

RENEWS SPEZIAL

NR. 85 / NOVEMBER 2018

ENERGIEPFLANZEN VIELFÄLTIGES POTENZIAL VOM FELD



AGENTUR FÜR
ERNEUERBARE
ENERGIEN
unendlich-viel-energie.de

AUTORIN

Christina Hülsken
Redaktionsschluss: November 2018

ISSN 2190-3581

HERAUSGEGEBEN VON

Agentur für Erneuerbare Energien e. V.
Invalidenstraße 91
10115 Berlin
Tel.: 030 200535 30
Fax: 030 200535 51
E-Mail: kontakt@unendlich-viel-energie.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INHALT

1 Der Alleskönner Bioenergie	4
2 Energiepflanzen: Nutzung und Potenziale	5
2.1 Einjährige Anbaukulturen	5
2.2 Mehrjährige Kulturen	16
3 Umweltauswirkungen von Energiepflanzen	24
3.1 Energie- und Treibhausgasbilanz von Biokraftstoffen und Biogas	24
3.2 Kohlenstoffspeicherung durch Energiepflanzen	25
4 Schaffen Energiepflanzen höhere Lebensmittelpreise und Flächenkonkurrenz?	26
5 Energiepflanzen können die Agrarlandschaft ökologisch bereichern	29
6 Quellen	30

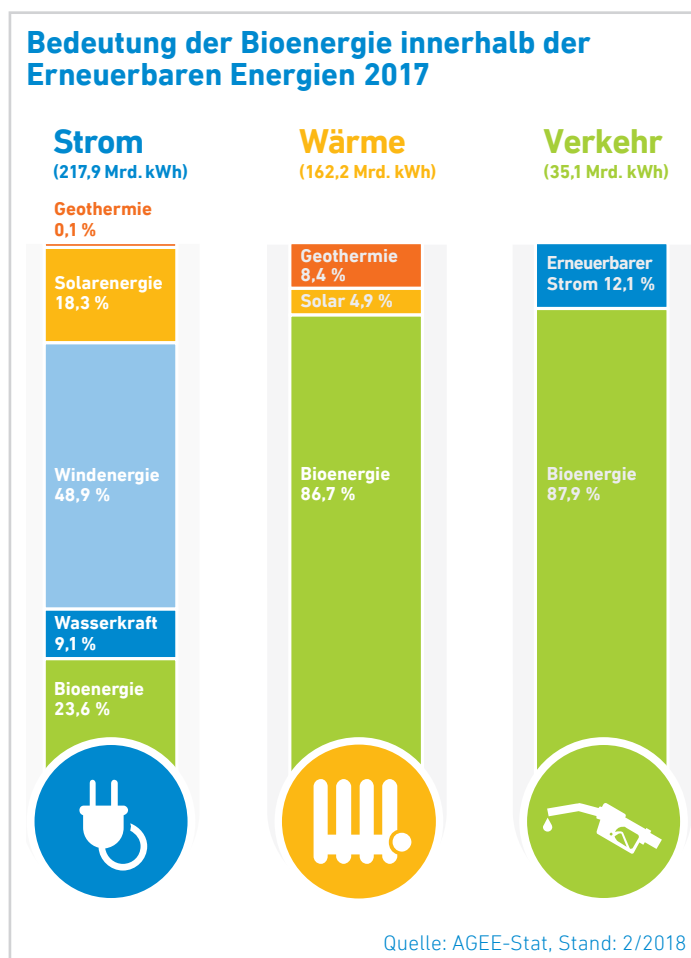
1 DER ALLESKÖNNER BIOENERGIE

Bioenergie als Alleskönner unter den Erneuerbaren Energien deckt heute und in Zukunft große Anteile unseres Strom-, Wärme- und Kraftstoffverbrauchs. Insbesondere die flexible Einsetzbarkeit lässt der Bioenergie eine bedeutende Rolle zukommen. Sie kann fest, flüssig oder gasförmig in allen drei Sektoren eingesetzt werden. Im Wärme- und Verkehrssektor stellt sie innerhalb der Erneuerbaren Energien sogar knapp 90 Prozent der Energieerzeugung. Bioenergie wird aus dem Rohstoff Biomasse gewonnen, als gespeicherte Sonnenenergie in Form von Energiepflanzen, Holz oder Reststoffen wie z.B. Stroh, Biomüll oder Gülle. Der Anbau von Energiepflanzen bedeutet somit die Grundlage zur Nutzung dieser Bioenergie in Deutschland. Sie umfassen alle landwirtschaftlichen Kulturen, die zum Zweck der Strom-, Wärme- oder Biokraftstoffproduktion auf Ackerflächen angebaut werden und sind der wichtigste Einsatzstoff für Biogas-, Biodiesel- und Bioethanolanlagen. Darüber hinaus kann auch der Ertrag von Grünlandflächen, das heißt Gras und Heu, in Biogasanlagen genutzt oder verbrannt werden.

Als Energiepflanzen werden jene Kulturen bezeichnet, die eigens für die energetische Nutzung angebaut werden. Ob sie tatsächlich als Energiepflanzen genutzt werden, entscheidet sich jedoch vielfach erst nach der Ernte. Denn beim Anbau treffen Akteure in der Landwirtschaft nicht immer bereits die Entscheidung, ob ihr Produkt als Biomasse, als Rohstoff für Futter- und Nahrungsmittel oder auch stofflich (z.B. als Rohstoff in der Chemieindustrie) genutzt wird. Die letztendliche Verwendung wird durch die Nachfrage gesteuert. Laut FNR¹ wurden im Jahr 2016 in Deutschland rund 64 Millionen Tonnen

landwirtschaftlich erzeugte nachwachsende Rohstoffe zur Produktion von Strom, Wärme und Biokraftstoffen verwendet. Diese Zahl setzt sich aus einheimischer Landwirtschaft sowie Rohstoffimporten zusammen. Während 90,5 Prozent dieser Menge zur Produktion von Strom und Wärme (vor allem Biogas) eingesetzt werden, fällt der restliche Anteil auf die Erzeugung von Biokraftstoffen.

Das vorliegende RENEWS SPEZIAL stellt verschiedene Energiepflanzen sowie deren Potenzial und Nutzungspfade vor. Darüber hinaus verdeutlicht das Hintergrundpapier, inwiefern Energiepflanzen die Agrarlandschaft ökologisch bereichern können.



1 FNR: Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

2 ENERGIEPFLANZEN: NUTZUNG UND POTENZIALE

Grundsätzlich steht der Landwirtschaft ein breites Spektrum an Kulturarten für die Produktion fester, flüssiger und gasförmiger Bioenergieträger zur Verfügung. Unterschieden werden dabei ein- und mehrjährige Anbaukulturen. Um die Energiepflanzen-Potenziale abschätzen zu können, werden die entsprechenden Anbaubedingungen berücksichtigt, beispielsweise ihre durchschnittlichen Ernteerträge, die Bodenqualität, Niederschläge, der Anbaumix und das Verhältnis von Acker- und Grünlandflächen. Im Folgenden soll eine Einschätzung zu Nutzung und Potenzial der unterschiedlichen Energiepflanzen gegeben und die jeweiligen Nutzungswege in den Sektoren der Energieversorgung dargestellt werden.

Bei der Vorstellung der unterschiedlichen Energiepflanzen werden Stromertrag, externe Nutzwärme und Kraftstofftrag genannt. Die Zahlen basieren auf folgenden Annahmen²:



Stromertrag (kWh) bei Nutzung des Ertrags von einem Hektar der Energiepflanze in einer Biogasanlage mit Blockheizkraftwerk (BHKW)



Externe Nutzwärme (kWh) bei Nutzung des Ertrags von einem Hektar der Energiepflanze in einer Biogasanlage mit Blockheizkraftwerk



Kraftstofftrag in Liter bei Nutzung des Ertrags von einem Hektar der Energiepflanze als Biokraftstoff

2.1 Einjährige Anbaukulturen

In der landwirtschaftlichen Produktion dominieren heute einjährige Kulturen im Reinanbau. Der Anbau der einjährigen Energiepflanzen erfolgt in der Regel in mehrgliedrigen Fruchtfolgen. Während zum Beispiel im ersten Jahr Roggen als Nahrungs- und Futtermittel sowie zur Biogaserzeugung angebaut wird, könnte im zweiten Jahr Raps für Pflanzenöl, Biodiesel und Futtermittel genutzt werden während im dritten Jahr Weizen für Nahrungs- und Futtermittel sowie zur Bioethanolproduktion verwendet werden kann. Zusätzlich interessante Optionen hinsichtlich einer diversifizierten, ökologischen Ausrichtung des Energiepflanzenanbaus bieten Anbausysteme wie der Mischfruchtanbau (gleichzeitiger Anbau verschiedener Feldfrüchte auf demselben Feld in derselben Vegetationsperiode) und das Zweikulturnutzungssystem: Landwirte und Landwirtinnen ernten zweimal pro Jahr, um einen möglichst maximalen Biomasseertrag zu realisieren, während eines Jahres wird auf einer Fläche somit sowohl eine Winter- als auch eine Sommerkultur angebaut.

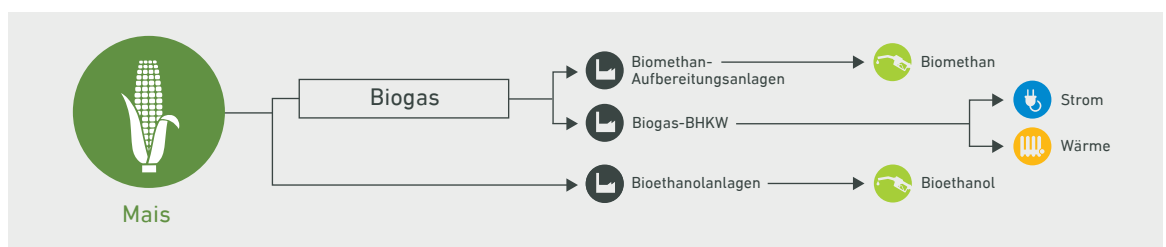
Entscheidend für eine nachhaltige Nutzung biogener Reststoffe ist die Humus- und Nährstoffbilanz. Nur wenn stets ein Teil der Reststoffe auf dem Feld oder Wald verbleiben, kann eine ausgeglichene Humus- und Nährstoffbilanz gewährleistet werden. Ziel sollte es deshalb sein, eine Kreislaufwirtschaft der Nährstoffe aufrecht zu erhalten, damit möglichst alle Nährstoffe nach der Nutzung wieder auf das Feld oder in den Wald zurückgelangen. So können beispielsweise Gärreste der Biogaserzeugung zurück auf dem Feld bzw. die Asche der Verbrennungsprozesse im Wald ausgebracht werden. Die Nährstoffbilanz kann auch aufrechterhalten werden, wenn ausschließlich jene Pflanzenteile verwertet werden, die nur wenige Nährstoffe enthalten.

Mais






Die Landwirtschaft setzt auf eine vielfältige Nutzung von Mais, den größten Anteil macht die Verwendung als Futter- und Nahrungsmittel aus. Im Jahr 2017 wurden insgesamt circa 2,5 Millionen Hektar angebaut, wovon 36 Prozent für die Biogasproduktion verwendet wurden. Durch die Änderung gesetzlicher Rahmenbedingungen blieb die Anbaufläche von Mais als Energiepflanze in den letzten Jahren konstant³. Der Mais stammt ursprünglich aus Mittelamerika und gehört zu den sogenannten C4-Pflanzen, wie auch Hirse, Zuckerrohr oder das Chinaschilf (*Miscanthus*). C4-Pflanzen betreiben eine besonders effiziente Form der Photosynthese, was den Aufbau von Biomasse begünstigt. Sie können Sonnenenergie und Wasser effektiver nutzen als C3-Pflanzen (z.B. Weizen, Reis, Roggen). Hierzulande erreicht der Mais eine Höhe von bis zu vier Metern, er weist relativ geringe Standortansprüche und somit einen geringen Wasser- und Nährstoffbedarf im Vergleich zu anderen Nutzpflanzen auf.

Einer der wichtigsten Vorteile dieser Energiepflanze ist der hohe Energieertrag pro Hektar, zudem kann auf ein in der Praxis etabliertes Anbauverfahren und züchterische Erfolge zurückgegriffen werden. 80 Prozent des Gesamtanteils macht Silomais aus, welcher sich insbesondere für die Verwendung in Biogasanlagen eignet, während 20 Prozent als Körnermais angebaut wird, der unter anderem der Bioethanolherstellung dient⁴. Mit einem Anteil von etwa 60 Prozent ist er das mit Abstand am häufigsten eingesetzte Substrat zur Biogasproduktion⁵.



Ertrag Maissilage (1 ha):

17.257 kWh  10.494 kWh 
4.701 l Biomethan oder 3.740 l Bioethanol 

Die Maisnutzung ist häufigen Diskussionen ausgesetzt. Es gibt vielseitige Kritikpunkte wie eine zu einseitige Fruchtfolge und somit ein Rückgang der Biodiversität, die Gefahr der Bodenerosion oder eine in Folge des Anbaus reduzierte Humusschicht des Bodens.

Während es für das Futtermittel Mais wenige kostengünstige Substitute gibt, eignet sich eine große Vielfalt von Pflanzen für die alternative Biogaserzeugung. Entgegengesetzt der allgemeinen Kritik, bietet der Anbau von Energiepflanzen die Chance, die teilweise wenig abwechslungsreichen Fruchtfolgen der konventionellen Landwirtschaft aufzulockern und somit eine verbesserte Umweltverträglichkeit zu erreichen.

Als interessante Alternative für Biogasanlagen eignet sich zudem ein Mais-Stangenbohnen-Mischanbau⁶, der sich vielfältiger und insektenfreundlicher gestalten lässt: Während nicht nur die Vorteile des Mais weitgehend beibehalten werden, kann auch die Bohne positiv beitragen, indem sie potenziell Stickstoff in das System einbringt. Forschungsergebnisse und erste Praxisbeispiele sind hier zu finden:

<https://biogas.fnr.de/projekte/biogassubstrate/mais-und-stangenbohnen/>

³ FNR: Maisanbau in Deutschland

⁴ FNR: Energiepflanzen

⁵ TFZ: Energiepflanzen für die Biogasproduktion

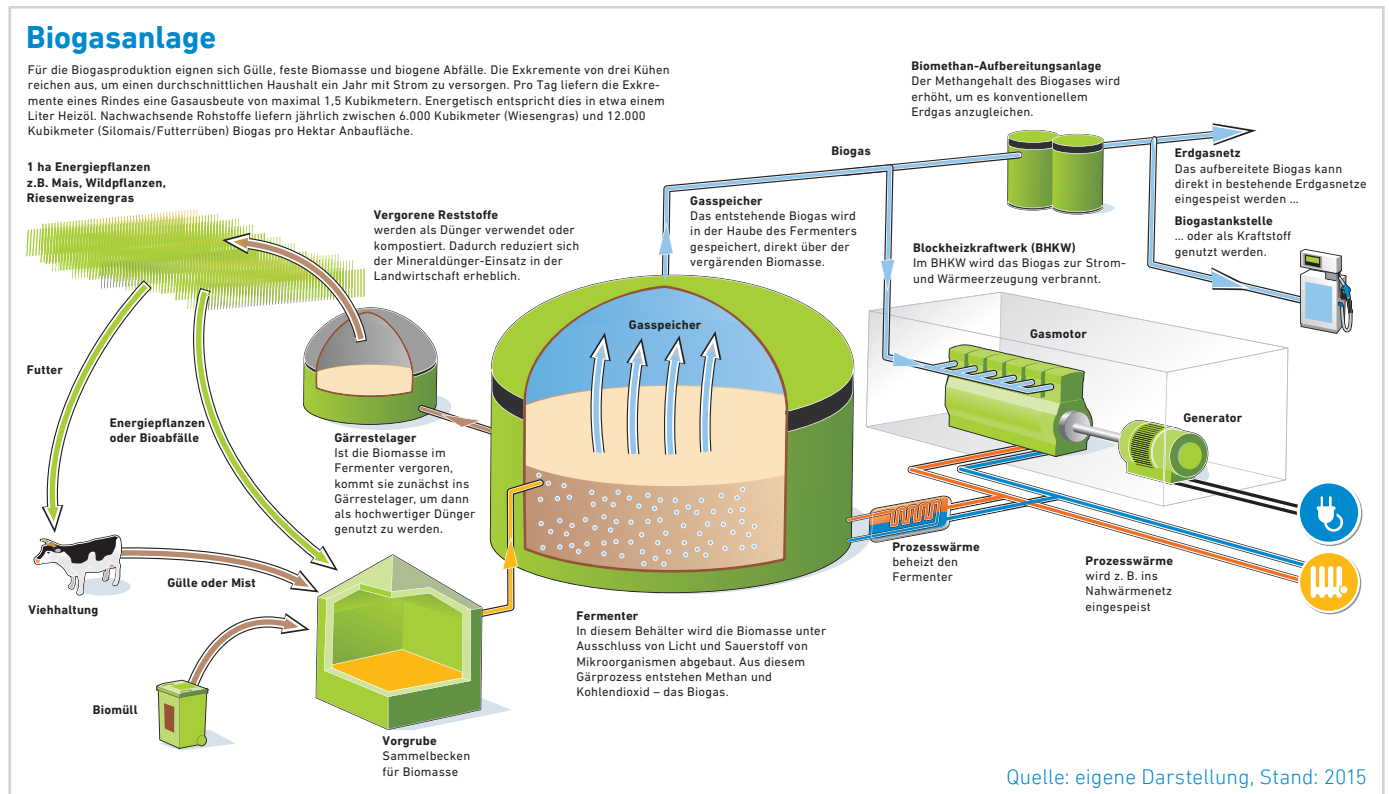
⁶ FNR: Energiepflanzen

Landwirt Jürgen Pfänder ...

... setzt bei der Biomasse für seine Biogasanlagen auf einen Mix aus Energiepflanzen, unter anderem auch auf Mais: „Ich verwende für meine Anlagen die Gülle aus unserem Mastschweinestall, Mist von anderen Betrieben, sowie nachwachsende Rohstoffe: Silomais, Grünroggen und Grassilage werden in unserer Biogasanlage in wertvolle Energie umgewandelt. Wir haben den Kreislaufgedanken aufgegriffen, das bedeutet, CO₂-neutrale Produktion von Energie: Die Pflanzen vom Feld speichern CO₂, welches über die Vergärung im Fermenter zu Biogas freigesetzt wird. Gleichzeitig profitieren wir von einem geschlossenen Nährstoffkreislauf: Die geernteten Pflanzen gebe ich in die Biogasanlage, der Gärrest wird als hochwertiger Dünger verwendet und auf den Felder ausgebracht“⁷.



Exkurs: Biogasanlagen vergären Energiepflanzen, tierische Exkremente und andere Reststoffe zu Biogas, das vor Ort in der Regel in Blockheizkraftwerken zu Strom und Wärme umgewandelt wird. An einigen Anlagen wird Biogas auch zu Biomethan aufbereitet, das in das Erdgasnetz eingespeist wird, um es als Biokraftstoff für Fahrzeuge mit Gasmotor zu verwenden oder andernorts zur Strom- und Wärmeerzeugung in BHKWs zu entnehmen. Die FNR schätzt, dass in Deutschland im Jahr 2017 insgesamt rund 1.374.000 Hektar nachwachsende Rohstoffe für die Produktion von Biogas angebaut wurden⁸.



⁷ AEE: Energie vom Land hält warm

⁸ FNR: Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland




Raps

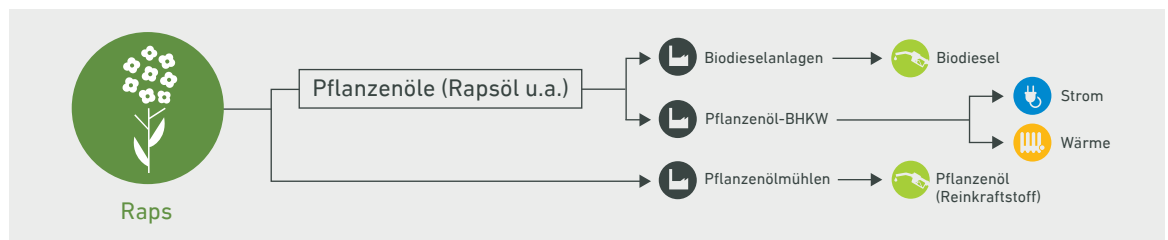
Die Energiepflanze Raps dient vorrangig als Biokraftstoff in Form von Biodiesel. Der größte Teil der Pflanzenmasse wird allerdings zu Rapschrot, was als proteinreiches Futtermittel für Rinder und Schweine dient. Dieses Koppelprodukt der Biokraftstoffherzeugung deckt etwa 40 Prozent des Proteinfuttermittelbedarfs in Deutschland. Nur etwa 40 Prozent der Masse wird durch Raffination zu Pflanzenöl und Biodiesel weiter veredelt⁹. Raps ist mit Abstand die bedeutendste Ölpflanze.



2017 wurden in Deutschland rund 844.000 Hektar Raps angebaut, wovon etwas mehr als 80 Prozent als Biodiesel und Pflanzenöl-Kraftstoff Verwendung finden¹⁰. Raps ist ein wertvolles Koppelprodukt, welches die Humusschicht des Bodens aufbaut, die Bodenstruktur verbessert und Stickstoff bindet. Wenn Raps angebaut wird, können einseitige Getreide-Fruchtfolgen aufgelockert werden. Die Pflanze lässt sich nicht als Monokultur anbauen, bei welcher Jahr für Jahr immer die gleiche Sorte auf derselben Fläche angebaut wird. Der Nachteil des Anbaus von Raps besteht in den hohen Ansprüchen an die Nährstoffversorgung¹¹.

Ertrag Raps (1 ha):

5.056 kWh  5.525 kWh 
 1.592 l Biodiesel oder 1.539 l Pflanzenöl 



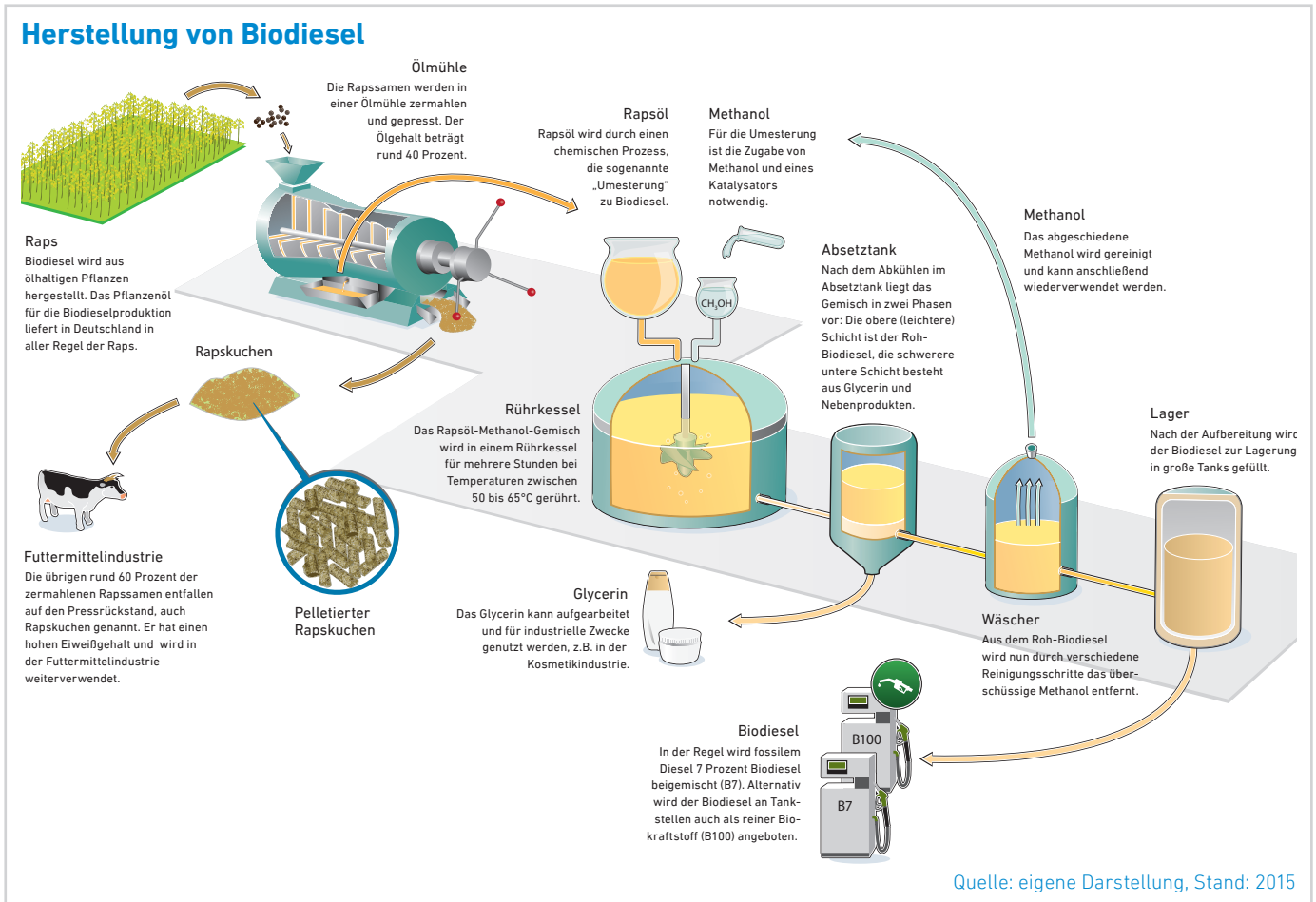
Exkurs: In Biodieselanlagen wird aus dem Pflanzenöl von Raps oder anderen ölhaltigen Energiepflanzen durch den chemischen Prozess der Umesterung der Biokraftstoff Biodiesel gewonnen. Biodiesel kann fossilem Dieselkraftstoff beigemischt werden oder als Reinkraftstoff in dafür geeigneten Fahrzeugen genutzt werden. Die FNR schätzt, dass in Deutschland im Jahr 2017 rund 713.000 Hektar Raps für die Produktion von Biodiesel und Pflanzenöl angebaut wurden¹².

⁹ OVID: Ölsaaten-Raps

¹⁰ FNR: Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

¹¹ FNR: Energiepflanzen

¹² FNR: Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland






Roggen

1990 wurden in Deutschland noch über 1 Millionen Hektar Roggen angebaut, 2016 waren es weniger als 0,6 Millionen Hektar. Hiervon wird der größte Anteil als Brotroggen oder als Futtermittel verwendet¹³. Roggen war traditionell eine der wichtigsten Feldfrüchte, ging aufgrund gesunkener Nachfrage jedoch immer weniger in die Vermahlung. Durch die Verwendung als eine wichtige Bioethanolfpflanze hat der Bioenergiesektor den Abwärtstrend beim Anbau gebremst. Vorteile der Nutzung von Roggen als Energiepflanze umfassen die gute Eignung für die Einbindung in Fruchtfolgen, ein geringer Anspruch an Boden und

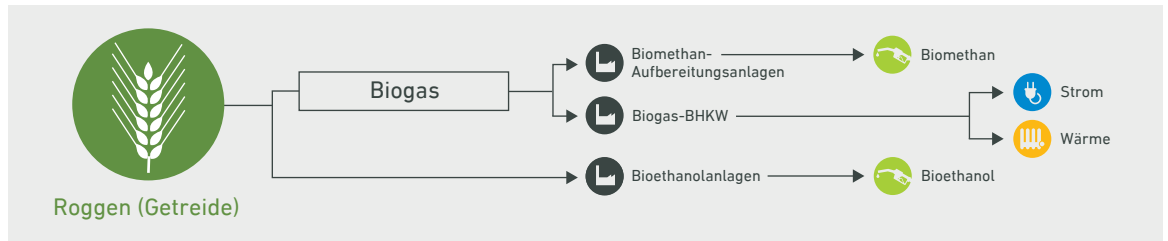


Klima, sowie die große Sortenvielfalt. Jedoch hat Roggen auf ertragsstarken Standorten geringere Erträge als andere Energiepflanzen wie z.B. Weizen.

Ertrag Roggen (1 ha):

13.675 kWh  8.316 kWh 
3.725 l Biomethan oder 2.030 l Bioethanol 

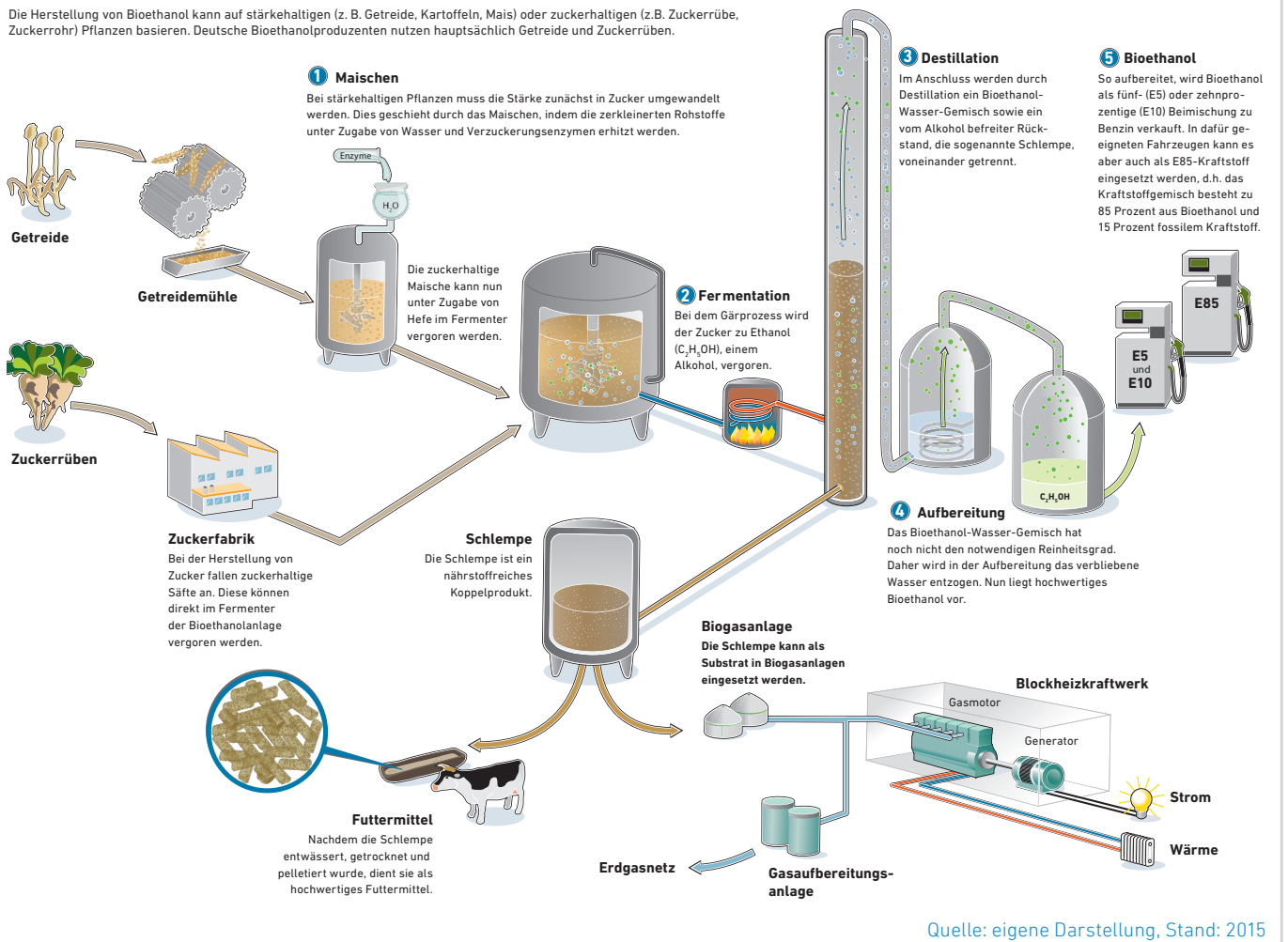
Mithilfe von Roggen als Energiepflanze kann das Bioenergiedorf Bollewick seinen Strom- und Wärmebedarf mindestens zu 50 Prozent aus regional erzeugter Bioenergie decken: Seit 2012 versorgt ein 3.500 Meter langes Nahwärmenetz Privathaushalte, die Feldsteinscheune und kommunale Gebäude mit klimafreundlicher Wärme. Sie stammt aus zwei Biogasanlagen, deren Abwärme (2,1 Millionen Kilowattstunden jährlich) durch das Nahwärmenetz an die Wärmekunden verteilt wird¹⁴.



Exkurs: In Bioethanolanlagen wird aus stärke- oder zuckerhaltigen Energiepflanzen durch alkoholische Gärung der Biokraftstoff Bioethanol produziert. Bioethanol kann fossilem Ottokraftstoff beigemischt werden (sogenanntes E5- oder E10-Kraftstoff) oder mit nur 15 Prozent fossilem Anteil (E85) in geeigneten Fahrzeugen genutzt werden. Die FNR geht davon aus, dass im Jahr 2017 rund 251.000 Hektar Pflanzen für die Produktion von Bioethanol angebaut wurden¹⁵.

Herstellung von Bioethanol

Die Herstellung von Bioethanol kann auf stärkehaltigen (z. B. Getreide, Kartoffeln, Mais) oder zuckerhaltigen (z.B. Zuckerrübe, Zuckerrohr) Pflanzen basieren. Deutsche Bioethanolproduzenten nutzen hauptsächlich Getreide und Zuckerrüben.



¹⁴ AEE: Energie-Kommune Bollewick

¹⁵ FNR: Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland




Weizen

Weizen ist nach Mais und Reis das am weitesten verbreitete Getreide der Welt¹⁶. Während Getreide in Deutschland 60 Prozent der Ackerfläche ausmacht, nimmt der Winterweizen mit circa drei Millionen Hektar den größten Anteil ein. Winterweizen wird im Herbst gesät und im Juni oder Juli geerntet. Danach kann eine weitere Kultur oder eine Zwischenfrucht angebaut werden, die den Boden wieder mit Nährstoffen versorgt.



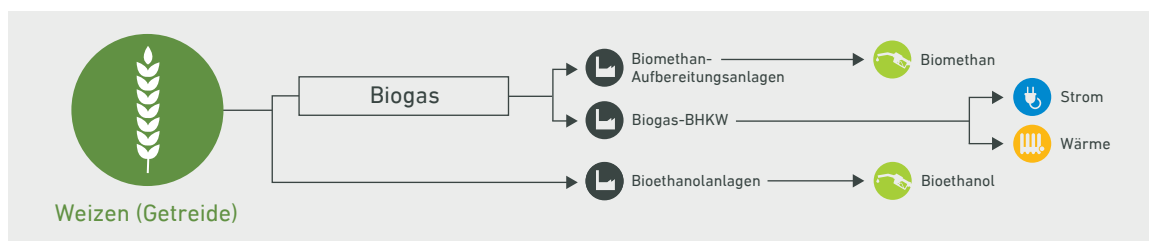
Sommerweizen liefert niedrigere Erträge und spielt deshalb als Energiepflanze keine Rolle. Der Weizen bedarf nährstoffreicher Böden mit guter Wasserspeicherfähigkeit. Gleichzeitig ist diese Energiepflanze äußerst ertragsstark und lässt sich gut in Fruchtfolgen einbinden. Das Korn wird neben seiner hauptsächlichen Funktion als Nahrungs- und Genussmittel unter anderem zur Bioethanolherstellung verwendet. Die FNR schätzt, dass im Jahr 2017 rund 83.000 Hektar Weizen für die Produktion von Bioethanol angebaut wurden¹⁷. Die Ganzpflanzenernte wird für Biogasanlagen genutzt¹⁸. Das Stroh kann in speziellen Heiz(kraft)werken auch als Brennstoff verwertet werden.

Ertrag Weizen (1 ha):

13.675 kWh  8.316 kWh 
3.725 l Biomethan oder 2.760 l Bioethanol 

Die Landwirtschaft Mecklenburg-Vorpommerns ...

... wirft nicht nur reiche Ernten ab, sondern auch viele wertvolle Reststoffe. So lässt sich das Stroh von den Feldern energetisch nutzen. In Gülzow im Landkreis Rostock entstand 2013 eine Strohheizungsanlage, die durch ein Nahwärme-Contracting-Modell finanziert wird. Das Heizkraftwerk versorgt die FNR, öffentliche Bürogebäude sowie Privathäuser mit Wärme. Das Stroh zur Verbrennung in dem Heizwerk holen sich die Anlagenbetreiber von benachbarten Ackerbaubetrieben, die Weizen und Roggen anbauen. Stroh kostet weniger als ein Drittel als Heizöl und steht in der Region reichlich zur Verfügung. Insgesamt verwertet die Anlage etwa 500 bis 600 Tonnen Stroh im Jahr. Sie garantiert eine 100-prozentige Wärmeversorgung über das ganze Jahr. Ein zentraler Baustein des Nahwärmenetzes sind auch die drei 10.000-Liter Warmwasserspeicher. Die CO₂-Einsparung durch die Strohheizungsanlage in Gülzow beträgt über 500 Tonnen pro Jahr¹⁹.



16 C.A.R.M.E.N.: Energiepflanzen – Vielfalt für die Landwirtschaft

17 FNR: Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

18 FNR: Energiepflanzen




19 AEE: Bundesländer mit neuer Energie

Sorghumhirsen

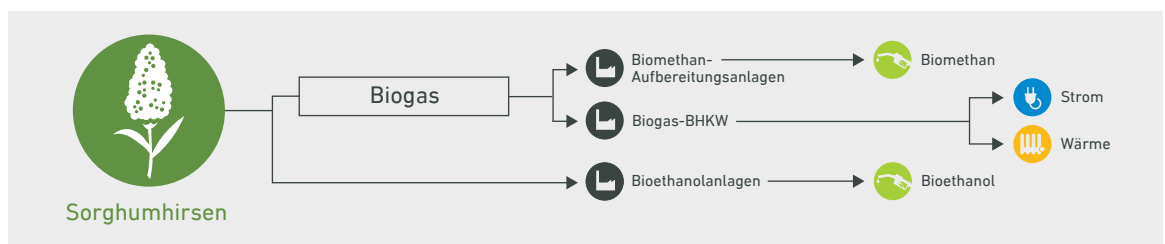


Sorghum stammt aus der Sahelzone in Afrika und gehört zu den Süßgräsern. Mit einem hohen Biomassepotenzial gehören Sorghumhirsen wie Mais zu den C4-Pflanzen, auch optisch sind sich die beiden Pflanzenarten sehr ähnlich. Im Gegensatz zum Mais bildet Sorghumhirse jedoch Rispen und keine Kolben aus. Die Pflanze weist eine gute Wasser- und Nährstoffeffizienz auf und hat entsprechend geringe Ansprüche an den Boden, gleichzeitig hat sie jedoch einen höheren Wärmebedarf²⁰.

Ertrag Sorghumhirsen (1 ha):

11.331 kWh  6.890 kWh 
3.087 l Biomethan 

Bisher gibt es in Deutschland geringe Anbauerfahrung, dabei ist Sorghumhirse im Vergleich zu Mais widerstandsfähiger an trockenen Standorten und stellt somit eine geeignete Alternative dar. Laut C.A.R.M.E.N.²¹ fließen circa 12 Prozent des Aufkommens an Sorghumkörnern in die Bioethanol Produktion. Der größte Anteil der Sorghumhirse in Deutschland fällt auf den Einsatz als Substrat für Biogasanlagen.



In Wölfersheim produziert ...

... der örtliche Energieversorger umweltfreundliche Energie aus Biomasse. Versorgt werden die Fermenter der Biogasanlage unter anderem durch die Sorghumhirse. Mit der Hirse hat die Liefergemeinschaft der Landwirte, die die Biogasanlage versorgen, eine neue Energiepflanze entdeckt. „Mit dem Anbau von Sorghumhirse haben wir Neuland betreten“, sagt Eckhard Baumgarten vom Maschinenring Wetterau, der die Ernte für die Liefergemeinschaft organisiert. „In Deutschland gibt es eine ganze Reihe zugelassener Hirsesorten. Wie die Pflanze sich aber unter den konkreten Klima- und Bodenbedingungen in der Wetterau verhält, mussten Baumgarten und seine Kollegen vom Maschinenring erst ausprobieren. Im ersten Erntejahr schoss die Hirse bis auf eine Höhe von 5,50 Meter empor. Das war zwar beeindruckend, hat uns aber nicht unbedingt viele Vorteile beschert“, resümiert der Landtechnik-Fachmann. „Für die Ernte haben wir zwei Häcksler mit einem achtreihigen Gebiss und großen Einzugsstromelementen verwendet, um den Einzug der Pflanzen in den Häcksler zu erleichtern. Mit dieser Methode haben wir für die Ernte pro Hektar allerdings immer noch 50 Minuten länger gebraucht als für einen Hektar Mais“, resümiert Baumgarten. Auf der Habenseite konnte er andererseits feststellen, dass die Hirse deutlich weniger Stickstoffdünger benötigte als der Mais. Dies lässt sich laut Baumgarten dadurch erklären, dass der Hauptbedarf der Pflanze in einer Zeit anfällt, in der sich im Boden

²⁰ FNR: Energiepflanzen

²¹ C.A.R.M.E.N.: Energiepflanzen – Vielfalt für die Landwirtschaft

gebundene Nährstoffe lösen. Damit können die Pflanzen einen Großteil des Bedarfs aus der Nachlieferung im Boden decken. Vor zu viel Düngung müssen sich die Landwirte bei der Hirse zudem hüten. Denn anders als der Mais reagiert die Hirse sehr empfindlich auf zu viel Stickstoffdünger und droht dann „ins Lager zu gehen“, nämlich abzuknicken und am Boden zu liegen. Nach dem ersten Erntejahr folgten 2013 in Wölfersheim Streifenversuche mit verschiedenen Sorghumsorten entlang der Felder. Solche Streifenversuche, die unabhängig von der jeweiligen Bodenqualität auf den verschiedenen Feldern angelegt werden, sind zwar in ihrer Genauigkeit nicht mit sogenannten Exaktversuchen zu vergleichen, die über mehrere Jahre laufen; sie lieferten aber trotzdem wertvolle Erkenntnisse für die Landwirte und die Betreiber der Biogasanlage in Wölfersheim. „Für den Ertrag in der Biogasanlage ist nach unseren Erfahrungen nicht allein die entstandene Trockenmasse wichtig, sondern auch der Fruchtansatz. Was Körner hat, bringt mehr Gas“, sagt Baumgarten²².




Sonnenblume

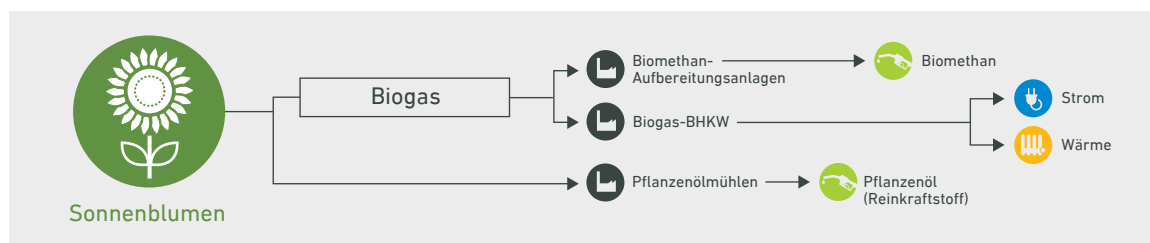
Die Sonnenblume stammt ursprünglich auch vom amerikanischen Kontinent. Die Verwendung der knapp 19.000 Hektar Sonnenblumenanbau in Deutschland ist für die Biogasproduktion bisher eher unbedeutend, der Großteil wird für technisches Sonnenblumenöl verwendet²³. Ursache für den geringen Anbau von Sonnenblumen im Allgemeinen ist der hohe Anspruch an den Standort, so benötigt die Pflanze warme und trockene Böden mit mittleren Niederschlagsmengen. Züchtungen im Hinblick auf spezielle Energie-Sonnenblumen sind hingegen vielversprechend und zunehmend werden Sonnenblumen für die Betreiber und Betreiberinnen von Biogas interessant, sie können in Reinkultur und als Mischfrucht gemeinsam mit Mais angebaut werden²⁴. Ein weiterer Vorteil der Sonnenblumen ist, dass sie weniger



Dünger und Pestizide benötigen. Sie bieten den Insekten außerdem ein reichhaltiges Angebot an Nektar und Pollen. Sonnenblumen können in Form von Biogassubstrat Biomethan, Strom und Wärme erzeugen.

Ertrag Sonnenblumen (1 ha):

11.070 kWh  6.732 kWh 
3.087 l Biomethan oder 15.860 l Pflanzenöl 



²² AEE: Energie vom Land kommt an

²³ FNR: Energiepflanzen

²⁴ FNR: Bienenfreundliche Energiepflanzen

Als erste Brauerei ...

... in Deutschland braut und vertreibt die Leutkircher Brauerei Clemens Härle aus dem Allgäu ihre Biere ausschließlich mit Erneuerbaren Energien. Statt Öl, Erdgas, Atomstrom und Mineraldiesel kommen in der Brauerei Holzhackschnitzel, Biodiesel sowie Strom aus Sonne, Wind und Wasserkraft zum Einsatz. Seit 1998 wird der gesamte Fuhrpark mit dem regenerativen Treibstoff aus Raps- und Sonnenblumenöl an der hauseigenen Zapfsäule betankt. Besonderen Wert legt die Brauerei auf die Herkunft des Biodiesels: „Die eingesetzten Pflanzenöle werden ausschließlich in Deutschland erzeugt und veredelt. Das ist zwar häufig mit Mehrkosten verbunden, verbessert aber die Ökobilanz des eingesetzten Biodiesels“, meint Gottfried Härle, Geschäftsführer und Mitinhaber der Brauerei. Wie er betont, steht der Anbau der eingesetzten Energiepflanzen nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion²⁵.

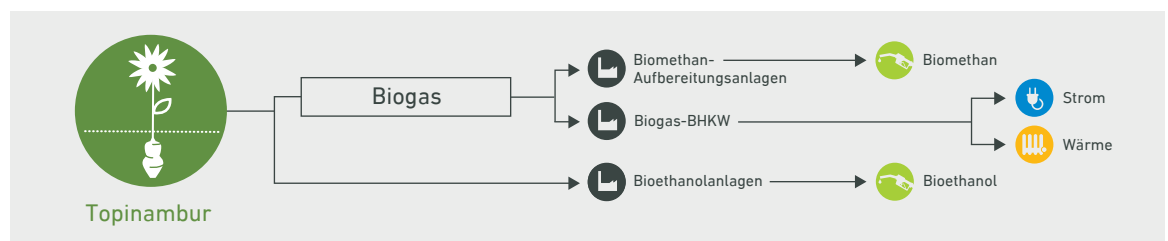
Topinambur

Die Pflanze Topinambur ist eng verwandt mit der Sonnenblume. Im Gegensatz zu dieser prägt sie jedoch an den Wurzeln kartoffelähnliche Knollen aus. Die Pflege- und Erntetechnologie ist identisch zum Kartoffelanbau²⁶. Bei mehrjährigem Anbau können die Erträge gesteigert werden, Nachteile bringt die geringe Anbauverfahren sowie die notwendige Unterdrückung des Wiederaustriebs der Knollen in der Folgefrucht mit sich. Das Kraut kann als Substrat für Biogasanlagen genutzt werden, die Knollen gehen in die Bioethanolherstellung.



Ertrag Topinambur (1 ha):

14.000 kWh  8.514 kWh 
3.814 l Biomethan 

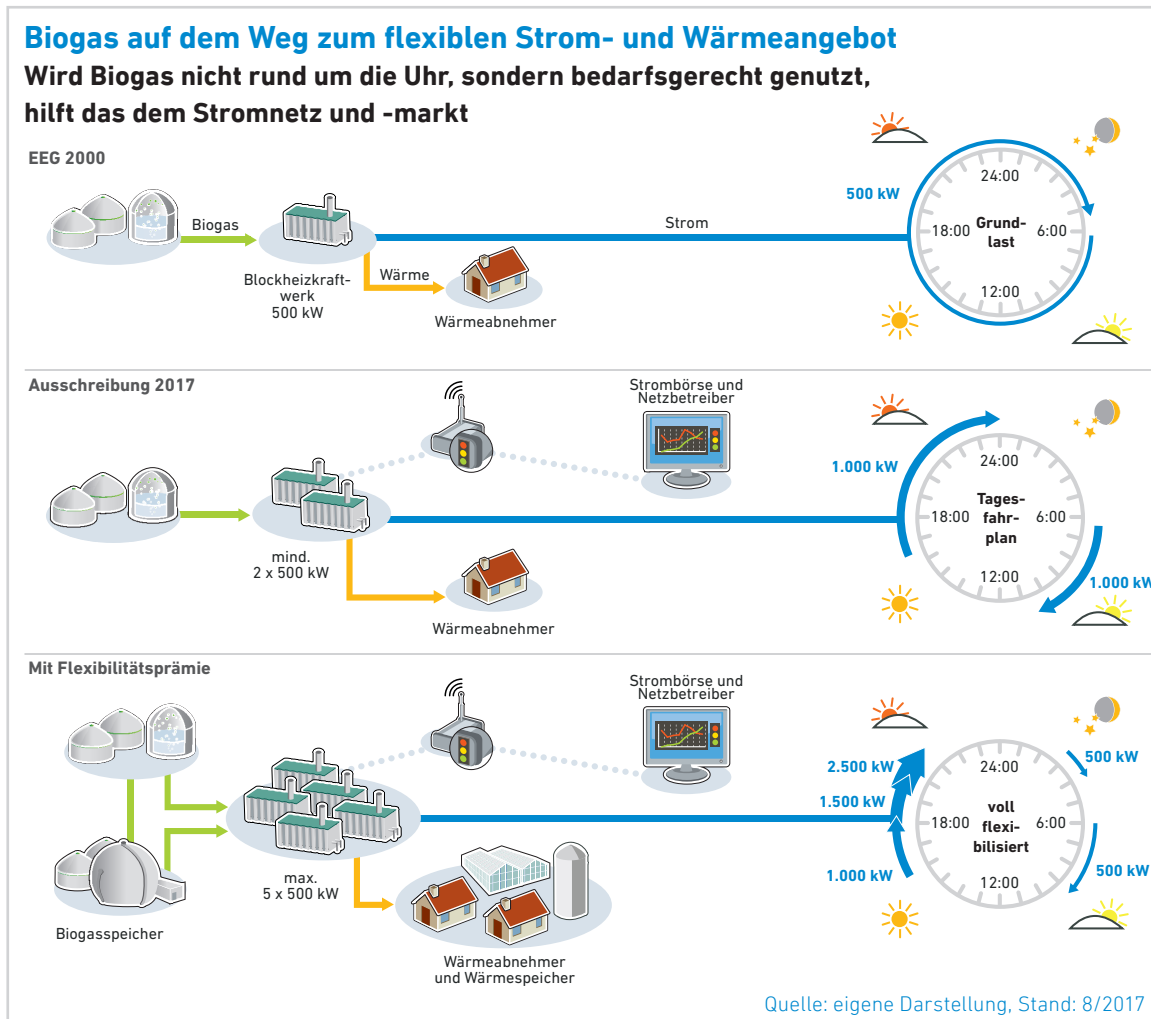


Exkurs: In früheren Fassungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wurde ein "Grundlast"-Betrieb angereizt, d.h. eine konstante Fahrweise mit gleichmäßiger Stromerzeugung. Stattdessen laufen Biogas-Blockheizkraftwerke (BHKW) künftig verstärkt bedarfsgerecht. Dieselbe Menge Biogas wird nicht mehr rund um die Uhr verstromt, sondern dank größerer Kapazität vor allem zu den Zeiten hoher Nachfrage. Gefragt ist jetzt das schnelle Hoch- und Herunterfahren in Abhängigkeit

²⁵ AEE: Energie vom Land kommt an

²⁶ FNR: Energiepflanzen

von Strommarkt und Stromnetz. Anreize dafür bieten die Bioenergie-Ausschreibungen ab 2017. Voll flexibilisierte Biogasanlagen verfügen über bis zu fünf BHKW und können zudem mit Biogas- und Wärmespeichern ausgestattet sein. Dies erlaubt eine sehr dynamische Fahrweise, die selbst auf kleine Veränderungen der Netz- oder Marktsituation flexibel reagieren kann.



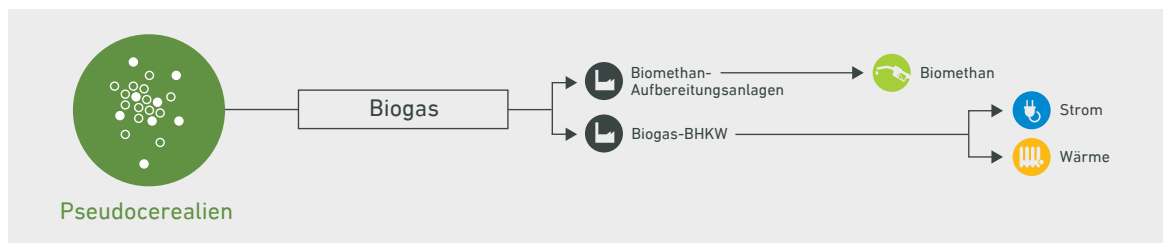
Pseudocerealien

Pseudocerealien (bzw. Pseudogetreide) umfassen Pflanzen wie beispielsweise Buchweizen, Quinoa und Amarant. Sie bilden stärkehaltige Samen und sind dem Getreide somit sehr ähnlich. Auch wenn diese Pflanzen stärkehaltige Körner ausbilden, wie das Getreide, gehören sie nicht zur Familie der Süßgräser. Die Körner der Pflanzen werden als Nahrungsmittel immer beliebter, zeitgleich dienen alle Pseudocerealien als Ganzpflanze für die Biogasproduktion. Der aus Asien eingeführte Buchweizen bildet sehr schnell dichte Pflanzenbestände, das reichliche Nektarangebot sowie die lange Blühdauer gelten als Vorteile²⁷. Außerdem unterdrückt er das Unkrautwachstum.



²⁷ FNR: Energiepflanzen

C.A.R.M.E.N.²⁸ betont, dass bei der Nutzung der Ganzpflanze Buchweizen als Biogassubstrat schätzungsweise 15.000 kWh pro Hektar erwartet werden können. Die ursprünglich aus den Anden in Südamerika stammende Quinoa, die zurzeit noch nicht in großem Umfang angebaut wird, ist gut geeignet, um nach der Getreideernte als Zweitfrucht ausgesät zu werden. Sie wächst schließlich auch sehr schnell und kann bereits nach 100 Tagen als Ganzpflanze geerntet werden. So kann die Vegetationslücke zur Folgefucht geschlossen werden. Darüber hinaus stellt Quinoa eine alternative Energiepflanze für Gebiete mit großer Trockenheit dar, die Energieerträge belaufen sich ebenfalls auf circa 15.000 kWh pro Hektar. Der von den amerikanischen Ureinwohnern seit tausenden Jahren kultivierte Amarant ist eine C4-Pflanze und bringt die entsprechenden Vorteile mit sich, die Pflanze ist anspruchslos und auch für trockene Standorte gut geeignet. Die FNR²⁹ betont, dass Amarant zwar Potenzial zugesprochen wird, jedoch eine züchterische Bearbeitung erforderlich ist, um einen Praxisanbau unter den klimatischen Bedingungen in Deutschland durchführen zu können. Insbesondere als Co-Substrat in Biogasanlagen eignet sich Amarant aufgrund des hohen Gehalts an Spurenelementen. Das TFZ³⁰ sieht den großen Vorteil des Amarants darin, dass er besonders viele Mikronährstoffe und Spurenelemente enthält. In einer Biogasanlage müssten deshalb weniger davon künstlich zugesetzt werden.



2.2 Mehrjährige Kulturen

Mehrjährige Energiepflanzen werden im Gegensatz zu einjährigen Kulturen nicht in Fruchtfolgen angebaut, sondern belegen während mehrerer Jahre dieselbe Anbaufläche. Sie werden in Deutschland bislang nur sehr selten genutzt. Das Interesse an diesen Kulturen wächst jedoch stetig. Denn mehrjährige Kulturen können zur Förderung der Biodiversität beitragen während gleichzeitig von einer wesentlich geringeren Erosionsgefahr auszugehen ist.

Rüben

Rüben sind zweijährige Pflanzen, die ein warmes, sonniges, aber nicht zu feuchtes Klima sowie tiefgründige, nährstoffreiche Böden bevorzugen. In Deutschland werden zwischen 300.000 und 350.000 Hektar Zuckerrüben angebaut, wovon circa 15 Prozent als Bioethanol und Biogas sowie als Rohstoff für verschiedene industrielle Anwendungen eingesetzt werden³¹. Der hohe Zuckeranteil und die große Anbauerfahrung in Deutschland stehen Nachteilen wie einer geringen Resistenz gegen Schädlinge, geringe Lagerfähigkeit und höhere Produktionskosten gegenüber. Deutlich weniger als Zuckerrüben werden Futterrüben angebaut (weniger als 5.000 Hektar), wovon ein Großteil als Futtermittel eingesetzt wird. Vorteile der Futterrübe umfassen, dass die späte Ernte Arbeitsspitzen entlastet und dass die Pflanze relativ anspruchslos ist.

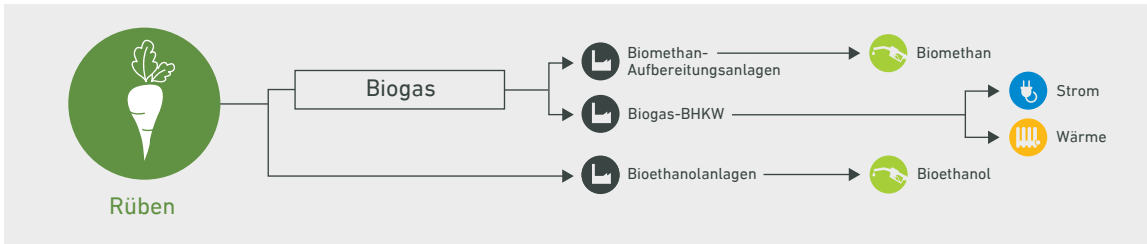


28 C.A.R.M.E.N.: Energiepflanzen – Vielfalt für die Landwirtschaft

29 FNR: Energiepflanzen

30 TFZ: Energiepflanzen für die Biogasproduktion

31 FNR: Energiepflanzen



Ertrag Zuckerrüben (1 ha):

14.719 kWh 8.951 kWh
 4.010 l Biomethan oder 6.250 l Bioethanol

Ertrag Futterrüben (1 ha):

14.837 kWh 9.023 kWh
 4.042 l Biomethan

Grünland

Extensives Dauergrünland, welches sich durch seine Blütenpracht und dem einzigartigen Beitrag zum Landschaftsbild auszeichnet, umfasst landwirtschaftliche Flächen, die mindestens fünf Jahre durchgängig genutzt werden. Bei der Pflege von extensivem Grünland wird auf synthetisch-mineralische Düngermittel und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln verzichtet. Eine bioenergetische Nutzung

Ertrag extensives Grünland (1 ha):

9.432 kWh 5.730 kWh
 4.042 l Biomethan

der Flächen, die nicht mehr für Tierhaltung genutzt werden kann, ermöglicht die regelmäßige Pflege und erhält somit die Biodiversität³². Die Ertragsfähigkeit und Nutzungseignung sind Standort- und nutzungsabhängig. Dauergrünland findet sich

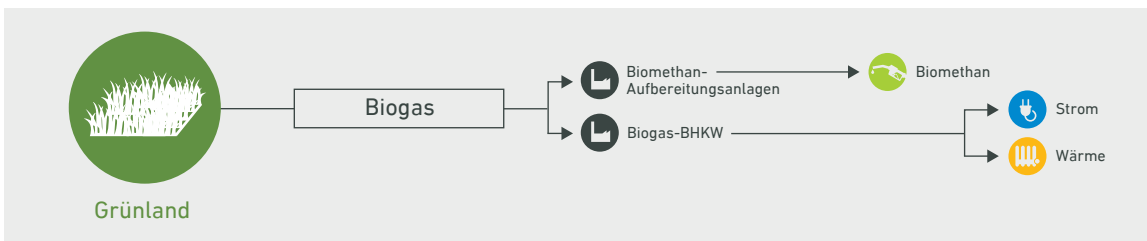
in Deutschland auf circa 4,7 Millionen Hektar der Flächen, hinzu kommt der Anbau von Ackerfutter auf ca. 600.000 Hektar. Circa 5 Prozent der Flächen werden energetisch genutzt, vorrangig als Biogassubstrat³³.

Ertrag intensives Grünland (1 ha):

11.487 kWh 6.985 kWh
 3.129 l Biomethan

Die Nutzbarkeit der Biomasse von Extensiv-Grünland für die Energieproduktion beruht auf einigen Schlüsselfaktoren wie dem Energiegehalt, der chemischen Zusammensetzung der Biomasse und dem Energieertrag. Intensiv bewirtschaftete

Grünland, welches vorwiegend für die Silageproduktion genutzt wird, weist einen geringeren Artenreichtum an Blühpflanzen auf.



32 AEE: Potenzialatlas Bioenergie in den Bundesländern
 33 FNR: Energiepflanzen

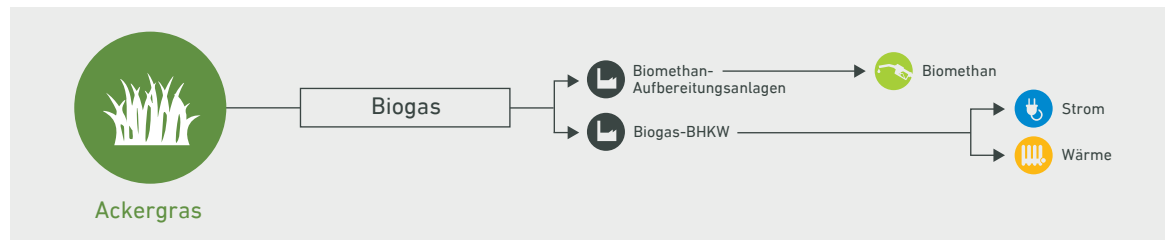
Ackergras



Mehrschnittige Mischungen aus Ackergras oder Ackerfutter werden gezielt auf Ackerflächen im Rahmen der Fruchtfolge angebaut und nach ein- bis dreijähriger Nutzung wieder umgebrochen. Die Vielzahl von Grasarten ermöglicht sehr viele Kombinationen bzw. Mischungen, die an die jeweiligen regionalen Standortbedingungen angepasst sind³⁴. Ackergras schützt vor Bodenerosion, baut die Humusschicht des Bodens auf, bindet Kohlenstoff und ist gut extensiv zu wirtschaften. Nachteilig sind die relativ geringen Erträge.

Die Böden auf dem 300 Hektar großen Betrieb ...

... von Landwirt Karl-Volkert Meyer auf der Halbinsel Nordstrand im Westen Schleswig-Holsteins geben genug her sowohl für den Anbau von Lebensmitteln als auch für Saatgut und für Biomasse zur Strom- und Wärmeproduktion. Während die Biogasanlage flexibel auf die Stromnachfrage reagieren kann, sorgt ihre Wärme für gut geheizte Wohn- und Gasthäuser. Bei seinem Ackerbauverfahren hat Meyer aus der Not eine Tugend gemacht. Verstärkt sät er Gras unter Getreide. Das Gras speichert Nährstoffe und mindert mögliche Erosion. „Auf diese Weise kann sich wertvoller Humus aufbauen. Zugleich lässt sich das Gras als Zweitfrucht in der Biogasanlage verwerten“, erläutert Meyer. Die mit Gras bewachsenen Flächen sind zudem gute Schafweiden für den Winter.



Durchwachsene Silphie

Die Durchwachsene Silphie stammt ursprünglich aus Amerika. Sie liefert fast so viel Biomasseerträge wie Mais und ist somit eine geeignete Alternative. Sie wird bis zu zwei Meter hoch und blüht sehr lange. Die lange Blütezeit bietet ökologische Vorteile, v.a. für Insekten. Die mehrjährige Pflanze kann 10 bis 15 Jahre wirtschaftlich genutzt werden. Während die Aussaat bei ausreichend erwärmtem Boden im Frühjahr erfolgt, folgt im Verlauf des ersten Jahres ein großer Aufwand an Unkrautbekämpfung. Das Erntegut wird siliert³⁵. Die anspruchslose Energiepflanze benötigt keine Pestizide und schützt vor Bodenerosion. Jedoch ist sie im ersten Arbeitsjahrs sehr arbeitsintensiv und aufgrund der geringen Anbauerfahrung ist mehr Forschung im Pflanzenanbau erforderlich.



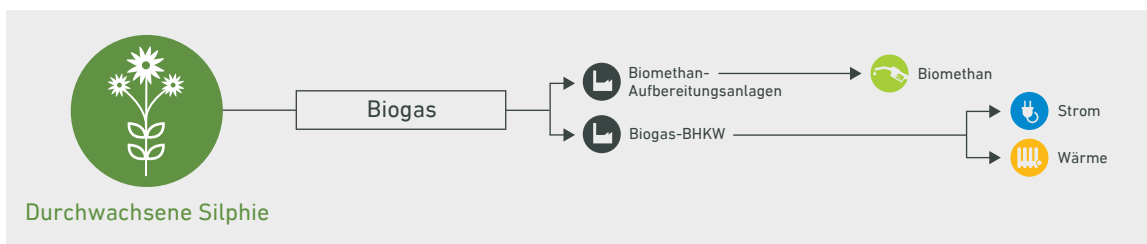
³⁴ FNR: Energiepflanzen

³⁵ ebd

Die Anbaufläche der Durchwachsenen Silphie hat sich 2017 im Vergleich zum Vorjahr mehr als verdoppelt. So wächst die mehrjährige Energiepflanze deutschlandweit bereits auf mehr als 3.000 Hektar³⁶. Seit Anfang 2018 ist die Durchwachsene Silphie „Greening-fähig“. Unter den Begriff des Greenings fallen der Erhalt von Dauergrünflächen wie Wiesen und Weiden sowie ein vielfältiger Anbau von Feldfrüchten. Die Bereitstellung von ökologischen Vorrangflächen auf Ackerland gehört auch dazu. Da sie den Kriterien des Greenings entspricht, gilt die für die Landwirtinnen und Landwirte, dass die Direktzahlungen nicht gekürzt werden. Der Anbau der von Juli bis September blühenden Silphie bietet zahlreichen Insekten und Wildtieren Lebensraum – aufgrund des Bienen- bzw. allgemeinen Insektensterbens ist dies ein weiterer Vorteil für das ökologische Gleichgewicht³⁷.

Ertrag Durchwachsene Silphie ab 2. Anbaujahr (1 ha):

13.087 kWh  7.958 kWh  3.565 l Biomethan 



Auch die von der AEE ausgezeichnete Energie-Kommune Reken ...

... setzt auf die Durchwachsene Silphie. Praktische Erfahrungen mit Ernte, Lagerung und Verwertung konnten die Landwirte in Reken noch nicht sammeln, da erst 2017 auf drei Flächen mit insgesamt 2,7 Hektar die Silphie ausgesät wurde und diese erst im zweiten Jahr blüht. In Reken wird dem Naturschutz auch durch das Anlegen von Blühstreifen besondere Beachtung geschenkt: „Wir legen seit vielen Jahren Blühstreifen vor allem an den Spinatflächen an“, so Ulrike und Hermann-Josef Benning. „Die bunten Blütmischungen mit Sonnenblumen, Phacelia, Buchweizen u.a. erfreuen die Menschen auf ihren Fahrradtouren und auch die Bienen und andere Insekten bei ihrer Nahrungssuche. Außerdem stellen sie einen Rückzugsraum für das Niederwild dar.“ Landwirte säen Blühstreifen an den Rand der Energiepflanzenfelder, damit zusätzliche Lebensräume und Nahrungsquellen für Insekten wie Bienen, Schmetterlinge sowie für Vögel oder kleinere Säugetiere entstehen³⁸.

Wildpflanzen

Auf landwirtschaftlichen Produktionsflächen werden 15 bis 25 ein-, zwei und mehrjährige Wildpflanzenarten ergänzt durch einzelne Kulturpflanzenarten, gemeinsam gesät. Sie entwickeln sich über mehrere Jahre wiederkehrend zu blütenreichen Pflanzenbeständen mit einer hohen Arten- und Strukturvielfalt. Die Artzusammensetzung wird dabei so gewählt, dass die Pflanzenbestände bei einer jährlichen Ernte möglichst hohe Biomasse- und Energieerträge liefern. Die Mischungen variieren je nach Standort. Die Flächen bieten






³⁶ FvB: Start der Aussaat für die Durchwachsene Silphie

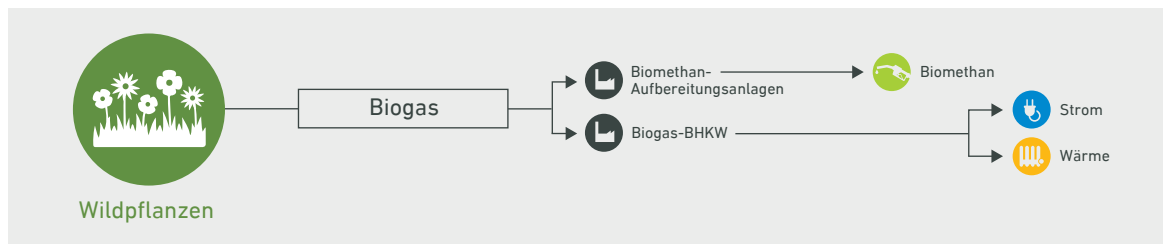
³⁷ AEE: Energiepflanze Silphie: Immer mehr Landwirte setzen darauf

³⁸ AEE: Energie-Kommune Reken

zahlreichen Vogel-, Fledermaus- und Insektenarten geeignete Lebensräume. Mit dem Anbau von Wildpflanzenmischungen konnten bis zu 60 Prozent des Methanhektarertrags von Silomais erreicht werden. Durch den reduzierten Mitteleinsatz und wenige jährliche Arbeitsgänge sind die Produktionskosten dabei deutlich geringer. Laut FNR³⁹ kann die durch die Mehrjährigkeit der Bestände begründete Bodendeckung die intensive Durchwurzelung des Bodens und die geringe Eingriffshäufigkeit die Erosionsgefahr vermindern. Darüber hinaus kann auf Pflanzenschutz verzichtet werden, während die Nährstoffansprüche vergleichsweise gering sind.

Ertrag Wildpflanzenmischungen (1 ha):

9.265 kWh  5.634 kWh 
2.524 l Biomethan 



Chinaschilf

Chinaschilf (*Miscanthus*) ist eine ausdauernde Gräserart, die zur Familie der Süßgräser und zu den C4-Pflanzen gehört. Besonders interessant für die Bioenergie-Nutzung ist die Pflanze, da sie schnell Biomasse produziert. Sie erreicht eine Höhe von bis zu vier Metern. Der Heizwert entspricht in etwa dem von Holz. Das Chinaschilf ist ein mehrjähriges Gras, das heißt, es muss nicht jedes Jahr neu gesät werden, sondern die Sprosse überwintern im Boden und treiben im Frühjahr wieder aus. Seit gut 20 Jahren erfolgen in Deutschland und den Nachbarländern intensivere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den Bereichen Züchtung/Vermehrung, Anbau und Ernte sowie stoffliche und energetische Nutzung von *Miscanthus*. Der Anbau von Chinaschilf ermöglicht extensiven landwirtschaftlichen Anbau mit geringem Düngereinsatz und dem Verzicht auf Pflanzenschutzmittel. Mit wenig Arbeitsaufwand kann diese Energiepflanze über 20 Jahre genutzt werden. Darüber hinaus schützt sie vor Bodenerosion. Als nachteilig kann betrachtet werden, dass die Landwirte sich beim Anbau von Chinaschilf auf mehrere Jahre festlegen müssen. Der Forschungsbedarf ist aber weiterhin sehr groß und die ökonomische Bewertung noch nicht abgeschlossen⁴⁰. Die FNR schätzt, dass im Jahr 2017 rund 4.600 Hektar *Miscanthus* zur energetischen Nutzung angebaut wurden⁴¹.



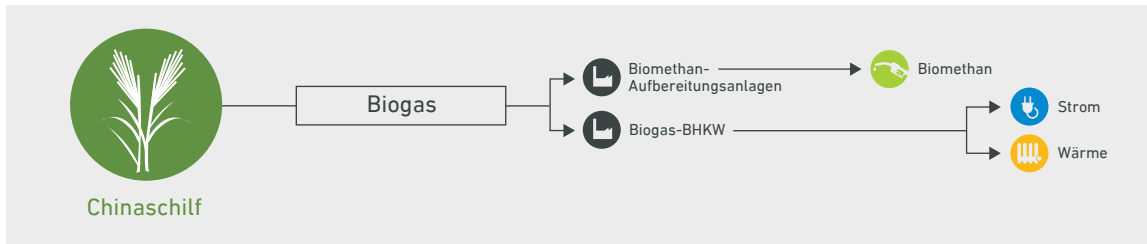
Ertrag Chinaschilf (1 ha):

12.837 kWh  52.857 kWh 

39 FNR: Energiepflanzen

40 ebd

41 FNR: Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland



Die BioEnergie Hoffenheim ...

verwendet in ihrem Heizwerk ausschließlich Miscanthus. Regionale Produzenten beliefern die Anlage. Etwa 100 Gebäude sowie Gewerbebetriebe werden in einem Nahwärmenetz mit Wärme beliefert. Die Kombination zweier Biomasse-Heizkessel gleicht Jahresschwankungen sowie Grund- und Spitzenlast aus. Ein großdimensionierter Warmwasserspeicher sorgt für Versorgungssicherheit und Energieeffizienz. Die Heizkessel sind speziell für den besonderen Brennstoff und die damit zusammenhängende Schlackebildung konzipiert. Eine innovative Filtertechnologie ermöglicht es, die gesetzlichen Emissionsbestimmungen zu unterbieten. Die Gemeinde spart mit dem Brennstoff Miscanthus also nicht nur Treibhausgase, sondern auch Feinstaubemissionen ein⁴².

Steinklee



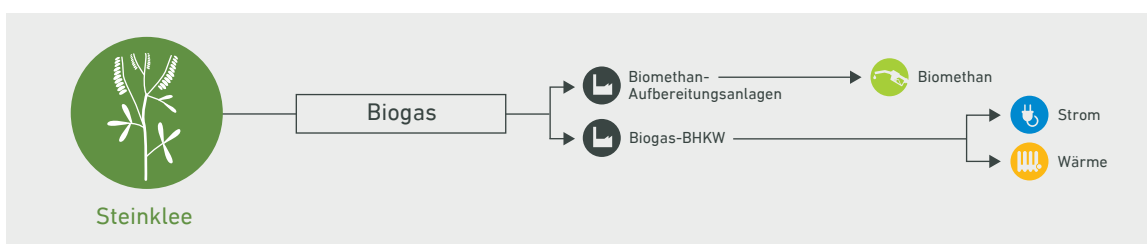
Seit den 1970er Jahren spielt Steinklee in der Landwirtschaft kaum noch eine nennenswerte Rolle, aufgrund der wenig abwechslungsreichen Fruchtfolgen in der Agrarlandschaft und dem starken Anbau von Silomais könnte er wieder an Bedeutung gewinnen. Eine Aufweitung der Energiepflanzenfruchtfolge durch den Anbau von Steinklee als Energiepflanze mit guten bodensanitären Eigenschaften ermöglicht eine Steigerung der Biodiversität auf der Fläche. Das starke Pfahlwurzelsystem des Steinklees vermag Verdichtungen im Boden aufzubrechen. Die gute Oberbodendurchwurzelung beugt Erosion vor und kann so dem Verlust von fruchtbarem Ackerboden entgegenwirken. Steinklee eine zweijährige Pflanze, die erst im 2. Jahr ihr Ertragsmaximum erreicht. Nach der Blüte stirbt der Steinklee ab und kann als Gründünger genutzt werden. Steinklee ist

eine relativ anspruchslose Pflanze, die mit geringen Bodenqualitäten zurechtkommt sowie nässe- und trocken tolerant ist. Zudem hat Steinklee einen sehr guten Vorfruchtwert und bietet eine hervorragende Bienenweide⁴³.

Ertrag Steinklee (1 ha):

Im Ansaatjahr: zwischen 1.209 l und 2.872 l

Im zweiten Vegetationsjahr: 3.024 l Biomethan

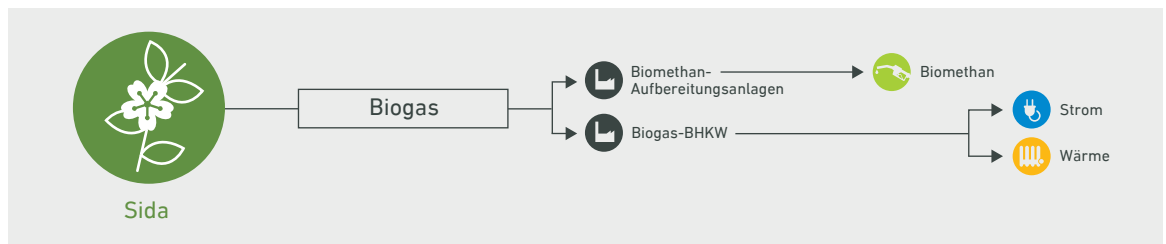


⁴² BioEnergie Hoffenheim GmbH

⁴³ FNR: Energiepflanzen

Sida

Sida hermaphrodita ist eine frostbeständige Staude, die geringe Standortansprüche aufweist und dank ihres starken Wachstums und ihres ausgeprägten Wurzelsystems vielseitig einsetzbar ist. Vorteile sind die geringen Kosten bei der Aussaat, die sich jedoch durch notwendige Pflegemaßnahmen wieder relativieren. Die Sida eignet sich für den Anbau auf leichten Böden, hat eine hohe Resistenz gegenüber Wassermangel und weist hohe Biomasseerträge auf. Bisher liegen in Deutschland nur wenige Erfahrungen und wissenschaftlich abgesicherte Ergebnisse zu dieser Pflanze vor⁴⁴.



Kurzumtriebsplantagen

Kurzumtriebsplantagen (KUP) sind Anpflanzungen schnell wachsender Bäume oder Sträucher mit geringen Ernteintervallen und bieten für Landwirte eine Reihe von Vorteilen: Die Nachfrage nach Holz und die Preise hierfür entwickeln sich stabil, das heißt ein Absatzmarkt ist vorhanden. Es werden weniger Düngemittel benötigt als in der konventionellen Landwirtschaft. Außerdem eignen sich diese Plantagen auch für Flächen, die nicht oder nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden können oder lassen sich in konventionell



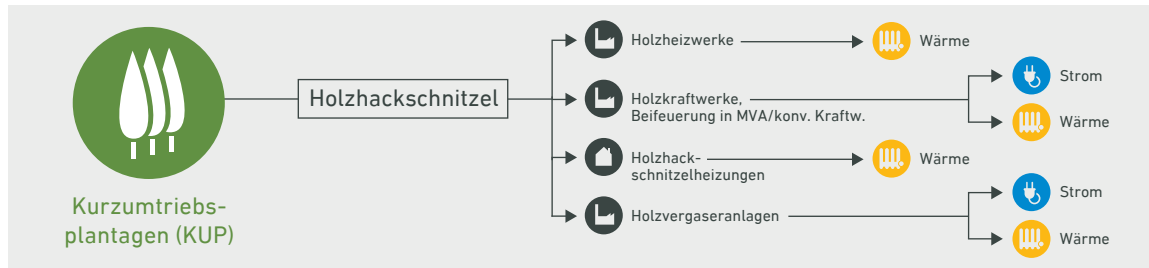
bewirtschaftete Flächen integrieren. Während beim Getreideanbau jährliche Kosten anfallen, ist beim Anlegen der KUP nur einmalig mit relativ hohen Kosten zu rechnen. Für landwirtschaftliche Betriebe ist zudem von Vorteil, dass Hölzer aus KUPs im Winter bei geringerer sonstiger Arbeitslast geerntet werden. Aufgrund der längeren Bodenruhe bieten KUPs einen besseren Erosionsschutz. Auch aus Sicht des Naturschutzes ist die längere Bodenruhe positiv zu bewerten: Die Tier- und Pflanzenvielfalt ist höher als beispielsweise auf Getreide- und Maisfeldern. KUP können zudem positiv strukturierend und gliedernd auf die vielerorts „aufgeräumte“ Agrarlandschaft wirken, z.B. als Streifen in oder um Grünland und Ackerflächen. Laut den Schätzungen der FNR wurden im Jahr 2017 rund 6.630 Hektar Fläche KUP zur energetischen Nutzung angebaut⁴⁵.

Ertrag KUP (1 ha):

8.500 kWh  35.000 kWh 

⁴⁴ FNR: Energiepflanzen

⁴⁵ FNR: Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland



In der Gemeinde Massen-Niederlausitz ...

... ersetzt seit 2014 das Holzhack-schnitzelheizwerk einen alten Ölkessel und zwei Gaskessel. Die vollautomatische Anlage mit einer Leistung von 550 Kilowatt versorgt eine Schule und eine Turnhalle, die in Massen-Niederlausitz ansässige Amtsverwaltung und ein Bürogebäude mit Wärme. Die Anlage verbraucht – je nach Feuchte und Baumart – im Jahr etwa 1.500 bis 1.800 Schüttraummeter Holz. Die Anlage wird ausschließlich mit nachwachsenden Rohstoffen aus der Region betrieben. Das Holz kommt vor allem aus gemeindeeigenen Wäldern und von Kurzumtriebsplantagen. Diese KUP sind mit Blick auf die Verwendung im Heizwerk bereits 2012 im Massener Gewerbegebiet angelegt worden. Weiterhin verbraucht die Anlage Material aus der Landschaftspflege und Naturschutzmaßnahmen. Die ersten drei Hektar Pappeln, die sich aus der Sorte Max und aus Kreuzungen zusammensetzten, wurden bereits im Jahr 2012 gepflanzt. In den Folgejahren kamen weitere Anpflanzungen dazu. So gab es im Jahr 2016 schon verschiedene Areale mit einer Gesamtfläche von insgesamt rund sieben Hektar. Der Vorteil ist, dass Pappeln pro Jahr etwa drei Meter wachsen und somit zehn bis fünfzehn Tonnen Trockenmasse pro Hektar produzieren. Alle drei bis fünf Jahre kann geerntet werden, wobei die Wurzelstöcke im Boden verbleiben. Dadurch wird der Boden vor Erosion geschützt und es fallen nur geringe Kosten an, denn Pappeln brauchen weder Dünger noch Pflanzenschutzmittel.

3 UMWELTAUSWIRKUNGEN VON ENERGIEPFLANZEN

Das Kohlendioxid, welches die Pflanzen im Laufe ihres Wachstums aufgenommen haben, wird bei der Verbrennung der Biomasse freigesetzt. Nachwachsende Pflanzen absorbieren das freigesetzte CO₂ wieder. Der Kohlendioxidkreislauf ist damit geschlossen. Durch die energetische Nutzung der Biomasse werden fossile Brennstoffe ersetzt und dadurch Treibhausgase vermieden. Die Höhe der Emissions-einsparung hängt allerdings von der Anbaukultur, dem Anbauverfahren und Produktionsverfahren ab:

- Wie viel Energie wird für die in der Landwirtschaft eingesetzten Betriebsmittel (Dünger, Kraftstoff für Bodenbearbeitung etc.) verbraucht? (Effizienz des Betriebsmitteleinsatzes)
- Wie hoch sind die Biomasseerträge pro Hektar?
- Wie hoch ist die Energieausbeute pro Einheit Biomasse? (Effizienz der Konversionsprozesse)
- Können die Nebenprodukte des Energiepflanzenanbaus (z.B. Stroh) und des Produktionsverfahrens (z.B. Rapsschrot) energetisch oder in anderen Bereichen (z.B. als Futtermittel oder Dünger) genutzt werden?

Daher müssen für die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen von Energiepflanzen alle Etappen der Wertschöpfungskette – vom Anbau über die Weiterverarbeitung bis zur energetischen Nutzung – betrachtet werden⁴⁶.

Die ökologische Bewertung des Energiepflanzenanbaus hängt auch von der Fruchtfolgegestaltung ab. Humuszehrende Kulturarten müssen sich mit humusaufbauenden Kulturen abwechseln. Durch Kulturvielfalt reduzieren sich der Schädlingsbefall und die Krankheitserreger. Die Selbstregulation des Ökosystems wird gestärkt⁴⁷.

3.1 Energie- und Treibhausgasbilanz von Biokraftstoffen und Biogas

Je nachdem, welche Energiepflanzen für die Produktion von Biokraftstoffen eingesetzt werden und wie die Anbauverfahren und Produktionsverfahren gestaltet sind, erreichen Biokraftstoffe im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen unterschiedlich hohe Treibhausgasreduktionen. Biodiesel und Pflanzenöl aus Raps sowie Bioethanol aus Getreide verursachen im Verhältnis zu fossilem Diesel bzw. Benzin bis zu zwei Drittel weniger Emissionen. Die Bandbreiten der Treibhausgasemissionen von Biokraftstoffen gehen aufgrund der Vielfalt der oben genannten Einflussfaktoren weit auseinander, liegen jedoch stets deutlich unter den Emissionen fossiler Kraftstoffe.

Biokraftstoffe leisten einen Beitrag zum Klimaschutz, weil sie fossile Kraftstoffe ersetzen. Gleichzeitig muss für ihre Produktion nur ein verhältnismäßig geringer Anteil von fossilen Energierohstoffen (z.B. für Düngemittel, Ernte, Transport und Verarbeitung der Energiepflanzen) aufgewendet werden.

Den hauptsächlichen Anteil der aufgewendeten Primärenergie macht der nachwachsende und CO₂-neutrale Rohstoff Biomasse aus. Die auf dem Markt eingeführten Biokraftstoffe wie Biodiesel und Pflanzenöl sowie Bioethanol bergen noch weiteres Potenzial zur Einsparung fossiler Energierohstoffe, z.B. durch den Ersatz von Mineraldünger durch Reststoffe und die Nutzung von Nebenprodukten. In den Produktionsverfahren benötigen sie allerdings bereits sehr wenig fossile Primärenergie.

⁴⁶ AEE: Anbau von Energiepflanzen

⁴⁷ TFZ: Energiepflanzen für die Biogasproduktion

Für die Energie- und Treibhausgasbilanz von Biogas gilt ähnlich: Je nachdem, welche Energiepflanzen oder Reststoffe für die Produktion eingesetzt werden und wie die Anbauverfahren und Produktionsverfahren gestaltet sind, erreicht Strom aus Biogas im Vergleich zu fossilen Energieträgern unterschiedlich hohe Treibhausgasreduktionen. Sie liegen jedoch stets unter den Emissionen fossiler Energieträger. Eine Kilowattstunde Biogas-Strom aus Gras verursacht im Verhältnis zu einer Kilowattstunde Braunkohle- oder Steinkohlestrom über 90 Prozent weniger Treibhausgase und über drei Viertel weniger im Verhältnis zu Strom aus Erdgas.

Auch für die Produktion von Biogas muss nur ein verhältnismäßig geringer Anteil von fossilen Energierohstoffen (z.B. für Düngemittel, Ernte, Transport und Verarbeitung der Energiepflanzen) aufgewendet werden.

Der hauptsächliche Anteil der aufgewendeten Primärenergie ist hier ebenfalls der nachwachsende und CO₂-neutrale Rohstoff Biomasse. Für eine Kilowattstunde Biogas-Strom aus Gras oder Mais muss 85–90 Prozent weniger fossile Energie aufgewendet werden als für eine Kilowattstunde Braunkohle- oder Steinkohlestrom, sowie 80–85 Prozent weniger fossile Energie als für eine Kilowattstunde Strom aus Erdgas. Durch Effizienzsteigerungen bei der Biogasproduktion können die Emissionen weiter reduziert werden. Der Vergleich bezieht sich ausschließlich auf die Stromerzeugung. Dass bei der Stromerzeugung aus Biogas in Kraft-Wärme-Kopplung zusätzlich Wärme bereitgestellt wird, die wiederum fossile Energieträger im Wärmesektor ersetzen kann, ist in dieser Energie- und Klimabilanzierung nicht mitberücksichtigt worden⁴⁸.

3.2 Kohlenstoffspeicherung durch Energiepflanzen

Ein weiterer wichtiger Aspekt zur Bewertung der Treibhausgasemissionen von Energiepflanzen sind die Auswirkungen des Anbaus auf die Humusbilanz und die Kohlenstoffeinlagerung im Boden und in der oberirdischen Biomasse. Durch mehrjährige Kulturen kann sowohl eine Kohlenstoffspeicherung in der ober- und unterirdischen Biomasse erfolgen, als auch der Humusgehalt im Boden erhöht werden.

Auch bei einjährigen Kulturen gibt es große Potenziale, den Kohlenstoffgehalt im Boden zu steigern. Das entlastet die Atmosphäre und trägt zum Klimaschutz bei. Die CO₂-Speicherfunktion des Bodens kann gefördert werden durch geringere Bodenbearbeitung, Reduktion der Erosion durch ganzjährige Bodenbedeckung sowie veränderte Fruchtfolgen und Düngung. Die Menge CO₂, die mit einjährigen Kulturen gespeichert werden kann, entspricht ungefähr der Menge, die in den ersten 5–10 Jahren durch KUP zusätzlich im Boden eingelagert werden kann.

Die Maßnahmen zur Steigerung des Humusgehaltes bei einjährigen Pflanzen führen nicht nur zu einer Kohlenstoffanreicherung, sondern auch zur Verbesserung der Bodeneigenschaften. Dieses Potenzial kann auch bei einjährigen Pflanzen besser mobilisiert werden. Der Forschungsbedarf zur Kohlenstoffeinlagerung durch Energiepflanzen ist allerdings nach wie vor sehr groß, da verschiedene Faktoren wie Bodenart und Klima die langfristige Kohlenstoffspeicherung im Boden beeinflussen⁴⁹.

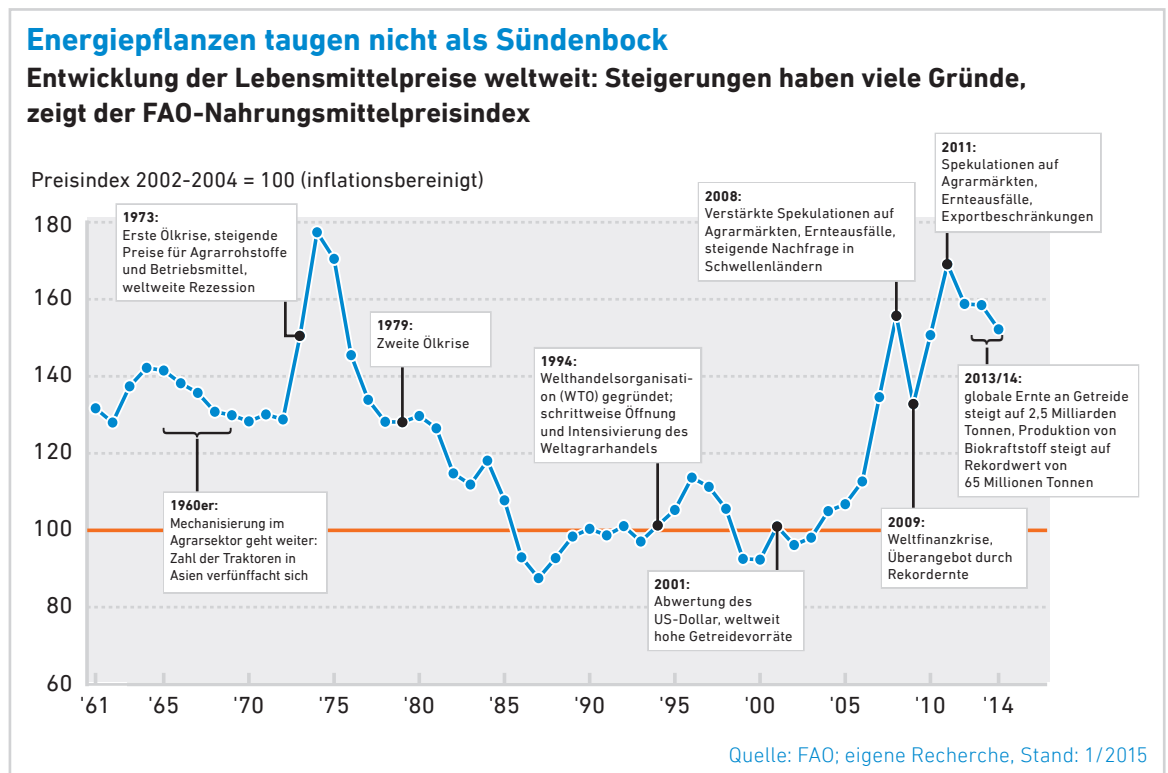
48 TFZ: Energiepflanzen für die Biogasproduktion

49 ebd

4 SCHAFFEN ENERGIEPFLANZEN HÖHERE LEBENSMITTELPREISE UND FLÄCHENKONKURRENZ?

Die historische Entwicklung der weltweiten Lebensmittelpreise zeigt, dass Energiepflanzen und Biokraftstoffe nicht für Preisspitzen an den Lebensmittelmärkten verantwortlich gemacht werden können.

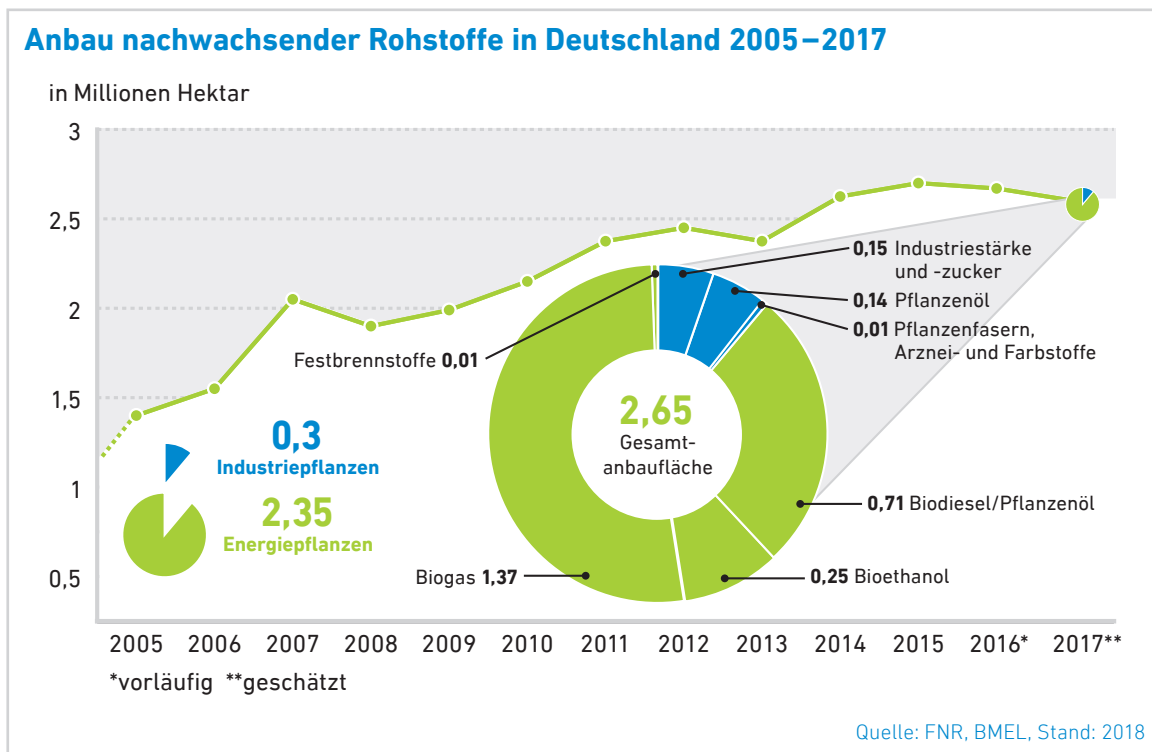
Agrargüter wie Weizen, Mais oder Soja werden an globalen Warenbörsen gehandelt. Die erzielten Börsenpreise hängen dabei von einer Vielzahl an Faktoren ab: Neben den jeweiligen Ertrags- und Vorratsmengen sowie Schwankungen in der Nachfrage beeinflussen auch Währungskurse, handelspolitische Entscheidungen, Öl- und Rohstoffpreise und Spekulationen auf Agrarprodukte die Preisbildung an den Märkten.



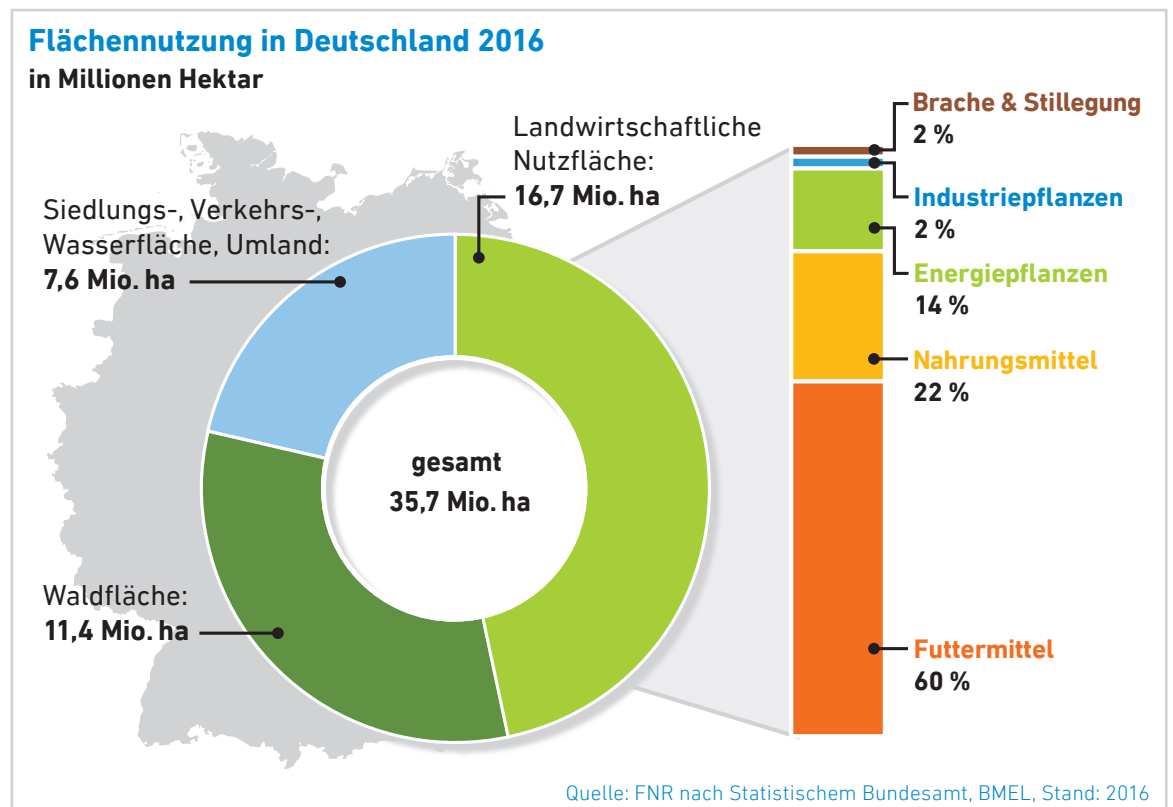
Deutschland benötigt nur einen geringen Teil seiner landwirtschaftlich genutzten Flächen für den Ausbau der Bioenergie. Durch den vom Statistischen Bundesamt angenommenen Bevölkerungsrückgang in Deutschland sinkt die Nachfrage nach Futter- und Nahrungsmitteln sowie nach Siedlungsflächen. Gleichzeitig steigen die Ernteerträge weiterhin leicht an. So werden zusätzliche Flächen für den Anbau von Energiepflanzen frei, ohne dass die Selbstversorgung Deutschlands mit Nahrungsmitteln in Frage gestellt wird.

Die untenstehende Abbildung zeigt: Im Jahr 2017 wuchsen Energiepflanzen auf insgesamt 2,35 Millionen Hektar in Deutschland. Ihr Potenzial ist damit aber noch lange nicht ausgeschöpft. Entscheidend für die Zukunft sind der Umfang der zur Verfügung stehenden Acker- und Grünlandflächen sowie deren Bodenqualität. Werden auf diesen Flächen vor allem ertragsreiche Energiepflanzen angebaut, kann das entsprechende Bioenergie-Potenzial nochmals gesteigert werden.

Obwohl Energiepflanzen zentrale Bausteine der Energiewende in Deutschland sind, ist ihr Anbau oftmals umstritten. Der Zubau von Biogasanlagen und Biokraftstoffanlagen wird häufig mit der massiven Zunahme von Monokulturen, einem Rückgang der Biodiversität und einer Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion in Verbindung gebracht. Dabei wird übersehen, dass eine große Vielfalt von Anbaukulturen für die unterschiedlichen Bioenergieträger genutzt werden kann. Der Anbau von Energiepflanzen ist besser als ihr Ruf, denn er bietet die Chance, die teilweise wenig abwechslungsreichen Fruchtfolgen der konventionellen Landwirtschaft aufzulockern.



Darüber hinaus zeigt die folgende Grafik, dass von den 16,7 Millionen Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche in Deutschland lediglich 14 Prozent für den Anbau von Energiepflanzen genutzt wurden. Die Nutzung der Bioenergie entwickelt sich stetig weiter, so arbeiten Wissenschaft und Praxis gemeinsam an der Verbreitung neuer Energiepflanzen. Nur in wenigen Regionen ist ein bedeutender Anteil von Energiemais festzustellen und mit Wildpflanzen oder der durchwachsenen Silphie stehen attraktive Alternativen bereit. Weiden und Wiesen werden durch Veränderungen in der Agrarstruktur für die Bioenergie attraktiver, ohne Flächenkonkurrenz darzustellen. Angepasste Lösungen beim Energiepflanzenanbau haben positive Auswirkungen nicht nur für Landwirtschaft und Umweltschutz.



5 ENERGIEPFLANZEN KÖNNEN DIE AGRARLANDSCHAFT ÖKOLOGISCH BEREICHERN



Unsere Agrarlandschaft ist eine durchweg von Menschenhand gemachte Kulturlandschaft. Sie befindet sich im ständigen Wandel. Bioenergie und der Anbau von Energiepflanzen bieten heute eine Chance, die Landschaft der Zukunft ökologisch wertvoller zu gestalten: Sie sind eine vielversprechende Möglichkeit, unsere vielerorts artenarme Agrarlandschaft ökologisch wieder zu bereichern. Noch dominieren im Energiepflanzenanbau einige wenige Arten. Gründe dafür sind, dass die Landwirte vorzugsweise ertragreiche Arten

anbauen, die sie kennen und für die sie über die notwendige Erntetechnik verfügen. Als vergleichsweise junge Entwicklung in der Landwirtschaft hat sich die gesamte Bandbreite der Energiepflanzen noch nicht durchgesetzt. Doch in abwechslungsreichen Fruchtfolgen können höhere Erträge erwirtschaftet werden. Mit verhältnismäßig anspruchslosen Energiepflanzen lässt sich – bei angepasster Anbaupraxis – mit weniger Dünger und Pestiziden erfolgreicher wirtschaften. Reich strukturierte KUP und Gehölze bieten vor allem Vögeln und Insekten einen Lebensraum. Gleichzeitig kann diese kleinräumige Gliederung der Agrarlandschaft Erosion besser verhindern. So kann mit Energiepflanzenanbau ein ökologischer Mehrwert erreicht werden.

Abwechslungsreiche Fruchtfolgen mit hoher Biodiversität

- widerstehen Klimaextremen mit trockeneren Perioden besser.
- schaffen ein abwechslungsreicheres Landschaftsbild und erhöhen damit die Akzeptanz für den Anbau von Energiepflanzen in der Bevölkerung.
- schaffen mehr Boden- und Pflanzengesundheit.
- ermöglichen eine bessere Risikostreuung und Verteilung von Arbeitsspitzen für landwirtschaftliche Betriebe.
- benötigen – bei angepasster Anbaupraxis – weniger Dünger und Pflanzenschutzmittel. Dies bedeutet auch für Tiere und Insekten einen Nutzen. Nach ihrer Vergärung in Biogasanlagen lassen sich Reste von einigen Energiepflanzen gewöhnlich als natürlicher und wertvoller Dünger wieder auf den Acker zurückbringen.
- schaffen bei Ernte und Verarbeitung Koppelprodukte, die zusätzlich als Futtermittel genutzt werden.

6 QUELLEN

AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN (AEE): Anbau von Energiepflanzen. Berlin, 2011: http://www.planet-biogas.com/wp-content/mediathek/AEE_Renews_Spezial_Energiepflanzen_2011.pdf

AEE: Der volle Durchblick in Sachen Energiepflanzen. Berlin, 2012: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/38.AEE_Durchblick_Energiepflanzen_Mai12.pdf

AEE: Potenzialatlas Bioenergie in den Bundesländern. Berlin, 2013, <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/broschueren/potenzialatlas-bioenergie-in-den-bundeslaendern>

AEE: Bundesländer mit neuer Energie. Berlin, 2013: https://www.foederal-erneuerbar.de/tl_files/ae/Jahresreport%202013/AEE_Jahresreport_F-E_2013_MV.pdf

AEE: Energie vom Land kommt an. Berlin, 2014: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/322.AEE_Energie_vom_Land_apr14.pdf

AEE: Metaanalyse zu den Potenzialen der Bioenergie in Deutschland, der EU und weltweit. Berlin, 2014, http://www.forschungsradar.de/fileadmin/content/bilder/Vergleichsgrafiken/Metaanalyse_Bioenergie_Potenziale/AEE_Metaanalyse_Bioenergiepotenziale_Dez14_fixed2.pdf

AEE: Energie-Kommune Bollewick. Berlin, 2016: <http://www.kommunal-erneuerbar.de/de/energie-kommunen/energie-kommunen/bollewick.html>

AEE: Energie vom Land hält warm. Berlin, 2018: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/2681.180910_AEE_EnergievomLand-low.pdf

AEE: Energiepflanze Silphie: Immer mehr Landwirte setzen darauf. Berlin, 2018: <https://www.unendlich-viel-energie.de/erneuerbare-energie/bioenergie/biogas2/energiepflanze-silphie-immer-mehr-landwirte-setzen-darauf>

AEE: Energie-Kommune Reken. Berlin, 2018: <http://www.kommunal-erneuerbar.de/de/energie-kommunen/energie-kommunen/reken.html>

BIOENERGIE HOFFENHEIM GMBH. HOFFENHEIM, 2018: <http://www.bioenergie-hoffenheim.de/>

C.A.R.M.E.N. E.V.: Energiepflanzen – Vielfalt für die Landwirtschaft, 2012: <https://www.carmen-ev.de/files/informationen/Brosch%C3%BCren/Energiepflanzen.pdf>

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (FNR): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen. Gülzow-Prüzen, 2008: https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/f/g/fg_broschur_energiepfl_eva_2011_v2.pdf

FNR: Pflanzen für Industrie und Energie. Gülzow-Prüzen, 2012: https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/p/f/pflanzen_fuer_industrie_und_energie.pdf

FNR: Sorghumhirsen – Ein Beitrag zur Diversifizierung des Energiepflanzenpektrums. Gülzow-Prüzen, 2012: <https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch.hirse-web.pdf>

FNR: Energiepflanzen für Biogasanlagen. Gülzow-Prüzen, 2013: https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch.energiepflanzen-niedersachsen-webpdf_1.pdf

FNR: Bienenfreundliche Energiepflanzen. Gülzow-Prüzen, 2015: http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Bienenfreundliche_Energie_Web_10_2015.pdf

FNR: Energiepflanzen. Gülzow-Prüzen, 2018: <https://pflanzen.fnr.de/energiepflanzen>

FNR: Maisanbau in Deutschland, Gülzow-Prüzen, 2018: <https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biogas/maisanbau-in-deutschland.html>

FNR: Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, Gülzow-Prüzen, 2018: <http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22004416.pdf>

FACHVERBAND BIOGAS (FVB): Start der Aussaat für die Durchwachsene Silphie. Freising, 2018: <https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/de-start-der-aussaat-fuer-die-durchwachsene-silphie>

TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM (TFZ): Energiepflanzen für die Biogasproduktion. Straubing, 2014: http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/service/dateien/tfz_kompakt_1_energiepflanzen.pdf

VERBAND DER ÖLSAATENVERARBEITENDEN INDUSTRIE IN DEUTSCHLAND (OVID): Ölsaaten, 2018: <https://www.ovid-verband.de/unsere-themen/oelsaaten/raps/>

Fotorechte

S.6 (Mais) Paul Langrock, S.7 (Landwirt) Philipp Ledényi, S.8 (Raps) Daniel Prudek/Shutterstock, S.9 (Roggen) Olena Belevantseva/Shutterstock, S.11 (Weizen) ESB Professional/Shutterstock, S.12 (Sorghumhirsen) Wölfersheim, S.13 (Sonnenblume) Zoom Team/Shutterstock, S.14 (Topinambur) Zoonar GmbH/Shutterstock, S.15 (Amaranth) Marisa Estivill/Shutterstock, S.16 (Rübe) Igor Stevanovic/Shutterstock, S.18 (Ackergras und Durchwachsene Silphie) FNR, S.19 (Wildpflanzen) courtyardpics/Shutterstock, S.20 (Chinaschilf) Triratanachat/Shutterstock, S.21 (Steinklee) Manfred Ruckszio/Shutterstock, S.22 (Sida) Jojoo64/Shutterstock, (KUP) FNR

IMPRESSUM

Agentur für Erneuerbare Energien e.V.
Invalidenstraße 91
10115 Berlin

Tel.: 030 200535 30
Fax: 030 200535 51

E-Mail: kontakt@unendlich-viel-energie.de
www.unendlich-viel-energie.de

Aktuelle Informationsangebote finden Sie im Internet:

www.kommunal-erneuerbar.de
www.foederal-erneuerbar.de
www.forschungsradar.de
www.kombikraftwerk.de
www.waermewechsel.de
www.energie-update.de
www.forum-synergiewende.de

