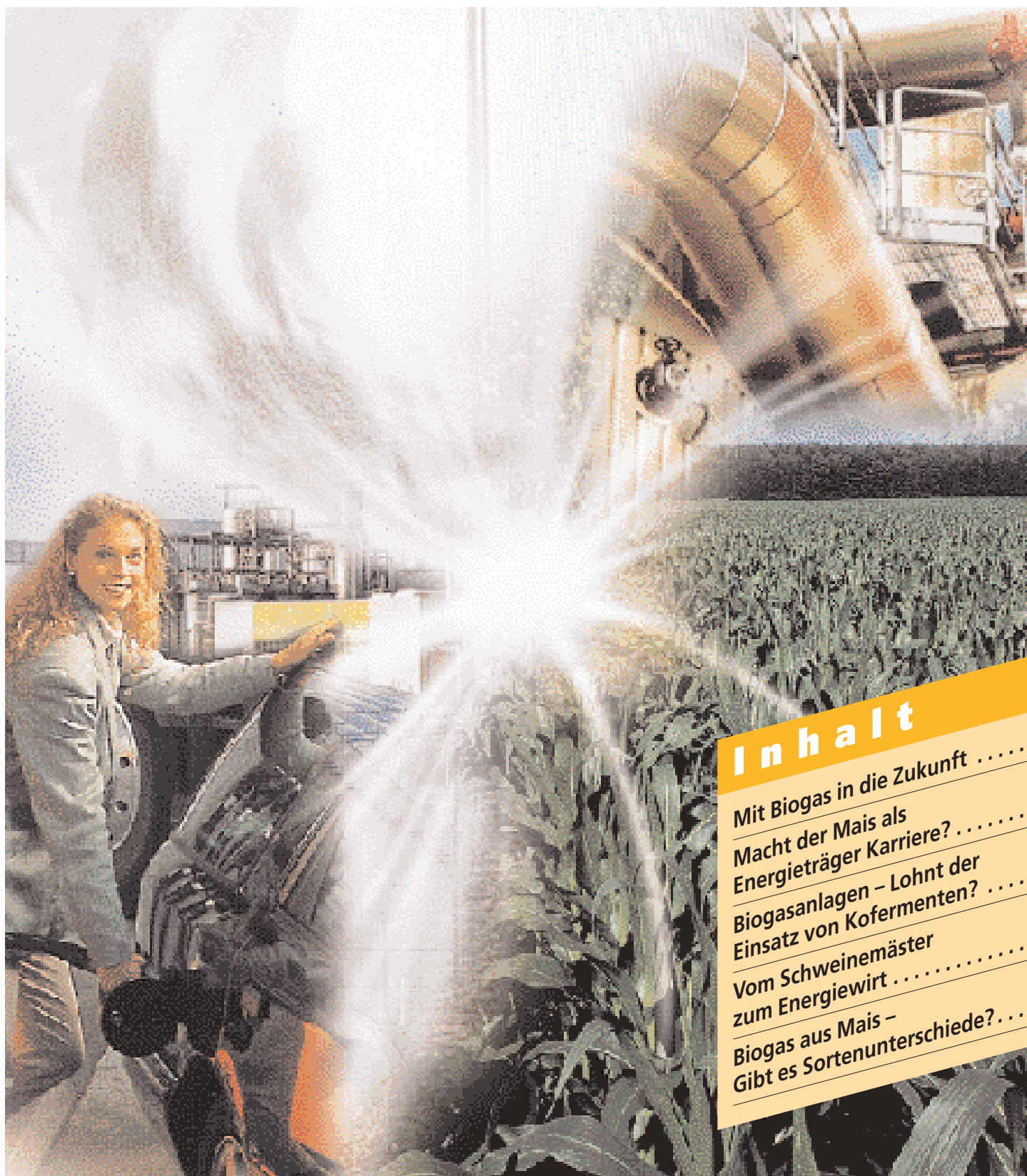


mais

Sonderheft

DIE FACHZEITSCHRIFT FÜR DEN MAISANBAUER



Inhalt

- Mit Biogas in die Zukunft 2
- Macht der Mais als
Energieträger Karriere? 3
- Biogasanlagen – Lohnt der
Einsatz von Kofermenten? 4
- Vom Schweinemäster
zum Energiewirt 8
- Biogas aus Mais –
Gibt es Sortenunterschiede? 11

Mit Biogas in die Zukunft

Norbert Lütke Entrup, Bonn

Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der Abhängigkeit vom fossilen Öl hat die Anfang Juni 2004 in Bonn durchgeführte viertägige Weltkonferenz mit Delegierten aus 154 Staaten ein verbindliches Aktionsprogramm für den stärkeren Ausbau regenerativer Energien beschlossen. Die globale Wende zur Nutzung von Sonne, Wind, Wasser und Biomasse soll den Durchbruch für langfristig gesetzte Ziele zur Nutzung „unerschöpflicher Ressourcen“ für die Energieerzeugung vorantreiben. In der „Deklaration von Bonn“ wurde sehr deutlich empfohlen, die Abhängigkeit von fossilen, klimaschädlichen und begrenzten Brennstoffen wie Öl, Kohle und Gas zu verringern.

Das vermutlich im Sommer 2004 in Deutschland in Kraft tretende neue EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) ist eine Chance für die Landwirtschaft, sich noch aktiver an den verschiedenen Möglichkeiten der Energieerzeugung zu beteiligen. Windkraftträder sind bereits auf vielen Standorten vorhanden, Photovoltaik-Anlagen zieren viele



„Der Mais wird zweifellos eine der zentralen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse sein.“

Dächer. Die Produktion von Biomasse ist durch die Novellierung des EEG besonders interessant geworden, da bei ausschließlicher Verwendung von Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist u. a.) und zugelassenen nachwachsenden Rohstoffen die Energieerzeugung mit einer besonderen Einspeisevergütung in das Stromnetz gefördert wird. Bei zusätzlicher Nutzung der anfallenden Abwärme wird ein besonderer Bonus in den Förderrichtlinien berücksichtigt.

Die gesetzlich geregelten verbesserten Rahmenbedingungen zur Erzeugung von Energie aus Biomasse versetzen die Landwirtschaft in die Lage, neben der Versorgung der Gesellschaft mit Nahrungsgütern zukünftig auch umweltfreundliche Energie zu erzeugen. Generell rückt dadurch die Nachhaltigkeit des Wirtschaftens noch stärker in den Mittelpunkt der landwirtschaftlichen Aktivitäten. Die CO₂-Anreicherung in der Atmosphäre, die allge-

meine Erwärmung und letztlich auch Katastrophen wie Hochwasserereignisse können dadurch langfristig vermindert werden. Während nur über eine generelle Reduktion des Einsatzes fossiler Energieträger die CO₂-Emission vermindert werden kann, bietet die Landwirtschaft über den Anbau und die Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen ein großes Potential, das atmosphärische CO₂ in organischer Masse zu binden und Energie in Form von Biomasse zur Verfügung zu stellen. Diese indirekte Nutzung der Solarenergie ist neben der Festbrennstofftechnik und der biogenen Treibstoffnutzung eine Zukunftstechnologie, die unmittelbar der Landwirtschaft zugeordnet ist. Für die ländlichen Räume ergeben sich neue Perspektiven und Herausforderungen. Die Entwicklung von gezielten Fruchtfolgen zur Erzeugung von Biogas ist eine neue Aufgabe, die von der Wissenschaft, Pflanzenzüchtung und Beratung bereits stärker aufgegriffen wurde. Der Mais wird zweifellos eine der zentralen Pflanzen zur Erzeugung von Biomasse sein. Der Anbau weiterer Kulturpflanzen und die Nutzung von Teilbrachezeiten durch Zwischenfrüchte werden zur Steigerung der Energieerträge je Hektar beitragen. Auch Grünlandflächen sind einzubeziehen. Effiziente Biomasse-Produktionssysteme verbessern die Wirtschaftlichkeit der Biogas-Erzeugung.

Das Deutsche Maiskomitee e. V. (DMK, Bonn) als Dienstleistungsorganisation für die Landwirtschaft wird die Entwicklung des Maisanbaues zur Energieerzeugung begleiten und der Praxis mit wertvollen Informationen zur Seite stehen.

Prof. Dr. Norbert Lütke Entrup, Fachbereich Agrarwirtschaft Soest, Vorsitzender des DMK e. V., Bonn

mais

Die Fachzeitschrift für den Maisanbauer

Herausgeber:
Deutsches Maiskomitee e. V. (DMK), Clemens-August-Straße 54, 53115 Bonn, Telefon 02 28/92 65 80, Telefax 02 28/92 65 20.

Schriftleitung:
Dr. Helmut Meßner (verantwortlich), Dipl.-Ing. agr. Jürgen Rath, Dr. Susanne Kraume, Clemens-August-Str. 54, 53115 Bonn, Telefon 02 28/92 65 80, Telefax 02 28/92 65 20.

Verlag:
Verlag Th. Mann GmbH & Co. KG
Nordring 10, 45894 Gelsenkirchen,
Postfach 20 02 54, 45837 Gelsenkirchen,
Tel. 02 09 / 93 04-0, Fax 02 09 / 93 04-185,
E-Mail: mann@th-mann.de,
Internet: www.th-mann.de

Juni 2004

Macht der Mais als Energieträger Karriere?

Andreas Schütte, Gülzow

Mit einer Anbaufläche von mehr als 1,6 Mio. ha im Jahr 2003 zählt der Mais schon heute zu den wichtigsten Kulturpflanzen in Deutschland. Nicht nur der hohen genetischen Variation des Mais, sondern vor allem auch den intensiven züchterischen Arbeiten der letzten Jahrzehnte ist es zu verdanken, dass die subtropische Kulturpflanze gerade als Stärkelieferant und Energieträger wirtschaftlich immer interessanter wird.

Während bei einer stofflichen Nutzung der Maisstärke zur Herstellung Biologisch abbaubarer Werkstoffe (BAW) im Wesentlichen importierter Rohstoff zum Einsatz kommt, sehen Experten in der energetischen Nutzung echte Perspektiven für den deutschen Landwirt. Mais erbringt nicht nur hohe Biomasserträge, sondern lässt sich auch gut lagern, einsilieren und vergären und ist daher in besonderem Maße als so genanntes Kosubstrat für die Mitvergärung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen geeignet. Über 90 % dieser Anlagen arbeiten bereits als so genannte Kofermentationsanlagen. Neben Gülle werden dort nicht nur biogene Rest- und Abfallstoffe aus Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe, sondern auch Energiepflanzen wie Mais zu Biogas vergoren, das dann in der Regel über ein Blockheizkraftwerk zu Strom umgewandelt wird.

Die Biogasgewinnung aus Mais ist damit ein besonders schönes und konkretes Beispiel, mit dem sich der oft abstrakte Begriff des Landwirts als Energiewirt veranschaulichen lässt.

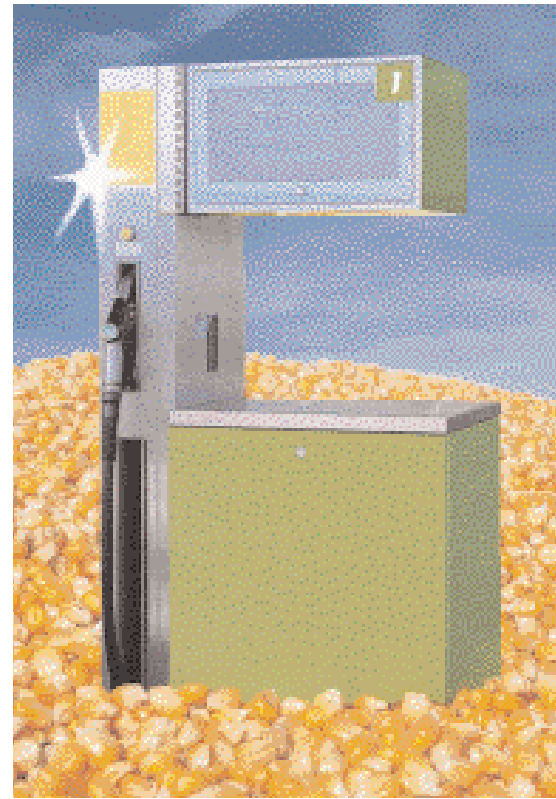
In den nächsten Jahren werden vor allem die Kulturen für eine energetische Nutzung stärker zum Einsatz kommen, für die etablierte Anbautechniken vorliegen. Aber nicht nur damit ist der Mais anderen Pflanzen überlegen. Denn er verfügt im Vergleich zu vielen anderen Anbaupflanzen außerdem über ein sehr hohes Gasbildungspotenzial, das heißt bei seiner Vergärung entsteht ein besonderes Methan- und damit energiereiches Gas. Wer Mais für die Silage und anschließende Vergärung nutzt,

muss jedoch rechnen können. Denn nicht auf jedem Standort macht der Anbau auch wirtschaftlich Sinn. Nicht nur der Ernteertrag fließt in die Kalkulation ein. Neben den Kosten für Anbau, Ernte, Lagerung und Bereitstellung müssen auch die Integrationsmöglichkeiten in die Betriebsabläufe berücksichtigt werden.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ist aber aktuell auch die Änderung des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) von Bedeutung. Hier ist insbesondere die auskömmliche Gestaltung des geplanten Bonus für Energiepflanzenbiomasse erforderlich.

Um Mais und andere Energiepflanzen für die Biogasgewinnung noch interessanter zu machen, unterstützt die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) in den letzten Jahren mehrere Projekte in diesem Bereich. Ziel ist es, nicht nur die Kosten der Energieerzeugung zu senken und die Anlagen effektiver zu machen, auch die Entwicklung neuer Technologien wird weiter vorangetrieben. Denn das, was bei der konventionellen Nassvergärung mit hohen Gülleanteilen funktioniert, soll auch bei Landwirten ohne Viehhaltung möglich werden. In verschiedenen Anlagen wird diese Variante derzeit unter Praxisbedingungen geprüft. Mit der Schornbuscher Biogasanlage wird Ende Mai 2004 mit Unterstützung der FNR eine der ersten güllefreien Nassfermentationsanlagen im großtechnischen Maßstab in Betrieb genommen. Maissilage ist dabei ein wesentlicher Einsatzstoff.

Auch die Trockenfermentation gilt als Erfolg versprechende Konversionstechno-



Für den Mais besteht mit der Erzeugung synthetischer Kraftstoffe eine weitere interessante Verwendungsalternative

logie. Dabei kommen stapelfähige Biomassen mit mehr als 25 % Trockensubstanzgehalt zum Einsatz: Neben Stallmist und Trockenkot aus der Tierhaltung kann auch hier Mais, frisch oder einsiliert, zur Biogasgewinnung beitragen. Da Verfahren der Trockenfermentation in der landwirtschaftlichen Praxis aktuell noch wenig verbreitet sind, will die FNR mit einer Pilotanlage testen lassen, wie sich Energiepflanzen wie beispielsweise Mais in der Trockenfermentation verhalten.

Karriere könnte der Energieträger Mais schließlich auch über einen anderen Umwandlungsweg machen, denn für die Gewinnung synthetischer Biokraftstoffe ist jegliche Form der Biomasse geeignet. Und schon heute gibt es Zuchtformen des Mais, die je nach Standort Erträge von jährlich bis zu 25 t Trockensubstanz pro Hektar erbringen.

Wird es gelingen, Biomasse effektiv in gängigen Treibstoff umzuwandeln, werden die Karten neu gemischt. Mais könnte dabei einer der Trümpfe unter den Biomasselieferanten sein.

Dr. Andreas Schütte, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow, Tel.: 03843-6930-0, Fax: 03843-6930-102, www.fnr.de ■

Biogasanlagen – Lohnt der Einsatz von Kofermenten?

Bereitstellungskosten entscheiden über die Wirtschaftlichkeit

Waldemar Gruber, Bonn

Der Bundestag hat am 2. April 2004, fast genau vier Jahre nach dem Inkrafttreten des „Erneuerbaren-Energien-Gesetz“ (EEG), eine umfassende Novelle verabschiedet. Ziel der Novellierung ist es, für die Einspeisung von Strom aus nachwachsenden Rohstoffen die Rahmenbedingungen zu verbessern. So ist vorgesehen, dass Biogasanlagen bis zu einer elektrischen Leistung von einschließlich 150 kWh mindestens 11,5 CtkWh und Anlagen bis einschließlich einer elektrischen Leistung von 500 kWh mindestens 9,9 CtkWh Stromentgelt erhalten. Wenn die Biogasanlagen ausschließlich mit nachwachsenden Rohstoffen betrieben werden, wird bis zu einer Leistung von 500 kW ein zusätzlicher Bonus von jeweils 6 CtkWh gezahlt bzw. 4 CtkWh für Anlagenleistungen über 500 kW.

Zwar hat der Bundesrat im Mai beschlossen, den Vermittlungsausschuss anzurufen, wodurch sich eine Verzögerung bei dem Inkrafttreten des neuen Gesetzes ergibt. Aufgrund der Mehrheitsverhältnisse im Bundestag wird aber mit einer Änderung der Novelle nicht gerechnet (Tab. 1).

Für viele landwirtschaftliche Betriebe ist die Idee verlockend, aus Gülle, die häufig nur als Abfallprodukt angesehen wird, Stromenergie zu erzeugen und diese dann

in das Netz abzugeben. Das Prinzip der Biogasanlagen ist einfach und seit vielen Jahren bekannt. Unter Sauerstoffabschluss werden Gülle und weitere organische Substanzen in einem Gärbehälter von Bakterien besiedelt, die als Verdauungsprodukt Methangas in größeren Mengen abgeben. Das entstandene Gas fängt man in geeigneten Kunststoffsäcken über dem Gärgut auf und führt dies nach einer durchgeführten Entschwefelung einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zu. Im Blockheizkraftwerk wird über einen Generator Strom erzeugt, die entstandene Abwärme kann ebenfalls für Heizzwecke genutzt werden.

Tab. 1: Vorschlag zur Novellierung des EEG

Biomasse < 150 kW	11,50 Cent
Biomasse > 500 kW	9,90 Cent
Biomasse > 5 MW	8,90 Cent
Biomasse > 20 MW	8,40 Cent
bei Altholz (Kategorien A III/ IV)	3,90 Cent
Bonus für Biomasse > 500 kW (1)	6,00 Cent
Bonus für Biomasse > 5 kW (1)	4,00 Cent
Bonus für Biomasse (Holz) > 5 kW (1)	2,50 Cent
KWK-Bonus für Biomasse (1)	2,00 Cent
2. KWK-Bonus für Biomasse (1)	2,00 Cent
Zeitraum: 20 Jahre; Jährl. Degression:	1,5%

(1) Abhängig vom Brennstoff wird ein Bonus je Kilowattstunde gewährt. Bonus II des Regierungsentwurfs war gedacht für innovative Ansätze. Das Parlament führte zudem einen KWK-Bonus ein jetzt können entsprechende Anlagen bis zu 21,5 Cent erhalten.

Prozesssteuerung – Bakterien reagieren empfindlich

Um eine Biogasanlage effizient zu betreiben, sollten die verschiedenen Abbauschritte für die Biogasbildung dem Betreiber bekannt sein. Biogas entsteht in vier Schritten und zwar der Phase der Hydrolyse, der Versäuerung, der Essigsäurebildung und der

Methanbildung. Finden alle vier Abbauschritte in einem Fermenter statt, muss ein Kompromiss für die vier unterschiedlichen Mikroorganismengruppen gefunden werden. Denn die optimalen pH-Werte der tätigen Bakterien liegen zwischen pH 4,5 bis pH 7. Ebenfalls unterscheiden sich die optimalen Temperaturbereiche der Bakterien. Für die Versäuerung liegt das Optimum bei ca. 30° C, während die Methanbildner bei 35 bis 37° C bzw. 50 bis 55° C die optimalen Temperaturen vorfinden. Aus diesem Grund gibt es neben den einstufigen Anlagensystemen noch die zweistufigen Anlagen, bei denen die Hydrolyse und Versäuerung in einem ersten Fermenter, in dem zweiten Fermenter die Essigsäure- und die Methanbildung räumlich getrennt abläuft. Die zweistufigen Verfahren sind apparatetechnisch aufwändiger. Ihr Vorteil liegt darin, dass durch die Hintereinanderschaltung zweier Vergärungsstufen bei gleichem Reaktorgesamtvolumen ein intensiver und schnellerer Abbau stattfinden kann. Höhere Stoffumsätze werden auch möglich, wenn die Anlagen nicht im mesophylen Bereich (35 bis 40° C) gefahren werden, sondern im thermophylen Bereich (50 bis 55° C) arbeiten. Durch die höheren Temperaturen sind zwar kürzere Verweilzeiten erreichbar und damit kleinere Fermenter notwendig. Jedoch reagieren thermophil arbeitende Anlagen empfindlicher auf Schwankungen des zulaufenden Substrates und der Betriebstemperatur. Dies bedeutet, thermophile Anlagen bedürfen einer exakteren Überwachung. So werden Anlagen im



Durch langsam laufende Rührwerke mit großen Durchmessern wird versucht, die Effizienz der Biogasanlagen zu steigern, indem eine homogene Durchmischung im Fermenter erreicht wird.

landwirtschaftlichen Betrieb in der Regel im mesophylen Bereich gefahren.

Biogasanlagen reagieren rasch auf eine falsche Zusammensetzung der Inputstoffe. Bei zu eiweißreichen Substraten kann eine überhöhte Menge an Ammonium im Fermenter entstehen, welcher die methanbildenden Bakterien hemmt. Die Biogasentwicklung ist ein anaerob laufender Prozess, d.h. Sauerstoff im Fermenter stört den Ablauf erheblich. Nur grob zerkleinertes Material, welches dem Prozess

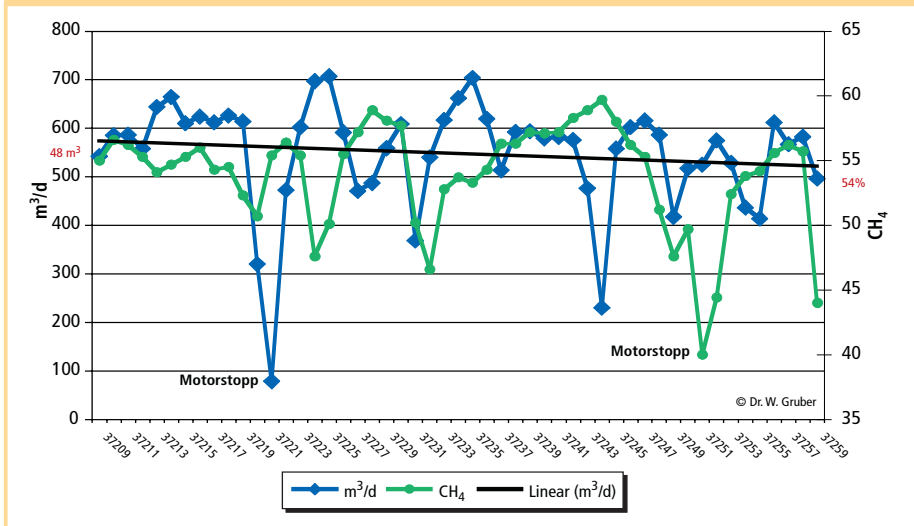
zugeführt wird, bringt zuviel Sauerstoff in den Fermenter, so dass immer auf eine recht kleine Zerkleinerung der Eingangsstoffe zu achten ist. Werden zu viele Fettanteile der Fermentation zugeführt, führt dies zu einer Anreicherung längererkettiger Fettsäuren, die dann toxisch auf die Methanbakterien wirken. Eine Überfütterung mit kohlenhydratreichem Material kann zu einem niedrigen pH-Wert führen. Auch dies hat zur Folge, dass langkettige Fettsäuren verstärkt gebildet werden.

Eine Biogasanlage sollte immer für den jeweiligen Betrieb und die zu vergärenden Stoffe geplant werden. Dem Betreiber müssen die Abläufe des Gärprozesses bekannt sein, damit Fehler bei der Zugabe von Inputstoffen vermieden werden. Nur dann ist eine kontinuierliche Gasproduktion möglich und der wirtschaftliche Betrieb einer Biogasanlage wird erreicht.

Gasertrag entscheidet über Wirtschaftlichkeit

Durch die angesprochene Novellierung des „Erneuerbaren-Energien-Gesetz“ gewinnen nachwachsende Rohstoffe eine noch größere Bedeutung bei der Erzeugung von Biogas, denn eine alleinige Vergärung von Gülle ist unwirtschaftlich und energiereiche außerlandwirtschaftliche Kofermente sollten nur nach einer sorgfältigen Risikoabwägung und Überwachung der Stoffströme im Interesse unserer Landwirtschaft eingesetzt werden. Ausschließlich ökonomische Gründe sind im Sinne einer nachhaltigen Landwirtschaft hierbei

Täglicher Biogasertrag und Methangehalt (Koferment Mais)



Kofermentes Mais abgetragen. Bei einer täglichen Zufuhr von 2,07 t Mais und der täglich anfallenden Güllemenge von 5,2 m³ ergibt sich ein durchschnittlicher Biogasertrag von 548 m³ mit einem Methangehalt von 54 %. Dass die Gaserträge über den Messzeitraum nicht gleichmäßig auf einem Niveau liegen ist darin begründet, dass aufgrund technischer Störungen der Anlage täglich nicht immer dieselbe Menge Mais dem Fermenter zugeführt werden konnte. Aufgrund der diskontinuierlichen Zuführung des Kofermentes unterliegt dann auch die Gasproduktion diesen Schwankungen.

Weiterhin wurden Versuchsreihen mit Rübenbruchstücken, die als Abfallprodukt bei der Zuckerherstellung über die gesamte Kampagne anfallen, durchgeführt. Die Rübenbruchstücke wiesen einen durchschnittlichen Trockensubstanzgehalt von 16,30 % auf. Auch Weißkohlschälabfälle, die als Abfallprodukt bei der Vermarktung anfallen, kamen als Koferment in die Biogasanlage und wurden auf ihren Gasertrag und -qualität hin untersucht.

Grundsätzlich wird bei den Versuchen die Gülle auf Nährstoff- und Trockensubstanzgehalt hin untersucht. Die Kofermente unterzieht man der Weender Futteranalyse, um exakte Erkenntnisse über diese zu bekommen. Die spezifischen Gaserträge für Rübenbruchstücke, Mais und Weißkohlabfälle sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt und werden dort berechneten Werten gegenübergestellt. Wie Tabelle 2 ausweist, liegen die gemessenen Werte nur

unangebracht. Gleichzeitig ist durch Rückführung der Gärrückstände auf die Anbaufläche eine fast vollständige Schließung von Nährstoffkreisläufen möglich, wenn ausschließlich nachwachsende Rohstoffe eingesetzt werden. Es ist davon auszugehen, dass dem Anbau nachwachsender Rohstoffe zukünftig sowohl aus einzelbetrieblicher Sicht, als auch im Hinblick auf die Erfordernisse des Klimaschutzes und der Ressourcenschonung eine zentrale Bedeutung zukommt. Anbau, Ernte und Lagerung dieser Feldfrüchte sind mit erheblichen Kostenaufwendungen verbunden. Somit hängt die Wirtschaftlichkeit der Energiegewinnung in einem wesentlich stärkeren Maß vom erzielbaren Gasertrag ab, als dies für Rest- und Abfallstoffe gilt, da diese teilweise sogar zusätzliche Entsorgungserlöse einbringen. Die genaue Kenntnis des Gasertrags und der Gasqualität sind daher für eine Investitionsentscheidung und die weitere Anlagenplanung zwingend notwendig. Der erzielbare Gasertrag hängt für jede Fruchtart mit Sicherheit vom Erntezeitpunkt, vom Grad der Zerkleinerung, von der Silierung und den Prozessbedingungen der Vergärung ab. Deswegen ist sowohl für die Auswahl der Pflanzenart, für die Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes und auch für die Auslegung der Anlage und die Definition der Prozessbedingungen die exakte Vorhersage der Gaserträge unerlässlich.

Mais als Koferment

Die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen hat in den vergangenen Jahren zwei Biogasgroßanlagen auf eigenen Lehr-

und Versuchsanstalten in Betrieb genommen. Darüber hinaus wurden im Rahmen von Monitoringprojekten Biogasanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben betreut. Ziel aller Aktivitäten ist es, weitgehend abgesichertes Datenmaterial hinsichtlich der wesentlichen Planungsparameter für Biogasanlagen zu erarbeiten. Hierbei spielen die spezifischen Gasausbeuten unterschiedlicher Inputmaterialien, der Energiegehalt des Biogases, Kosten für die Wartung der Anlagen und die Lebensdauer unterschiedlicher Aggregate neben dem Gesamtinvestitionsbedarf eine wichtige Rolle.

In der Grafik ist die Gasproduktion und der Methangehalt bei der Verwendung des

Die Zudosierung von Silagen und anderen festen Kofermenten erfolgt bei modernen Biogasanlagen über Feststoffdosierer.



unwesentlich über bzw. unter den berechneten Werten für die Gasmenge und -qualität.

Somit bleibt festzuhalten, das Prognosemodell, worauf sich die Officialberater der Landwirtschaftskammern und Landwirtschaftsämter in Deutschland geeinigt haben, ist, zumindest für die untersuchten Stoffe, mit hinreichender Genauigkeit für landwirtschaftliche Anlagen anzuwenden.

Wann lohnt der Einsatz von Kofermenten?

Die Frage des wirtschaftlichen Einsatzes von Kofermenten lässt sich pauschal nicht beantworten. Ihr Einsatz ist dann sinnvoll, wenn die Erträge aus der Verwertung die Kosten der Bereitstellung, der Lagerung und die Anlagenkosten übersteigen. Dies kann nur für den Einzelfall geklärt werden und lässt sich auch dann oftmals nur schwer ermitteln. Für die untersuchten Kofermente Mais, Rübenbruchstücke und Weißkohlabfälle sind in Tabelle 3 die wesentlichen Faktoren aufgeführt, die den Gasertrag und somit die Wirtschaftlichkeit beeinflussen. Entscheidend für die Gasausbeute sind der Trockensubstanzgehalt des Kofermentes und der organische Anteil in der Trockensubstanz (Spalte 1 und 2). Hieraus lässt sich ermitteln, wie hoch die Gasausbeute pro kg org. Trockensubstanz ist, daraus ergibt sich dann die Gasmenge je Tonne Frischmasse (Spalte 3 und 4). Der Methangehalt des Biogases hängt ab von

Externe Wärmetauscher sind aus der Klärwerkstechnik bekannt. Durch den Einbau dieser sollen Baukosten zukünftig gesenkt werden können.



Tab. 2: Gaserträge und Gasqualitäten unterschiedlicher Kofermente

	gemessen	berechnet
Rübenspitzen TM 16,30% o.TM 91,06%		
Gasmenge	90,92 m ³	95,50 m ³
Methangehalt	51,80%	51,00%
Mais TM 37,40% o.TM 95,60 %		
Gasmenge	202,60 m ³	222,70 m ³
Methangehalt	53,97%	52,10%
Weißkohlabfälle TM 12,50 % o.TM 87,99%		
Gasmenge	88,15 m ³	83,70m ³
Methangehalt	54,17%	55,20%

© Dr. W. Gruber 01/2003

den Anteilen an Kohlenhydraten, Eiweiß und Fett im zu vergärenden Substrat.

Hohe Fett- und Eiweißanteile ergeben einen hohen Methangehalt, hohe Kohlenhydratgehalte erzielen eher geringere Werte beim Methan. In der Spalte 6 der Tabelle sind die zu erzielenden Strommengen pro Tonne Frischmasse für die verschiedenen Stoffe genannt. Deutlich wird, von den aufgeführten Kofermenten erzielt der Mais den höchsten Stromertrag. Dies ist auch zu erwarten, da im Mais die größten Trockensubstanzgehalte und somit die höchste Menge an Energie gespeichert ist. In der Kalkulation wurde die Stromvergütung nach dem alten EEG von 2000 mit 9,9 Cent/kWh gerechnet, so dass sich 41,30 €/t FM ergeben. Ebenso wurde nach der EEG Novelle von 2004 ein

Tab. 3: Vergleich der Kofermente Rübenspitzen, Mais und Weißkohl

	Mais	Rübenspitzen	Weißkohlabfälle
Trockensubstanz [%]	37,4	16,3	12,5
organische Trockensubstanz [%]	95,6	91,1	593,1
l Biogas/kg org. Trockensubstanz [l/kg]	622,6	643,5	706,1
Gasmenge m ³ /t Frischmasse [m ³ /t]	222,7	95,5	83,7
Methangehalt im Biogas [%]	52,2	51,0	55,2
kWhel pro t Frischmasse [kWh]	412,9	173,0	146,7
Stromerlös [€/t] EEG 2000/2004	40,9 / 72,3	17,2 / -	14,5 / -
Wärmeerlös [€/t]	5,3	1,6	1,9

© Dr. W. Gruber

Stromertrag von 17,5 Cent/kWh kalkuliert, woraus sich 72,30 €/t FM ergeben.

Bei derzeitigen Heizölpreisen könnte Wärme für 5,30 €/t FM verkauft oder ersetzt werden. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die ausgewiesenen Strom- und Wärmeentgelte keinesfalls mit dem Gewinn für den Betreiber gleichzusetzen sind. Denn Anlagenkosten, Kosten für die Bereitstellung der Kofermente etc. sind hier noch unberücksichtigt. Wurden Neuanlagen in der Vergangenheit errichtet und wurde eine Kapazität für das Vergären nachwachsender Rohstoffe mit erstellt, konnte in der Regel aufgrund der Anbaukosten für die nachwachsenden Rohstoffe und der momentan hohen Anlagenkosten keine Wirtschaftlichkeit erreicht werden. Nur wenn bestehende Anlagen noch freie Kapazitäten aufwiesen und Baukosten dem nachwachsenden Rohstoff nicht anzulasten waren, konnte der Einsatz dieser Stoffe empfohlen werden.

Dies ändert sich deutlich, wenn die EEG Novelle 2004 in Kraft tritt. Durch die deutlich bessere Vergütung von Strom, der aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt wird, rechnen sich auch Biogasanlagen, die für die Vergärung gezielt angebaute Pflanzen konzipiert und gebaut werden.

Pflanzliche Abfälle sind in den Bereitstellungskosten häufig günstiger als die nachwachsenden Rohstoffe. Aber auch für diese müssen die Bereitstellungskosten exakt ermittelt werden, ebenso sind entstehende variable und fixe Kosten zu berechnen. Erst wenn alle Belastungen feststehen sowie die Strom- und Wärmeerträge bekannt sind, lassen sich Aussagen über den wirtschaftlichen Einsatz von Kofermenten treffen.

Dr. Waldemar Gruber, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Bonn, Tel.: 0228-7031232, Fax: 0228-7038232, Email: waldemar.gruber@lwk.nrw.de. ■

Zwischen Bad Griesbach und Vilshofen im Landkreis Passau haben sich zwei Betriebe nach reiflichen Überlegungen und Analysen entschlossen die Betriebe mit Ackerbau und Schweine- bzw. Bullenmast um einen weiteren Betriebszweig, nämlich die Biogaserzeugung auf dem Betrieb Mayerhofer in Parschalling, Gemeinde Ortenburg, zu erweitern.

Die Umstellung des Betriebes Mayerhofer auf Biogas wurde zur Risikoabfederung mit einem Partnerbetrieb vollzogen. Die Hauptargumente waren:

- Der auf 20 Jahre garantierte Strompreis bei der Einspeisung in das Festnetz.
- Die Schaffung eines Arbeitsplatzes im Betrieb für den Sohn, der sich derzeit in Ausbildung in Weihenstephan befindet. Ausschlaggebend war auch das große Interesse des Sohnes an der Landwirtschaft und an der Biogastechnologie.
- Die positive Einstellung zur Errichtung dieser Anlage durch die verschiedenen Fachstellen.
- Die wirtschaftlich sinnvolle Verwertung der anfallenden überwiegend betriebs-eigenen Biomasse.
- Die schon länger anhaltende schlechte Erlössituation in der pflanzlichen und tierischen Produktion, bei unsicheren Zukunftsaussichten.
- Die anstehende Osterweiterung der EU und der damit verbundene große Flächenzuwachs in den neuen Mitglieds-ländern zur pflanzlichen Produktion unter niedrigem Lohnniveau.
- Die immer stärkere Liberalisierung der Märkte und der dadurch schwieriger werdende Absatz der Produkte (z.B. Qualitätsweizen).
- Die Überzeugung, dass die Reserven der fossilen Brennstoffe schwinden.

Gegründet wurde eine GbR zur Biomasse-Verwertung, die die Grundleistung aus Rohstoffpflanzen und Gülle sowie anderen Stoffen, wie z.B. Fette erbringt. Die Einspeisung der gewonnenen Energie erfolgt in den nahegelegenen Transformator der EON-Bayern. Die Nähe zum Trafo senkte die Baukosten der 500 kW-Anlage.

Auf dem Betrieb Mayerhofer wurde der Anteil an CCM-Körnermais auf den Bedarf der Schweinemast eingeschränkt. Die restliche Maisfläche wird als Silomais zur Stromgewinnung eingesetzt. Bei Mais steht somit nicht mehr der Verkauf ans Lagerhaus, sondern die Stromgewinnung aus der Biomasse im Vordergrund, was eine gravierende Änderung der Betriebsorganisation mit sich brachte. Durch die Umstellung auf Biogas konnte auch die Restwärme zur Heizung des Wohnhauses sowie des Schweine-, und Babyferkelstalles verwendet werden. Bisher wurde umweltfreundlich mit Hackschnitzel aus dem eigenen Wald geheizt. Künftig stehen somit die Hackschnitzel und das anfallende Holz zur Vermarktung zur Verfügung.

Bau der Anlage

Zuschüsse wurden für diese Anlage nicht gewährt. Die Zuschussauflagen wurden durch den Bund 2001 geändert, somit



Landwirt Georg Mayerhofer (links) diskutiert mit Fachberater zur Stromgewinnung

Vom Schweine- zum Energie- Erfolgreiche Betriebe Biogas

Hans Grundwürmer und Robert

war auch die Möglichkeit der Zuschussgewährung durch den Freistaat Bayern wegen betriebsfremder Kofermente nicht mehr möglich.

Die Mittel zur Finanzierung der Biogasanlage von insgesamt 500 kW Leistung wurden ausschließlich von den Betrieben Mayerhofer und Nagl aufgebracht. Eine

In 4 Silos zu jeweils 800 cbm wird die Maissilage konserviert



Schnecke im Einspeisetrichter



(Foto: J. Rath)



Johann Grundwürmer die Nutzung von Silomais zur Energie-

Einemäster Ergiewirt Umsstellung auf Erzeugung

Schnellhammer, Rotthalmünster

Wirtschaftlichkeitsberechnung durch den Buchführungsdienst kam zu dem Ergebnis, dass die Anlage langfristig profitabel laufen kann. Planung und Ausführung der Biogasanlage wurde wegen der komplexen Materie an die Fa. Hochreiter, Penta Consult GmbH, Bad Salzuflen übergeben. Der Genehmigungsantrag gemäß §§ 4/6/19 BImSchG wurde von der Arbeitsgruppe „beratende Ingenieure und Juristen GbR“ durchgeführt.

Es war klar, dass ohne Erfahrung die Umsetzung eines solchen Projekts im Detail wenig erfolgversprechend ist, so dass der Entschluss zur völligen Übertragung an das Planungsbüro leicht fiel. Die Planung des Bauvorhabens erfolgte vom Frühjahr 2001 bis zum Frühjahr 2002. Die Erstellung der Anlage erfolgte ab Mitte Juli 2002 und die Inbetriebnahme bereits im Dezember 2002.

Restarbeiten, wie Teerung der Zufahrt, restliche Fahrsiloerstel-

lung und die Bepflanzung werden noch 2003 umgesetzt.

Wie funktioniert die Biogasanlage?

Die Anlage besteht aus drei Fermentern mit je 1.800 m³ Fassungsvermögen, diese teilen sich auf zwei Hauptfermenter und einen Nachgärbehälter auf, der zugleich als Endlager benutzt wird. Zwei Fermenter sind mit einer Heizung ausgestattet. Alle drei Fermenter arbeiten mit neuentwickelten Paddelrührwerken mit 3,8 m Durchmesser. Die Beschickung erfolgt durch einen obenaufstehenden Behälter mit einer waagrechten und senkrechten Einbringschnecke. Die Befüllung wird mit einem Teleskoplader durchgeführt. Nur bei einem Behälter musste eine Styrodurisolierung angebracht werden. Die restlichen Behälter wurden durch die angebotene Geländestruktur mit Erdaufschüttung ausreichend isoliert. Die vier Fahrsilos mit je 800 m³ Inhalt sind reihenförmig neben der Biogasanlage angeordnet.

Die Maschinenhalle wurde um 2 x 6 m verlängert, wobei im ersten Teil der Motorenraum und im zweiten Teil das Büro und eine Garage untergebracht sind.

Die Stromerzeugung und Einspeisung in das Netz

Die Anlage wird bisher mit zwei Motoren mit insgesamt 460 kW, wobei 40 kW für die Anlage verbraucht werden, gefahren. Für einen weiteren Motor ist baulich

Blick in den Maschinenraum: Der große Gasmotor zum Antrieb des Stromgenerators braucht täglich Wartung (Fotos: Thesy Ebertseder)



bereits vorgeplant. Die Installation ist in Kürze vorgesehen. Somit kann die maximale Einspeisungsgrenze von 500 kW Leistung erreicht werden. Erstaunlich ist die Dämpfung des Geräuschpegels nach außen. Nur ein leises, kaum vernehmbares Brummen ist außen durch die technisch gut angebrachte Schalldämmung zu hören. Im Ortsbereich ein wichtiger Faktor!

Der Transformator steht in unmittelbarer Nähe der Biogasanlage. Die Stromspeisung in das Netz erfolgt in beiden Richtungen über einen Strommasten unmittelbar neben der Biogasanlage. Dadurch kann auch Strom geliefert werden, wenn in einer Richtung eine Hauptleitung gesperrt wird. Die Anschlussarbeiten wurden von den beiden Betrieben geleistet.

Umstrukturierung

Durch die Erstellung der Biogasanlage ist ein höherer täglicher Arbeitsanfall entstanden. Für die Betreuung und Kontrolle der Anlage müssen 6 – 7 Stunden pro Tag angesetzt werden. Eine laufende Kontrolle ist zur hohen Energieausbeute erforderlich. Durch den Bau der Biogasanlage ist der Betriebsleiter weniger abkömmlich. Da der Partnerbetrieb abwechselnd in die Kontrolle der Anlage eingebunden ist, entschärft sich die Arbeitsbelastung. Da alle Personen den technischen Ablauf bis zur Stromerzeugung beherrschen, ist somit ein reibungsloser Ablauf gewährleistet. Sobald der Sohn von Georg Mayerhofer die Ausbildung beendet hat, ergibt sich eine deutliche Entlastung für beide Familien.

Durch die Biomasseerzeugung wurde auch eine Neuausrichtung der Fruchtfolge notwendig. Im Vordergrund steht jetzt eine hofnahe pflanzliche Produktion für die Gaserzeugung, um Transportkosten zu minimieren.

Bisher wurde die Wintergerste voll in der Schweinemast eingesetzt. Jetzt steht zusätzlich die Erzeugung von Fruchtarten mit hoher Gasausbeute im Vordergrund. Deshalb wird die Wintergerste ausschließlich zur Biogasproduktion erzeugt. Die Silierung der Wintergerste erfolgt bei Teigreife. Als Nachfrucht folgt Silomais mit frühen Sorten, der wieder der Gaserzeugung dient. Der Silomaisanbau erfolgt unter Hauptfruchtbedingungen. Nach Aberntung der Vorfrucht Winter-

gerste wird Gülle ausgebracht und in ebenen Lagen nach einem Fräsgang mit einem sechsstufigen Scheibensäuger der Mais angebaut. Bei Hangflächen erfolgt die Maisaussaat mit einer Reihenfräse, damit auch in den Fahrspuren eine optimale Aussaat erzielt wird. Gleichzeitig gewährleistet unbearbeitete Wintergerstenstoppel einen hervorragenden Erosionsschutz.

Eigene Wintergerste wird nicht mehr verfüttert. Der Bedarf für die Schweinemast wird zugekauft. Der Körnermaisanteil in der Fruchtfolge verringerte sich auf ein notwendiges Minimum und wird ausschließlich in der betriebseigenen Schweinemast, überwiegend als CCM-Feuchtmals im Lipp-Silo, verwertet. Als Nebeneffekt wird das Trocknungskostenkonto erheblich entlastet. Der bewährte Erosionsschutz durch die Senf-Zwischenfrucht erfolgt nicht mehr nach der Wintergerste, sondern verlagert sich zu den Fruchtarten Weizen und Triticale.

Die Aussaat des Senfes erfolgt in der zweiten Augushälfte, je nach Bodenfeuch-

tigkeit in konservierender oder wendender Bodenbearbeitung. In die Senfmulchflächen erfolgt im Frühjahr die Aussaat des Maises ausschließlich in der bewährten Direktsaat. Dies stellt den effektivsten Erosionsschutz dar!

Durch die Änderung der Fruchtfolge mit Ausrichtung auf die Biogaserzeugung wird eine fast ganzjährige Begrünung der Ackerflächen erreicht, aus der Sicht der Stickstoffausnutzung ein positiver Effekt.

Je nach Bodenfeuchte zum Zeitpunkt der Silageernte kann ein Befahren bei ungünstigen Bodenverhältnissen negative Auswirkungen auf die Struktur haben.

Durch die Minimierung der Arbeitsgänge und weiterhin konsequente Umsetzung der Mulchsaat ist eine optimale N-Ausschöpfung im Herbst gegeben, was einen verbesserten Grundwasserschutz sowie eine gute Nährstoffbindung und Nährstoffnachlieferung bietet. Die biologischen Effekte der Fruchtfolgeumstellung stabilisieren weiterhin die nachhaltige Ertragsfähigkeit des Bodens und sichern damit das Ertragsniveau der pflanzlichen Produktion

zur rentablen Biogaserzeugung. Auf den Stilllegungsflächen wurde bisher ausschließlich Körnermais als nachwachsender Rohstoff gebaut.

In Zukunft wird zur Gasgewinnung die Hälfte der Fläche mit einer dreischnittigen Gräsermischung entlang von Gewässern streifenweise bestellt. Somit können Probleme mit Pflanzenschutzauflagen vermieden werden und die Gewässer werden von Einträgen weiter geschützt. Der massive Verwaltungs- und Kontrollaufwand erschwert die Umsetzung dieses Vorhabens, durch den dreimaligen Kontrollaufwand bei der Grassilierung. Eine Vereinfachung wäre dringend wünschenswert. Es wird überlegt auf der anderen Hälfte bei geeigneten Flächen auch Silomais zur Gasgewinnung anzubauen.

Perspektiven und Optimierung

Die Biogaserzeugung zur Energiegewinnung als zweites Standbein ist ein neues Berufsbild in der Landwirtschaft. Der Landwirt wird zum Energiewirt. Der tägliche Mehraufwand an Betreuung und Kontrolle der Anlage ist eine zusätzliche Belastung. Durch den Partnerbetrieb und in Zukunft durch den Sohn wird diese Tätigkeit im Betrieb Mayerhofer auf ein tolerierbares Maß zurückgeschraubt. Zur Ausschöpfung der maximalen Kapazität von 500 kW ist die Anschaffung eines dritten Motors zur Einspeisung ins Netz geplant. Eine Anhebung des Einspeisepreises würde die Rentabilität von Investitionen in diesen Bereich weiter absichern. Ziel in der pflanzlichen Produktion ist die weitere Optimierung der Fruchtfolgeglieder in Haupt- und Zweitfruchtstellung zur Erhöhung der Energieausbeute. Dabei dürfen aber die Grundsätze zur Sicherung der Bodenfruchtbarkeit, wie Erosionsschutz, optimale Erhaltung der Struktur und Gare bei der Rücklieferung der Biogasgülle und bei der Bodenbearbeitung nicht beeinträchtigt werden. Die langfristige Absicherung der nachhaltigen Ertragsfähigkeit der Böden mit stabilen Erträgen ist durch diese Bewirtschaftungsform weiter gestärkt und abgesichert. Die Betriebsabläufe werden laufend optimiert, was die Betriebsleiter derzeit stark fordert.

Hans Grundwürmer und Robert Schnellhammer, Höhere Landbauschule Rothalmünster, Tel.: 08533/ 960701, Fax:08533/960760; E-Mail: hansgrund@yahoo.de; Robert.Schnellhammer@hls-rm.bayern.de

Betriebspiegel: Georg Mayerhofer, Parschalling, 94496 Ortenburg

Betriebsorganisation Bis 1965 Milchviehhaltung – Umstellung auf Schweinemast, Anschaffung einer Maistrocknung ab 1965. Damalige LF 54 ha, davon bereits 20 ha Körnermais.
LF 160,00 ha
davon Pacht 100,00 ha
Ackerfläche 159,60 ha
Forst 10,30 ha

Ackerbau:		bisher		ab 2003	
	Hauptfrucht	Nachfrucht		Hauptfrucht	Nachfrucht
16,5 ha	K.Raps Nawaro (Stilllegung)	W-Gerste	8,5 ha	K.Raps Nawaro (Stilllegung)	W.Gerste
35 ha	W.Weizen	W-Gerste bzw. Senf als Erosionsschutz	20 ha	W.Weizen	K-Raps Nawaro bzw. Senf als Erosionsschutz
30 ha	W.Gerste	Senf – Mulchsaat bzw. K.Raps			
8–10 ha	Triticale	Senf als Erosionsschutz	13,1 ha	Triticale	Senf als Erosionsschutz
70 ha	Körnermais	Getreide bzw. bei Mais nach Mais: Erosionsschutz mit Triticale oder Roggen	30 ha	Körnermais (nur noch CCM)	W.Weizen bzw. W.Gerste

NEU zur Biogaserzeugung:
8,0 ha Gräsermischung (Stilllegung) entlang von Gewässern
30 ha W.Gerste GPS mit Zweitfrucht Silomais
50 ha Silomais teilweise nach Grünroggen zur Biogaserzeugung

Viehbesatz: 1.200 Mastplätze + 500 Babyferkel wird wie bisher weitergeführt.

AK-Besatz ab Herbst 2002 Betriebsleiter 1,0
Ehefrau 0,15 (berufstätig)
Lehrling 0,6
Altenteiler 0,5
Aushilfskräfte ca. 450 Stunden – Saison (Schlepperfahrer)
Sohn derzeit in Ausbildung FH Freising/Weihenstephan

Biogas aus Mais – Gibt es Sortenunterschiede?

Forschungsergebnisse aus Österreich

Thomas Amon, Vitaliy Kryvoruchko, Barbara Amon, Sevim Buga, Karl Mayer, Werner Zollitsch und Erich Pötsch, Wien und Graz

Für den wirtschaftlichen Erfolg der Biogaserzeugung sind neben den Kosten für Investitionen und Betrieb der Anlagen vor allem das Biogas- und Methanbildungsvermögen des eingesetzten Maises und der energetische Wirkungsgrad der anaeroben Gärung von wesentlicher Bedeutung.

Um Energiemais für die Biogaserzeugung optimal einsetzen zu können, wurden im Rahmen eines Sortenversuches des Jahres 2002 der LLK Steiermark mit den Sorten: A (FAO 300), B (FAO 390), C (FAO 290), D (FAO 290), E (FAO 380) zur Bestimmung der wesentlichen Ertragsfaktoren weiterfüh-

Durch die Züchtung von massewüchsigen Mais-sorten (Bildmitte) wird versucht, den Masseertrag und somit den Biogasertrag pro ha zu steigern (Foto: Gruber)



de Untersuchungen angestellt. Ebenso wurden das spezifische Methanbildungsvermögen und die Biogasqualität der gewonnenen Gärrohstoffe untersucht. Die Ernte erfolgte zu jeweils drei Zeitpunkten (Reifestadium der Milch-, Teig- und Vollreife). So konnte der Methanhektarertrag der verschiedenen Sorten zum jeweiligen Erntezeitpunkt festgehalten werden, um den Einfluss der Reifeentwicklung der Maissorten auf den flächenbezogenen Methanertrag zu ermitteln. Ziel war es, für die Ernte von Mais Zeitspannen zu finden, bei denen ein maximaler Methanhektarertrag erreicht werden kann.

Die Silomaislagen von allen Sorten zeigten zum ersten Erntezeitpunkt die höchste spezifische Methan- ausbeute. Mit zuneh-

mender Reifeentwicklung der Maispflanzenbestände nahm die spezifische Methan- ausbeute ab.

Im Verlauf der Vegetation entwickeln sich also die Ertragsfaktoren für Methan:

1. oTS – Ertrag pro Hektar und
2. spezifische Methan- ausbeute aus der Bio- masse gegenläufig.

Der richtige Zeitpunkt für die Ernte des Silomais ist dann gegeben, wenn der Methanhektarertrag am höchsten ist. Wie Abbildung 1 zeigt, ist neben dem Ertragspotential auch der optimale Erntetermin für Silomais je nach Sorte. Während die Sorten A (FAO 300) mit 8.529 Nm³ CH₄/ha, E (FAO 380) mit 7.927 Nm³ CH₄/ha und D mit 5.288 Nm³ CH₄/ha zur zweiten Ernte nach 143 Wachstumstagen im Vegetationsstadium „Teigreife der Körner“ den höchsten Methan- hektarertrag erreichten, zeigten die Sorten B (FAO 390) mit 6.451 Nm³ CH₄/ha und C (FAO 290) mit 5.946 Nm³ CH₄/ha den höchsten Methan- ertrag schon zum Zeitpunkt der ersten Ernte nach 100 Wachstumstagen im Vegetations- stadium „Milchreife der Körner“.

Ertragsminderungen von 668 (7,8 %) bis 1.811 Nm³ CH₄/ha (22,8 %) können im Falle der Sorten A und F durch eine zu frühe Ernte entstehen. In diesem Falle ist das Biomasse- bildungspotential der Sorten nicht ausge- schöpft. Ertragseinbußen können aber auch

Tab. 1: Inhaltsstoffe, Bruttoenergiegehalt und spezifische Methan- ausbeute von Silomais verschiedener Sorten und Reifestadien; Sortenanbauversuch Ludersdorf/Steiermark

Varianten	XP	XL	TS	oTS	CH ₄ -Ertrag Ni CH ₄ / * kg oTS ⁻¹
	% TM	% TM	% FM	% FM	
A 1. E	7,49	1,53	22,28	21,58	283,69
A 2. E	8,24	1,53	37,63	36,49	247,45
A 3. E	7,09	1,76	49,99	48,43	241,20
B 1. E	8,60	1,13	22,45	21,46	261,05
B 2. E	7,53	1,98	34,75	33,68	237,33
B 3. E	7,46	1,67	47,73	46,15	205,04
C 1. E	9,06	1,36	23,75	22,72	286,49
C 2. E	8,06	2,54	36,25	34,92	223,64
C 3. E	8,27	2,35	46,88	45,35	207,61
D 1. E	7,74	1,22	22,85	21,97	209,61
D 2. E	6,54	2,57	40,23	38,98	205,83
D 3. E	7,29	2,08	40,78	39,35	194,92
E 1. E	8,89	0,92	19,24	18,34	255,59
E 2. E	7,78	1,54	35,08	33,75	231,80
E 3. E	6,78	1,95	50,99	49,49	215,86

1. E = Ernte nach 100 Wachstumstagen im Vegetationsstadium „in der Teigreife der Körner“;
 2. E = Ernte nach 143 Wachstumstage im Vegetationsstadium „Ende der Teigreife der Körner“;
 3. E = Ernte nach 190 Wachstumstagen im Vegetationsstadium „Vollreife“ der Pflanzen
 oTS = organische Trockensubstanz

Bücher · Broschüren

Biokraftwerk Bauernhof, LAND&FORST-Schriftenreihe: Technik

Es werden alle derzeit intensiv in der Branche diskutierten Themen wie Windkraft, Biogas, Biobrennstoffe, Biokraftstoffe und Solarenergie übersichtlich und praxisnah auf den Punkt gebracht. 48 S., reich bebildert, 8 Euro, Deutsche Landwirtschaftsverlags GmbH, Kabelkamp 6, 30179 Hannover, Tel.: 0511-67806-155, Fax: 0511-67806-150.

Biogasanlagen in der Landwirtschaft, aid 1453/2003

Es werden die biologischen Grundlagen zur Biogaserzeugung ebenso besprochen wie wichtige Prozeßgrößen, Anlagentechnik, Kofermente und Rechtsfragen. 47 S., Tabellen und Bilder, 2 Euro, aid info-dienst, Friedrich-Ebert-Str. 3, 53177 Bonn, Tel.: 0228-8499-0, Fax: 0228-8499-177.

Biogasanlagen – 12 Datenblätter

Die neue Broschüre der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) gibt einen Überblick über die aktuell verwendeten Verfahren und Technologien der Biogaserzeugung. 31 S., Tabellen und Bilder, kostenlos heruntergeladen oder anfordern unter www.bio-energie.de, FNR, Hofplatz 1, 18276 Gülzow, Tel.: 03843-6930199.

Die Landwirtschaft als Energieerzeuger, KTBL-Schrift 420

Ökonomische und ökologische Analysen liefern Entscheidungshilfen, ob und wann ein Einstieg in den Betriebszweig „Energie“ in Erwägung gezogen werden kann. 2004, 236 S., 24 EURO, ISBN 3-7843-2162-3 (Best.-Nr. 11420), KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, 48084 Münster-Hiltrup, Tel.: 02501-801-300, Fax: 02501-801-3.

Trockenfermentation – Evaluierung des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs, Gülzower Fachgespräche Bd. 23

Beiträge und Ergebnisse des Biogas-Fachgesprächs zum Thema „Trockenfermentation im Februar 2004. Als eine der wenigen Publikationen auf diesem Gebiet bietet diese Schrift wichtige und grundlegende Informationen für potentielle Betreiber einer Biogasanlage. 2004, 117 S., Hrsg.: FNR, Hofplatz 1, 18276 Gülzow, Tel.: 03843-6930199, <http://www.fnr.de>.

durch Minderung der spezifischen Methan- ausbeute und Bruchverluste der Pflanzen entstehen, wenn die Ernte zu spät erfolgt. Eine zu späte Ernte führt vor allem bei Sorten mit hohem Methanertragspotential zu deutlichen Mindererträgen von bis zu 1.639 Nm³ CH₄/ha (19,2 %) (A) bzw. 2.055 Nm³ CH₄/ha (25,9 %) (F). Der optimale Erntetermin zur Bereitung von Silomaisganzpflanzensilage liegt unter den Wachstumsverhältnissen des Standortes (Ludersdorf/Steiermark) für die Sorten A, F und D im Vegetationsstadium „Teigreife der Körner“. Für die Sorten B und C liegt der optimale Erntetermin schon im Vegetationsstadium der „Milchreife der Körner“.

Weitere Untersuchungen der Autoren lassen um 20 bis 25 Prozent höhere spezifische Methanhektarerträge in anderen Jahren, an mehreren Standorten und mit später reifenden Sorten gegenüber den hier dargestellten einjährigen Versuchsergebnissen erwarten, während sich die Ernteteilergebnisse in ihrer Tendenz bestätigen. Die Ergebnisse dieser weiterführenden Untersuchungen können in dem aktuellen Beitrag „Biogaserzeugung aus Mais – Einfluss der Inhaltsstoffe auf das spezifische Methanbildungsvermögen von früh- bis spätreifen Maissorten“ der Autoren zur 54. Züchertagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkäufer Österreichs, 25. bis 27. November 2003, Höhere Bundeslehranstalt für alpenländische Landwirtschaft Raumberg/ Trautenfels, nachgelesen werden, der demnächst in der Schriftenreihe der BAL-Gumpenstein veröffentlicht wird.

Energiepflanzen zur Biogaserzeugung

Allgemein eignen sich Energiepflanzenarten mit hohem Eiweiß- und Fettgehalt und hohem standortspezifischen Biomassebildungsvermögen am besten zur Biogaserzeugung. Beim Silomais eignen sich auf guten bis sehr guten Standorten späte Sorten besser als frühe, da auf guten Standorten spätreife Sorten ihr Biomassebildungsvermögen besser ausnutzen können als frühreife Sor-

ten. Nach 39 – 42 Gärtagen waren 95 % der maximal erreichbaren Methanmenge aus den Silomaissilagen gebildet worden. Daraus ergibt sich für die Praxis unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages von 10 % eine erforderliche hydraulische Verweilzeit von 41 – 44 Gärtagen, bei einer Gärtemperatur von 40° C. Der optimale Erntetermin war im Vegetationsstadium „Milchreife bis Teigreife“ der Körner erreicht.

Bei der Grünlandbiomasse waren nach 41 – 44 Gärtagen 95 % der möglichen Methanmenge aus den Silagen und dem Heu gebildet worden. Für die Praxis ergibt sich daraus bei einem Sicherheitszuschlag von 10 % eine

Abb. 1: Methanhektarertrag verschiedener Maissorten in Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt (Standort Ludersdorf/Steiermark)



erforderliche hydraulische Verweilzeit von 45 – 47 Gärtagen bei einer Gärtemperatur von 40° C. Die Sortenmischungen der Grünlandbiomasse eigneten sich gleichermaßen gut als Rohstoffe für die Biogaserzeugung. Der optimale Erntetermin für die Silagebereitung lag unter den Wachstumsbedingungen des Alpenraumes bei allen Sortenmischungen im Vegetationsstadium „im Ähren-/Rispschieben. Abweichungen vom optimalen Erntetermin durch zu frühe oder zu späte Ernte können bei Grünlandbiomasse und Silomais zu deutlichen Methanertragsverlusten führen. Das Eiweiß-Energieverhältnis der Biomasse ist für die Methanbildung in der Biogasanlage besonders wichtig. Mischungen aus eiweiß- und energiereichen Pflanzenarten ermöglichen eine hohe Methanbildung. Ein ausgewogenes Eiweiß-Energie-Verhältnis des Gärgutes kann zum Beispiel durch Mischungen aus eiweißreicher Grünlandbiomasse und energiereichem Silomais erreicht werden.

Prof. Dr. Thomas Amon, Institut für Landtechnik des Departments für Nachhaltige Agrarsysteme, Universität für Bodenkultur, Wien, Tel.: +43-1-47654-3502, Fax: +43-1-47654-3527, Email: thomas.amon@boku.ac.at