

Kraft der Natur

Die Energiepflanzen im Tropengewächshaus



Vorwort	3
Einleitung	6
Nachwachsende Rohstoffe	8
Energieträger aus Biomasse	10
Formen der Energieumwandlung	11
Mais (<i>Zea mays</i> L.) –	
zwischen Monokultur und Gentechnik	13
Herkunft und Botanik	13
Sorten und Verwendung	14
Förderpolitik und Anlagengröße	16
Die Energiepflanze Mais bei intensiver	
Wirtschaftsweise	17
Die Purgiernuss (<i>Jatropha curcas</i> L.) –	
vom kleinbäuerlichen Vielzweckbaum zur Dieselquelle	22
Herkunft und Botanik	22
Verbreitung und Anbau	22
Inhaltsstoffe und stoffliche Nutzung	23
Das Treibstoffwunder	23
Forschung und Entwicklung	26
Zum Beispiel: Saatgut und Vermehrung	27
Zum Beispiel: Arbeit und kleinbäuerliche	
Landwirtschaft	28
Fazit	29
Ölpalme (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) –	
Margarine und Diesel aus dem Regenwald	32
Botanik und Herkunft	32
Produkte	33
Anbau	34
Ernte und Verarbeitung	34
Erträge und Verbreitung	35
Absatzmärkte	37
Wirtschaftsraum und Geschäftsstruktur	38
Mensch und Natur	39
Kohlenstoffdioxid und Klimabilanz	40
Nachhaltigkeitsstandards	41

Maniok (*Manihot esculenta* Crantz) –

traditionelles Nahrungsmittel und Kraftstoffsubstitut	44
Herkunft und Verbreitung	44
Botanik und Verwendung	44
Anbau und Erträge	46

Zuckerrohr (*Saccharum officinarum* L.) –

der süße Agrartreibstoff	48
Herkunft und Verbreitung	48
Botanik und Verwendung	48
Anbau und Erträge	49
Ernährungssicherung	51
Fazit	54

Ausblick	56
---------------------------	-----------

Das Tropengewächshaus der Universität Kassel beherbergt eine ganz besondere Pflanzensammlung: alle der fast 500 hier versammelten Pflanzenarten sind nutzbare Gewächse der wärmeren Klimate. Sie sind Nahrungsquellen für uns Menschen und Futterreservoir für unsere Tierproduktion, sie sind aber als nachwachsende Rohstoffe auch Lieferanten für Farbstoffe, Heilmittel, Pflanzenschutzmittel, Fasern und vieles mehr. Sie sind die Grundstoffe für zahlreiche industrielle Verarbeitungsprodukte und gewinnen derzeit zunehmend Bedeutung für die Energiegewinnung. Letzteres vor allem deshalb, weil sie sich im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen jährlich oder in überschaubaren Zeiträumen erneuern können und daher zu keiner zusätzlichen CO₂-Belastung des Klimas führen. Zu diesen Energiepflanzen gehören weltweit längst nicht mehr nur die traditionell genutzten Baumarten – heute sind dies zunehmend Gräser wie Zuckerrohr und Mais oder Wolfsmilchgewächse wie der Maniok.

Für Besucherinnen und Besucher erschließen so genannte »Themenführungen« und Broschüren die spannende Welt unserer Kulturpflanzensammlung. Der Schwerpunkt liegt dabei in der Regel auf den Nahrungspflanzen wie Reis, Banane oder Kakao. Die Vermittlung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte, die sich aus dem Anbau, der Verwendung und dem Handel dieser Weltwirtschaftspflanzen ergeben, ist uns wichtiges Anliegen. Gleichzeitig sind die Pflanzen im Tropengewächshaus auch Vehikel, um Lehre und Forschung am Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel nach außen zu repräsentieren. Leitbild für alle Aktivitäten in Witzenhausen ist die Schonung der natürlichen Ressourcen und das Minimieren der Umweltbeeinträchtigungen durch das Wirtschaften in Kreisläufen. Dieses grundlegende Prinzip der Ökologischen Landwirtschaft gilt auch für das Fachgebiet *Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe*. Hier werden Fragestellungen rund um regenerative Energieerzeugung aus landwirtschaftlicher Biomasse bearbeitet, deren Produktion und Verwertung ohne negative Auswirkungen auf die Umwelt erfolgen soll. Dabei ist die Vielfalt der Pflanzenarten das Reservoir, aus dem Energie in vielfacher Form nachhaltig erzeugt werden kann. Das Tropengewächs-

haus und das Fachgebiet Nachwachsende Rohstoffe haben hier also eine gemeinsame Basis und gemeinsames Interesse.

Die vorliegende Broschüre entstand als studentische Projektarbeit »Nachwachsende Rohstoffe im Tropengewächshaus – eine interaktive Themenführung« im Rahmen des Studiums in Witzenhausen. Der Text spiegelt Aspekte aus Forschung und Lehre wieder und erweitert das Repertoire der Führungen und Veranstaltungen im Tropenhaus um den wichtigen Aspekt »Energie aus Biomasse«. Hierfür hat Claudia Bense fünf Pflanzenarten aus dem Tropengewächshaus ausgewählt und deren Bedeutung als nachwachsende Energieträger beschrieben. Es ist ihr gelungen, dies leicht verständlich zu tun und die verschiedenen Facetten einer nachhaltigen Wirtschaftsweise entsprechend des Kreislaufgedankens zu beleuchten. Der Text bewegt sich dabei in dem Spannungsfeld »Energie kontra Lebensmittel«. Er fokussiert auch nicht einseitig auf die Anbauproblematik im Süden, beispielsweise auf Ölpalmenanbau im Regenwald von Malaysia, sondern beschreibt auch die Situation vor der eigenen Haustür wie den Maisanbau zur Energieerzeugung in Deutschland und bezieht uns als Verbraucher von Energie in die Darstellung ein.

Möge die Schrift dazu beitragen, uns zu verdeutlichen, dass die Regenwälder in Malaysia etwas mit uns zu tun haben, uns bewusst zu machen, dass unser Dasein von der pflanzlichen Vielfalt dieser Erde abhängt und uns zu motivieren, zu ihrer Nutzung und Erhaltung beizutragen.

Marina Hethke,
Gewächshaus für tropische Nutzpflanzen

Rüdiger Graß,
Fachgebiet Grünlandwissenschaft und Nachwachsende
Rohstoffe

Witzenhausen, Juni 2009

Zur Broschüre

Der vorliegende Text stellt Pflanzen mit ihren Nutzungsformen und -möglichkeiten sowie den auftretenden Problemen vor. So thematisiert er beim Mais die Problematik des industriellen Anbaus als Monokultur und die Verwendung von gentechnisch veränderten Sorten. Für die Purgiernuss stehen die Fragen von Energiebilanzen und die Gegenüberstellung des Anbaus für regionale Zwecke und für den Weltmarkt im Mittelpunkt. Die Ölpalme erfordert die Diskussion der Regenwaldabholzung und die Wirkung so genannter Nachhaltigkeitsstandards. Am Beispiel von Maniok und von Zuckerrohr werden die Prioritäten einer Flächennutzung und die Grundlage der Kapazitäten landwirtschaftlicher Flächen beleuchtet, dies vor allem in Bezug auf die Situation von Kleinbauern. Die Themenauswahl für die jeweilige Pflanzenart ist keinesfalls vollständig. So wurde beispielsweise die mexikanische ›Tortillakrise‹ im Jahr 2007 als Beispiel für die Konkurrenz von Energiepflanzen und Lebensmitteln nicht speziell thematisiert. Die Bevölkerung konnte aufgrund gestiegener Weltmarktpreise in Folge der stärkeren Verwertung zur Energieerzeugung nicht mehr genug Mais zur Ernährung kaufen.

Die Reihenfolge der Pflanzen in der Broschüre entspricht ihrem Standort bei einem Rundgang im Tropengewächshaus: Der Mais steht in den Feldkulturen, die Purgiernuss im Kaffeehaus, die Ölpalme im Palmenhaus, Maniok wächst im Kakaohaus und Zuckerrohr in der Orangerie.

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde auf das Zitieren direkt im Text verzichtet, die Angaben finden sich am Schluss der jeweiligen Kapitel.

Claudia Bense, 2009

Für ihr Überleben waren die Menschen stets auf die Nutzung von Energie angewiesen. Der im Verlauf der Menschheitsgeschichte stetig zunehmende Umfang des Energieverbrauchs und die Verfeinerung handwerklicher und technischer Fertigkeiten versetzte sie darüber hinaus in die Lage einer permanenten Verbesserung und Erleichterung ihres Lebens. Mit der zum Ende des 18. Jahrhunderts zunächst in Großbritannien einsetzenden Industrialisierung wurde die bisherige Hauptenergiequelle Holz zunächst von der Kohle abgelöst. Da die Kohle eine höhere Energiekonzentration aufweist als Holz, konnte mit ihrer Hilfe ein großer Produktivitätszuwachs gelingen. Die Entdeckung von Erdöl und Erdgas erweiterte das Spektrum der industriellen Anwendungen und der Produkte um ein Vielfaches. Heute erweist sich die Suche nach alternativen Energiequellen nicht nur wegen der Endlichkeit der fossilen Brennstoffe¹ als eine dringliche Aufgabe. Ebenso ist die ökologische Tragbarkeit des bisherigen Energiegebrauchs begrenzt. In den letzten gut 200 Jahren verbrannten vor allem die industrialisierten Gesellschaften² einen erheblichen Teil der über Jahrmillionen gebildeten, fossilen Energieträger. Dadurch wurde der in ihnen gebundene Kohlenstoff freigesetzt und in der Atmosphäre der Erde angereichert. Neben anderen Treibhausgasen bewirkt als bekanntestes Kohlenstoffdioxid (CO₂) die globale Erwärmung, deren ökologische Folgen sich heute schon, in beispielsweise extremen Wetterereignissen, abzeichnen. Die Entscheidung für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe, zu denen auch Pflanzen gehören, erfolgt auf Grundlage des kurzfristigen, organischen Kohlenstoffkreislaufs.

- ¹ Es handelt sich dabei um Brennstoffe, wie Torf, Kohle, Erdöl und Erdgas. Ihre Bildung liegt in der erdgeschichtlichen Vergangenheit.
- ² In der Broschüre wird außerdem der Begriff ›Länder des Nordens‹ für die reichen, industrialisierten Länder verwendet, um sie von den ›Ländern des Südens‹ zu unterscheiden. Die geografische Unterscheidung wurde derjenigen in ›Industrieländer‹ und ›Entwicklungsländer‹ vorgezogen, da sie ähnlich der von ›erster Welt‹ und ›dritter Welt‹ einen wertenden Kontext herstellt. Dennoch beschreiben auch die gewählten Begriffe nur eine Tendenz, denn auch reiche Länder, wie Australien und Neuseeland, liegen global südlich.

Pflanzen benötigen für ihren Wachstumsprozess Kohlenstoffdioxid und binden es über ihren Stoffwechsel in das Gewebe ein. Im Gegensatz zu den über Jahrtausende entstandenen fossilen Brennstoffen (zum Beispiel Erdöl) überschreitet bei nachwachsenden Rohstoffen die Bindungsdauer des Kohlenstoffs die Verbrennungsdauer nicht wesentlich. Das führt dazu, dass sich der Entzug und die Belastung der Atmosphäre von und mit Kohlenstoffdioxid annähernd ausgleichen. Daher werden diese Energieträger als CO₂-neutral bezeichnet.

Allerdings werden insgesamt in immer noch steigendem Umfang Energie und Rohstoffe verbraucht. Und auch in den so genannten Schwellenländern³, wie Brasilien oder China, wächst der Druck zur Erhöhung des Energieverbrauchs, um an die Wirtschaftskraft der »Länder des Nordens« anzuschließen. Durch die Verknappung der bisherigen Rohstoffe, die unter anderem an steigenden Bezugspreisen ableitbar ist, wird die Deckung dieses Bedarfs zunehmend erschwert. Zunächst stellt sich also die Frage, ob nachwachsende Energieträger geeignet sind, die fossilen zu ersetzen oder, ob sie vielmehr als Ergänzung zu diesen dafür sorgen, dass auch zukünftig eine Wirtschaftsweise des steigenden Verbrauchs möglich ist. Weiter ist fraglich, ob dieser wachsende Bedarf mit der Notwendigkeit vereinbar ist, die Konzentration von treibhauswirksamen Gasen in der Atmosphäre zu senken?

Zu den »Siegern« im weltweiten Rennen um die steigenden Anbauflächen zur Energiegewinnung gehören Mais, Ölpalmen oder die in unseren Breiten noch unbekanntere Purgiernuss. Welche sozialen und ökologischen Folgen haben diese ökonomischen Veränderungen? Können Wörter wie »green« oder »bio« in Produktnamen tatsächlich synonym für eine umweltfreundliche Produktion und Nutzung verwendet werden? Was sind die Chancen beziehungsweise Risiken bei der Verwendung

³ Dieser Begriff wird synonym zum englischen Newly Industrializing Country (NIC) gebraucht und bezeichnet Länder, die in ihrer industriellen Entwicklung an der »Schwelle« zu den »Ländern des Nordens« stehen.

nachwachsender Rohstoffe und was zeichnet deren nachhaltige Nutzung aus? Doch zunächst zur Frage: »Was sind Nachwachsende Rohstoffe (Nawaros)?«

Nachwachsende Rohstoffe

»Nachwachsende Rohstoffe sind Stoffe, die aus lebender Materie stammen und vom Menschen zielgerichtet für Zwecke außerhalb des Nahrungs- und Futterbereiches verwendet werden.«⁴

oder

»Nachwachsende Rohstoffe (im allgemeinen Sprachgebrauch auch Biomasse) sind organische Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die ganz oder in Teilen als Rohstoffe für die Industrie oder als Energieträger genutzt werden. Im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen erneuern sie sich jährlich oder in überschaubaren Zeiträumen.«⁵

Im deutschen wie im englischen Sprachgebrauch zeigt die umständliche Wortwahl – hier ›nachwachsende Rohstoffe‹ dort ›renewable agricultural resources‹ – dass der Umgang mit der Thematik wenig routiniert ist. Denn obwohl die Menschheit seit ihren Anfängen auf die Natur und dem, was diese bietet, angewiesen ist, existiert noch keine allgemein gültige Definition für die ›nachwachsenden Rohstoffe‹. Weitgehende Einigkeit besteht allerdings über ihre Entstehung: sie werden beispielsweise als *»organische Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs«* oder als *»Stoffe, die aus lebender Materie stammen«* bezeichnet. Damit ist die indirekte Nutzung der Sonnenenergie gemeint. Die Energie der Sonne ermöglicht erst den photosynthetischen Aufbau der für den menschlichen und tierischen Stoffwechsel wichtigen Nährstoffe: Kohlenhydrate, Fett und

⁴ Mann, Stefan: Nachwachsende Rohstoffe. Stuttgart 1998, S. 10.

⁵ Im Internet: <http://www.carmen-ev.de/dt/hintergrund/nawaros.html#1>, eingesehen am 02.12.2008.

Eiweiß in den Pflanzen. Weiterhin geht daraus hervor, dass diese Stoffe erst vom Menschen erzeugt, also in irgendeiner Form verarbeitet werden müssen. So ist nicht die Pflanze oder das Tier direkt der Rohstoff, sondern erst bestimmte Verarbeitungsprodukte. Die nächste Einschränkung liegt in der Formulierung, dass der Verwendungszweck *»außerhalb des Nahrungs- und Futterbereiches«* zu suchen ist. Dennoch gibt es nur wenige Nutzpflanzen, die nicht irgendwo und irgendwann schon einmal in einem der beiden Bereiche Verwendung fanden. So könnte die früher weit verbreitete und heute fast verschwundene Futterrübe als Stärkelieferant für die Papierindustrie zukünftig an Bedeutung gewinnen.

Eine Unterscheidung, die die meisten Autoren vornehmen, ist die in stoffliche und energetische Nutzungsformen. Unter stofflicher Nutzung versteht man die Verarbeitung der verschiedenen tierischen und pflanzlichen Inhaltsstoffe. Als ein Beispiel sei die schon 1.500 vor unserer Zeitrechnung im alten Ägypten praktizierte Fertigung von Holz zu Brettern und deren Weiterverarbeitung mit dem aus Tierhäuten gewonnenen Hornleim zu Möbeln genannt. Dagegen kommen die pflanzlichen und tierischen Rohstoffe heute in der Industrie in allen nur erdenklichen Formen und Bereichen vor. Zucker findet sich als Grundstoff der chemischen Industrie in Kosmetika, in Waschmitteln, in Verpackungsmaterialien, in Medikamenten oder als Abbindeverzögerer in der Bauchemie. Neben der Verwendungsbreite wachsen aber auch die Verarbeitungsstufen und damit die Differenzierung in immer mehr wissenschaftliche und technische Arbeitsfelder mit immer spezielleren Anwendungen. Weiterhin kann aufgrund der Verknappung fossiler Rohstoffe eine erhöhte Nachfrage nach Rohstoffen, die aus der Agrarproduktion stammen und die für eine stoffliche Nutzung vorgesehen sind, verzeichnet werden. Das gleiche gilt für die energetische Nutzung. Ihr geht die Gewinnung und Umwandlung der in unterschiedlichen Formen in den Pflanzen enthaltenen Energie in technisch verwertbare Stoffe voraus.

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht zu den einzelnen energetischen Nutzungsformen.

Energieträger aus Biomasse

Energieträger	Ausgangsstoffe	Umwandlung	Verwendung	Nebenprodukte*
Biogas	<i>Ganzpflanze:</i> <ul style="list-style-type: none"> • nahezu alle Kulturpflanzen <u>Mais</u> <i>Nebenprodukte:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Gülle • Kofermente • Pflanzenreste 	<i>Anaerobe Gärung</i> (unter Ausschluss von Sauerstoff)	<i>Strom- und Wärmeerzeugung</i> mit Blockheizkraftwerk (BHKW) <i>Motorenkraftstoff</i> Erdgasfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> • Organisches Düngemittel • Holzpellets für Verbrennung oder Pyrolyse
Biodiesel/ Pflanzenöl	<i>Frucht- und Samenöle:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Raps • Sonnenblumen <u>Purgiernuss</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Palmöl</u> 	<i>Abpressen und Extraktion:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Pflanzenöl <i>Umesterung mit Methanol:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Biodiesel 	<i>Motorenkraftstoff</i> (Dieselmotoren) <i>Strom- und Wärmeerzeugung</i> mit Blockheizkraftwerk (BHKW)	<ul style="list-style-type: none"> • Eiweißhaltiges Futter (Schrot)
Bioethanol	<i>Kohlenhydrate:</i> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Maniok</u> • <u>Zuckerrohr</u> Getreidearten • Zuckerrüben • Melasse	<i>Vergärung der Biomasse</i> <i>Destillation zu Alkohol</i>	<i>Motorenkraftstoff</i> Benzinmotoren	<ul style="list-style-type: none"> • Futtermittel (Schlempe) • Koferment für Biogasanlagen
Brennmaterial feste Biomasse mit hohem Trockensubstanzgehalt	<i>Pflanzenteile oder Ganzpflanze:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Holz (Pellets) • Getreidearten 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Direkte Verbrennung</i> • <i>Pyrolyse</i> Erzeugung von Pyrolysegas durch Verbrennung, anschließende Verflüssigung 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Wärmeerzeugung</i> • <i>Dampferzeugung</i> • <i>Motorenkraftstoff</i> Benzinmotoren 	<ul style="list-style-type: none"> • Asche als mineralischer Grunddünger
* Bei Verwendung und Dosierung ist auf eventuelle Rückstände oder Giftstoffe (z.B. Purgiernuss) zu achten.				

Quelle: verändert nach BLV Buchverlag GmbH & Co. KG (Hrsg.): Die Landwirtschaft. Pflanzliche Erzeugung, 12. Aufl., München 2006, S. 945.

Diese Broschüre widmet sich ausschließlich der energetischen Nutzung aus Pflanzenmaterial. Diese wird derzeit höchst kontrovers diskutiert und hat für die Landwirtschaft gleichzeitig ein hohes Nutzen- wie auch Gefahrenpotential. Betrachtet man ausschließlich Deutschland, hatte hier im Jahr 2007 die ener-

getische Nutzung nachwachsender Rohstoffe zusammen mit anderen erneuerbaren Energieträgern wie Wasser- und Windkraft sowie Solarenergie einen Anteil von 6,7 Prozent am Primärenergieverbrauch⁶. Nach Prognosen des Wuppertal-Instituts⁷ wird sich die dafür deutschlandweit in Anspruch genommene Anbaufläche von derzeit etwa 1,7 Millionen Hektar auf bis zu 2,65 Millionen Hektar im Jahre 2030 ausdehnen. Das entspricht einer ungefähren Steigerung des Anteils an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche Deutschlands von zehn auf fünfzehn Prozent. Wie mag dies weltweit aussehen?

Formen der Energieumwandlung

Bei nachwachsenden Rohstoffen sind die Ansprüche an die Ausgangsmaterialien ebenso vielfältig, wie deren Umsetzung und ihr Einsatz als Energieträger. Diese werden aus besonderen Inhaltsstoffen oder aus der gesamten Pflanze gewonnen. Sie können fest, flüssig oder gasförmig sein und sie dienen dazu, mechanische (zum Beispiel die Agrartreibstoffe⁸ Biodiesel und Bioethanol⁹), elektrische (Strom) oder thermische Energie zu erzeugen. Die thermische Nutzung ist zugleich die quantitativ häufigste und aufgrund ihrer grundsätzlich einfachen technischen Umsetzbarkeit auch die am weitesten ver-

⁶ Als Primärenergie werden die vom Menschen direkt nutzbaren Energiequellen bezeichnet, z.B. Erdgas und Wasserkraft.

⁷ Das 1991 gegründete Forschungsinstitut für Klima, Umwelt und Energie erforscht und entwickelt Leitbilder, Strategien und Instrumente für eine nachhaltige Entwicklung auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene.

⁸ In dieser Broschüre wird entgegen einer weit verbreiteten Praxis der Begriff Agrartreibstoff statt Biotreibstoff verwandt. Diese Entscheidung wurde auf der Grundlage getroffen, dass das aus dem griechischen kommende Wort ›Bio‹ für ›Leben‹ oft missverstanden wird. Es steht synonym für eine umweltfreundliche Produktion für die es auch bei nachwachsenden Rohstoffen keinen Automatismus gibt.

⁹ Für die Begriffe Bioethanol, Biodiesel und Biogas wurde die Vorsilbe ›Bio‹, in Ermangelung eines gebräuchlichen Ersatzes, beibehalten. Es sei hier darauf verwiesen, dass für sie das Gleiche gilt, wie für die Agrartreibstoffe.

breitete Verwendung nachwachsender Rohstoffe. Die Frage, welche Pflanzen zum Einsatz kommen, wie sie umgewandelt werden und ob mechanische, elektrische oder thermische Energie erzeugt werden soll, wird regional unterschiedlich beantwortet. Dies ist sowohl von den Ansprüchen und Motiven der Nutzer¹⁰, als auch von ihren standortspezifischen und technischen Möglichkeiten abhängig.

Literatur:

- Alsing, Ingrid (Hrsg.): Lexikon Landwirtschaft. 4. Aufl., München 2002, S. 41, 182.
- BLV Buchverlag GmbH & Co. KG (Hrsg.): Die Landwirtschaft. Pflanzliche Erzeugung, 12. Aufl., München 2006. S. 936 ff.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.): Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2007. Berlin 2008, S. 3.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.): Daten und Fakten zu nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow 2007, S. 11.
- Lieberei, Reinhard; Reissdorf, Christoph (Hrsg.): Nutzpflanzenkunde. 7. Aufl., Stuttgart 2007, S. 437.
- Mann, Stefan: Nachwachsende Rohstoffe. Stuttgart 1998, S. 10–11.
- Meyers Lexikonredaktion (Hrsg.): Meyers Großes Handlexikon. Mannheim 1997, S. 287, 403.
- Nohlen, Dieter (Hrsg.): Lexikon Dritte Welt. Länder, Organisationen, Theorien, Begriffe, Personen, Reinbeck bei Hamburg 2002, S. 194 ff.
- Widmann, Bernhard: Biomasse für die Erzeugung von Wärme, Kraftstoffen und Strom. In: Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 33, München 2007, S. 27–38.
- Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie (Hrsg.): Analyse und Bewertung der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse. Bd.1: Gesamtergebnisse und Schlussfolgerungen, Wuppertal 2005, S. 18.

Internet:

- <http://www.carmen-ev.de/dt/hintergrund/nawaros.html>, eingesehen am 20.09.2008.
- http://www.wupperinst.org/de/das_wuppertal_institut/index.html, eingesehen am 02.12.2008.

¹⁰ Im Folgenden wird zum Zweck einer einfacheren Lesbarkeit lediglich der männliche Begriff, in diesem Fall »Nutzer« verwendet. Selbstverständlich sind immer beide Geschlechter gemeint.

Mais (*Zea mays* L.) – zwischen Monokultur und Gentechnik

Herkunft und Botanik

Mais gehört zur Familie der Gramineen (Süßgräser). Da noch keine Wildform des Mais gefunden wurde, geht man derzeit davon aus, dass die Pflanze eine Mutation¹¹ der mit ihr verwandten Teosinte (*Euchlaena mexicana* Schrad.) ist. Die ältesten Reste von bisher gefundenem Mais stammen aus Höhlen Südmexikos, wo sie vermutlich vor über 5.000 Jahren neben den Kochtopf fielen. Den Namen entlehnten die Spanier um 1500 der karibischen Bezeichnung »mahiz« für die Pflanze. Nach der Einführung in Europa breitete sich seine Nutzung ostwärts aus. Seit Mitte des 20. Jahrhunderts wird Mais weltweit angebaut.

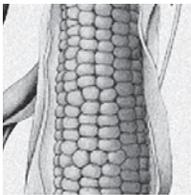
Das einjährige Gras hat einen etwa zweieinhalb Meter hohen, bis zu fünf Zentimeter dicken Stängel mit Stützwurzeln am unteren Knoten. Neuere, auf Masse gezüchtete Maissorten erreichen aber auch eine Höhe von bis zu fünf Metern. Mais hat bandartige Blätter, die bis zu 150 Zentimeter lang werden können. Ihr enormes Wachstum schöpft die produktivste unter den Getreidearten aus ihrer effektiven Photosynthese als C₄-Pflanze. Diese verarbeiten mehr Kohlenstoffdioxid aus der Luft als die C₃-Pflanzen und bilden daraus mit der Lichtenergie der Sonne und der Bodenlösung verschiedene Kohlenhydrate wie Stärke und Zucker. Mit dieser größeren Menge an Nährstoffen können C₄-Pflanzen insgesamt mehr Biomasse produzieren. Es entwickeln sich also bei gleichem Wasser- und Kohlendioxidverbrauch insgesamt größere Pflanzen. Genau dieser Aspekt macht die Pflanze für die energetische Nutzung so interessant. Das Temperaturoptimum für den Maisanbau liegt bei 25°C und die Wasserversorgung sollte vor allem zur Blüte ausreichend sein, um einer Sterilität der männlichen Blüten vorzubeugen. An den Boden werden außer einer guten Versorgung mit Nährstoffen und einer guten Durchlässigkeit für Wasser keine großen Ansprüche gestellt. Die Erträge liegen weltweit stark schwankend zwischen ein bis zehn Tonnen Kornertrag pro

¹¹ Dies ist eine plötzliche oder vererbare Änderung der Erbanlagen.

Hektar. In Deutschland, übersteigt die Anbaufläche von Silomais die von Körnermais. Dort wurden 2007 im Mittel 47 Tonnen Silomais in Form von Grünmasse und etwa 9,5 Tonnen Körnermais pro Hektar geerntet.

Sorten und Verwendung

Bei den alten Landsorten standen die Nutzung und der Ertrag der Körner im Vordergrund. Als ein Indiz für deren große Sortenvielfalt kann die Färbung der einzelnen Körner im Kolben betrachtet werden. Sie variiert von weiß nach gelb bis rot und schwarzviolett. In der Systematik kann die Unterscheidung der Maissorten beispielsweise nach der Kornform vorgenommen werden. Dabei unterteilen sich die Hauptgruppen nach der Beschaffenheit und den Inhaltsstoffen der Körner und den damit im Zusammenhang stehenden Nutzungseigenschaften. Für die traditionelle Verwendung als Brei oder Brot dienen in Mittel- und Südamerika vorrangig Sorten der Gruppe des Weich- oder Stärkemais. Schon die Inkas und Azteken haben seine Körner aufgrund ihrer weichen Schale zu Mehl vermahlen. In Lateinamerika und Afrika ist Mais ein weit verbreitetes Nahrungsmittel, mit dem die Menschen einen Großteil ihres Kohlenhydratbedarfs decken. Daneben existieren so spezielle Verwendungen wie die des Zuckermais als wohlschmeckendes Gemüse oder die des Puffmais als Popcorn. Seit es Pflanzenzüchtern gelang, Maishybriden¹² zu erzeugen, ist der Anbau auch in den kühleren Lagen der gemäßigten Breiten lohnend. Es handelt sich dabei meist um Kreuzungen zwischen Zahnmais und Hartmais. Hybridsorten werden aufgrund ihrer wesentlich höheren Erträge im intensiven Anbau inzwischen ausschließlich verwendet. Ein weiteres Kriterium für die Sortenauswahl ist die



¹² Durch eine Kreuzung mehrerer Inzuchtlinien werden Sorten mit sehr guten Eigenschaften bezüglich des Ertrags, der Wüchsigkeit, der Widerstandsfähigkeit oder der Frühreife erreicht. Diese bleiben in der nächsten Generation allerdings nicht erhalten, sodass der Landwirt jedes Jahr neues Saatgut kaufen muss, wenn er Hybriden nutzen möchte.



Reifezahl, da sich die einzelnen Sorten in der für die Reife benötigten Zeit stark unterscheiden. In Deutschland hat die Erzeugung von Silomais als Viehfutter eine größere Bedeutung als die von Körnermais. Im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe findet die Maisstärke neben der etwas ungewöhnlich anmutenden Nutzung des Popcorns als Styroporersatz eine breitere Anwendung, beispielsweise bei der Herstellung von Einwegverpackungen. Den größten Bedeutungszuwachs in neuerer Zeit erfuhr der Mais jedoch durch die Möglichkeit seiner energetischen Nutzung. Die Züchtung konzentriert sich hier auf einen besonders hohen Anteil energetisch verwertbarer Inhaltsstoffe und auf einen hohen Gesamtpflanzenenertrag. Aus Mais wird sowohl Bioethanol (siehe Kapitel Maniok) als auch Biogas (siehe Kapitel Mais) hergestellt.

Steckbrief Energieträger Biogas

Bei der Erzeugung von Biogas wird die gesamte Pflanze energetisch verwertet. Daher kommt es weniger auf die Konzentration bestimmter Inhaltsstoffe der Pflanze, als viel mehr auf den gesamt möglichen Energieernteertrag pro Fläche an. In Deutschland werden vor allem energetisch hochwertiges Getreide und Mais angebaut. Aber auch alle anderen Pflanzen und organischen Reststoffe bis hin zur Tiergülle eignen sich für die bakterielle Vergärung im Fermenter.

Zur Erreichung einer hohen Energiedichte ist ein möglichst hoher Trockensubstanzgehalt mit einer hohen Nährstoffkonzentration, vor allem mit einem großen Anteil gut vergärbare Kohlenhydrate, optimal. Nach der Ernte wird das Pflanzgut gewöhnlich siliert. Momentan wird das erzeugte Methangas meist in einem angeschlossenen Blockheizkraftwerk zu Strom und Wärme umgewandelt. Der Wirkungsgrad und damit letztendlich auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage sind unter anderem von der Intensität und der Gleichmäßigkeit der Wärmenutzung abhängig. Sie sollte möglichst ganzjährig erfolgen. Zukünftig könnte das Gas nach entsprechender Aufbereitung direkt in das Erdgasnetz eingespeist werden und daraufhin

überall, wo ein Gasanschluss existiert, entnommen werden. Auch die Entnahme zur Verwendung in Erdgasfahrzeugen wäre dann überall möglich. In Deutschland existiert seit 2006 eine Biogastankstelle im Kreis Lüchow-Dannenberg. Außerdem wird dem Erdgas anteilig aufbereitetes Biogas beigemischt. Der flüssige Gärrückstand wird als Dünger auf den Feldern ausgebracht.

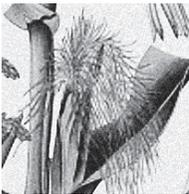
Förderpolitik und Anlagengröße

Zu den Änderungen der politischen Rahmenbedingungen gehört die seit 1992 bestehende Einspeisevergütung für Strom aus Biogasanlagen und die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) von 2004. Damit konzentriert sich die Förderpolitik in Deutschland bisher vorrangig auf die Verwendung von Energiepflanzen zur Erzeugung von Strom. Das führte dazu, dass die Anbaufläche für Silomais im Jahr 2003 erstmals seit fünf Jahren wieder zunahm. Der Anteil des zur Produktion von Biogas verwandten Maises stieg allein in den Jahren 2006 und 2007 von zwölf auf sechzehn Prozent und vor allem stieg die absolute Zahl der Biogasanlagen sowie deren Größe. Vor nicht einmal zehn Jahren waren Anlagen bis zu 100 Kilowatt elektrischer Leistung die Regel. Dagegen haben die meisten der heute gebauten Biogaskraftwerke eine durchschnittliche Leistung von 500 Kilowatt. Eine im mecklenburgischen Penkun erstellte Anlage bringt es auf 20.000 Kilowatt. Dieses enorme Wachstum veränderte zwangsläufig die Produktionsstruktur. Während kleinere Anlagen meist noch von Landwirten betrieben werden und vorrangig hofeigene Rohstoffe zu Strom und Wärme umwandeln, müssen die größeren Anlagen in jeder Hinsicht umfangreicher dimensioniert sein. Einerseits können sie nur noch von Gesellschaften als Gemeinschaftsanlagen oder beispielsweise von großen Energieversorgern finanziert werden. Andererseits wird auch mit dem für den Fermentationsprozess benötigten Ausgangsmaterial zunehmend überregional gewirtschaftet.



Die Energiepflanze Mais bei intensiver Wirtschaftsweise

Vor allem im Norden und Osten Deutschlands entstehen Maismonokulturen¹³ auf großen Flächen, wo hohe Mengen eines weitgehend homogenen Ausgangsmaterials produziert werden können. Diese sollen eine reibungslose Methanisierung in den großen Biogasanlagen gewährleisten. Eine Anlage im brandenburgischen Jüterbog mit einer Leistung von 17.000 Kilowatt benötigt beispielsweise, um ausgelastet zu sein, eine jährliche Menge von 24.500 Tonnen Schweinegülle und 31.500 Tonnen Maissilage, die auf 2.000 Hektar wachsen. Die Flächen, die mit dem zur Schweinemast nötigen Mais bebaut werden, sind in dieser Berechnung noch nicht enthalten. Überdies ist mit der Zunahme der Anlagengröße ein reger Handel mit Energiemais entstanden. Zusätzlich bewegen langjährige Lieferverträge einige Landwirte dazu, die Viehwirtschaft einzustellen und fast ausschließlich Mais als Energiepflanze zu produzieren.



Begünstigt durch die gute Selbstverträglichkeit der Pflanze und hervorgerufen durch die erhöhte Nachfrage nach Energiepflanzen, kam es zu einer Ausdehnung des Maisanteils in der Fruchtfolge¹⁴ vieler Betriebe. Diese Intensivierung des Anbaus hat eine Reihe von Folgeerscheinungen, die in ihrer Ausprägung in Abhängigkeit zu den spezifischen Bedingungen des Standortes stehen und aus der einseitigen Nährstoff- und Bodennutzung resultieren. Durch die großen Pflanzabstände auf dem Maisfeld neigt der Boden einerseits zur Verdichtung, was sich ungünstig auf die Wachstumsbedingungen auswirkt und andererseits kommt es dort vermehrt zu Bodenerosion, Verschlammung und Humusabbau. Diese verstärken sich beispielsweise auf Flächen mit einer höheren Hangneigung. Gleichzeitig wird die Nährstoffauswaschung befördert. Des Weiteren besteht die Problematik einer einseitigen Verun-

¹³ Auf einer Fläche wird mehrere Jahre hintereinander ein und die selbe Kulturart (hier Mais) angebaut.

¹⁴ Darunter wird allgemein die Reihenfolge und der Umfang der auf einer Fläche angebauten Kulturarten verstanden.

krautung und des gehäuften Auftretens bestimmter Krankheitserreger und Schädlinge. Ihr wird vorrangig mit dem vermehrten Einsatz synthetischer Pflanzenschutzmittel begegnet. Der Anbau von Energiepflanzen ist also keinesfalls automatisch ökologisch verträglicher als der anderer Kulturen.



Eine weitere Folge des intensiven Anbaus von Mais ist die zunehmende Verwendung von gentechnisch verändertem Saatgut. Führende Agrochemieunternehmen¹⁵ entwickeln beispielsweise Sorten mit Resistenzen gegen Herbizide¹⁶. Sie schützen die gentechnisch veränderten Pflanzen bei der Anwendung eines Totalherbizids und sollen dadurch den Verbrauch der Herbizide insgesamt verringern. Oft bieten die Unternehmen sowohl das entsprechend gentechnisch veränderte Saatgut als auch das dafür anwendbare Totalherbizid an, um zum Beispiel gegen die einseitige Verunkrautung in Monokulturen vorzugehen. Für die direkte Sortenzüchtung der Energiepflanzen hat die Methode der gentechnischen Veränderung des Erbmaterials noch keine Bedeutung. Die notwendige Erhöhung der erntbaren Biomasse, auf die es für die Biogasproduktion vorrangig ankommt, lässt sich schon durch konventionelle Züchtungsmethoden oder kombinierte Anbauverfahren (siehe Kapitel: Fazit) erreichen.

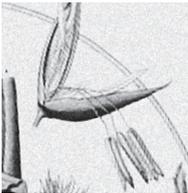
Dennoch befürchten Umweltschutzverbände, dass die gesellschaftliche Akzeptanz für gentechnisch veränderte Pflanzen durch den Anbau von Mais als Energiepflanze steigt.¹⁷ Der Grund dafür liegt vor allem in dem zunehmenden Auf-

¹⁵ Die sechs Konzerne Monsanto, Bayer CropScience, Syngenta, DOW Agro Science, DuPont/ Pioneer und BASF Plant Science bestimmen im wesentlichen den Markt für gentechnisch verändertes Saatgut.

¹⁶ Es handelt sich dabei um Pflanzenschutzmittel, die bei der Bekämpfung von konkurrierenden Unkräutern und Ungräsern eingesetzt werden.

¹⁷ Nachzulesen ist dieser Sachverhalt beispielsweise in folgender Veröffentlichung des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND): Moldenhauer, Heike (Mitverf.): Nachwachsende Rohstoffe – Einfallstor für die Gentechnik in der Landwirtschaft. Berlin 2006.

treten des Maiszünslers. Dieser tierische Schädling bevorzugt ein wärmeres Klima und konnte aus südlich gelegenen Regionen in die traditionellen Maisanbaugebiete an Rhein, Main und Neckar aber auch in den wesentlich weiter im Norden gelegenen Oderbruch einwandern. Zum Schutz vor dem Maiszünsler verwenden Landwirte zunehmend gentechnisch veränderte, tolerante Maissorten, den so genannten Bt-Mais. Die Pflanzen produzieren durch die genetische Manipulation in allen Pflanzenteilen das für viele Insekten tödliche Toxin des Bakteriums *Bacillus thuringiensis* (Bt). Es schadet Fraßinsekten, aber gleichzeitig wirkt das Gift gegen Nützlinge, wie die Florfliege oder den Marienkäfer. Weiterhin haben bisherige Untersuchungen ergeben, dass das Toxin monatelang im Boden nachweisbar ist. Hinweise, welche Langzeitfolgen diese auf Bodenlebewesen haben könnten, gibt es jedoch noch nicht. Dort, wo bei intensiver Wirtschaftsweise der Anbau von Mais als Energiepflanze zunimmt, erhöht sich vor allem in den schon belasteten Gebieten die Gefahr des Maiszünslerbefalls. Wird daraufhin Bt-Mais ausgesät, sind die Vorbehalte der Verbraucher weniger groß, wenn die Pflanzen für die Verwertung in der Biogasanlage vorgesehen sind und nicht für die Lebensmittelproduktion. Die Tatsache, dass die gentechnisch veränderten Maispflanzen der Energiegewinnung dienen, verhindert zwar deren direkten Verzehr oder ihre Verfütterung. Die letzten Jahre haben aber gezeigt, dass eine vollständige Trennung der Produktionsketten nicht möglich ist. So kam es beispielsweise beim Transport, der Reinigung und der Lagerung der Ernten immer wieder zu unbeabsichtigten Verunreinigungen der gentechnikfreien landwirtschaftlichen Erzeugnisse. Hinzu kommt, dass durch Pollenflug auch herkömmlicher Mais für die Nahrungs- oder Futtererzeugung mit Gentechnik verunreinigt werden kann. Eine andere negative Auswirkung ist die sich mit der Zeit ausbildende Toleranz des Maiszünslers gegenüber dem Bt-Mais. Die dadurch provozierte erneute Anwendung von Insektiziden ist nicht dazu geeignet, die ohnehin durch die Landwirtschaft strapazierten natürlichen Lebensräume zu stabilisieren. In einigen Ländern wurde daher ein Anbaumoratorium für Bt-Mais verhängt. In Deutschland ist der Anbau seit 2006 wieder erlaubt und wird derzeit sehr kontrovers diskutiert.



Literatur:

- Alsing, Ingrid (Hrsg.): Lexikon Landwirtschaft. 4. Aufl., München 2002, S. 265, 490.
- Bauer, Andreas: Ja, wir sind ein Paar! Energiepflanzen und Gentechnik, In: Umweltinstitut München e.V. (Hrsg.): Münchner Stadtgespräche, Sonderdruck, München Mai 2008, S. 18.
- Bensmann, Martin: Ende des Booms. In: neue energie, 10/2007, S. 69.
- Bensmann, Martin: Neue Player geben Gas. In: neue energie, 09/2006, S. 48.
- Bickel-Sandkötter, Susanne: Nutzpflanzen und ihre Inhaltsstoffe. Wiebelsheim 2001, S. 404 ff.
- BLV Buchverlag GmbH & Co. KG (Hrsg.): Die Landwirtschaft. Pflanzliche Erzeugung, 12. Aufl., München 2006, S. 521.
- BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.), (Hrsg.): Welchen Beitrag kann die Gentechnik zur Bekämpfung des Welt-hungers leisten? In: faire Nachbarschaft, November 2004, S. 4.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.): Daten und Fakten zu nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow 2007, S. 35.
- Franke, Gunther (Hrsg.): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Bd. 2: Spezieller Pflanzenbau, Stuttgart 1994, S. 72 ff.
- Hacker, Christina: Bauer, Andreas: »Grüne Energie« aus Massentier-haltung. In: Umweltinstitut München e.V. (Hrsg.): Münchner Stadtge-spräche, Sonderdruck, München Mai 2008, S. 23.
- Jensen, Dierk: Maßschneider der Branche. In: neue energie 06/2007, S. 56.
- Karlson, Peter: Kurzes Lehrbuch der Biochemie. 12. Aufl., Stuttgart 1984, S. 210.
- Körber-Grohne, Udelgard: Nutzpflanzen in Deutschland. Von der Vor-geschichte bis heute, Stuttgart 1995, S. 86 ff.
- Lieberei, Reinhard; Reissdorf Christoph (Hrsg): Nutzpflanzenkunde. 7. Aufl., Stuttgart 2007, S. 80–84.
- Mann, Stefan: Nachwachsende Rohstoffe. Stuttgart 1998, S. 10 ff.
- Moldenhauer, Heike (Mitverf.): Nachwachsende Rohstoff – Einfallstor für die Gentechnik in der Landwirtschaft. Berlin 2006.
- Rehm, Sigmund: Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. 3. Aufl., Stuttgart 1996, S. 26 ff.
- Schmidt, Walter: Maiszüchtung für die Energieerzeugung. In: Agrarspect-rum Bd. 39: Züchtungsforschung zwischen Wettbewerbsfähigkeit, Ressourcenschutz und Verbrauchererwartungen, Frankfurt am Main 2006, S. 165–178.
- Wüst, Christian: Erntedank im Autotank. In: Spiegel Special, Erneuerbare Energien, 1/2007, S. 56–66.
- Zscheischler, Johannes (Mitverf.): Handbuch Mais: Anbau – Verwertung – Fütterung. Frankfurt (Main) 1984.

Internet:

http://www.biogas.org/datenbank/file/notmember/presse/PM_FVBeV_7_04.pdf, eingesehen am 27.08.2008.

<http://www.carmen-ev.de/dt/hintergrund/nawaros4.html#5>, eingesehen am 18.11.2008.

<http://www.erdgas-fahren.de/Privatkunden/News/volkswagen-foerdert-biokraftstoff-sungasr-biogas-mit-guter-co2-bilanz.html>, eingesehen am 14.02.2009.

<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/LandForstwirtschaft/Ernte/Tabellen/Content75/FeldfruechteAnbauflaechenErntemengen.psm1>, eingesehen am 10.01.2009.

<http://www.energiepflanzen.info/cms35/Silomais.1576.0.html>, eingesehen am 10.01.2009.

<http://www.fnr-server.de/>, eingesehen am 26.08.2008.

<http://www.lfl.bayern.de/iem/agrarmarktpolitik/28542/index.php>, eingesehen am 27.08.2008.

<http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/52.mais.html>, eingesehen am 27.08.2008.

http://www.transgen.de/lebensmittel/soja_mais/170.doku.html, eingesehen am 27.08.2008.

Die Purgiernuss (*Jatropha curcas* L.) – vom kleinbäuerlichen Vielzweckbaum zur Dieselquelle

Herkunft und Botanik

Aus Süd- bis Mittelamerika brachten portugiesische und holländische Seefahrer den Strauch aus der Familie der Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceen) bis nach Afrika und Asien. Mit einer Höhe zwischen drei und acht Metern ist er heute weltweit in den Tropen verbreitet. Seine Blätter sind leicht gelappt und etwa 15 Zentimeter lang und breit. Eher unscheinbar mit ihrer grünlich gelben Färbung sind die getrennt geschlechtlichen Blüten¹⁸. Die Früchte wechseln zur Reife ihre Farbe von grün nach gelb. Die Kapseln enthalten einen bis zwei haselnussgroße Samen mit einem Fettgehalt von etwa 30–60 Prozent.

Verbreitung und Anbau

Die Purgiernuss wächst heute in allen tropischen bis subtropischen Regionen; zum Beispiel in Ländern wie Mexiko, Tansania, Indonesien und China. Diese Verbreitung zeigt, dass sie vor allem Wärme benötigt. Sie ist in Bezug auf die Wasser- und Nährstoffversorgung anspruchsloser als die meisten anderen Pflanzen. Bei extremer Trockenheit kommt die robuste Pflanze mit 250 Millimetern Niederschlag pro Jahr aus; für ein optimales Wachstum benötigt sie aber wenigstens 1.000 Millimeter pro Jahr. Sie ist ähnlich der Pappel in unseren Breiten eine Art Pionierpflanze, die sich durch ihre Genügsamkeit zur Wiederaufforstung degradierter Flächen eignet. Stellenweise kann sie sich aber auch sehr schnell ausbreiten und sogar die meisten übrigen Pflanzen verdrängen. Vor allem in den kleinbäuerlichen Strukturen afrikanischer Länder dient die Purgiernuss seit langem vorrangig als Hecken- und Einzäunungspflanze. Einerseits kann so Wildfraß an anderen Kulturarten verhindert werden – denn sogar Ziegen meiden sie wegen ihrer Giftigkeit (siehe unten) – und andererseits bieten die Hecken Schutz vor Wind und Erosion. Die Hecken und die Wildbestände können beerntet werden.

¹⁸ Das heißt, es gibt sowohl weibliche als auch männliche Blüten.

Seit die Purgiernuss aber die neue Dieselquelle werden soll, entstehen überall in tropischen und subtropischen Ländern Plantagen. Damit sie sich stärker verzweigen, werden die jungen Sträucher dort bei der Anpflanzung und in den ersten beiden Jahren zurück geschnitten. Dadurch bilden sie in dieser Zeit noch keine Blüten aus und erst ab dem fünften Jahr gibt es nennenswerte Erträge. Der größte Teil der inzwischen weltweit entstehenden Purgiernussplantagen befindet sich in Indien, China und Indonesien. Die indische Regierung plant die Anbauflächen bis zum Jahr 2012 auf knapp 13 Millionen Hektar auszuweiten.

Inhaltsstoffe und stoffliche Nutzung

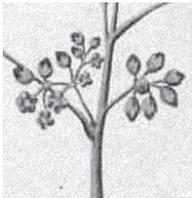
Alle Teile der Pflanze sind giftig und enthalten unter anderem Phorbolester und das Eiweiß Curcin, welches dem Rizin der Rizinusstaude ähnelt. Die Rinde liefert den Grundstoff für dunkelblaue Farbe und Gerbstoffe, das Öl der Samen ist Brennstoff für Lampen und zum Kochen. Als Extraktionsrückstand der Ölgewinnung liefert der Presskuchen einen guten Eiweißdünger. Außerdem ist das Öl ein Grundstoff für die Fertigung von Kerzen und Seife und hat darüber hinaus eine abführende Wirkung. Als Träger dieser Eigenschaft ist es ein bedeutendes Exportgut der Kapverdischen Inseln. Die Purgiernuss erhielt ihren deutschen Namen aufgrund der Verwendung als Abführmittel¹⁹, deshalb wird sie fälschlicherweise oft auch als Brechnuss bezeichnet. Darüber hinaus werden ihr noch viele weitere medizinische Wirkungen vom Mittel gegen Schlangenbisse bis zur Linderung von Hautkrankheiten und Rheumatismus nachgesagt.



Das Treibstoffwunder

Das Samenöl – aus 100 Tonnen Samen lassen sich etwa 32 Tonnen Öl pressen – eignet sich wie fossiles Dieselöl eben-

¹⁹ Purgieren = reinigen, abführen



falls für den Antrieb von Pumpen und Maschinen. Allerdings werden dafür spezielle Motoren benötigt. Auf den Kapverdischen Inseln und in Mali setzen Kleinbauern das Öl seit etwa 27 Jahren zur Stromproduktion mit Generatoren ein. Wie kommt es nun, dass diese Pflanze solch ein breites Interesse weckt? Einerseits unterstützt die Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) so genannte Private-Public-Partnership (PPP)-Projekte in Indien und Südafrika, um einkommens- und strukturschwache Regionen zu fördern. Andererseits investieren auch große Unternehmen wie die Erdölfirma *British Petroleum (BP)* und die britische *D1 Oils* zusammen 160 Millionen US-Dollar in den Anbau der Purgiernuss und unterhalten unter anderem Plantagen in Saudi Arabien, Indonesien, China, Indien und Sambia von insgesamt mehr als einer halben Million Hektar Fläche. Die Unternehmen produzieren das dafür notwendige Saatgut selbst und raffinieren das Pflanzenöl zu Biodiesel. Das britische Unternehmen *NRG Chemical Engineering* investierte ebenfalls 600 Millionen US-Dollar in eine Million Hektar große Plantagen auf den Philippinen und ist außerdem maßgeblich am Bau von Biodieselfabriken beteiligt. Auch Wissenschaftler preisen die Pflanze: »Wer mir einen nachteiligen Parameter von *Jatropha* nennen kann, bekommt von mir Geld dafür...«²⁰ verspricht der Wissenschaftler Klaus Becker von der Universität Stuttgart Hohenheim. Er gilt als ein deutschsprachiger *Jatropha*experte und betreut ein von der Stuttgarter Automobil-AG *Daimler* mit 1,3 Millionen Euro finanziertes Projekt zur Erforschung der Markttauglichkeit der Purgiernuss im indischen Bundesstaat Gujarat. Neben einem enormen Imagegewinn möchte das Unternehmen seiner Corporate Social Responsibility²¹ nachkommen und Umweltschutz mit Entwicklungshilfe verbinden. Denn der neue Agrarrohstoff verspricht zusätzlich zu den traditionellen Verwendungsmöglichkeiten Arbeitsplätze zu schaffen und vor allem eine positive Ökobilanz aufzuweisen. Diese Pflanze soll also den Schulterschluss zwischen wirt-

²⁰ Im Internet: <http://www.n-tv.de/819811.html>, eingesehen am 02.12.2008.

²¹ gesellschaftliche Verantwortung

schaftlichen, sozialen und ökologischen Interessen spielerisch meistern. Wenn das tatsächlich umsetzbar ist, könnten mit der Purgiernuss auf armen, trockenen Böden ebenso Einkommen für Kleinbauern generiert wie hohe Gewinne für große Unternehmen erwirtschaftet werden.

Ökobilanz

Für die ökologische Bilanzierung eines nachwachsenden Rohstoffes wird der Energieaufwand für Produktion, Verarbeitung und Nutzung mit dem Energieertrag des Produktes ins Verhältnis gesetzt. Je höher dieses ist, desto effizienter ist der Rohstoff oder desto mehr Energie kann im Verhältnis zum vorangegangenen Einsatz erwirtschaftet werden. Entscheidend ist dabei allerdings, wie viele Parameter in welchem Umfang in die Berechnungen einbezogen werden. Denn obwohl viele der energetisch genutzten nachwachsenden Rohstoffe im Verbrauch bis zu 30 Prozent weniger Treibhausgase erzeugen als fossile, treten insbesondere beim Anbau, aber auch bei der Verarbeitung der Rohstoffe umweltschädliche Effekte auf. Vor allem die industriell betriebene Landwirtschaft ist auf einen energieintensiven Einsatz der Produktionsmittel Saatgut, Maschinen, Dünger, chemische Pflanzenschutzmittel und Treibstoffe angewiesen. Sie birgt unter anderem die Gefahr der Versalzung des Bodens und seiner Verdichtung. Monokulturen schränken die Artenvielfalt ein und die Rodung von Regenwäldern für die Produktion in Plantagen erhöht die Emissionen von Kohlenstoffdioxid. Außerdem steht die Nutzung fruchtbarer Böden nicht selten in Konkurrenz zum Nahrungsmittelanbau. Je nach dem in wie weit diese Faktoren einbezogen werden, kann sich die klimatische Gesamtbilanz so stark verschlechtern, dass die nachwachsenden Rohstoffe keinen ökologischen Vorteil mehr bringen. So konstatiert der emeritierte Agrarwissenschaftler Konrad Scheffer von der Universität Kassel/Witzenhausen, dass Raps die schlimmste Kulturpflanze sei, die es gibt, denn: »Sie fordert enorme Einsätze von Pestiziden und Düngern, frisst damit Energie und belastet das Grundwasser.«¹

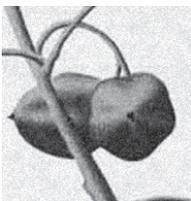


Die energetische Nutzung von Holz dagegen bietet zumindest hinsichtlich der Rohstoffbereitstellung eine wesentlich bessere Ökobilanz, da sie ohne die geschilderten negativen Aspekte der industriellen Agrarproduktion auskommt.

¹ Wüst, Christian: Erntedank im Autotank. In: Spiegel Special, Erneuerbare Energien, 1/2007, S. 60.

Forschung und Entwicklung

Die Befürworter der Purgiernuss sehen in ihrer Verwendung ähnliche Vorteile wie in der Holznutzung. Durch die Robustheit der Pflanze stehen auf der Input-Seite der Energiegleichung wesentlich weniger Aufwendungen von Dünger, Pestiziden und Maschinen. Weiterhin kann die Trockenheit tolerierende Purgiernuss auch auf so genanntem ›wasteland‹ gedeihen. Verbunden mit der Tatsache, dass sie keine essbaren Pflanzenteile besitzt, steht sie damit weder in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion, noch trägt sie zur Regenwaldrodung bei. Darüber hinaus benötigt sie aufgrund der eigenen Giftstoffe keine Insektizide oder teuren Schutzvorrichtungen in Form von Zäunen. Zusätzlich bietet sie über ihre verschiedenen Produkte gute Verdienstmöglichkeiten für Kleinbauern. Dennoch konzentrieren sich die meisten Forschungsprojekte auf den kommerziellen Anbau und die dafür notwendigen züchterischen Vorarbeiten. Ein gewichtiger Grund für die hauptsächlich zwischen Wissenschaft und Industrie bestehenden Netzwerke sind die hohen Kosten der biotechnischen Forschung und Züchtung. Einige Purgiernuss-Forscher wechselten von der Universität in die freie Wirtschaft. So gab zum Beispiel Dr. Sunil Puri im Jahr 2005 die Anstellung als Leiter der Forstabteilung an der Indira Gandhi Landwirtschaftsuniversität von Reipur in Indien auf, um für das britische Unternehmen *D1 Oils* und seine Purgiernuss-Projekte zu arbeiten. Mit den neuen Akteuren im Purgiernuss-Anbau verändern sich zwangsläufig die Produktionsstrukturen. Wenn also die



Regierung Indiens 13 Millionen Hektar zu ›wasteland‹ erklärt, um darauf bis zum Jahr 2012 Plantagen anzulegen oder Unternehmen wie BP, mit einem Jahresumsatz von 284 Milliarden US-Dollar (2008), in das Geschäft mit der Ölpflanze einsteigen, dann muss die gesamte Produktion wesentlich größer dimensioniert sein. Das beginnt bei der Saatguterzeugung, setzt sich über den Anbau fort und umfasst ebenfalls die Verarbeitung und den Vertrieb.

Zum Beispiel: Saatgut und Vermehrung



Bei Kulturarten wie dem Mais oder der Kartoffel, die schon über Jahrhunderte in menschlicher Nutzung und Selektion stehen, wurden viele verschiedene Sorten mit jeweils unterschiedlichen Eigenschaften gezüchtet. Sie unterscheiden sich beispielsweise in ihren Ansprüchen im Anbau, im Geschmack oder der Verarbeitung. Von der Purgiernuss dagegen konnten bisher lediglich einige ›Elitepflanzen‹ mit bis zu vierfachen Erträgen selektiert werden, sodass sich bei der schnellen Expansion der Plantagen schlicht ein Saatgutmangel ergibt. Für die Vermehrung der ›Elitepflanzen‹ gibt es drei potentielle Wege: die Vermehrung über Samen, über Stecklinge und mit Hilfe von Keimplasma. Die heutigen Plantagen wurden hauptsächlich auf Basis von Samen der Elitepflanzen angelegt, denn die Stecklingsvermehrung liefert pro Mutterpflanze nur eine begrenzte Zahl an Nachfahren und ist somit für die Großplantagen bei weitem nicht ausreichend. Eine Vermehrung mit Hilfe von Keimplasma brächte zwar die erforderlichen Mengen, ist aber großtechnisch noch nicht umsetzbar. Wenn es den derzeit hauptsächlich forschenden Firmen der Energiebranche tatsächlich gelingen sollte, die Massenvermehrung mittels Keimplasma zu bewerkstelligen, so werden sie für die erzeugten Sorten Patente beantragen und sich somit die Nutzungsrechte dieses Saatguts sichern. Die Sämlingsvermehrung von Elitepflanzen kann die identische Übertragung der zuvor selektierten Eigenschaften nicht garantieren. Daraus ergeben sich auch die derzeit noch sehr schwankenden Angaben zum Mengenertrag oder zum Ölgehalt in Früchten und Samen. Im Schnitt werden pro Hektar und Jahr zwei Tonnen

Früchte oder 1.000 Liter Biodiesel erwartet. Nach indischen Studien ließe sich der Fruchtertrag bei Bewässerung aber auf bis zu circa zwölf Tonnen pro Hektar steigern. Dadurch hätte die Purgiernuss allerdings einen ihrer großen Vorteile, nämlich eine Energiepflanze für semiaride Gebiete zu sein, verloren. Gleichzeitig ist fraglich, ob der Giftgehalt und damit die Insektenresistenz erhalten bleiben. Falls nicht, wäre der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln unvermeidlich. Beide Faktoren verschlechtern die Ökobilanz der Purgiernuss erheblich.

Zum Beispiel: Arbeit und kleinbäuerliche Landwirtschaft

Und wie sieht es mit den prognostizierten, guten Verdienstmöglichkeiten für Kleinbauern, insbesondere Frauen aus? Welche Rolle spielen sie noch, wenn der Anbau industriell betrieben wird? *BP* und *D1 Oils* geben an, ihre Joint Venture Plantagen direkt verwalten zu wollen und sie dafür zu kaufen oder zu pachten. Dieses international vergleichbare und ökonomisch nachvollziehbare Vorgehen der Unternehmen weist Kleinbauern die Rolle von Hilfsarbeitern zu, die vorrangig bei der Ernte gebraucht werden. Denn die Purgiernuss kann bisher nur von Hand geerntet werden. Das schafft zwar Arbeitsplätze, in Bezug auf die Arbeitsbedingungen genügt aber ein Blick auf die Produktionsweise bei Bananen, Kaffee oder Ananas, um nachzuvollziehen, wie der Alltag eines Plantagenarbeiters aussieht. Behält der Landwirt das Land und betreibt Vertragsanbau für eines der Unternehmen, büßt er dennoch sämtliche Kontrolle über seine Arbeit ein. Von der Auswahl des Saatguts, über die Anbaumethoden bis hin zum Einsatz bestimmter Pflanzenschutzmittel müssen alle Befugnisse in der Hand des Unternehmens liegen, um ein homogenes Produkt nach den erforderlichen Marktstandards zu gewährleisten. Für selbstständige Kleinbauern dagegen ist es sehr schwer, neben den großen Firmen mit ihren durchstrukturierten Produktionsketten zu bestehen. Schon bei der Beschaffung des Saatguts sind sie von der Preispolitik der Agrarkonzerne abhängig, was sich durch die zu erwartende Patentierung bestimmter Purgiernuss-Sorten noch verschärfen





dürfte. Ein weiteres Hindernis für den Anbau der Purgiernuss in kleinbäuerlichen Strukturen sind die Investitionskosten, vor allem wenn man berücksichtigt, dass in den ersten fünf Jahren noch keine Ernte eingefahren werden kann. Sobald eine selbstständige Verarbeitung der Früchte zur Gewinnung des Öls, unter anderem zur eigenen Versorgung angedacht ist, werden zusätzliche Investitionen erforderlich, die Kleinbauern höchstens in Kooperativen bewerkstelligen können. Ein anderes Problem birgt der Umgang mit dem so genannten »wasteland«, zu deutsch Ödland. Die Weltbank honoriert den Anbau der gegen Trockenheit resistenten Purgiernuss auf marginalen, an Niederschlag armen Böden mit ihrer finanziellen Unterstützung. Das ist eines von mehreren Kriterien, mit denen sie den ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltigen Anbau fördert. Oft handelt es sich dabei aber um staatliche Gebiete, die sich in Gemeinnutz befinden. Wie es auch bis in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts in Deutschland üblich war, nutzen Kleinbauern und Viehzüchter diese Flächen für deren extensive Bewirtschaftung. Das ermöglicht ihnen den Erwerb von Nahrungsmitteln, Viehfutter und Brennholz und nicht wenige sind existenziell von diesen Flächen abhängig. Wenn diese nun an große Unternehmen verkauft oder verpachtet werden, um dort Purgiernussplantagen anzulegen, bedeutet das eine faktische Vertreibung der Menschen von dem Land.

Fazit

Es ist unerlässlich, die genauen Motive des Anbaus und der Nutzung zu hinterfragen. Einerseits gibt es Bestrebungen, die Produktion des Agrartreibstoffs aus der Purgiernuss in bestehende kleinbäuerliche Strukturen zu integrieren, um degradierte Flächen aufzuforsten und eine regionale Wertschöpfung zu forcieren. Die Umweltaktivistin Anumita Roychowdhury vom indischen Centre for Science and Environment erklärt zum Beispiel: »Wir fordern ein dezentrales Geschäftsmodell, bei dem Anbau und die Herstellung des Treibstoffs in den Händen der örtlichen Gemeinschaft liegen. Dann kann *Jatropha* Teil der ländlichen Wirtschaft wer-

den.«²² Andererseits wird mit den ökologischen und sozialen Vorteilen der traditionellen Verwendung argumentiert und geworben, um der derzeit ökonomisch effizientesten Nutzung der Purgierness als industriellem Agrartreibstoff ein nachhaltiges Antlitz zu verleihen. Die für die Produktion des industriellen Agrartreibstoffs nötige Dominanz der Kosteneffizienz, die der Zwang des ständigen wirtschaftlichen Wachstums erzeugt, behindert allerdings die Umsetzung der ökologischen und sozialen Vorteile einer traditionellen Verwendung.

Literatur:

- Anonym: Jatropa – der Agrartreibstoff der Armen? In: Grain (Hrsg.): Stoppt den Agrar-Energie-Wahn! Hamburg 2007, S. 34–35.
- Beetz, Stephan; Brauer, Kai; Neu, Claudia (Hrsg.): Handwörterbuch zur ländlichen Gesellschaft in Deutschland. Wiesbaden 2005, S. 16.
- Dudenredaktion: Der kleine Duden »Fremdwörterbuch«. 2. Auflage, Mannheim 1983, S. 345.
- Empa Materials Science & Technology (Hrsg.): »Biotreibstoff« bedeutet noch lange nicht umweltfreundlich. Medienmitteilung, Dübendorf St. Gallen 21.05.2007.
- Hänggi, Marcel: Die entzauberte Nuss, Energiepflanzen. In: WOZ die Wochenzeitung Nr. 8, 21.02.2008, Seite 27.
- Lieberei, Reinhard; Reissdorf Christoph (Hrsg): Nutzpflanzenkunde. 7. Aufl., Stuttgart 2007, S. 415.
- Rehm, Sigmund: Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. 3. Aufl., Stuttgart 1996, S. 409 – 416.
- Sieg, Klaus: Nussöl zu Biosprit, Jatropa curcas – eine genügsame Pflanze für die Biodiesel-Produktion. In: Entwicklung und ländlicher Raum 6/2006 S. 25–28.
- Widmann, Bernhard: Biomasse für die Erzeugung von Wärme, Kraftstoffen und Strom. In: Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 33, München 2007, S. 27–38.
- Wüst, Christian: Erntedank im Autotank. In: Spiegel Special, 1/2007, S. 56–66.

²² Im Internet: <http://www.n-tv.de/819811.html>, eingesehen am 02.12.2008.

Internet:

<http://www.deutschebp.de/genericarticle.do?categoryId=2010149&contentId=7034554>, eingesehen am 02.12.2008.

<http://www.jatropha.de>, eingesehen am 27.09.2008.

http://www.svlele.com/jatropha_plant.htm, eingesehen am 23.09.2008.

<http://www.wikipedia.org/wiki/Jatropha>, eingesehen am 27.09.2008.

<http://www.n-tv.de/819811.html>, eingesehen am 24.09.2008.

http://www.zeit.de/2004/01/Treibstoff_aus_der_Giftpflanze?,
eingesehen am 18.11.2008.

Ölpalme (*Elaeis guineensis* Jacq.) –

Margarine und Diesel aus dem Regenwald

Botanik und Herkunft

Die Ölpalme gehört, genau wie Orchideen und Gräser, zu den einkeimblättrigen Pflanzen, und hierin wiederum zur Familie der Areceaceen, den Palmen. Hierzulande besser bekannte Verwandte der Ölpalmen sind die Kokos- und die Dattelpalme. Der wissenschaftliche Name der Ölpalme leitet sich vom lateinischen Wort für Ölbaum (*Elaeis*) und von ihrer vermuteten Herkunft in der Guinearegion (*guineensis*) im tropischen Westafrika ab. Von hier aus begann vor allem nach der Beendigung des Sklavenhandels die Ausfuhr von Palmöl als ein bedeutendes koloniales Exportgut. Erst ab circa 1850 begann in Europa ein nennenswerter Import, weil durch die steigende Bevölkerungszahl auch der Bedarf an pflanzlichen Fetten anstieg.

Ölpalmen können 15 bis 30 Meter hoch werden, im kommerziellen Anbau ist die »durchschnittliche« Ölpalme allerdings nur elf Meter hoch. Der Stamm ist schlank und gleichmäßig dick. Sein Durchmesser liegt zwischen 30 und 50 Zentimetern und er bildet einen Schopf mit niedrigen Blättern von drei bis sechs Metern Länge, den Palmwedeln. Wie bei den meisten Palmen sterben im Verlaufe des Wachstums jeweils die untersten Blätter ab, allerdings bleiben bei der Ölpalme, anders als bei der Kokospalme, die Narben der abgebrochenen Blätter sichtbar. Sie verleihen dem Stamm eine etwas »struppige« Erscheinung. Im Alter zwischen drei und fünf Jahren blüht die Palme zum ersten Mal, und es entfalten sich in den Blattachsen von nun an das ganze Jahr über immer abwechselnd männliche und weibliche Blütenstände. Der weibliche Blütenstand setzt sich aus Tausenden kleiner Blüten zusammen und nimmt eine in etwa kugelige Form an. Diese »Kugel« kann einen Durchmesser von bis zu 50 Zentimetern erreichen, bis zu 50 Kilogramm wiegen und 3.000 bis 6.000 Früchte enthalten. Die einzelnen Früchte sind etwa so groß wie Pflaumen und auch ähnlich aufgebaut; botanisch gesehen liefert die Ölpalme ebenfalls Steinfrüchte. Unter dem glatten äußeren Exokarp verbirgt sich das faserige Fruchtfleisch mit einem Fettgehalt von 50 bis 70 Prozent. Im Innersten schließt das verholzte Endokarp den mit 40 bis 52 Prozent etwas weniger fettreichen

Samen ein. Das Palmöl aus dem Fruchtfleisch hat einen hohen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren. Das Palmkernöl ähnelt in seiner Fettsäurestruktur dagegen eher dem Kokosfett und enthält hauptsächlich die gesättigten Fettsäuren Laurin- und Myristinsäure. Sowohl die Anzahl der Fruchtbündel pro Palme, als auch die Masse jedes einzelnen Bündels sind sehr unterschiedlich und hängen neben dem Alter auch vom Typ ab.

Produkte

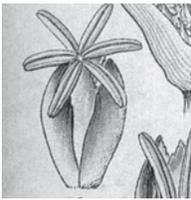
Im 15. Jahrhundert lernten die Europäer die vielfältige Verwendung der Ölpalme von den Menschen in Westafrika kennen. Durch Kochen und Stampfen des Fruchtmus lässt sich Öl gewinnen und als Speiseöl oder Brennstoff in Öllampen beziehungsweise als Medizin und in Salben verwenden. Aber auch alle anderen Pflanzenteile finden Verwendung. So dienen junge Sprossspitzen – die so genannten Palmherzen – auch heute noch als Gemüse. Der Stamm und die Palmwedel sind ein gutes Bau- und Flechtmaterial. Die Rückstände aus der Pressung dienen als Brennstoff (Fruchtfleischfasern) und als eiweißreiches Kraftfutter (Presskuchen des Palmkerns). Für den speziellen Einsatz des Palmkern- und des Palmöles ist entscheidend, dass sie sich in ihren Fettsäuremustern unterscheiden. Seinen spezifischen Charakter erhält ein Pflanzenöl durch das Vorherrschen einer bestimmten Ölsäure und die Bindungseigenschaften der Moleküle. Das Palmöl hat mit knapp 40 Prozent einen recht hohen Anteil an Ölsäure, die auch im Olivenöl enthalten ist. Dadurch findet sich seine hauptsächliche Anwendung im Lebensmittelbereich. Etwa zur Hälfte wird das Palmöl in den Erzeugerländern direkt abgefüllt und verkauft. In den Importländern des Nordens dient die andere Hälfte nach einer Bleichung mit Schwefelsäure, welche die orangerote Färbung des Carotins beseitigt, vorrangig als Grundstoff der Margarinebereitung. Außerdem ist es ein beliebter Zusatzstoff in der Lebensmittelindustrie für beispielsweise Chips, Süßwaren oder Kaffeeweißler. Zu geringen Teilen findet es sich auch im Non-Food-Bereich zur Herstellung von Kosmetika und Kerzen. Das Palmkernöl hingegen geht zu fast 90 Prozent in den Export und dient auch der Margarineproduk-



tion. Außerdem wirkt es mit seinem hohen Anteil an Laurinsäure schaumbildend und ist somit prädestiniert für die Chemieindustrie. In Zukunft wird allerdings die energetische Nutzung des Öls an Bedeutung gewinnen.

Anbau

Das tropische Gewächs benötigt mittlere Temperaturen von 26°C, wenigstens 1.500 bis 3.000 Millimeter Niederschlag pro Jahr (bei maximal drei Monaten Trockenzeit) und einen nährstoffreichen, tiefgründigen Boden ohne Staunässe. Die Plantagen werden aus diesem Grund meist drainiert, also mit einem Netz aus Rohren und Wassergräben trockengelegt. In den modernen Anbausystemen werden die Samen in speziellen Brutschränken zur Keimung gebracht, um die Jungpflanzen nach einer Entwicklung von zehn bis zwölf Monaten in die Plantage auszupflanzen. Der Abstand zwischen den einzelnen Palmen sollte acht bis neun Meter betragen, wodurch knapp 150 Palmen auf einem Hektar Platz finden. Um diesen enormen Platzbedarf und die Unwirtschaftlichkeit der Ölpalme in den Jahren bis zu den ersten Ernten etwas abzumildern, werden vor allem im traditionellen Anbau Zwischenkulturen mit Erdnüssen, Hirse oder Mais angelegt. In kommerziellen Kulturen dagegen erfordert die Prämisse der Ertragssteigerung das Freihalten der Erntewege und die Beseitigung von konkurrierendem Aufwuchs durch Herbizide, die Optimierung der Nährstoffzufuhr durch Mineraldünger und das Beschneiden der Palmen. Früher mussten die Palmenkulturen in Asien noch aufwendig bestäubt werden, indem männliche Blütenstände in die Palmen gehängt wurden. Seit der Einführung von Rüsselkäferarten, die ursprünglich in Westafrika vorkamen, ist zumindest diese arbeitsintensive Maßnahme überflüssig geworden.



Ernte und Verarbeitung

Geerntet werden die Früchte in reifem Zustand, der sich an ihrer Verfärbung von schwarz zu orange erkennen lässt oder daran, dass sich einzelne Früchte aus dem Fruchtbündel

lösen. Die Fruchtstände werden abgeschnitten oder abgeschlagen, was in modernen Plantagen durch Hebebühnen erleichtert wird. Ungefähr ab dem 15. Jahr bringt die Ölpalme volle Ernten. Sie wird bis zu 80 Jahre alt, ihre kommerzielle Nutzung endet wegen sinkender Erträge aber schon nach 30 Jahren. Da das Fruchtfleisch nicht lagerfähig ist, muss die Verarbeitung der Früchte binnen 24 Stunden erfolgen. Mit einer Hitzebehandlung können Fett spaltende Enzyme, die im Fruchtfleisch enthalten sind, inaktiviert werden. Danach erfolgt die Trennung des Fruchtfleischs vom Kern. Während das Öl des Fruchtfleischs nach der Pressung geklärt und gereinigt wird, geht der Kern aufgrund seiner guten Haltbarkeit auch heute noch meist in den Export. Das orangefarbene Palmöl ist bis zu etwa 30°C fest.

Erträge und Verbreitung

Bei den Erträgen gibt es erhebliche regionale Unterschiede. Während in dem modernen Ölpalmenmonokulturen 30 Tonnen Fruchtstände pro Hektar und Jahr anfallen können, woraus bis zu 7 Tonnen Palmöl und 0,8 Tonnen Palmkernöl gewonnen werden, liegen die Erträge in älteren Pflanzungen, die sich vorwiegend in Afrika befinden, zwischen 0,6 und 4 Tonnen Palmöl pro Hektar und Jahr. Die größten und die am schnellsten wachsenden Anbauflächen liegen in den südostasiatischen Ländern Indonesien, Malaysia, Thailand und Papua-Neuguinea. Dort wird mit Hohertragsorten und modernster Technik gearbeitet. Auch Kolumbien baut seine Produktion weiter aus. Dagegen hatte Nigeria 2004 mit etwa 3,3 Millionen Hektar zwar einen Flächenanteil an der Weltproduktion, der mit dem von Indonesien oder Malaysia vergleichbar war, produzierte im gleichen Zeitraum allerdings nur 3 Prozent des Weltertrages an Palmöl. Mit 80 Prozent waren Indonesien und Malaysia dagegen die weltweit führenden Produzenten für Palmöl. Der gesamte Weltertrag lag laut FAO²³ im Jahr 2006



²³ Food and Agricultural Organization of the United Nations (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen)

bei 33 Millionen Tonnen Palmöl, die auf circa zwölf Millionen Hektar erzeugt wurden.



Steckbrief Energieträger Biodiesel

Pflanzenöl, beispielsweise aus Raps oder Ölpalme, ist dem fossilen Dieselmotor zwar ähnlich, unterscheidet sich aber in einigen chemischen Eigenschaften, wie dem Schmelzpunkt und der Viskosität. Um Schäden an den Motoren zu vermeiden, müssen Anpassungen vorgenommen werden. Dafür gibt es prinzipiell zwei Wege: entweder wird der Motor an das Pflanzenöl oder das Öl an den Motor angepasst. Für regionale Verwertungsketten spricht die serienmäßige Motoranpassung ab Werk. Landwirte können dann entsprechend ausgestattete landwirtschaftliche Maschinen mit einem Kraftstoff aus eigenem Anbau betanken. Der Presskuchen, ein Rückstand aus der Ölgewinnung, ergibt meist noch ein eiweißreiches Futtermittel.

Will man dagegen einen Kraftstoff erzeugen, der in jedem Dieselmotor einsetzbar ist, so muss das Pflanzenöl wie fossiler Dieselmotor zusammengesetzt sein. Die dafür nötige Umesterung des Öls mit Methanol erzeugt das Reaktionsprodukt Fettsäuremethylester (FAME), was allgemein als Biodiesel bekannt ist. In Deutschland wird dem herkömmlichen Diesel ein geringer Anteil davon beigemischt. Durch diese Zwangsbeimischung sollten bis zum Jahr 2015 ursprünglich acht Prozent des Kraftstoffs aus biogenen Quellen stammen. Außerdem lassen sich Pflanzenöle in Reinform oder als Beimischung zum Heizöl verwenden.

Nach Erhebungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) nahm Biodiesel unter den Agrartreibstoffen in Deutschland 2007 mit einem Anteil von etwa 74 Prozent eine herausragende Stellung ein. Weitere etwa 19 Prozent entfallen auf die Verwendung reiner Pflanzenöle. Bioethanol dagegen wurde nur zu 7,3 Prozent verwandt und die Verwendung von Biogas als Agrartreibstoff ist wegen seiner geringen Bedeutung nicht aufgeführt.

Den höchsten Energieertrag liefert Bioethanol, gefolgt von Ethanol auf Zellulosebasis (siehe auch Kapitel Zuckerrohr) und Biogas. Biodiesel belegt den letzten Platz der Rangfolge. Das liegt daran, dass beispielsweise bei der Gewinnung von Rapsöl nur etwa acht Prozent der gesamten auf dem Acker erzeugten Biomasse einer energetischen Nutzung zugeführt werden können. Die Energie, die für die Produktion, also in erster Linie für Landmaschinen, Pflanzenschutz- und Düngemittel, aufgewendet werden muss, überwiegt den Ertrag an gewonnenem Treibstoff. Dennoch wachsen in Deutschland seit gut zehn Jahren die Produktionskapazitäten für Biodiesel. Der Grund dafür ist in der Ähnlichkeit und vergleichsweise leichten Umwandlung des Pflanzenöls zum Dieselmotortreibstoff zu suchen.

Absatzmärkte

Obwohl Palmöl aufgrund seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften – beispielsweise ist es unterhalb 30°C fest – auf dem europäischen Markt noch nicht als Reinkraftstoff oder Palmölmethylester (PME) eingesetzt wird, beeinflusst es ihn bereits in erheblichem Maße. Das liegt unter anderem an den Hektarerträgen, die Palmöl erzielt. Sie betragen das Fünffache von denen des Rapses und das Dreifache von denen der Purgiernuss. Dieser Umstand heizt die Nachfrage nach dem tropischen Rohstoff genauso an wie das im Jahr 2004 verabschiedete Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) und die Beimischungspflicht von Biodiesel zu fossilem Dieselmotortreibstoff. Die beiden Verordnungen hatten zwei Folgen: Erstens erhöhte sich die Nachfrage nach Raps als Rapsölmethylester (RME). Damit stiegen dessen Preis und die Rentabilität des Energierapsanbaus gegenüber der Speiseölerzeugung. Laut der FAO²⁴ versucht die Lebensmittelindustrie



²⁴ Food and Agricultural Organization of the United Nations (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen)

diese Lücke in der Versorgung mit Speiseölen durch den Import von Palmöl zu decken, was wiederum dessen Nachfrage erhöhte. Zweitens begünstigte das EEG die Stromerzeugung in pflanzenölbetriebenen Blockheizkraftwerken (BHKW). Die Zahl der Anlagen stieg seitdem erheblich. Der bevorzugte Einsatz von Palmöl in diesen Anlagen ist zusätzlich auf seine enormen Kostenvorteile zurückzuführen. Doch woher stammt dieses Öl und welche Auswirkungen haben die wachsenden Anbauflächen auf die Menschen und die Umwelt?

Wirtschaftsraum und Geschäftsstruktur

Der ASEAN²⁵, dem unter anderem die großen Palmöl-Exporteure Malaysia und Indonesien angehören, ist einer der aktuell am stärksten wachsenden Wirtschaftsräume. Im Jahr 2007 betrug Malaysias Wirtschaftswachstum beispielsweise 6,3 Prozent. Diese Entwicklung weckt vor allem bei der wohlhabenden Mittelschicht das Bedürfnis nach einem »westlich« geprägten Lebensstil. Die Nachfrage nach stärker veredelten Lebensmitteln wie Fleisch und Backwaren aus Weizen steigt, gleichzeitig sinkt die Anbaufläche für traditionelle Nahrungsmittel wie Reis oder Maniok. So werden in großem und in zunehmendem Umfang Futtermittel für die Tierproduktion, Weizen für die Backindustrie sowie Milchprodukte und Fleisch im Inland produziert aber auch aus dem Ausland importiert. Zusätzlich werden vor allem exportstarke Kulturen wie Kautschuk, Kaffee und Ölpalmen angebaut. Da die Gewinnmargen in diese Bereichen größer sind als bei der Nahrungsmittelproduktion für den inländischen Markt, bildete sich ein umfangreicher Wirtschaftssektor mit Firmen und Firmengruppen, wie zum Beispiel die in Malaysia ansässigen Firmen *Synergy Drive* oder *Carotino* oder die indonesischen Geschäftsgruppen *Sinar Mas Group* oder *Salim Group*. Über den Vertragsanbau und verschiedene Tochterfirmen haben die



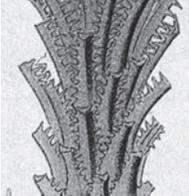
²⁵ Verband südostasiatischer Staaten (Association of South-East Asian Nations)



beteiligten Unternehmen meist nicht nur die Erzeugung und Verarbeitung in ihrer Hand, sondern sind auch in der Holz- und der Zellstoffindustrie tätig. Dies führt dazu, dass oftmals die von den Regierungen für die Palmölproduktion vergebenen Konzessionen dafür genutzt werden, den als Staatswald deklarierten Regenwald abzuholzen, ohne die mit hohen Anfangsinvestitionen verbundene Inkulturnahme der Palmenplantagen dann durchzuführen. Multinationale Konzerne und Firmen aus Europa oder den USA investieren ebenfalls direkt in die Palmölproduktion oder sie gehen Partnerschaften mit lokalen Akteuren ein. So baute beispielsweise die malayische Palmöl-Firma *Synergy Drive* zusammen mit der niederländischen *BioX Group* in Rotterdam eine Palmölraffinerie, die jährlich 900.000 Tonnen Palmöl verarbeitet. Nicht zuletzt fördern Kredite, die internationale Finanzinstitutionen wie der internationale Währungsfond (IWF) und die Weltbank nur unter der Bedingung von ›Strukturanpassungsmaßnahmen‹ zur Förderung des Wirtschaftswachstums in den ›Ländern des Südens‹ vergeben, den Ausbau des Gewinn trächtigen Palmölmarktes. Die Regierungen der produzierenden und der konsumierenden Länder unterstützten die Ausweitung der Produktion gleichermaßen durch beispielsweise Steuererleichterungen und Subventionen.

Mensch und Natur

Als Folge dieser Politik prognostizieren die Vereinten Nationen bis zum Jahr 2012 die nahezu vollständige Zerstörung der asiatischen Regenwälder auf Borneo und Sumatra. Von den etwa 90 Millionen dort lebenden Menschen würde dadurch laut der Nichtregierungsorganisation Watch Indonesia ungefähr die Hälfte ihre Existenzgrundlage verlieren, da sie im Regenwald und von seinen Rohstoffen leben. Zusätzlich kommt es zu gewaltsamen Vertreibungen und Landaneignungen, die die verfassungsmäßigen Wohnheitsrechte der indigenen Bevölkerung missachten. Die indonesische Regierung rechnet jedoch nur mit fünf Millionen Arbeitsplätzen, die durch die Ausweitung der Palmölplantagen geschaffen werden könnten. Mindestens 35 Millionen Menschen wären



demnach von Armut betroffen. Die Plantagenarbeit selbst ist aufgrund erschwelter gewerkschaftlicher Organisierung meist schlecht bezahlt und wird von Tagelöhnern oder sogar Kindern verrichtet. Aber auch viele Tiere – darunter sind dem Menschen noch völlig unbekannt Arten – verlieren weltweit mit dem Regenwald ihren Lebensraum und die Nahrungsgrundlage. In Asien ist beispielsweise der asiatische Orang-Utan vom Aussterben bedroht. Für dieselbe Entwicklung sorgt die Neuanlage von Ölpalmen-Plantagen auch in anderen Regionen mit tropischem Regenwald. So ist es auch bei der Dianameerkatze, einer seltenen Affenart, die in einem Regenwaldgebiet im Südosten der afrikanischen Elfenbeinküste lebt. Das Land selbst ist nach dem Anbau einer Generation Ölpalmen durch die Entwässerung, die Bodenerosion und die Belastung mit Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln für den Menschen und die Agrarwirtschaft unbrauchbar geworden. Danach ist weder der Anbau von Energiepflanzen noch von Nahrungsmitteln mehr möglich. Das vielseitige Ökosystem Regenwald, was zusätzlich Kohlenstoffdioxid absorbiert, ist ebenfalls unwiederbringlich zerstört.

Kohlenstoffdioxid und Klimabilanz

Die Tieflandregenwälder Indonesiens und Malaysias wachsen meist auf Torfmooren. Sie sind zwar klimatisch betrachtet ideale Standorte für Ölpalmen, aber mit ihren staunassen Böden gehören diese Regenwälder nicht zum natürlichen Verbreitungsgebiet der Ölpalme. Große Moor-Drainagen müssen die Flächen zunächst entwässern, um den Anbau der Ölfrucht zu ermöglichen. Sobald der Torfboden aber ausgetrocknet ist, beginnt er zu oxidieren und enorme Mengen des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre abzugeben. Sein extrem hoher Kohlenstoffgehalt und die zwecks Urbarmachung des Regenwaldes durchgeführten Brandrodungen verursachen immer wieder das Abbrennen der Torfböden mit und ohne Plantagen. In ihrer im September 2008 veröffentlichten Studie zum Kohlenstoffausstoß machen Wissenschaftler des Global Carbon Project (GPC) und andere namhafte Klimaforscher genau diese Brände für einen Großteil des

Ansteigens der Konzentration von Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre verantwortlich. Nach ihren Angaben stiegen die Emissionen in den letzten zehn Jahren vier mal schneller als in dem Jahrzehnt davor. Die Konzentration von Kohlenstoffdioxid ist demnach inzwischen 37 Prozent höher als zu Beginn der Industrialisierung. Anstatt also als Agrarrohstoff einen Beitrag zur Einsparung von Kohlenstoffdioxid zu leisten, tragen die derzeitigen Nutzungsformen von Palmöl zu einer gegenteiligen Entwicklung bei. Florian Siegert von der Münchner Ludwig-Maximilians-Universität stellt fest: »Wir konnten nachweisen, dass durch das Anlegen von Plantagen, durch das Abbrennen der Regenwälder und der Torfgebiete ein viel Tausendfaches an CO₂ freigesetzt wird, als wir bei uns durch die Verbrennung von Palmöl zur Energiegewinnung einsparen können. Damit ist die Klimabilanz desaströs...«²⁶. Der intakte Regenwald dagegen gehört zu den artenreichsten Ökosystemen der Erde. Und als einer ihrer größten Süßwasserspeicher und Fixierer von Kohlenstoffdioxid kann er auch Menschen den Lebensunterhalt sichern. Der wachsende Torf der zwölf Millionen Hektar großen Regenwälder in Zentralkalimantan auf der Insel Borneo beispielsweise bindet jährlich etwa 24 Millionen Tonnen Kohlenstoffdioxid zusätzlich.

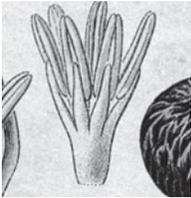


Nachhaltigkeitsstandards

Inzwischen haben die negativen Meldungen über die Agrartreibstoffe auch bei den Regierungen und Firmen eine Neuorientierung bewirkt. So fordern nun nach einigen Umweltverbänden auch verschiedenste Akteure aus Industrie und Politik die Einführung so genannter Nachhaltigkeitsstandards. Der Lebensmittelkonzern *Unilever* etwa erklärt, ab 2015 ausschließlich nachhaltig produziertes Palmöl zu verwenden. Des Weiteren existieren diverse Beratungsgremien, wie die so genannten Runde Tische, wie zum Beispiel zum »Nachhaltigen

²⁶ Paczian, Werner: Der »Biosprit«-Wahn. In: Umweltinstitut München e.V. (Hrsg.): Münchner Stadtgespräche, Sonderdruck, München Mai 2008, S. 5.

Palmölanbau« (Round Table on Sustainable Palm Oil (RSPO)) oder der für »Nachhaltige Biotreibstoffe«. Auf diesen internationalen Treffen beraten Beteiligte der Palmölbranche und Regierungsvertreter, aber auch einige Vertreter von Nichtregierungsorganisationen darüber, wie die negativen sozialen und ökologischen Auswirkungen des Ölpalmenanbaus vermindert werden können, ohne das Wirtschaftswachstum zu schmälern. Die Motivation der verarbeitenden Industrie machte der *Unilever*-Chef Patrick Cescau im Mai 2008 folgendermaßen deutlich: »Nachhaltigkeit war und ist für Unilever zentrales Anliegen – nicht nur, um eine stabile Versorgung der Supply Chain, sondern auch, um ein verantwortungsvolles Handeln des Unternehmens zu sichern, das die wachsenden Bedenken von Kunden und Verbrauchern in aller Welt berücksichtigt.«²⁷ Den Schutz von Primärwäldern soll beispielsweise eine Beschränkung auf »Ödland« gewährleisten, von dem in Indonesien angeblich etwa 20 Millionen Hektar existieren. Dieses »Ödland« ist allerdings nicht selten ehemaliger Regenwald, dessen Wiederaufforstung wesentlich mehr Nachhaltigkeit verspricht und den die Einheimischen oft wieder zu einem Teil ihres Lebensraumes gemacht haben, indem sie Resthölzer nutzen oder selbst Lebensmittel darauf anbauen. Nichtregierungsorganisationen wie die Kampagne »Rettet den Regenwald e.V.« befürchten zudem eine generelle Akzeptanz von Palmölimporten, durch die Einführung eines Zertifikates für nachhaltigen Ölpalmenanbau. Die Unterstützung des nachhaltigen Palmöls durch Umweltverbände und die Regierungen könnte demnach unbeabsichtigte Vermischungen der Chargen und eine generelle Ausweitung des Anbaus zur Folge haben. Negative Erfahrungen in der Zertifizierung von Tropenhölzern bestärken den Verein in diesen Annahmen. Zusätzlich wären negative Aspekte von Monokulturen, wie die Verwendung giftiger Pflanzenschutzmittel oder die nachhaltige Zerstörung ganzer Ökosysteme durch die Zertifizierung keineswegs beseitigt.



²⁷ Anonym: Affen oder Margarine?. In: Behrend, Reinhard (Hrsg.): Regenwald Report, Hamburg 2/2008, S. 10.

Literatur:

- Anonym: Affen oder Margarine?. In: Behrend, Reinhard (Hrsg.): Regenwald Report, Hamburg 2/2008, S. 9–11.
- Anonym: Agrartreibstoffe in Asien. In: Grain (Hrsg.): Stoppt den Agrar-Energie-Wahn! Hamburg 2007, S. 25–33.
- Anonym: Die Denker des Dschungels. In: Behrend, Reinhard (Hrsg.): Regenwald Report, Hamburg 4/2007, S. 4–9.
- Anonym: Die Palmöl-Biodiesel-Verbindung. In: Grain (Hrsg.): Stoppt den Agrar-Energie-Wahn! Hamburg 2007, S. 16–17.
- Anonym: Südostasien: Die Tiger sind hungrig! In: topagrar, Münster 11/2008, S. 118–121.
- Anonym: Vom Biodiesel zum Hungerdiesel. In: Behrend, Reinhard (Hrsg.): Regenwald Report, Hamburg 2/2008, S. 6–8.
- Anonym: Waldraub für Plantagen. In: Behrend, Reinhard (Hrsg.): Regenwald Report, Hamburg 4/2007, S. 10–12.
- Csik, Rosemarie Alexandra: Zur Klimarelevanz von Landnutzungssystemen im tropischen Regenwald. Dipl., Witzenhausen 1999.
- Franke, Gunther (Hrsg.): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Bd. 3: Spezieller Pflanzenbau, Stuttgart 1994, S. 219–239.
- Küpper, Ralf: Die letzten ihrer Art? In: Umweltinstitut München e.V. (Hrsg.): Münchner Stadtgespräche, Sonderdruck, München Mai 2008, S. 10–11.
- Lieberei, Reinhard; Reissdorf, Christoph (Hrsg): Nutzpflanzenkunde. 7. Aufl., Stuttgart 2007, S. 133–135.
- Paczian, Werner: Der »Biosprit«-Wahn. In: Umweltinstitut München e.V. (Hrsg.): Münchner Stadtgespräche, Sonderdruck, München Mai 2008, S. 4–6.
- Rehm, Sigmund: Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. 3. Aufl., Stuttgart 1996, S. 83–86.
- Wüst, Christian: Erntedank im Autotank. In: Spiegel Special, 1/2007, S. 56–66.
- World Wide Fund For Nature Deutschland (WWF Deutschland) (Hrsg.): Regenwald für Biodiesel? Ökologische Auswirkungen der energetischen Nutzung von Palmöl, Frankfurt/Main 2007.

Internet:

- <http://www.auswaertiges-amt.de/diplo/de/Laenderinformationen/Malaysia/Wirtschaft.html>, eingesehen am 01.12.2008
- http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_zahlen_4.pdf, eingesehen am 14.02.2009.
- <http://www.globalcarbonproject.org/carbontrends/index.htm>, eingesehen am 3.10.2008
- <http://www.regenwald.org/kampagnen.php?interview=1>, eingesehen am 3.10.2008
- <http://www.wikipedia.org/wiki/%C3%96lpalme>, eingesehen am 3.10.2008

Maniok (*Manihot esculenta* Crantz) – traditionelles Nahrungsmittel und Kraftstoffsubstitut

Herkunft und Verbreitung

Der genaue Ursprung des Manioks, auch unter der Bezeichnung Cassava oder Yucca bekannt, ist ungeklärt. Er könnte im Amazonasbecken des heutigen Brasilien liegen. Dort sind Maniokknollen als Grundnahrungsmittel ein wichtiges Anbauglied in den traditionellen »Slash-and-Burn« Anbausystemen der Waldbevölkerung. Bei dieser, auch als Brandrodungs-feldbau bezeichneten Methode, werden die mit Holzasche gedüngten Felder für zwei bis drei Jahre genutzt. Folgt darauf eine lang andauernde Brache, ist das System mehr oder weniger umweltverträglich.

Vor der Ankunft der Europäer war die Maniokpflanze schon über Südamerika und die Antillen verbreitet. Im 16. Jahrhundert brachten portugiesische Sklavenhändler den Maniok an die tropische Westküste Afrikas, und von dort verbreitete sich sein Anbau ostwärts bis nach Asien. Auch die britischen, deutschen und französischen Kolonialisten nutzten die Knollen zur Versorgung der Sklaven. Aufgrund ihres geringen Arbeitsbedarfs für Anbau, Pflege und Ernte beanspruchte die Pflanze kaum Arbeitskräfte aus den Minen oder Plantagen.

Insgesamt ist Maniok in über 80 Ländern der Erde verbreitet und dient vielerorts als wichtigstes Grundnahrungsmittel der Eigenversorgung (Subsistenz).

Botanik und Verwendung

Der zur Familie der Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceen) zählende mehrjährige Strauch wird etwa drei Meter hoch und hat spiralig stehende, handförmig tief gelappte Blätter. Die zylindrischen Knollen wachsen aus den Wurzeln der Sprossbasis und werden 30 bis 90 Zentimeter lang, weisen einen Durchmesser von fünf bis zehn Zentimetern auf und wiegen im Schnitt zwei bis fünf Kilogramm. Die Blüten bilden sich in terminalen Rispen, die eine Kapsel Frucht hervorbringen. Da deren Samen meist nicht keimfähig sind, haben sie für den Anbau keine Bedeutung. Die gesamte Pflanze ist wie alle

Wolfsmilchgewächse von feinen Milchröhren durchzogen. Darin enthalten ist unter anderem das Glykosid Linamarin als eine Vorstufe der giftigen Blausäure. Diese bildet sich bei Verletzungen der Zellstruktur unter enzymatischer Einwirkung. Da der Linamarin-Gehalt nicht nur genetisch, sondern auch sehr stark von Umwelteinflüssen bestimmt wird, ist die Einteilung der Sorten darüber nur bedingt anwendbar. Dennoch lassen sich frühreifende Sorten, die tendenziell weniger Linamarin enthalten und daher als »Süssmaniok« bezeichnet werden, von spätreifenden Sorten, die meist einen hohen Linariningehalt haben und als »Bittermaniok« gelten, unterscheiden. Eine andere Möglichkeit der Sorteneinteilung berücksichtigt die unterschiedlichen Verwendungen des Manioks und klassifiziert nach dem Erscheinungsbild des Blattes oder der Länge, Dicke und Farbe der Knollen. Ohne eine entsprechende Verarbeitung, bei der der Blausäureanteil durch mehrmaliges Wässern und Abpressen gesenkt wird, ist der »Bittermaniok« giftig. Die Knolle ist nach der Ernte nur für kurze Zeit haltbar und kann schon nach zwei Tagen erste Fäulniserscheinungen zeigen. Daher existieren viele verarbeitete Produkte vom Maniok, deren Haltbarkeit sich auf mehrere Monate ausdehnt. Im Boden bleiben die Wurzelknollen allerdings über viele Monate genießbar. Sie können dann nach Bedarf geerntet werden und so helfen, Zeiten der Nahrungsknappheit zu überbrücken.



Einen Hauptbestandteil vieler traditioneller Mahlzeiten in Afrika und Amerika bilden gekochte Knollen oder ein aus Maniokmehl bereiteter Brei, der unter dem Namen Fufu bekannt ist. Das Mehl eignet sich auch als Beimischung zum Brot backen. Mit einem anderen Verfahren werden getrocknete, fermentierte Maniokkrümel (in Westafrika als Gari bezeichnet) gewonnen, aus denen ebenfalls Brei gekocht werden kann. Darüber hinaus gibt es zahlreiche für die unterschiedlichen Regionen typischen Rezepte mit Maniok: er kann frittiert und geröstet oder beispielsweise mit Milch zu Maniokpudding gekocht werden. Die Maniokstärke (Tapioka) dient zum Andicken von Soßen und Suppen. Aber auch die Maniokblätter sind gekocht ein begehrtes Gemüse. Im Gegensatz zu Fleisch sind sie eine günstige Proteinquelle und können etwa alle

zwei Monate geerntet werden. Eine weitere wichtige Verwendung ist der seit Anfang der 1960er Jahre praktizierte Einsatz von Tapioka in der Schweinemast. In Thailand machte der Tapiokaexport zeitweise etwa 45 Prozent der Deviseneinnahmen des Landes aus. Brasilien dagegen forcierte seit den 1970er Jahren die Ethanolproduktion aus Maniok, um die Abhängigkeit des Landes von Treibstoffimporten zu senken (siehe auch Kapitel Zuckerrohr).

Anbau und Erträge

Ein feucht-warmes Klima mit Temperaturen um 27°C und regelmäßige Regenfälle bei Jahresniederschlägen von 1.000 bis zu 1.500 Millimetern sind für den Anbau von Maniok ideal. Die Pflanze reagiert empfindlich auf starke Temperaturschwankungen und Frost. Bei längerer Trockenzeit verringert der Maniok zunächst die Gesamtblattfläche, indem weniger und kleinere Blätter gebildet werden. Dauert die Trockenheit jedoch an, so wirft er seine Blätter fast vollständig ab, um die Transpiration weiter zu reduzieren und regeneriert sich nach Einsetzen der Regenzeit aus den in der Wurzel eingelagerten Nährstoffen. Die Vermehrung erfolgt aus Steckhölzern, die aus Stängeln mit einem Mindestalter von acht Monaten gewonnen werden. Diese sollten über vier bis fünf kräftige Augen verfügen und etwa 25 Zentimeter lang sein. Gewöhnlich werden sie schon bei der Ernte vorzugsweise aus den Haupttrieben der alten Kultur geschnitten. In traditionellen Agrarnutzungssystemen berücksichtigt die Sortenwahl insbesondere die Eignung für den jeweiligen Standort und die Verträglichkeit in der beabsichtigten Kulturpflanzengemeinschaft. Ein weiterer Aspekt der Sortenwahl ist die geplante Verwendung der Pflanze. Oft werden mehrere Sorten gleichzeitig kultiviert, um den Erfordernissen einer traditionellen Nutzung Rechnung tragen zu können. Die Pflanzen weisen hier einen Abstand von ein bis zwei Metern voneinander auf. Im Gegensatz dazu werden im intensiven Anbau je nach der Wüchsigkeit der Sorten eine Dichte von 8.000 bis 15.000 Pflanzen pro Hektar angestrebt. In Äquatornähe sollte die Pflanzzeit am Anfang oder etwa drei Monate vor Ende der Regenzeit erfolgen, damit



eine ausreichende Wasserversorgung der Jungpflanzen gewährleistet wird.



Maniok wächst auf fast allen Bodenarten und kann auch unter saurem Milieu genügend Nährstoffe aus der Bodenlösung extrahieren. Für bessere Erträge sollte es ein lockerer, nährstoffreicher Boden mit einem hohen Gehalt an organischer Substanz sein. Die Erträge können bei unterschiedlicher Ausprägung der genannten Faktoren und abhängig vom Anbausystem sehr stark schwanken. Im Regenwald liegen sie mit lokalen Sorten zwischen fünf und acht Tonnen pro Hektar. Im intensiven Anbau konnten dagegen schon bis zu 30 Tonnen pro Hektar geerntet werden. Heute sind Nigeria, Brasilien, Indonesien, Thailand und die Demokratische Republik Kongo die Hauptanbauländer von Maniok. 2005 betrug laut FAO²⁸ der Weltertrag etwa 203 Millionen Tonnen.

Literatur

- Alsing, Ingrid (Hrsg.): Lexikon Landwirtschaft. 4. Aufl., München 2002, S. 497.
- Franke, Gunther (Hrsg.): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Bd. 3: Spezieller Pflanzenbau, Stuttgart 1994, S. 333 ff.
- Franke, Michael: Maniok zwischen Agrarkultur und Weltwirtschaft. In: Glaeser, Bernhard (Hrsg.): Die Krise der Landwirtschaft: Zur Renaissance von Agrarkulturen, Frankfurt/Main 1986, S. 151–162.
- Franke, Wolfgang: Nutzpflanzenkunde. Stuttgart 1992, S. 66–69.
- Lieberei, Reinhard; Reissdorf, Christoph (Hrsg.): Nutzpflanzenkunde. 7. Aufl., Stuttgart 2007, S. 93 ff.
- Rehm, Sigmund: Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. 3. Aufl., Stuttgart 1996, S. 45–48.

²⁸ Food and Agricultural Organization of the United Nations (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen)

Herkunft und Verbreitung

Alle heute angebauten Zuckerrohrsorten sind aus Kreuzungen von vier Arten entstanden, deren Vorhandensein in geografischen Regionen Rückschlüsse auf die Verbreitung der Pflanze zulassen. Neuere Forschungen vermuten deshalb den Ursprung des Zuckerrohrs im südostasiatischen Melanesien. Der wichtigste Kreuzungspartner ist das von dort stammende Edeldrohr. Es hat einen hohen Zucker- und einen niedrigen Fasergehalt. Indische und chinesische Kulturarten brachten wiederum ein weites Potential zur ökologischen Anpassung und für Krankheitsresistenzen mit. In Indien reichen die Erwähnungen des Zuckerrohrs bis 6.000 Jahre vor unserer Zeit zurück. Die Pflanze verbreitete sich dann westwärts, bis die Araber sie schließlich zwischen dem sechsten und achten Jahrhundert in die Mittelmeerregion brachten, denn auch in den Subtropen ist ein Anbau in den warmen Sommermonaten möglich. Mit der Kolonisierung weiter Gebiete in Afrika, Amerika und Asien erweiterten die europäischen Eroberer auch das Anbauggebiet des Zuckerrohrs auf alle tropischen Gegenden der Erde.

Botanik und Verwendung

Das schilfartige, mehrjährige Gras aus der Familie der Poaceen wird bis zu sechs Meter hoch. Sein bis zu fünf Zentimeter dicker, mit Wachs überzogener Halm wird von Nodien (Knoten) in regelmäßigen Abständen stabilisiert. Zu diesem Zweck folgen die Nodien in der Basis des Halms dichter aufeinander, als in der Mitte, wo die Internodien etwa 20 Zentimeter lang sind. Über jedem Knoten ist ein Wurzelring angelegt und im Inneren des Halmes befindet sich das Zucker speichernde Mark. Am Halm sind neben sprossbürtigen Wurzeln bandartige Blätter wechselständig und in zwei Zeilen angeordnet. Als ausgesprochene Kurztagspflanze²⁹ blühen einige Sorten

²⁹ Sie benötigen den ständigen Wechsel zwischen Licht und Dunkelheit sowie die Unterschreitung einer bestimmten Tageslänge zur Blütenbildung.

des Zuckerrohrs nur in den Tropen und andere überhaupt nicht. Weiterhin ist Zuckerrohr eine C_4 -Pflanze, die unter idealen Bedingungen sehr schnell wächst (siehe hier auch Kapitel Mais). Allerdings benötigt sie dafür sehr viel Wasser, was in trockenen Gegenden unter Bewässerung zur Versalzung der Böden führen kann.



Für die Gewinnung des Zuckers werden die Halme zerkleinert, gewalzt und gepresst. Neben dem Zuckerrohrsaft entsteht dabei die so genannte Bagasse, der zellulosereiche Pflanzenrückstand. Dieser dient entweder direkt als Brennstoff oder wird zu Pappe oder Papier weiterverarbeitet. Nach dem Reinigen, Eindicken und Zentrifugieren des Saftes erhält man den noch braunen Rohrzucker (er kann noch zu Weißzucker raffiniert werden) und einen Sirup, die Melasse. In ihr sind noch viele nicht kristallisierbare Zuckerstoffe enthalten und daher findet sie als Futtermittel, bei der Hefezucht, der Rumherstellung und der Alkoholgewinnung Anwendung. Aus 1.000 Kilogramm Zuckerrohr können etwa 100 Kilogramm Zucker oder 70 Liter Alkohol erzeugt werden. Der Alkohol wird vor allem in Brasilien zu großen Teilen der Treibstoffgewinnung zugeführt.

Anbau und Erträge

Um zufrieden stellende Erträge zu erzielen, benötigt Zuckerrohr tropische Temperaturen um 28°C und Niederschläge zwischen 1.000 und 1.250 Millimetern im Jahr. In heißen Gegenden kann der Wasserbedarf aber auch bei 2.500 Millimetern pro Jahr liegen und eine Bewässerung erfordern. Der Boden sollte nährstoffreich und durchlässig sein, um Stau-nässe zu vermeiden. Die Vermehrung wird vegetativ über Stecklinge, die aus Sprossabschnitten mit zwei bis drei Knoten bestehen, vorgenommen. Das Pflanzen in Reihenkultur erfolgt in einem Abstand von einem bis eineinhalb Metern. Die Sprossabschnitte werden mit drei bis fünf Zentimetern Boden bedeckt, zur Erhöhung der Standfestigkeit können sie später angehäufelt werden. Dadurch bilden sich neue sprossbürtige Wurzeln aus, und gleichzeitig dient der Arbeitsgang der



Unkrautbekämpfung. Nach einer Wachstumszeit zwischen neun Monaten und zwei Jahren werden die Halme maschinell oder von Hand mit einer Machete tief am Boden abgeschnitten. Das passiert am besten nach zwei Monaten Trockenheit, da der Zuckergehalt dann sehr hoch ist und bei circa 15 Prozent liegt. Meist verfärben sich die Halme dabei gelb. Die guten Bestockungseigenschaften der Pflanze ermöglichen eine vier- bis achtmalige Nutzung eines Bestandes durch Austreiben der Stoppeln. Diese Methode wird als Ratoon-Verfahren bezeichnet. Abhängig von Standort, Witterung und Anbauverfahren schwanken die Erträge auch beim Zuckerrohr stark und liegen zwischen zehn und 120 Tonnen pro Hektar und Jahr. Die Weltproduktion lag laut FAO³⁰ im Jahr 2005 bei knapp 1,3 Milliarden Tonnen, wobei Brasilien mit 420 Millionen Tonnen der Spitzenreiter war.

Steckbrief Energieträger Bioethanol

Alle pflanzlichen Speicherorgane mit einem hohen Kohlenhydratanteil wie Samen oder Knollen eignen sich für die Alkoholgewinnung. Dafür kommen einerseits stärkereiche Pflanzen wie Getreide, Kartoffeln, Maniok und Mais in Frage. 2007 setzten die USA beispielsweise als weltweit führendes Anbauland 26 Prozent der Maisernte in der Ethanolproduktion um. Andererseits versprechen zuckerreiche Pflanzen wie Zuckerrohr, Zuckerhirse und Zuckerrüben eine höhere Ausbeute. Mit Erträgen von circa 2.500 Litern Alkohol pro Hektar ist auch Ethanolgewinnung aus den inulinhaltigen Knollen des Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) wirtschaftlich interessant. Diese genügsame Pflanze stellt wenige Ansprüche an die Bodenqualität. Sie findet bisher auch kaum Verwendung als Lebensmittel. Zur Herstellung von Bioethanol werden die kohlenhydratreichen Substrate verflüssigt, mit Hilfe von Hefen oder Bakte-

³⁰ Food and Agricultural Organization of the United Nations (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen)

rien vergoren und anschließend zu reinem Alkohol destilliert. Danach kann herkömmlichem Benzin bis zu 20 Prozent Bioethanol mit beigemischt werden oder es dient als Hauptkraftstoffkomponente in Autos mit umgerüsteten Benzinmotoren, den so genannten flexible fuel vehicles. 2003 ermöglichte die Einführung dieser steuerbegünstigten Fahrzeuge eine Renaissance der brasilianischen Ethanolproduktion.

Bei der so genannten zweiten Generation von Agrartreibstoffen (Biomass to Liquid= BtL-Treibstoffe) wird Alkohol über ein anderes Verfahren erzeugt. Es hat den Vorteil, dass ähnlich wie bei der Biogasherstellung die gesamte Pflanze verwertet wird. Aus zellulosereichen Pflanzen wie Bäumen oder Stroh wird durch Verbrennung ein Pyrolysegas erzeugt. Anschließend erfolgt dessen Verflüssigung zu Alkohol. Nachteilig wirkt allerdings die Nutzungskonkurrenz des Holzes als Brennstoff und die Flächenkonkurrenz der Holzplantagen für Agrartreibstoffe auf Zellulosebasis gegenüber der Produktion von Lebensmitteln. Auch die bei der Zuckerherstellung aus Zuckerrohr anfallende Bagasse kann dafür verwendet werden.

Ernährungssicherung



Brasilien baut seit Jahrhunderten die Lebensmittel Zuckerrohr und Maniok an. Bereits in den 1970er Jahren hat man damit begonnen, aus eben diesen Pflanzen Ethanol als Treibstoff zu produzieren und in speziell dafür ausgerüsteten Fahrzeugen zu verwenden. Schon damals sahen die Pläne des Proálcool-Programms vor, die Anbaufläche für Zuckerrohr zu versechsfachen und die für Maniok zu verachtfachen, um Ethanol zur Energiegewinnung zu erzeugen. Die Beimischungsquote von Ethanol zu Benzin stieg zu der Zeit schon auf bis zu 25 Prozent. Bedingt durch den gesunkenen Erdölpreis kam es in den 1990er Jahren zu einem Rückgang der Produktion. Heute jedoch erreicht sie wieder Spitzenwerte: die derzeitige Anbaufläche von Zuckerrohr beläuft sich auf etwa sechs Millionen Hektar und soll nach Plänen der Regierung auf bis zu 30 Millionen

Hektar ansteigen. Im Jahr 2006 wurden in Brasilien 18 Milliarden Liter Ethanol produziert und bis zum Jahr 2010 sollen es 24 Milliarden Liter sein. Zusätzlich verdoppelten sich mit Zunahme der Produktivität die Erträge in den letzten gut 30 Jahren auf etwa 7.000 Liter Ethanol pro Hektar. Zusammen mit den USA trägt Brasilien 70 Prozent der globalen Exporte von Ethanol.

Dieses Wachstum lässt sich auf eine gestiegene Nachfrage nach Agrartreibstoffen zurückführen. Es geht mit starken Investitionen in die Ethanolproduktion einher, die 2006 in Brasilien neun Milliarden US-Dollar erreichten. Diese Investitionen fließen vor allem in den Bau neuer Verarbeitungsfabriken und in den Ausbau der industriellen Landwirtschaft. Sie ist mit ihrer Tendenz zur Intensivierung durch die Vergrößerung der Anbauflächen, die Bewirtschaftung in Monokulturen und den Einsatz von Pestiziden am besten für die am Weltmarkt ausgerichtete Ethanolproduktion geeignet. Die dafür benötigten Zuwachsraten sollen vor allem mit der Erschließung von Millionen Hektar Land gedeckt werden. Auch hier werden so genanntes ›Ödland‹ und Regenwald urbar gemacht (siehe Kapitel Purgiernuss und Ölpalme). Und auch hier sind menschenunwürdige Arbeitsverhältnisse, die von Verschuldung, Versklavung und Kinderarbeit gekennzeichnet sind, keine Seltenheit.



Eine weitere Folge der Industrialisierung der Landwirtschaft in Brasilien ist die Konzentration des fruchtbaren Landes. Etwa 70 Prozent der Zuckerrohrfelder gehören zu Großbetrieben, die sowohl Anbau- als auch Verarbeitungskapazitäten haben und durchschnittlich 30.000 Hektar³¹ bewirtschaften. Damit einher geht eine Zunahme der Landflucht. Durch die wachsende Nachfrage steigen die Bodenpreise. Sie sind neben der Verschuldung die Hauptursache dafür, dass immer mehr

³¹ Zum Vergleich: die durchschnittliche Flächenausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland 2005 betrug etwa 32 Hektar.



Kleinbauern unter ökonomischen Druck geraten. Sie müssen ihr Land verkaufen und ziehen in die wachsenden Slums der urbanen Zentren. Aber auch paramilitärisch organisierte, gewaltsame Vertreibungen werden von Menschenrechtsorganisationen dokumentiert. Selbst die Agrarreform, die zur Bekämpfung des Hungers von der Regierung beschlossen wurde, gerät angesichts des wachsenden Wirtschaftssektors ins Stocken. Einerseits verhindert der Mangel an preiswertem Land dessen Kauf und anschließende Zuteilung an Bedürftige durch die Regierung. Andererseits leben in einigen Regionen Menschen auf dem ihnen zugewiesenen Land inmitten von Zuckerrohrmonokulturen. Dort sind die Böden oft schon zu ausgelaugt, so dass die Erträge zum Überleben zu niedrig sind. So sind die Menschen gezwungen, in den Zuckerrohrplantagen oder den Fabriken zu arbeiten. Andere Beschäftigungsmöglichkeiten bieten diese Regionen kaum. Insgesamt schafft eine Zuckerrohrplantage nur etwa ein Drittel der Arbeitsplätze, die in der kleinbäuerlichen Landwirtschaft geschaffen werden können.

Die Nutzung von Lebensmitteln als Treibstoff führt also dazu, dass die Produktionsmengen für diese Pflanzen steigen. Umgekehrt sinken die Flächen, die für die Produktion von Lebensmitteln zur Verfügung stehen. Im Jahr 2006 bis 2007 sanken die Produktionsmengen der wichtigsten brasilianischen Grundnahrungsmittel Mais, Reis, Bohnen und Kartoffeln um jeweils mindestens 10 Prozent. Die Zahl der Rinder nahm um eine Million ab. Augenblicklich erfährt die gesamte brasilianische Landwirtschaft eine Umstrukturierung: zu den in den 1970er Jahren in den südlichen Landesteilen erschlossenen Böden für die Zuckerrohrproduktion kommen neue, fruchtbare Böden in Zentralbrasilien hinzu. Durch diese Erweiterungen sind artenreiche Naturlandschaften, wie die Trockensavanne Cerrado oder das Pantanal, das größte Süßwasserfeuchtgebiet der Erde, bedroht. Der Zuckerrohranbau verdrängt große Teile der Rinderzucht in schwerer zugängliche Regionen im Nordosten des Landes. Dort wiederum ist der Regenwald des Amazonasgebietes von der expandierenden Landbewirtschaftung bedroht.

Fazit

Überall dort, wo die industrielle Landwirtschaft den Zugang zu Land, Wasser und Wald für immer mehr Menschen erschwert, werden traditionelle Ernährungssysteme zerstört. Für diese Menschen bedeutet das den Verlust ihrer Ernährungssouveränität. Dabei verschärfen sich zunächst die Ungleichheiten auf wirtschaftlicher Ebene und später verlieren die in ihren Lebensbedürfnissen eingeschränkten Menschen ihre Selbstbestimmung. Dies geht mit der Verelendung ganzer sozialer Gruppen und dem Kontrollverlust über ihr unmittelbares Umfeld einher. Dazu gehören sowohl die Erhaltung ihrer eigenen Lebensbedingungen als auch das ökologische Gleichgewicht der Region.



Literatur:

- Alsing, Ingrid (Hrsg.): Lexikon Landwirtschaft. 4. Aufl., München 2002, S. 449.
- Anonym: Die Zuckerrohr-Ethanol-Verbindung. In: Grain (Hrsg.): Stoppt den Agrar-Energie-Wahn! Hamburg 2007, S. 20–24.
- BLV Buchverlag GmbH & Co. KG (Hrsg.): Die Landwirtschaft. Bd. 3, Landtechnik Bauwesen, 9. Aufl., München 1998, S. 50.
- BLV Buchverlag GmbH & Co. KG (Hrsg.): Die Landwirtschaft. Pflanzliche Erzeugung, 12. Aufl., München 2006, S. 963.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Münster-Hiltrup 2007, S. 64.
- Dhamotharan, Mohan: Tradition und Umbruch eines lokalen Wissenssystems. Fallstudie zur Struktur und sozialen Organisation lokalen Wissens am Beispiel des Niembaums in Tamil Nadu, Indien, Weikersheim 1998, S. 2.
- Franke, Gunther (Hrsg.): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Bd. 3: Spezieller Pflanzenbau, Stuttgart 1994, S. 424 ff.
- Franke, Wolfgang: Nutzpflanzenkunde. Stuttgart 1992, 121 ff.
- Fritz, Thomas: Agroenergie in Lateinamerika. Fallstudie anhand vier ausgewählter Länder: Brasilien, Argentinien, Paraguay und Kolumbien, Berlin 2008, S. 7–30.
- Herre, Roman: Die Katastrophe für die Armen. In: Umweltinstitut München e.V. (Hrsg.): Münchner Stadtgespräche, Sonderdruck, München Mai 2008, S. 16–17.
- Lieberei, Reinhard; Reissdorf, Christoph (Hrsg.): Nutzpflanzenkunde. 7. Aufl., Stuttgart 2007, S. 107 ff, 411 ff.

- Rehm, Sigmund: Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. 3. Aufl., Stuttgart 1996, S. 69 ff.
- Suchanek, Norbert: Ein Land stirbt für den Agro-Sprit. In: Umweltinstitut München e.V. (Hrsg.): Münchner Stadtgespräche, Sonderdruck, München Mai 2008, S. 12–13.

Internet:

- <http://faostat.fao.org/>, eingesehen am 25.01.2009.
- <http://www.uni-kassel.de/fb5/frieden/regionen/Brasilien/agrarsprit.html>, eingesehen am 25.01.2009.

Neben Wissenschaftlern, die alternative Anbau- und Verarbeitungskonzepte für nachwachsende Rohstoffe erforschen, gibt es auch Landwirte, die extensive Formen der Landwirtschaft entwickeln und praktizieren. Diese Ideen und Konzepte könn(t)en die auch bei uns in der intensiven Landwirtschaft auftretenden Probleme reduzieren.

Ein alternatives Anbauverfahren für Biomasse hat der emeritierte Agrarwissenschaftler Konrad Scheffer von der Universität Kassel/Witzenhausen mit dem »Zwei-Kultur-Nutzungssystem« entwickelt. Hierbei sind zwei Ernten von einer Fläche pro Jahr möglich. Im Mai bis Juni erfolgt die Direktsaat der zweiten Kultur (beispielsweise Mais in Mischkultur mit Sonnenblumen) in die Stoppeln der Vorfrucht (beispielsweise Roggen mit Wintererbse). Diese wurde bereits im Herbst des Vorjahres gesät und nach der Ernte als Ganzpflanze im Frühjahr gehäckselt und siliert. Durch die ganzjährige Bodenbedeckung wird die Bodenerosion erheblich herabgesetzt. Gleichzeitig befördert das System ein auf den tatsächlichen Bedarf ausgerichtetes Nährstoffmanagement, was Auswaschungsverluste von Nährstoffen minimiert. Das spart einerseits Kosten für die Düngung und schützt andererseits das Trinkwasser. Der Anbau der Energiepflanzen als Mischkulturen bringt zusätzliche Vorteile bezüglich des Erhalts alter Sorten und einer hohen Vielfalt von Flora und Fauna. Außerdem wird durch die frühe Ernte für die Silierung eine größere Duldung von Unkräutern ermöglicht, da diese vor der Samenbildung mit den Feldfrüchten geerntet werden können. Dabei reduziert sich der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, was einen weiteren Beitrag zur Erhaltung der Artenvielfalt darstellt.

Ebenfalls von Konrad Scheffer wurde eine innovative energetische Verwertung der Biomasse initiiert, wobei in einem kombinierten Verfahren Biogas und Brennstoff in Form holzartiger Pellets hergestellt werden. Dieses IFBB-Verfahren (Integrierte Erzeugung von Festbrennstoffen und Biogas aus Biomasse) wird derzeit in mehreren Forschungsprojekten weiterentwickelt und in die Praxis transferiert. Dabei geht der Methanisierung der Silage im Biogasfermenter ein Arbeitsgang voraus. Die feucht konservierte Grünmasse wird mittels

einer Schneckenpresse mechanisch entwässert. Mit diesem Zwischenschritt im Verarbeitungsprozess wird die Silage in Presssaft und Pressgut getrennt. Der Presssaft wird in einer Biogasanlage zu Biogas vergoren und der Presskuchen dient als Brennstoff. Das hat eine Reihe positiver Auswirkungen auf die ökologische und die ökonomische Effizienz der Methode. Der entstehende Presssaft kann durch die Konzentrierung gut vergärbare Substanzen wie Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette im Fermenter wesentlich schneller in Biogas gewandelt werden. Außerdem erlaubt das flüssige Substrat den Verzicht auf das sonst übliche Rührwerk und damit die Einsparung von Energie. Das im Fermenter gebildete Gas wird in einem angeschlossenen Blockheizkraftwerk zu Strom umgewandelt. Dabei entsteht Wärme, deren unzureichende Nutzung in herkömmlichen Anlagen oft den Wirkungsgrad senkt. Hier wird sie durch den zweiten Produktionszweig, der Trocknung des Pressgutes, vollständig genutzt. Brenntechnisch nachteilige Mineralstoffe wie Stickstoff und Kalium wurden ebenfalls zu einem großen Teil im Presssaft gelöst und sind in der Biogasgülle enthalten. In diesem organischen Dünger können sie auf die Felder rückgeführt werden, wo sie der Pflanzenernährung dienen. Das Pressgut kann zur Stärkung regionaler Vermarktungsstrukturen zum Brennstoff holzartige Pellets verarbeitet werden. Diese Pellets können aber auch zu Pyrolysegas verbrannt und anschließend mit der so genannten Fischer-Tropsch-Synthese³² zu Bioethanol verflüssigt werden. Mit diesem Verfahren wird ein Kraftstoff auf Basis von Energiepflanzen produziert, der bei seiner Erzeugung bisherige Verfahren bezüglich der Flächenproduktivität, der Energieeffizienz und der Umweltverträglichkeit übertrifft.

Dennoch gibt es vor allem im Bereich der Kraftstoffproduktion aus Energiepflanzen noch kein Verfahren, das die stetig wachsende Nachfrage nach Kraftstoffen in absehbarer Zukunft

³² Es handelt sich um ein erstmals in den 1930er Jahren großtechnisch angewendetes Verfahren, mit dem beispielsweise Kohle zu flüssigen Kohlenwasserstoffen wie Benzin synthetisiert wurde.

allein aus der Nutzung von Biomasse decken könnte. Selbst ökonomisch effiziente Konzepte (siehe oben), die auch unter sozialen und ökologischen Gesichtspunkten sehr viel versprechend sind, bilden hier keinen Ausweg. Die Begrenztheit landwirtschaftlich nutzbarer Flächen verhindert, dass beispielsweise das kombinierte Verfahren zur Biogasherstellung in Verbindung mit der Zweikulturnutzung einen ständig zunehmenden Verbrauch natürlicher Ressourcen ermöglicht.

Bei ökonomischer Betrachtung steigt der Preis einer Ware, wenn die Nachfrage zunimmt. Damit wächst der Anreiz, das Angebot zu vergrößern und die Kosten für die Produktion zu senken, um den Profit steigern zu können. Bezogen auf die nachwachsenden Rohstoffe werden diese solange unter meist unsozialen und nicht ökologischen Bedingungen produziert, wie das Wachstum die oberste Handlungsmaxime der weltweit vorherrschenden Wirtschaftsordnung ist. Deshalb kann es nicht nur darum gehen, die Kosten der Umweltnutzung in die Betriebsplanung zu integrieren. Für die Entwicklung einer sich an den tatsächlichen Lebensbedürfnissen der Menschen, zum Beispiel nach Nahrungsmitteln und Energie, orientierenden Landwirtschaft ist vor allem ein gesamtgesellschaftliches Umdenken erforderlich. Dieses müssten darüber hinaus alle gesellschaftlichen Akteure gleichermaßen vollziehen.

Literatur:

- Köster, Ralf: Energie aus nachwachsenden Rohstoffen: Zukunft oder Träumerei?, 12. Niedersächsisches Telekolloquium, CD-ROM, 31. Mai 2006.
- Scheffer, Konrad: Bereitstellungskonzepte von Biomasse für die Kraftstoffproduktion. 7. EUROSOLAR-Konferenz, Bonn 17.–18. Februar 2005.
- Schröter, Werner (Mitverf.): Chemie, Nachschlagewörter für Grundlagenfächer. Leipzig 1967.

Internet:

- <http://www.getproject.de/sonstigeDateien/pdf/bionet2008.pdf>, eingesehen am 15.02.2009.

Text: Claudia Bense, Göttingen, 2009

Redaktion: Marina Hethke und Rüdiger Graß,
Universität Kassel/Witzenhausen

Layout: Bettina Brand, München

Titelbild: *Manihot utilissima* Müll. Arg., aus: Franz Eugen Köhler, 1887:
Köhlers Medizinal-Pflanzen in naturgetreuen Abbildungen und kurz
erläuterndem Texte, Gera

Bildnachweis: *Zea Mais* L., *Elaeis guineensis* Jacq., *Manihot utilissima*
Müll. Arg. und *Saccharum officinarum* L. aus: Franz Eugen Köhler, 1887:
Köhlers Medizinal-Pflanzen in naturgetreuen Abbildungen und kurz
erläuterndem Texte, Gera. *Jatropha curcas* L. aus www.wikimedia.org



Universität Kassel
Ökologische Agrarwissenschaften

Gewächshaus für tropische Nutzpflanzen
Steinstraße 19
37213 Witzenhausen

e-Mail: tropengewachshaus@uni-kassel.de

Web: www.uni-kassel.de/agrar/tropengewachshaus

In Kooperation mit



