

Biogas – historischer und aktueller Energieträger

Die aktuelle kontroverse Diskussion um die zukünftige Energieversorgung der Zivilisation bringt es mit sich, dass auch über die Energiegewinnung aus Pflanzen gesprochen wird. Die Energiegewinnung aus Pflanzen ist keine Erfindung unserer Tage. Stellt man sich die Frage „Welche Bedeutung hatten Energiepflanzen in der Historie?“ werden die Parallelen zwischen der historischen und der aktuellen Energiegewinnung insbesondere aus dem Energieträger „Pflanze“ deutlich. Daraus ergibt sich automatisch auch die Frage, welche Pflanzen können speziell in unseren Breiten als Energiepflanzen genutzt werden und wie können sie ökonomisch und ökologisch angebaut werden und wie kann überhaupt Energie aus Pflanzen gewonnen werden. Um einen umfassenden Einblick in das komplexe Thema der Biogasgewinnung zu bekommen, besichtigten die Mitglieder der Fachstelle Umweltschutz und Landschaftspflege die Biogasanlage auf der Domäne Oelentrup in Dörentrup unter der fachkundigen Führung von Herrn Schof, einem der beiden Betreiber der Biogasanlage.

Welche Bedeutung hatten Energiepflanzen in der Historie?

Die Nutzung natürlicher Ressourcen ist seit altersher eine bekannte und in vielfältiger Form praktizierte Art der Energiegewinnung. In der vorindustriellen Zeit spielte neben der Nutzung von Wasser und Wind Holz eine besondere Rolle in der Energiegewinnung. Diese Energie diente vorrangig zum Backen und Kochen. Die dabei entstehende Wärme wurde auf Grund der Bauweise nicht nur zum Kochen, sondern auch zum Heizen verwendet. Mit dem bei dem Verbrennungsprozess entstehenden Rauch wurden die über der Feuerstelle aufgehängten Lebensmittel haltbar gemacht. Holz war in der vorindustriellen Zeit vor allem Baustoff für Häuser und Schiffe, hierfür wurden ganze Wälder abgeholzt. Aus dem nicht für das Bauhandwerk verwendbaren Holzresten wurde Brennmaterial gewonnen, wobei nicht in jedem Raum eines Hauses ein Ofen vorhanden war. Bei den vorindustriellen Häusern waren in der Regel nur eine zentrale Feuerstelle vorhanden. In einigen Häusern gab es noch einen zusätzlichen kleinen Ofen in der Wohnstube. Dieser wurde jedoch nur zu besonderen Anlässen genutzt, das tägliche Leben spielte sich in der zentralen Kaminküche ab. Die Schlafräume waren, anders als heute, nicht zu beheizen. (vgl. Baumeier, Großmann, Könenkamp, 1982, S.59ff)

Neben der direkten Energienutzung spielte auch die indirekte Energienutzung in früheren Jahrhunderten eine wesentliche Rolle. So ist auf Grund der Grundrisse alter Bauernhäuser bekannt, dass gerade in unseren Breiten die Viehhaltung im Wohnhaus weit verbreitet war.

Durch die Viehhaltung, vornehmlich Kühe und Pferde, im Haus wurde deren Wärmeabstrahlung genutzt, um gerade im Winter eine gewisse Grundtemperatur im Haus zu erzeugen. Dadurch ergibt sich ein interessanter Stoff- und Energiekreislauf, der auch heute in etwas abgewandelter Form wieder bei der Biogasproduktion zu finden ist. Vereinfacht gesagt, wurde früher mit einer mobilen Wärmequelle geheizt. Die Wärmequelle (Kuh oder Pferd) wurde tagsüber auf der Weide gehalten, um sie mit Nahrung zu versorgen, abends wurde sie in das Haus geholt, wo sie durch ihre Wärmeabstrahlung für die entsprechende Grundwärme im Gebäude sorgte. Diese reichte in der Regel mit der Abwärme, die durch die offene Feuerstelle in der Küche produziert wurde, aus. Der von den Tieren produzierte Mist wurde wieder auf die Äcker und Weiden gebracht und diente als wertvoller Dünger.

Für den Winter, wenn eine Weidehaltung der Nutztiere nicht möglich war, wurde Futter in Form von Heu gelagert. Die heutige Silage war noch unbekannt. Auf Grund der Brandgefahr, die von Heu und Stroh ausging, wurden diese entweder in separaten Speichern, oder wenn diese nicht vorhanden waren, in sog. Rutenbergen außerhalb der Hofstätten gelagert. Ein Beispiel hierfür findet sich im Westfälischen Freilichtmuseum in Detmold.

In Städten war diese Form der Energienutzung nicht möglich, daher wurde hier bis zum Aufkommen der fossilen Brennstoffe überwiegend mit Holz geheizt. Um den enormen Holzbedarf für das Bauhandwerk und als Brennmaterial zu decken, haben sich seit dem Mittelalter in Mitteleuropa im Wesentlichen vier Waldnutzungsformen herausgebildet, die bis heute noch in der Forstwirtschaft angewandt werden. Es handelt sich hierbei um die Waldweide, den Niederwald, den Mittelwald und den heute überwiegend vorherrschenden Hochwald.

Mit der beginnenden Industrialisierung und dem wirtschaftlichen und sozialen Aufschwung verloren Pflanzen als Energieträger an Bedeutung. Interessant ist, dass die Bedeutung von Pflanzen als Energieträger in Krisenzeiten an Bedeutung gewann. Gerade nach den beiden Kriegen im vorherigen

Jahrhundert wurden, wie historische Filmdokumente belegen, in den Städten in ganzen Straßenzügen die Alleebäume gefällt und als Brennmaterial genutzt.

Die heutigen Formen der Energiepflanzenutzung unterscheiden sich nur in Details von den historischen Nutzungsformen. Das Grundprinzip ist bis heute gleich geblieben.

Was ist eine Energiepflanze?

Um den Begriff Energiepflanze zu verstehen und im Folgenden korrekt zu verwenden, ist zuerst die Abgrenzung des Begriffes Energiepflanze zu Biomasse erforderlich.

Nach Kaltschmitt, Hartmann und Hoffbauer gehören zur Biomasse alle organischen Stoffe. Dieses sind

- „die in der Natur lebende Phyto- und Zoomasse (Pflanzen und Tiere), - die daraus resultierenden Rückstände (z. B. tierische Exkremente),

- abgestorbene (aber noch nicht fossile) Phyto- und Zoomasse (z. B. Stroh) und - im weiteren Sinne alle Stoffe, die beispielsweise durch eine technische Umwandlung und/oder eine stoffliche Nutzung entstanden sind bzw. anfallen (z.B. Schwarzlauge, Papier und Zellstoff, Schlachthofabfälle, organische Hausmüllfraktion, Pflanzenöl, Alkohol).“ (Kaltschmitt, M., Hartmann, H. und Hoffbauer H., 2009 S.2)

Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) definiert den Begriff „Energiepflanze“ zusammen mit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML) wie folgt:

„Energiepflanzen gehören zu den nachwachsenden Rohstoffen und werden ausschließlich für die energetische Nutzung angebaut.“

In der weitergehenden Beschreibung der Definition heißt es, dass Energiepflanzen Biomasse sind, „die nachhaltig produziert werden kann, fossile Ressourcen schont, lagerfähig ist“, sowie „die Abhängigkeit von Energieimporten (Erdöl, Erdgas) reduziert und dazu beiträgt, dass der ländliche Raum gestärkt wird.“ (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR),2009)

Anhand dieser beiden Definitionen lässt sich erkennen, dass der Begriff Biomasse deutlich weiter gefasst ist als der Begriff Energiepflanze. Bei Energiepflanzen steht nach der vorliegenden Definition somit nicht nur die Pflanze in Form der Biomasse im Vordergrund, sondern wird im Gesamtkontext der Energieproduktion aus Pflanzen gesehen. Besonders zu beachten ist hierbei, dass in der aktuellen, durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) im Auftrag des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML) erarbeiteten Definition, neben der energetischen Nutzung, auch die regionale Wertschöpfung und die Unabhängigkeit von Energieimporten festgeschrieben ist.

Es ist somit eine Definition, die biologische, ökologische und ökonomische Grundsätze miteinander vereint.

Im Gegensatz dazu umfasst der Begriff Biomasse alle organischen Stoffe, ohne dabei primär auf die aktuellen Zusammenhänge mit der Zivilisation näher einzugehen. Hierbei handelt es sich um eine auf biologischen und ökologischen Grundsätzen beruhenden Definition, die in der hierarchischen Abfolge der Begriffe über der Energiepflanze gesehen werden kann, die nach den vorgestellten Definitionen Teil der Biomasse ist.

Welche Arten von Energiepflanzen gibt es?

Für die weitere Betrachtung des Themas Energiegewinnung aus Pflanzen ist es sinnvoll, die einzelnen Pflanzen nach ihrer energetischen Nutzbarkeit einzuordnen. Im Wesentlichen werden nach Kaltschmitt, Hartmann und Hoffbauer vier große Gruppen von Energiepflanzen unterschieden.

Lignocellulosepflanzen	Ölpflanzen	Zucker- pflanzen	Stärke- pflanzen
Forstwirtschaft	Landwirtschaft		

alle Baumarten	schnell-wachsende Baumarten	Raps	Zuckerrüben	Kartoffel
	Miscanthus	Sonnenblumen	Zuckerhirse	Topinambur
	Rutenhirse			Getreide
	Rohrglanzgras			Mais
	Futtergräser			
	Getreide-ganzpflanzen			

Tabelle 1: Einteilung der Energiepflanzen nach Energieverfügbarkeit (Ralf Pankoke 2010; nach Kaltschmitt, M., Hartmann, H. und Hoffbauer H., 2009 S.75)

Grundlage für die diese Einteilung sind die Unterschiede in der energetischen Nutzbarkeit der zu den einzelnen Gruppen gehörenden Pflanzen. So können Lignocellulosepflanzen, bei denen das Strukturgerüst der pflanzlichen Zellwand aus Lignin, Hemicellulosen und Cellulose gebildet wird, in der Regel direkt als Ganzpflanze zur Energiegewinnung in Form von Festbrennstoffen herangezogen werden. Bei Öl-, Zucker- und Stärkepflanzen ist die direkte Energiegewinnung aus der ganzen Pflanze nicht immer möglich. Bei ihnen sind die verwertbaren pflanzlichen Rohstoffe nur in bestimmten Pflanzenbestandteilen enthalten, z. B. in den Knollen oder Körnern. Insbesondere bei Getreide und Mais gibt es neben der Nutzung der Körner als Lebens- und Futtermittel auch die Möglichkeit, diese zur Energiegewinnung zu nutzen, entweder nur die Körner oder aber auch als ganze Pflanze. (vgl. Kaltschmitt, M., Hartmann, H. und Hoffbauer H., 2009 S.75)

Bei der Einordnung der Energiepflanzen in die o.g Gruppen sollte daher berücksichtigt werden, dass es sich hierbei nicht um eine statische Einordnung handelt. Bei vielen Energiepflanzen sind neben der Energiegewinnung auch noch weitere Nutzungsformen möglich, und diese werden auch in der Praxis angewandt. Ebenso ist die energetische Nutzung bei vielen Pflanzen auf verschiedene Art möglich. So kann zum Beispiel Getreide in Form einer Ganzpflanzensilage zur Biogasgewinnung genutzt werden, ebenso ist aber auch die Nutzung des Kornes als Lebensmittel und die Nutzung des Stroh als Festbrennstoff für die Verbrennung in einem entsprechenden Kraftwerk möglich. Im Folgenden werden einige der für die Biogasgewinnung relevanten Pflanzen kurz vorgestellt, ebenso werden einige Beispiele für weitere Möglichkeiten der Nutzung aufgezeigt. Die Prozentzahl gibt nach aktuellen Studien den Anteil an der Biogasproduktion an.

Futtergräser (25%)

Bei den als Energiepflanze bezeichneten Futtergräsern handelt es sich um „[...] *mehrfährige, massenwüchsige C3 – Gräser wie z. B. Weidelgras, Knaulgras, Rohrschwinge oder Glatthafer*.[...]“ (Kaltschmitt, M., Hartmann, H. und Hoffbauer H., 2009, S.99) Für die Verwendung von Futtergräsern bei der anaeroben Vergärung zur Produktion von Biogas, ist im Gegensatz zur Verwendung als Viehfutter auf einen niedrigen Stickstoffgehalt zu achten. Bei der Nutzung der Futtergräser als Energiepflanze kommt es im Wesentlichen auf einen hohen Massegehalt an, der nicht durch ein schnelles Wachstum, sondern durch ein langsames Wachstum erzielt wird, daher kann bei dieser Nutzung und bei der hierbei üblichen zweimaligen Ernte auch weitestgehend auf eine Düngung verzichtet werden. Hierdurch ergeben sich besonders für problematische Standorte interessante Nutzungsmöglichkeiten. So ist der Anbau und die energetische Nutzung von Futtergräsern auf Flächen möglich, die bisher für die ökonomische Grünfutttergewinnung nicht geeignet waren, z. B. Grünflächen in Trinkwasserschutzgebieten, die nicht bzw. nur in sehr begrenztem Maße gedüngt werden dürfen.

Für die energetische Nutzung sind sowohl intensiv als auch extensiv genutzte Grünflächen geeignet, was im Zusammenhang mit dem o.g. weitestgehenden Verzicht von Stickstoffdüngung zu interessanten ökologischen und ökonomischen Aspekten u.a. auch im Siedlungsrandbereich und an Straßen und Gewässerrändern führt.

(vgl. Döhler, Helmut; Eckel, Henning; Frisch, Jürgen; et. al., 2006, 237 ff, Kaltschmitt, M., Hartmann, H. und Hoffbauer H., 2009, S.99ff)

Getreideganzpflanzen (26%)

Getreideganzpflanzen finden in der energetischen Nutzung auf vielfältige Weise Anwendung. Sie können sowohl zur Biogasproduktion als auch für die direkte thermo-chemische Umwandlung als Festbrennstoff verwendet werden. Für die energetische Nutzung geeignete und aktuell angebaute Arten sind

- Weizen

Weizen ist besonders für nährstoffreiche, tiefgründige Standorte die über einen günstigen Wasserhaushalt verfügen, geeignet. Er reagiert empfindlich gegen plötzliche Frosteinbrüche, ist aber insgesamt winterhart.

- Roggen

Roggen ist im Vergleich zu Weizen eine nicht so anspruchsvolle Art. Mit dem Anbau von Roggen können auch Erträge auf Böden mit einem geringen Wasserhaltevermögen und einem schwachen Nährstoffangebot erzielt werden.

- Triticale

Triticale ist eine Züchtung aus den vorgenannten Arten, bei der die An-spruchslosigkeit des Roggens mit der hohen Produktivität des Weizens kombiniert wurde. Triticale ist für raue Lagen auf Parabraunerden insbesondere in Mittelgebirgen und auf Marschenböden geeignet. (vgl. Kaltschmitt, M., Hartmann, H. und Hoffbauer H., 2009, S.103ff, S.217ff; Döhler, Helmut; Eckel, Henning; Frisch, Jürgen; et. al., 2006, S. 35ff)

Ölpflanzen

Die Ölpflanzen können grundsätzlich in die zwei Hauptgruppen Fruchtfleischölpflanzen und Samenölpflanzen unterteilt werden. Als Energiepflanzen werden in unseren Breiten jedoch ausschließlich Pflanzen verwendet, bei denen das Öl aus dem Samen gewonnen wird. Die bekannten und intensiv für die Energiegewinnung genutzten Pflanzen sind Raps und Sonnenblumen, deren Öl aus den jeweiligen Samen gepresst und als sog. Biokraftstoff genutzt wird.

Sonnenblumen (3 %)

Aufgrund der im Verhältnis zum Raps geringen Hektarerträge spielt die Sonnen-blume im Bundesgebiet nur eine sehr begrenzte Rolle. Hier überwiegt der Nutzen des aus den Samen der Sonnenblume gewonnen Öles als hochwertiges Speiseöl. Auf eine ausführliche Betrachtung der Sonnenblume wird daher in diesem Kontext verzichtet.

Zuckerpflanzen

Zuckerpflanzen spielen bei der energetischen Nutzung in unseren Breiten nicht zuletzt auf Grund des im Vergleich zu anderen Energiepflanzen ungünstigen Kosten Nutzen Faktors eine untergeordnete Rolle. Der Einsatz von Zuckerpflanzen in der anaeroben Vergärung ist wegen der Auswirkungen des Zuckergehaltes auf den Fermentierungsprozesses deutlich komplizierter als z. B. bei Mais. Der hohe Zuckergehalt kann bei einer Nichtbeachtung des Mischungsverhältnisses in dem Gärbehälter zu einem kurzfristigen, explosionsartigen Anstieg der Gasproduktion führen. Diese Überzuckerung, sie ist vergleichbar mit Diabetes beim Menschen, kann zu einem völligen Absterben der Bakterienkulturen und somit zum kompletten Zu-sammenbruch der Gasproduktion führen. (vgl. Döhler, Helmut; Eckel, Henning; Frisch, Jürgen; et. al., 2006, 131ff, 181ff, Kaltschmitt, M., Hartmann, H. und HoffbauerH., 2009, S.116ff)

Zuckerrübe (3%)

Die Zuckerrübe wird zur Zeit wegen der hohen Kosten im Bereich des Anbaus und der Ernte nur in geringem Maße als Energiepflanze eingesetzt. Vom Grundsatz ist die Zuckerrübe in Form einer Ganzpflanzensilage für die energetische Nutzung, in Form einer anaeroben Vergärung die zur

Produktion von Biogas führt, geeignet. (vgl. Döhler, Helmut; Eckel, Henning; Frisch, Jürgen; et. al., 2006, 181 ff)

Stärkepflanzen

Mais (40%)

Für die energetische Nutzung ist Mais neben Raps und Getreideganzpflanzensilage heute die gebräuchlichste, landwirtschaftlich produzierte Pflanze. Für den Maisanbau geeignet „[...] sind mittlere bis schwere Böden die sich im Frühjahr leicht erwärmen und nicht zur Verkrustung neigen [...]“ (vgl. Döhler, Helmut; Eckel, Henning; Frisch, Jürgen; et. al., 2006, S.95) geeignet. Bei Mais wird in der Fachliteratur je nach Nutzung in drei folgenden drei Gruppen aufgeteilt:

- Körnermais
- Silomais

Silomais wird hauptsächlich für die Produktion von Biogas durch die anaerobe Vergärung produziert. „[...] Ziel ist ein maximaler Trockenmasseertrag und ein hoher Anteil gut vergärbare Kohlenhydrate für eine optimale Methan- und Kohlenwasserstoffausbeute[...]“ (vgl. Döhler, Helmut; Eckel, Henning; Frisch, Jürgen; et. al., 2006, 95) Bei Silomais handelt es sich um eine Ganzpflanzensilage, die auf Grund ihres hohen Rohfasergehaltes in Verbindung mit einem für die anaerobe Vergärung günstigen Anteil von Stärke im Korn ideal für die energetische Nutzung geeignet ist.

- Corn-Cob-Mix (CCM)

Corn-Cob-Mix ist ein zu Silage verarbeitetes, aus der Spindel und den Körnern des Maiskolbens bestehendes Mastfutter. Da die Spindel und das Maiskorn zu Silage verarbeitet werden, kann der Mais auch schon vor der Endreife geerntet werden. Für die Biogasproduktion ist hierbei von besonderem Interesse, dass der Rohfasergehalt mit bis zu 8 % deutlich höher ist, als bei reinem Körnermais, wodurch eine deutlich bessere anaerobe Vergärung und somit ein höherer Biogasertrag möglich ist.

Mais ist im Rahmen der Fruchtfolge selbstverträglich, jedoch wird in der Fachliteratur zu einer geeigneten Fruchtfolge geraten, um der einseitigen Bodenauslaugung und der damit verbundenen notwendigen, hohen Düngergabe vorzubeugen. Als ideale Vorfrucht für Mais sind Klee gras oder andere Leguminosen geeignet. Silomais wird hauptsächlich für die Produktion von Biogas durch die anaerobe Vergärung angebaut. (vgl. Döhler, Helmut; Eckel, Henning; Frisch, Jürgen; et. al., 2006, 96)

In der aktuellen kontroversen Diskussion zum Thema Biogas muss auch berücksichtigt werden, dass nur ein Teil des angebauten Maises für die Energieproduktion verwendet wird. Mais wird wie alle anderen Getreide hauptsächlich als Futter- und Lebensmittel angebaut.

In der Öffentlichkeit herrscht „[...] vielfach die Meinung vor, dass die Produktion von Biogas den Preis von Getreide das zur Lebensmittelproduktion benötigt wird, in die Höhe treibt. Ebenso wird häufig befürchtet, dass wertvolles Getreide nicht für die Produktion von Lebensmitteln sondern für die Energieproduktion verwendet wird. Daraus ergibt sich aus der Sicht der Kritiker, dass bei gleichzeitiger Nutzung von Pflanzen zur Lebensmittelproduktion und zur Energieproduktion zwangsläufig mehr Flächen bewirtschaftet werden müssen oder dass die Ernteerträge bei gleicher Flächengröße nicht mehr zur Versorgung der Bevölkerung ausreichen.

Um diese vielschichtige Problematik beantworten zu können, ist die Betrachtung verschiedener Aspekte der Landwirtschaft erforderlich. [...]“ Bei der heute in der Öffentlichkeit stattfindenden Diskussion wird häufig nicht beachtet, „[...] dass die Nutzpflanzen, die als Energiepflanzen bezeichnet werden, in vielen Fällen auch für die Lebensmittelproduktion verwendet werden können. Durch diese flexiblen Nutzungsmöglichkeiten der landwirtschaftlich produzierten „Pflanzen“ ergibt sich für alle Beteiligten: Landwirte, Lebensmittelproduzenten und Biogasproduzenten die Chance, auf ein schwankendes Angebot und eine sich ständig verändernde Nachfrage dynamisch zu reagieren, ohne dass wie in der Vergangenheit Lebensmittel vernichtet werden müssen, weil der Markt gesättigt ist. Hierdurch wird eine gewisse Markt- und Preisstabilität für alle an dem Prozess Beteiligten erzielt. Hauptursache für den Preisanstieg u.a. bei Getreide sind Spekulationen an den Börsen. So schreibt der Bonner-Agrarökonom Joachim von Braun am 22.08.2010 bei Spiegel Online: „[...] Wir müssen uns generell darauf einstellen, dass die Preise steigen – und dass sie zugleich stark schwanken

werden. [...] Wir brauchen dringend eine angemessene Regulierung an den Agrarmärkten, die die Spekulanten zügelt. [...] Sollten die Spekulationen nicht eingeschränkt werden, drohe sich die fatale Entwicklung der vergangenen Jahre zu wiederholen: Dann wird es in den Entwicklungsländern zu dramatischen Engpässen kommen. [...] Immer mehr Staaten werden ihre Nahrungsmittelproduktion abschotten, statt guter Globalisierung werden wir einen Rückfall zu teurer Autarkie erleben, alles auf Kosten der Ärmsten der Armen. Eine Fehlentwicklung, die sich die Welt nicht leisten darf.[...]" . Die Gründe für die aktuelle explosionsartig steigenden Getreidepreise (227,50€/t/ 06.08.2010) sieht auch der Hauptgeschäftsführer des Verbandes Deutscher Mühlen, Manfred Weizbauer, in einem Gespräch mit Reuters am 06.08.2010 als eine Folge der Hitzewelle, des russischen Getreideexportverbotes und von Spekulationen, „[...] Spekulanten mischen inzwischen mit. [...]“ sagte Weizbauer. Auch für die vielfach in der Öffentlichkeit diskutierte gravierende Veränderung der Bodennutzung - weniger Anbau von Brotgetreide, mehr Anbau von Mais und anderen für die Biogasproduktion geeigneter Pflanzen - lassen sich anhand der vorhandenen Daten des statistischen Bundesamtes keine Belege finden. Während die Anbaufläche für Getreide insgesamt leicht gestiegen ist, ist die Anbaufläche für Futter- und Industriegetreide bei gleichzeitigem Anstieg der Biogasanlagen in Deutschland gesunken.[...]"
Fecke, K., Hauser, R. Pankoke, R., 2010, 119 ff.

Welche Formen der Energiegewinnung aus Pflanzen gibt es?

Gasgewinnung

Die Umwandlung von Energiepflanzen in sog. Biogas erfolgt in einem bio-chemischen Prozess. Dieser Prozess wird als Fermentierung, abgeleitet aus dem lateinischen „fermentum“(Gärung), bezeichnet. Bekannt ist die Fermentierung bereits seit langem aus dem Bereich der Kläranlagen. Für die energetische Nutzung ist hierbei insbesondere die Produktion von Methangas interessant. Dieses Methangas ist vereinfacht dargestellt ein Endprodukt des mikrobiologischen Prozesses, in dem die Pflanzen unter Zugabe von entsprechenden Bakterienstämmen vergoren werden. Neben dem Biogas entstehen als weitere Endprodukte Wärme und der sog. Gärrest. (vgl. Kaltschmitt, M., Hartmann, H. und Hoffbauer H., 2009, S.769ff)

Vom Grundsatz her handelt es sich bei einer klassischen Biogasanlage um eine für die Energieproduktion optimierte Kläranlage für die vornehmliche Verwendung landwirtschaftlicher (Abfall-)Produkte. Für die Biogasproduktion gibt es aktuell vier gebräuchliche Anlagentypen, die im Folgenden kurz dargestellt werden.

Eine Form der Biogasproduktion ist die ausschließliche Verwendung von Wirtschaftsdünger, hierzu zählen Gülle, Festmist, Tretstallmist und ein einstreuloses Gemisch aus Gülle und Laufhofmist. (vgl. B. Eder, H. Schulz, 2007, S.45ff.)

Als weitere Möglichkeit der Biogasproduktion werden heute Kofermentierungsanlagen betrieben. Bei diesen Anlagen werden Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen in einem biochemischen Prozess mit einander vergoren so auch bei der durch die Fachstelle Umweltschutz und Landschaftspflege besichtigten Anlage auf der Domäne Oelentrup in Dörentrup.

Die dritte Möglichkeit der Biogasproduktion ist eine Kofermentierungsanlage, bei der Wirtschaftsdünger, Energiepflanzen und pflanzlich/tierische Abfallstoffe, z. B. der Inhalt der sog. Grünen- oder Biotonne mit einander vergoren werden.

Die ausschließliche Vergärung von Energiepflanzen ist die vierte heute eingesetzte Form der Biogasproduktion.(vgl. A. Niebaum, 2005, S. 6)

Die Produktion von Biogas wird am Beispiel einer Kofermentierungsanlage exemplarisch vorgestellt.

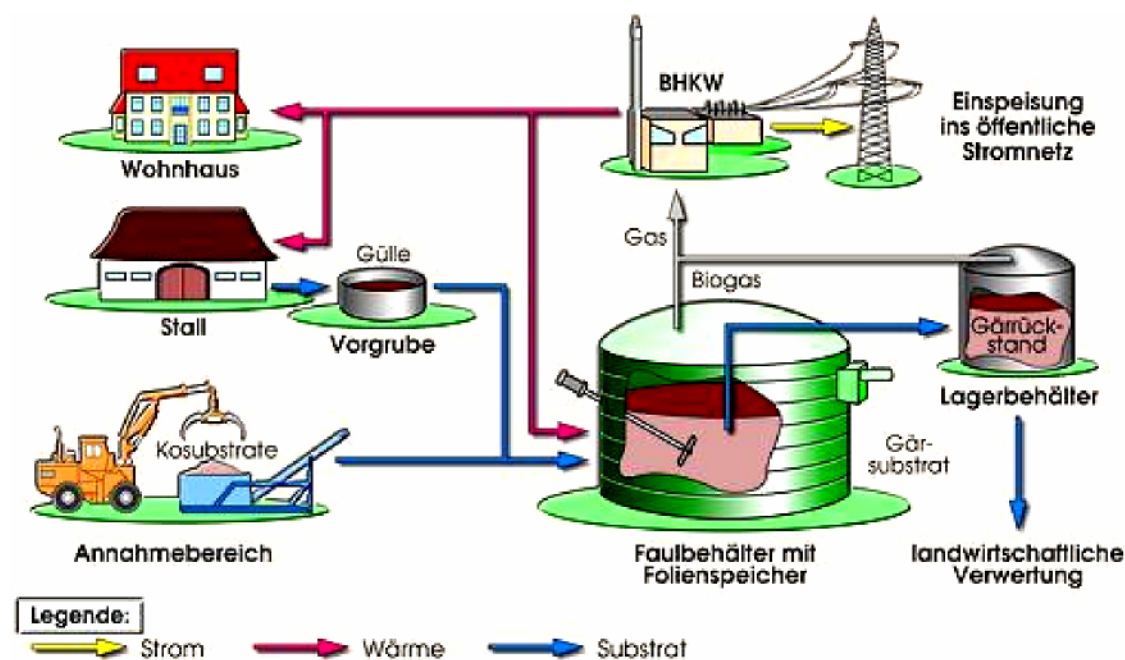


Abbildung: Verfahrensschema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage mit Einsatz von Kosubstraten (www.nachwachsende-rohstoffe.de)

Als Input werden in die Anlage Gülle und Kosubstrate eingebracht. Die Kosubstrate sind bei einem Großteil der heute in Betrieb befindlichen Anlagen Mais- oder Getreideganzpflanzensilagen. Bei den Ganzpflanzensilagen sind Weizen und Roggen als anspruchslose Winterfrucht und Triticale vorherrschende Energiepflanzen. Bei der Silage handelt es sich um eine Konservierung des Substrates durch Milchsäuregärung. Neben der Konservierung trägt die Milchsäuregärung auch zur besseren Verwertbarkeit des Substrates durch die Bakterien im Fermentationsprozess bei. Die Lagerung erfolgt sowohl bei Maissilage als auch bei der Getreideganzpflanzensilage in sog. Fahrtilos.

Das Kosubstrat wird im Fermenter mit der Gülle vergoren, hier findet die in vier Stufen unterteilbare Fermentierung statt, in der das Biogas in Form von Methangas produziert wird.

Das durch die Fermentation entstehende Biogas wird in Deutschland überwiegend in einem oder mehreren direkt an den Fermenter angeschlossenen Blockheizkraftwerken (BHKW) in Strom und Wärme umgewandelt. Der Strom wird üblicherweise gegen eine entsprechende Vergütung in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Die bei der Stromerzeugung entstehende Wärme wird zum Teil wieder in den Fermentierungsprozess als sog. Prozesswärme eingespeist. Die überschüssige Wärme wird in der Regel in ein Nahwärmenetz eingespeist, an das naheliegende landwirtschaftliche Gebäude, bei größeren Anlagen aber auch Wohnhäuser, Hallen und Freibäder, Schulen und Industriebetriebe mit angeschlossen werden können. Ein regionales Beispiel für die zu vor beschriebene vielfältige zentrale und dezentrale Nutzung von Biogas ist die von der Fachstelle Umweltschutz und Landschaftspflege besichtigte Anlage auf der Domäne Oelentrup in Dörentrup. Die Biogasanlage hat eine Leistung von ca. 1 MW und wird von 3 landwirtschaftlichen Betrieben mit Rohstoffen versorgt. Wie auch bei den meisten anderen landwirtschaftlich betriebenen Biogasanlagen wird auch hier nur ein Teil der gesamten Ernte für die Biogasproduktion verwendet. Durch den Betreiber der Biogasanlage, Herrn Schof, wurde erläutert, dass ein Teil des produzierten Gases direkt an der Biogasanlage durch ein BHKW in Strom und Wärme umgewandelt wird. Der andere Teil des produzierten Biogases wird über eine ca. 7 km lange eigene Gasleitung direkt nach Dörentrup geliefert und dort dezentral über BHKW's in Strom und Wärme umgewandelt. Damit werden u.a. das Freibad sowie Betriebe im Industriegebiet versorgt. Eine Besonderheit ist hierbei, dass die Abwärme des BHKW durch einen Lebensmittel produzierenden Betrieb im Sommer über einen Wärmetauscher zur Kühlung der Produktionsstätten eingesetzt wird.

Das vergorene Substrat wird nach Abschluss des Gärprozesses und vor der weiteren Verwendung als hochwertiger und nahezu geruchsloser Dünger in einem Lagerbehälter gelagert. In diesem Lagerbehälter findet eine Nachgärung des Substrates statt. Das hierbei entstehende Gas wird ebenfalls der Energiegewinnung zugeführt, da es sich von der Zusammensetzung nicht von dem bei

der eigentlichen Fermentierung entstehenden Biogas unterscheidet. Daher wird der Lagerbehälter in der Fachliteratur auch häufig als Nachgärbehälter bezeichnet.

Die einzelnen Abläufe lassen sich im Prinzip auf alle vier oben genannten Möglichkeiten der Biogasproduktion übertragen. Entscheidende Unterschiede finden sich neben der o.g. Zusammensetzung des organischen Ausgangssubstrats in der Auswahl des für das jeweilige Substrat optimalen Bakterienstammes. Diese Bakterienstämme sind die eigentlichen Gasproduzenten, das *„Biogas ist ein Stoffwechselprodukt von Bakterien, das entsteht, wenn sie organisches Substrat abbauen.“* (B. Eder, H. Schulz, 2007, S.19)

Alle Rohstoffe, die in die Biogasanlage eingebracht werden, dienen ausschließlich der Schaffung eines für die Bakterienstämme optimalen Milieus und zur Ernährung der Bakterien. Hier liegt auch das grundlegende Problem, das bei Biogasanlagen auftreten kann. Da es sich um einen Prozess handelt, bei dem Lebewesen in Form von Bakterien eine maßgebliche Rolle spielen, ist bei der Zusammensetzung des organischen Substrates, das das Futter und somit die Lebensgrundlage für die Bakterien darstellt, besondere Sorgfalt geboten. Die heute eingesetzten Bakterienstämme reagieren auf eine Veränderung ihres Lebensraumes sehr empfindlich. Die Züchtung von entsprechend Milieu toleranteren Bakterienstämmen befindet sich z. Zt. noch im Anfangsstadium. (vgl. Kaltschmitt, M., Hartmann, H. und Hoffbauer H., 2009, S.769ff; B. Eder, H. Schulz, 2007, S.17ff.; Görsch, U., Helm, M., 2007, S.27ff)

Bei der Biogasproduktion handelt es sich um einen geschlossenen Kreislauf mit regionaler Wertschöpfung. Die für die Gasproduktion notwendigen Rohstoffe werden bei nahezu allen derzeit in Betrieb befindlichen Anlagen in einem Umkreis von maximal 15 km produziert. Hierbei spielen insbesondere die lokalen landwirtschaftlichen Strukturen wie z. B. Genossenschaften und Maschinenringe eine übergeordnete Rolle. Über sie wird ein großer Teil des Rohstoff-, Energie-, Anlagen- und Maschinenmanagements abgewickelt, was zu einer effizienten ökonomischen und ökologischen Energieproduktion mit sehr kurzen Wegen führt. Aktuelle Studien haben ergeben, dass bäuerliche Biogasanlagen für den Fortbestand vieler landwirtschaftlicher Betriebe erforderlich sind. Sie tragen damit nicht zuletzt durch den Erhalt vorhandener Arbeitsplätze und die Schaffung neuer Arbeitsplätze zur Stärkung der ländlichen Region bei. Ein weiterer Vorteil der Biogasproduktion ist die hundertprozentige Verwertbarkeit des Gärsubstrates, das am Ende des Prozesses als Rückstand übrigbleibt, als hochwertiger und nahezu geruchsneutraler Dünger. Dieser Dünger wird üblicherweise wieder auf die Flächen aufgebracht, auf denen die Energiepflanzen angebaut werden, so dass bei einer entsprechenden Fruchtfolge eine einseitige Nährstoffnutzung und damit eine extreme Auslaugung des Bodens vermieden werden kann.

Das produzierte Biogas kann auf vielfältige Weise weitergenutzt werden. Es wird daher auch als sekundärer Energieträger bezeichnet, da nicht direkt aus dem Gas die Energie gewonnen wird, sondern durch weitere anschließende Verfahren. So ist die zentrale und dezentrale Strom- und Wärmeengewinnung in einem Blockheizkraftwerk möglich, oder aber auch die Einspeisung des aufbereiteten Biogases in das vorhandene Erdgasnetz. Bei der letzten Variante besteht die Möglichkeit, vorhandene, derzeit mit Erdgas betriebene Anlagen, zukunftsorientiert mit Biogas zu betreiben, ggf. müssen lediglich die Düsen im Brenner angepasst werden. (vgl. B. Eder, H. Schulz, 2007; S.18; Fecke, K., Hauser, R. Pankoke, R., 2010, S.89ff; Kaltschmitt, M., Hartmann, H. und Hoffbauer H., 2009, S.769ff; Görsch, U., Helm, M., 2007, S.27 ff; Niebaum, A. 2005, S. 9 ff, Menke, M., mündl. am 29.01 .2010, Geschäftsführer Centrum Neue Energie, Knipker, R., mündl., Maschinenring Kassel e.V. am 17.12.2009)

Quellenverzeichnis:

- Döhler, Helmut; Eckel, Henning; Frisch, Jürgen; et. al. (2006): Energiepflanzen, Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt
- Eder, Barbara; Schulz, Heinz (2007): Biogas Praxis, Grundlagen, Planung, Anlagenbau, Beispiele, Wirtschaftlichkeit, 4. Auflage, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), (2009):16, Biogas – eine Einführung
- Fachkommission Städtebau der Bauministerkonferenz: Hinweise zur Privilegierung von Biomasseanlagen nach § 35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB, beschlossen am 22. März 2006
- Fecke, K., Hauser, R. Pankoke, R., (2010): Biogas aus der Region für die Region, Rohstoffe, Technik, Endprodukte; Universität Kassel
- Fecke, K., Hauser, R. Pankoke, R., (2012): Bauern geben Gas, Energie aus der Region für die Region; Landkreis Kassel
- Franke, Wolfgang (2007): Nutzpflanzenkunde, 7.Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- Görisch, Uwe; Helm, Markus (2007): Biogasanlagen, 2. aktualisierte Auflage, Eugen Ulmer AG, Stuttgart
- Hauser, Rebecca; Pankoke, Ralf; Mommertz, Stefan; Stab, Annika; (2008): Möglichkeiten der nachhaltigen Bodenbewirtschaftung mittels der Methode der Terra preta bei Verwendung von hydrothermal carbonisiertem, organischen Material, Projektbroschüre; Hochschule Ostwestfalen Lippe, FG Abfallwirtschaft und Deponietechnik (Prof. Dr.-Ing. H.-G. Ramke) und FG Landschaftsbau und Vegetationstechnik (Prof. Dr.-Ing. J. Pabst)
- Verbundprojekt gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Projektträger: Forschungszentrum Jülich – Endbericht mit Materialband – F&E-Vorhaben, FKZ: 0327544 Heidelberg, Leipzig, Berlin, Darmstadt Mai 2008
- Kaltschmitt, Martin; Hartmann, Hans; Hofmeister, Hermann (2009): Energie aus Biomasse; Grundlagen, Techniken und Verfahren, 2. Auflage, Springer Verlag Berlin
- Kaltschmitt, M. & Reinhardt, G. A. (Hrsg.) (1997): Nachwachsende Energieträger. – Viehweg und Sohn, Braunschweig, Wiesbaden
- Kaltschmitt, Martin, Streicher, Wolfgang, Wiese, Andreas (Hrsg.) (2006): Erneuerbare Energien, Springer Verlag Berlin
- Kloos & Raddatz (2010): Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Leitfaden Nachhaltige Biomasseherstellung, Januar 2010
- Niebaum, Anke; Jäger, Peter, (2005): Clevere Landwirte geben Gas, Musterlösungen für landwirtschaftliche Biogasanlagen, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt
- Pankoke, Ralf; (2010): Energiepflanzen, Begriffe, Ansätze, Universität Kassel
- Scholz, V.; Boelcke, B; Burger, F; et. al., (2008): Produktion von Pappeln und Weiden auf landwirtschaftlichen Flächen, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt
- Schaefer, Mathias (2003): Wörterbuch der Ökologie, 4. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg
- Schütt, P.; Schuck, J.; Stimm, B. (2002): Lexikon der Baum- und Straucharten, Das Standardwerk der Forstbotanik, Sonderausgabe, Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hamburg
- Sinn, Hans-Werner (2008): Das grüne Paradoxon. Plädoyer für eine illusionsfreie Klimapolitik, Econ, Berlin
- Söfker, Dr. Wilhelm (2005): Baugesetzbuch (BauGB), 38. Aufl., Deutscher Taschenbuch Verlag, München
- Vetter, Dr. Armin, Heiermann, Dr. Monika, Toews, Dr. Thore (2009): Anbausysteme für Energiepflanzen, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt a.M.
- Wesselak, Viktor, Schabbach Thomas (2009): Regenerative Energietechnik, Springer, Heidelberg
- Wernsmann, Phillip (2007): Genehmigungsverfahren für Biogasanlagen. Die wesentlichen aktuellen gesetzlichen Regelungen zur Planung und Inbetriebnahme von Biogasanlagen mit Aufführung der in der Praxis häufig auftauchenden Probleme. Münster
- Internet
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV):
www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Bioenergie-NachwachsendeRohstoffe/Bioenergie/BioenergieLandschaftsbild.html

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU):
www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_aufteilung_ziele.pdf: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Hintergrund: Aufteilung der EU-Klimaschutzziele 2020 („EU-Effort-Sharing“), Stand: 15. Dezember 2008

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): www.bmu.de/presse: Michael Müller zur Eröffnung der 17. Europäischen Biomasse-konferenz in Hamburg am 29. Juni 2009, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), BMU-Pressedienst Nr. 216/09, 29. Juni 2009

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU):
www.bmu.de/pressearchiv/16_legislaturperiode/pm/44656.php: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Strom aus Biomasse muss nachhaltig erzeugt sein, Nr. 247/09 Berlin, 29.07.2009

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU):
www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/lahl_biomasse_08.pdf

Der Spiegel: www.spiegel-online.de

Europäisches Parlament: www.europarl.europa.eu/news/expert/background_page/064-44005-343-12-50-911-20081208BKG44004-08-12-2008-2008-false/default_p001c001_de.htm: Claude Turmes, Europäisches Parlament; Das EU-Klimapaket, Richtlinie über erneuerbare Energien

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): www.fnr-server.de

Lippische Landeszeitung: www.lz-online.de

Nachrichtenagentur Reuters: www.reuters.de

NawaRo communal: Biogas in Kommunen. Genehmigungsverfahren für Biogasanlagen.

URL: <http://www.nawaro-kommunal.de/bioenergie/biogas8.html>

Stand: 05.08.2010

Statistisches Bundesamt: <http://www.destatis.de>