechselständige, herzförmige, behaarte Blätter. Charakteristisch für die Sonnenblume ist der tellergroße Blütenkorb mit den randlichen sattgelben Zungenblüten und den inneren braunen Röhrenblüten. Blätter und Blütenkörbe drehen sich im Laufe des Tages immer zur Sonne. Aus den fremd- oder selbstbefruchteten Röhrenblüten reifen die bis zu 17 mm langen schwarzen, weißen oder gestreiften Früchte.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Sonnenblume stammt aus den ariden Gebieten Nordamerikas, wo die Indianer die fettreichen Samen als Nahrung nutzten. Anfang des 16. Jahrhunderts brachten die Spanier die Sonnenblume als Zierpflanze nach Europa. Ihre Bedeutung als Öllieferant erkannte man erst um 1830 in Südrussland.



Anbau

Der Ölgehalt der Sonnenblumensamen wurde züchterisch auf über 50% angehoben. Aufgrund des hohen Anteils an essenzieller Linolsäure (70-80%) ist das Öl für den Menschen ernährungsphysiologisch sehr bedeutsam, für technische Zwecke ist hingegen ein hoher Ölsäuregehalt wichtig. Neugezüchtete sogenannte High-Oleic-Sonnenblumen für den Non-Food-Bereich weisen einen Ölsäuregehalt von 90% auf und finden als Hochleistungsschmierstoffe Verwendung. Die Aussaat erfolgt Mitte April mit Einzelkornsämaschinen mit dem Ziel, dass fünf bis sieben Pflanzen pro m² aufwachsen. Das Dreschen im September/Oktober erbringt Erträge von 25-40 dt/ha. Aktuell werden für technisches Sonnenblumenöl 8.500 ha angebaut.

Inhaltsstoffe

- Sonnenblume: 40-50% Ölgehalt im Samen, davon 50% Ölsäure
- High-Oleic-Sonnenblume: 45% Ölgehalt im Samen, davon 70-90% Ölsäure

Verwendung

- Grundstoff für Farben und Lacke (stark trocknendes Öl)
- Weichmacher, Schmieröl und Kraftstoff (raffiniertes Öl)

Topinambur

Helianthus tuberosus L.;
Familie der Korbblüter Asteraceae

Merkmale

Der mehrjährige Topinambur ist nahe verwandt mit der Sonnenblume. Der zwei bis drei Meter hohe markgefüllte Stängel sowie die gegenständigen, herzförmigen Blätter sind rau geborstet. Unterirdisch verdicken sich Sprosstriebe zu braunen, gelben oder roten, kartoffelgroßen buckligen, bewurzelten Sprossknollen, denen die Pflanze auch den Namen "Erdbirne" verdankt. Ab September blüht Topinambur. Mit fünf bis zehn Zentimetern Durchmesser sind die dottergelben Blütenkörbe deutlich kleiner als bei der Sonnenblume. Die Topinamburpflanze vermehrt sich vegetativ aus den Knollen.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Die Indianer Nordamerikas kultivierten Topinambur als Nahrungsmittel. Nach Europa kam Topinambur Anfang des 17. Jahrhunderts zunächst als Zierpflanze. Seine spätere Nutzung als Nahrungsmittel wurde ab dem 18. Jahrhundert zunehmend durch die Kartoffel verdrängt. Seit dieser Zeit ist auch die Alkoholherstellung aus Topinamburknollen bekannt. Als Nahrungsmittel ist Topinambur u.a. für Diabetiker interessant, denn er ent-



hält viel Fruchtzucker und 8% seiner Kohlenhydrate entfallen auf Inulin.

Anbau

Die Pflanz-, Pflege- und Erntetechnologie kann vom Kartoffelanbau übernommen werden. Vier bis fünf Pflanzen pro Quadratmeter werden im Dammbau angebaut, wobei die Standortansprüche geringer sind als bei der Kartoffel. Besonders die Frostverträglichkeit (bis -30°C) ist von Vorteil, allerdings lässt sich Topinambur schlecht lagern. Die Ernte der Knollen findet von November bis März mit Erträgen zwischen 300-500 dt/ha statt. Aus den Stängeln lässt sich zusätzlich Zellulose gewinnen.

Inhaltsstoffe

• Zuckergehalt in der Knolle: 7-8% Inulin

Verwendung

• Inulin, Zellulose, Ethanol, Biogas

Triticale

Triticosecale Wittmack; Familie der Süßgräser Poaceae

Merkmale

Triticale ist eine Kreuzung aus Weizen und Roggen und gleicht daher im Erscheinungsbild Weizen und Roggen. Triticale besitzt wie Roggen relativ langes Stroh sowie begrannte Ähren und wird 50 bis 125 cm hoch. Die verschiedenen Triticale-Sorten weisen teilweise erhebliche Unterschiede in der Bereifung, der Halmlänge und im Wuchstyp auf. Für die energetische Verwendung werden biomassereiche, proteinarme Genotypen verwendet.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Triticale wurde Ende des 19. Jahrhundert aus Weizen und Roggen gekreuzt, es beinhaltet die hohe Ertragsstabilität des Weizens und die Anspruchslosigkeit des Roggens. Die Verwendung als Energiegetreide und zur Ethanolproduktion ist heutzutage gängige Praxis. In 2009 wurden 401.000 ha angebaut.

Anbau

Triticale ist äußerst anspruchslos und wächst daher auch auf Grenzstandorten. Wintertriticale wird Ende September mit Drillmaschinen



gesät und kann Ende Juli des Folgejahres mit dem Mähdrescher geerntet werden. Es werden bis über 90 dt/ha Korn- und 50-80 dt/ha Stroherträge erzielt. Bei der Ganzpflanzenernte (120-180 dt/ha) wird das Stroh mit dem Korn in einem Arbeitsgang geerntet.

Inhaltsstoffe

• Heizwert 17,4 MJ/kg

Verwendung

- Ganzpflanzenverbrennung
- Substrat für Biogas
- Bioethanol

Weide

Salix ssp.; Familie der Weidengewächse Salicaceae

Merkmale

Aus der Familie der Weidengewächse eignen sich von der Gattung der Weiden leistungsfähige Sorten aus Kreuzungen verschiedener Arten, wie z.B. Korbweiden (*Salix viminalis*), Kätzchenweide (*S. x smithiana*) und Filzastweiden (*S. x dasyclados*) zum Anbau auf Kurzumtriebsplantagen. Die Stecklinge weisen grundsätzlich eine gute Anwuchssicherheit auf und neigen zu einem mehrtriebigen Austrieb (Verbuschung). Die Weide zeichnet sich durch einen raschen Jugendwuchs aus und liefert ein weiches Holz.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Bereits im Mittelalter versorgten sich die Menschen über die Niederwaldwirtschaft mit Brennholz. Die Stämme wurden alle 10 bis 30 Jahre zur Holzgewinnung abgesägt, um anschließend wieder nachzuwachsen. Seit 1976 greift man in Deutschland diesen Ansatz wieder auf. Beim sogenannten Kurzumtrieb mit schnellwachsenden Baumarten, wie beispielsweise der Weide, wird heutzutage bereits nach drei bis sechs Jahren geerntet. Die Anbaufläche von Kurzumtriebsplantagen liegt aktuell knapp 4.100 ha.



Anbau

Weiden bevorzugen nährstoffreiche, gut mit Wasser versorgte Standorte und brauchen viel Licht. Zur Anlage von Kurzumtriebsplantagen werden im Frühjahr Stecklinge mit speziellen Pflanzmaschinen gesetzt. Die Ernte erfolgt alle drei bis sechs Jahre im Winter. Das Holz wird in der Regel mit neuentwickelten Vollerntern geerntet und meist direkt zu Hackschnitzeln verarbeitet. Die Erträge der Weiden liegen bei 5-10 t/ha und Jahr. Über 20 Jahre können die Weiden bei drei bis sechs Ernten genutzt werden. Da Hackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen bei der Ernte einen Feuchtegehalt von 50% aufweisen, müssen sie getrocknet werden.

Inhaltsstoffe

- Heizwert 18,6 MJ/kg (trocken)
- Zellulose 50%

Verwendung

- Energieholz: Verbrennung in Hackschnitzel-Feuerungsanlagen und Blockheizkraftwerken
- Industrieholz: Verwendung für Span- und Faserplatten sowie Zellstoff/Papier

Weizen

Triticum aestivum L.; Familie der Gräser Poaceae/Gramineae

Merkmale

Weichweizen ist eine einjährige Getreidepflanze mit meist grannenloser Ähre. Nach der Saat entwickeln sich in der sogenannten Bestockungsphase Keimtrieb und Nebentriebe, die sich in der anschließenden Schossphase strecken. Am Halm befinden sich die für Gräser charakteristischen Knoten (Nodien), an denen zweizeilig die spitzen länglichen Blätter ansetzen. Wenige Tage nach dem Sichtbarwerden der Ähren, dem Ährenschieben, beginnt die Blüte. Nach der Selbstbestäubung reifen 50 bis 80 Körner pro Ähre.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Weichweizen stammt aus Zentralasien, was archäologische Funde aus der Zeit 10.000 bis 8.000 v. Chr. beweisen. Weizen wurde im Laufe der Jahrhunderte in viele Länder mit unterschiedlichen Umweltbedingungen verbreitet, er ist heute nach Anbaufläche und Erzeugungsmenge zusammen mit Mais und Reis eine der wichtigsten Kulturpflanzen weltweit. Aus den Wildformen entwickelten sich moderne Formen mit aufrechtem Stängel und bruchfesten Ähren, die



eine technische Ernte ermöglichen. Anfang des 20. Jahrhunderts war der erste mobile Mähdrescher im Einsatz.

Anbau

Heute wird in Deutschland auf über 63 % der Ackerfläche Getreide angebaut, wobei Winterweizen den größten Anteil einnimmt. Daneben gibt es auch den Sommerweizen, der im zeitigen Frühjahr gesät wird. Der Winterweizen benötigt nährstoffreiche Böden mit guter Wasserspeicherfähigkeit. Von Oktober bis November sät man ihn mit Drillmaschinen in Reihen im Abstand von 12,5 cm. Die Ablagetiefe beträgt von 2-4 cm. Im Idealfall wachsen 300-400 Pflanzen pro m². Geerntet wird ab Mitte Juli mit dem Mähdrescher bei einem Ertrag um 70-90 dt/ha.

Inhaltsstoffe

Stärkegehalt im Korn: 65%, davon 28%
 Amylose und 72% Amylopektin

Verwendung

- · Kleister, Kleber, Leim,
- Arzneimittel
- biologisch abbaubare Werkstoffe

Wildpflanzen

Merkmale

Wildpflanzenmischungen zur Biogasgewinnung bestehen aus Wildpflanzen- und Kulturarten, die etwa 2m hohe, dichte und blütenreiche Bestände bilden. Erscheinungsbild und Blütenaspekt der mehrjährigen Bestände verändern sich in den ersten drei Standjahren deutlich, weil an die Stelle der zunächst dominierenden ein- und zweijährigen Arten (z. B. Malven und Sonnenblumen) zunehmend heimische Staudenarten wie Rainfarn und Wegwarte treten. Die Ernte erfolgt einmal jährlich ab Mitte Juli, wobei der optimale Erntetermin je nach Standjahr variiert. Durch die in der Mehrjährigkeit der Bestände begründete ganzjährige Bodendeckung, die intensive Durchwurzelung des Bodens und die geringe

Feldmalve

Eingriffshäufigkeit wird die Erosionsgefahr vermindert und wertvoller Lebensraum für verschiedene Wildtiere wie Fledermäuse, Vögel, Hase und Reh geschaffen. Die vielfältigen Blütenpflanzen bieten Bienen und anderen Blütenbesuchern gerade in der blütenarmen Zeit im Spätsommer zusätzliche Nahrungsquellen.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Diese Art des Energiepflanzenanbaus mit mehrjährigen Mischkulturen wird momentan noch erprobt und weiterentwickelt. Viele der verwendeten Kulturarten, wie z.B. die Wilde Malve, sind schon seit der Antike im Anbau. Als mehrjährige Arten kommen überwiegend heimische Wildarten zum Einsatz. Dabei werden, je nach Standort, teilweise bereits regionale Herkünfte verwendet.



Rainfarn



Wildpflanzenmischung

Anbau

Die Aussaat erfolgt auf einem feinkrümeligen, unkrautfreien, abgesetzten Saatbett. Bei der Mischung kann die Aussaat, je nach Region, ab Mitte April in Breitsaat erfolgen. Hierbei darf das Saatgut nur oberflächlich abgelegt werden. Ein anschließendes Anwalzen ist notwendig. Pro Hektar werden 10 kg Saatgut ausgebracht. Geerntet wird im ersten Standjahr bei ca. 28 % TS (meist im August), ab dem zweiten Standjahr nach der Hauptblüte des Bestandes ab Mitte Juli mit praxisüblichen Maschinen, z.B. einem reihenunabhängigen Häcksler. Verspätete Erntetermine führen zu einem Rückgang der Methanausbeute.

Auf Pflanzenschutz kann verzichtet werden und die Nährstoffansprüche sind vergleichsweise gering.

Verwendung

- Bereicherung des Landschaftsbildes
- Erhöhung der Vielfalt in der Agrarlandschaft
- Lebensraum und Nahrung für wildlebende Tiere

Zuckerrübe

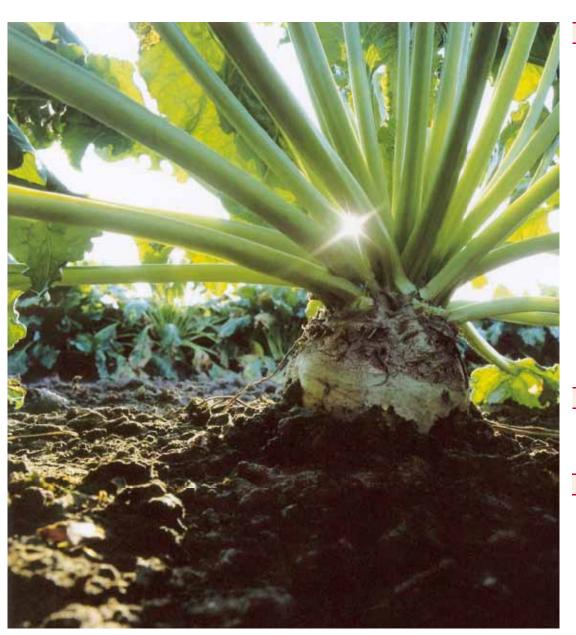
Beta vulgaris var. altissima L.; Familie der Gänsefußgewächse Chenopodiaceae

Merkmale

Die Zuckerrübe ist eine zweijährige Pflanze, die im ersten Jahr im vegetativen Entwicklungsstadium oberirdisch eine Blattrosette mit ca. 20 Blättern entwickelt. Die Wurzel verdickt sich nach und nach zum weißen Rübenkörper. Für die Zuckergewinnung wird die Rübe im ersten Jahr geerntet. Im zweiten Jahr, der generativen Phase, entsteht ein 1,5 m hoher verzweigter Spross mit unscheinbaren, fünfblättrigen Blüten. Die Zuckerrübe ist Fremdbefruchter.

Kulturgeschichtlicher Hintergrund

Das Ursprungsgebiet der Zuckerrübe liegt im Mittelmeerraum. Bis in das Mittelalter kannte man in Deutschland nur Honig als Süßungsmittel. Zucker selbst stammte lange Zeit ausschließlich aus Zuckerrohr, denn erst 1747 entdeckte ein Berliner Apotheker, dass Runkelrüben Rohrzucker enthalten. Um die Jahrtausendwende wurden zwei Drittel des in Deutschland verbrauchten Zuckers aus Zuckerrüben gewonnen. Durch Züchtung stieg der Zuckergehalt von ca. 7% auf derzeit 18%.



Anbau

Die Zuckerrübe bevorzugt warme, sonnige, aber nicht zu feuchte Klimate und tiefgründige nährstoffreiche Böden mit guter Wasserführung. Auf Bodenverdichtungen reagiert der Rübenkörper mit unerwünschten Verzweigungen (Beinigkeit). Im Frühjahr ist die Pflanze frostempfindlich, im Herbst verträgt sie Temperaturen bis -5°C. Der Wasserbedarf der Zuckerrübe ist besonders im Juli und August hoch. Das Saatgut wird mit Fungiziden behandelt und mit einer Hüllmasse umgeben (pilliert), um eine exakte Aussaat Mitte März bis Anfang April mit Einzelkornsämaschinen zu ermöglichen. Der Reihenabstand beträgt 45 cm bei sieben bis elf Pflanzen pro m2. Geerntet wird ab Mitte September mit Rübenrodern, die Erträge liegen bei 400 - 700 dt/ha.

Inhaltstoffe

• Zuckergehalt der Rübe: 16% bis 18% (Saccharose)

Verwendung

- biologisch abbaubare Werkstoffe
- Ethanol
- Waschmittel
- Arzneimittel
- Kosmetika

Pflanzenverzeichnis

A, B

Ackerbohne 18,19, 24
Beta vulgaris var. altissima L. 86
Brassica napus L. 68
Buche 20, 21, 25, 28, 40, 41, 50

C

Camelina sativa L. 54
Cannabis sativa L. 42
Carthamus tinctorius L. 11, 15, 72
Chinaschilf / Miscanthus 4, 22, 60, 61
Crambe abyssinica Hochst L. 51

Ε

Eiche 20, 21, 28, 70 Enzian, Gelber 29 Erbse 16, 18, 19, 30, 31

F

Fagus sylvatica L. 25 Färberknöterich 10, 11, 32, 33 Färberwaid 10, 11, 32, 34 Färberwau 11, 35 Fasernessel 12, 13, 38, 39 Fichte 20, 40, 41, 50

G, H

Gentiana lutea L. 29 Grünland 26, 27 Hanf 12, 13, 42, 43, 49 Helianthus annuus L. 76 Helianthus tuberosus L. 78 Hibiscus cannabinus L. 49 Hirse / Sudangras 44 Hypericum perforatum 45

I, J

Isatis tinctoria L. 11, 34 Johanniskraut 45

K

Kamille, Echte 9, 46, 47 Kartoffel 16, 48, 53, 61, 78 Kenaf 12, 13, 49 Kiefer 20, 40, 50 Krambe 14, 51 Krapp 11, 52, 53

L

Lärche 20 Lein (Faser- und Öllein) 12, 13, 14, 36, 37, 54, 64, 65 Leindotter 14, 54 Linum usitatissimum L. mediterraneum 64 Linum usitatissimum L. 36 Lupine 18, 19, 55 Lupinus ssp. 55

M

Mais 16, 18, 44, 49, 56, 57, 61, 75, 82 Malve 49, 84 Mariendistel 58, 59 Matricaria chamomilla L. 46 Miscanthus x giganteus Greef et Deu. 4, 22, 60, 61 Mohn 14, 62, 63

Ρ

Populus ssp 21, 66, 67
Papaver somniferum L. 62
Pappel 21, 66, 67, 70
Picea abies L. 20, 40
Pinus sylvestris L. 20, 50
Pisum sativum L. 30
Polygonum tinctoria L. 11, 32
Populus maximowiczii L. 66

Q, R

Quercus petraea L. 28
Quercus robur L. 28
Raps 7, 14, 15, 18, 22, 51, 68, 69
Resede luteola L. 11, 35
Robinia pseudoacacia L. 21, 70
Robinie 21, 70
Roggen 71, 79
Rubia tinctorium L. 11, 52

S

Saflor 10, 11, 15, 72, 73
Salix viminalis L. 80
S. x smithiana, 80
S. x dasyclados 80
Secale cereale L. 71

Silphie, Durchwachsene 74, 75
Silphium perfoliatum L. 74
Silybum marianum 58
Solanum tuberosum L. 48
Solidago canadensis L. 11
Solidago virganera L. 9
Sonnenblume 14, 15, 18, 76, 78, 84
Sorghum bicolor L. 44
Sorghum sudanese L. 44
Sudanaras / Hirse 44

Т

Tanne 20 Topinambur 16, 78 Triticale 79 Triticosecale L. 79 Triticum aestivum L. 82

U, V

Urtica dioica L. 38 Vicia faba L. var minor 24

W

Weide 21, 66, 67, 80, 81 Weizen 16, 18, 56, 79, 82, 83 Wildpflanzen 84, 85

Z

Zea mays L. 56 Zuckerrübe 16, 17, 86, 87 Zuckerrohr 16, 86

Impressum

Herausgegeben von der:

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

Mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier mit Farben auf Pflanzenölbasis

Text:

Prof. Dr. Ralf Pude, Universität Bonn, Antje Werner, Dr. Birgit Vollrath, LWG, Dr. Katja Gödeke, TLL, FNR, Abt. ÖA

Gestaltung und Realisierung:

WPR COMMUNICATION, Berlin

Bilder:

Ernst Schacke/Naturbild/OKAPIA, FNR, Fotolia, Hempage, iStock, Mirko Wersin/Gärtnerei helenion, Thomas Seilnacht/www.seilnacht.com, Volker Petersen/FNR, Werner Kuhn, Wikimedia, Wikipedia, www.landpixel.de, www.pflanzenoel.ch

5. überarbeitete Auflage, Gülzow 2012

Literaturhinweise und Links

Weiterführende Broschüren der FNR
Energieholzproduktion in der Landwirtschaft (FNR-Best. Nr. 292)
Heizen mit Holz (FNR-Best. Nr. 116)
Arzneipflanzen – Anbau und Nutzen (FNR-Best. Nr. 287)
Färbepflanzen (FNR-Best. Nr. 167)
u.a. unter Mediathek auf www.mediathek.fnr.de

Internetseiten zu nachwachsenden Rohstoffen

www.fnr.de
www.bio-energie.de
www.ufop.de
www.carmen-ev.de
www.inaro.de
www.miscanthus.de
www.enrgiepflanzen.info
www.arzneipflanzen.info
www.biowerkstoffe.info
www.bioschmierstoffe.info
www.bio-kraftstoffe.info
www.bio-kraftstoffe.info

Herausgegeben von der:

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

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 197 FNR 2012

Gefördert durch:





aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages