



## Rübe schlägt Mais

Die Produktionskosten für Energierüben sind deutlich gesunken, der Anbau nimmt sehr stark zu.

Neue Praxisergebnisse aus dem niedersächsischen Emsland zeigen: Energierüben haben sich als Alternative zu Silomais für die Biogaserzeugung etabliert. Welche Stärken der süße Fermenterzusatz gegenüber Mais hat, erläutert Sascha Hermus, 3N Werlte.

**B**ei den vielen, zurzeit diskutierten Rohstoffalternativen zu Silomais gehört die Zuckerrübe zu den aussichtsreichsten Kandidaten. Sie ist mittlerweile ökonomisch und verarbeitungstechnisch dem Mais zumindest gleichwertig. Darum nimmt der Anbau kontinuierlich zu.

Die Rübe hat noch Potenzial sowohl bei der Pflanzenzüchtung als auch bei der Verarbeitung. Gerade bei der Schlagkraft für Reinigung und Entsteinung ist noch Luft nach oben.

**Rübe hat aufgeholt:** Aber schon heute sind die Stromgestehungskosten pro t eingesetztem Substrat bei der Zuckerrübe niedriger als beim Silomais. Und das mit moderat gerechneten Ernteerträgen von 85 t/ha bei der Rübe. Das zeigen Zahlen aus dem deutsch-niederländischen Projekt „Groen Gas“ (siehe Kasten auf der nächsten Seite).

Die ersten Ergebnisse des Projektes werden nachfolgend vorgestellt. Als Grundlage für die Berechnungen, die die Landwirtschaftskammer Niedersachsen im Auftrag von 3N vorgenommen hat, dienen reale Praxisdaten.

Bei den folgenden Kalkulationen wird die Wirtschaftlichkeit von drei Verfahren mit Silomais verglichen:

- Lagerung der Ganzrüben im Fahrsilo,
- Rübenmus im Erdbecken,
- Rübenmus im Hochbehälter.

**Betrieb 1: Ganzrüben.** Der erste Biogaserzeuger verarbeitet im Jahr ca. 7500 t Zuckerrüben für die Biogaserzeugung. Nur zu einem geringen Anteil baut er die Rüben selbst an, das Gros kauft er als stehenden Bestand (also nicht gerodet) zu. Das Roden, das Laden mit einem Überladeband aus einer Feldrandmiete und den Transport der Rüben über durchschnittlich etwa

14 km zur Biogasanlage übernimmt ein Lohnunternehmer per Lkw.

Zur Ernte 2012 hat der Landwirt an diesem Standort erstmals auf Reinigung und Waschen vor der Einsilierung verzichtet und so das Aufkommen an Sickersaft auf knapp 25% bei vermutlich 8% Substanzabbau deutlich reduziert. Den Sickersaft pumpt er über ein kleineres Zwischenlager von 10 m<sup>3</sup> direkt in die beiden Fermenter.

Die Rüben entnimmt er täglich mit einem Radlader aus dem Silo. Sie werden vor der Einbringung in den Fermenter in einer stationären Anlage bei einer Leistung von bis zu 6 t/h aufbereitet. Die Maschine entfernt zunächst Steine und groben Erdanhang von den silierten Rübenkörpern und reinigt sie dann mit Walzen.

Danach werden sie geschnitzelt und anschließend mittels Förderschnecken in die Fermenter eingebracht.



Eine Lagerungsvariante ist das Silieren ganzer Rüben im Fahrsilo.

**Betrieb 2: Mus im Erdbecken.** Bei der zweiten Anlage baut der Landwirt die nötige Rübenmenge von ca. 6500 t auf den betriebseigenen Flächen an. Sie werden im Lohn gerodet und in einem

absetzigen Verfahren mit einem Krangreifer aus einer Feldrandmiete über das eigene Reinigungs- und Überladeband auf die ebenfalls betriebseigenen Transportfahrzeuge verladen.

Die Anlieferung erfolgt mit je einem Schlepperzug und einem Auflieger-Lkw des eigenen Lohnunternehmens in ein Zwischenlager neben dem Erdbecken. Die durchschnittliche Transportentfernung beträgt 3 km.

Von dem Zwischenlager werden die Rüben mit einem Krangreifer auf ein gemietetes Reinigungs- und Übergabeband geladen und nach der Fremdkörper- und Erdabscheidung einem gemieteten Rübenmuser mit einer Verarbeitungskapazität von bis 200 t/h zugeführt. Von hier aus gelangt der Rübenbrei direkt in das Erdbecken. Eine Pumpe entnimmt das Substrat je nach täglichem Bedarf und pumpt es durch eine Rohrleitung in den Fermenter. ►

## Gute Erfahrung mit Erdbecken

Mit dieser Exzentrerschneckenpumpe holt Otten den Rübenbrei aus der Lagune.



Ralf Otten aus Dalum (Emsland) hat im Jahr 2006 eine Biogasanlage mit 500 kW Leistung gebaut. Einer Anlagenerweiterung auf 1 MW wollte der Landkreis nur zustimmen, wenn Otten für die Hälfte des zusätzlich benötigten Substrats Alternativen zu Mais wählt. Darum baut er seit ca. drei Jahren Zuckerrüben an. Die Erträge in der Region mit sandigen Böden liegen bei 94 t pro ha im Schnitt der letzten drei Jahre. Die Rüben lagert er als Brei in einem Erdbecken mit 8600 m<sup>3</sup> Volumen. Die Lagune ist doppelwandig mit einer 0,8 mm dicken Unterfolie und darüber eine 2 mm starke Oberfolie. Dazwischen ist ein Vlies mit einer Leckerkennung.

Die Rüben werden nach der Ernte mit einem Holzschredder gemust und in die Lagune eingefüllt. Vor dem ersten Füttern müssen sie rund zwei Wochen durchsilieren. Nach wenigen Tagen bildet sich auf dem Brei eine feste Oxidationsschicht. Otten geht von 15% Atmungsverlusten im Jahr aus.

Eine Exzentrerschneckenpumpe, die an einem Seil nachgeführt wird, pumpt stündlich 400 kg Brei aus dem Behälter in den Fermenter und den Nachgärer. Für die Rübenfütterung hat er in der Anlage nur Y-Stücke an den Rohren sowie drei Schieber nachrüsten müssen. Zusammen mit Leitungen und Steuerung hat er für die Erweiterung von 500 auf 1000 kW insgesamt 190000 € ausgegeben. „Ein Edelstahl-



Ralf Otten geht von 15% Verlust im Erdbecken aus.

hochsilo mit dem gleichen Volumen hätte mich fast 1 Mio. € gekostet“, schätzt er.

Der Substratmix besteht aus Mais, Hähnchenmist, Schweinegülle und GPS. Der Rübenanteil liegt heute konstant bei 48%. Die Gasausbeute der Rüben entspricht der von Mais.

Weitere Vorteile der Rüben:

- Dank der hohen Erträge ist die Anbaufläche um ein Drittel geringer, als wenn er Silomais anbauen würde.
- Er kann den Mais bei TS-Gehalten von 38 bis 39% ernten. Trotz des höheren Ligninanteils wird er dank der Zuckerrüben-Ergänzung sehr gut vergoren. Und der höhere TS-Gehalt sorgt dafür, dass er weniger Wasser einfüllt und so auch weniger Gärrest ausbringen muss.
- Das zusätzliche Einbringsystem (Pumpen) gibt Sicherheit, falls mal der Feststoffaustrag ausfallen sollte und umgekehrt. Dadurch gibt es weniger Ertragsrückgang.

Hinrich Neumann

## Verarbeitungsprozess optimiert

In der „Futterküche“ werden Rübenbrei und andere Substrate gemischt.



**Bernhard Temmen:** „Rübenaufbereitung mit Strom erhöht den Leistungspreis.“

Die Raiffeisenwarengenossenschaft (RWG) Emsland-Süd aus Lünne betreibt seit 2005 mit 80 Landwirten insgesamt sieben Biogasanlagen, sechs davon mit 500 kW und eine mit 600 kW elektrischer Leistung. Seit 2011 füttert die RWG in allen Anlagen Rüben mit einem Anteil in der Ration von 30% im Jahresschnitt. Der Rest sind Silomais und geschroteter Roggen.

Die Rüben werden nach dem Roden gewaschen, entsteint und in Edelstahl-Hochsilos mit je 1100 m<sup>3</sup> Volumen gepumpt. „Die Mehrkosten für die Hochsilos gleichen die Atmungsverluste einer Lagune aus“, meint Bernhard Temmen, der für die Biogaserzeugung der RWG zuständig ist. Nachteile einer Lagune sieht er auch darin, dass das Regenwasser mit aufgenommen wird.

Bei der Rübenwäsche und -entsteinung hat Temmen folgende Erfahrung gemacht: Die Leistung von Wä-

sche, Entsteinung und Muser müssen genau aufeinander abstimmt sein. „Da die Geräte häufig nach Stunden abgerechnet werden, bezahlt man ansonsten für Leistung mit, die man gar nicht nutzt.“ Im Jahr 2012 hatte er eine Wäsche mit einer Leistung von 120 t/h, während der Muser dahinter nur 80 t/h schaffte. Im Jahr 2013 hatten beide dagegen die gleiche Leistung. Unterm Strich waren die Erntekosten damit rund 2 €/t günstiger. Wichtig ist auch, dass das Mus sehr fein ist, damit es besser fließt.

Ein weiterer Nachteil ist, wenn die Rübenwäsche mit Strom betrieben wird. Strom ist zwar pro kWh günstiger als Diesel. „Aber die drei Tage Rübenwäsche erhöhen den Leistungswert um 60 bis 80 kW“, hat er festgestellt. Dadurch hat er am Jahresende wegen des höheren Leistungspreises 1000 € mehr für den Strom bezahlen müssen. Aus diesem Grund hat er jetzt einen Lohnunternehmer beauftragt, der Wä-

scher und Muser einschließlich Stromaggregat mit einem Tieflader antransportiert. Pro t Substrat braucht er 0,5 Liter Diesel.

Die RWG bezahlt den Anbauern einen Preis für die Rüben, der vom Körnermaispreis abhängt. Bei 75 t Ertrag erhalten sie den gleichen Preis, der ansonsten für 50 t Körnermais gezahlt wird. Übersteigt der Ertrag 75 t, erhalten die Lieferanten pauschal 10 € pro t mehr. Mindererträge gehen zulasten der RWG.

Bei der Rübenvergärung ist der Bedarf an Spurenelementen gestiegen. Temmen führt das auf die große Flüssigkeitsmenge zurück, die mit den Rüben eingefüllt wird. „Bei der Vergärung von Silomais und Gülle haben wir keine Spurenelemente gebraucht“, erklärt er. Wichtig ist für ihn auch eine Entschwefelung mit Eisenchlorid, das automatisch eindsodiert wird. Denn der gebildete Schwefel lagert sich an den Spurenelementen an und legt diese damit fest.

Nach drei Jahren Erfahrung mit der Rübenvergärung sieht Temmen in der Frucht eine interessante Alternative zum Silomais.

*Hinrich Neumann*

**Betrieb 3: Mus im Hochsilo.** Der dritte Betrieb kauft jährlich ca. 2100 t Rüben auch als stehenden Bestand zu. Im Oktober, Dezember und Februar werden sie von einem Lohnunternehmen geodet. Die Übergabe erfolgt vom Roder direkt auf einen angemieteten Siebsternreiniger am Feldrand. Anschließend werden sie sofort auf die angemieteten Schlepperzüge der anbauenden Landwirte verladen. Die Transportentfernung beträgt im Schnitt 3 km.

Aus einem Kurzzeit-Zwischenlager neben dem Lagerbehälter beschickt ein Mitarbeiter per Teleskoplader die gemietete Rübenwäsche, die die gereinigten Rüben dann an einen Muser mit einer Leistung von ca. 65 t/h übergibt. Von dort wird das Rübenmus dann mittels einer Pumpe mit max. 80 t/h in den ca. 1100 m<sup>3</sup> fassenden Edelstahlbehälter (Ligavator) gefüllt. Von dort aus wird eine Rübenbreimenge von ca. 5,5 t/Tag in die Anlage gepumpt.

**Die Kosten frei Fermenter:** Welche Kosten pro t eingesetztem Substrat bei diesen drei Verfahren entstehen, zeigt Übersicht 1 auf der nächsten Seite. Hier haben wir bei den Rübenvarianten der Betriebe 1 bis 3 real ermittelte Kosten zugrunde gelegt. Die Kosten der Vergleichsvariante Silomais stammen von den seit Jahren herausgegebenen Deckungsbeitragsberechnungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

Ergebnis: Die Einkaufskosten sind

bei der Ganzrübensilage mit 26,80 €/t am günstigsten, weil Pachtpreise und vergleichende Deckungsbeiträge der Marktfrüchte im Raum Hannover niedriger sind. Allerdings kommen hier noch 13,18 €/t für die Ernte und Anlieferung dazu, weil die Substrate aus einer Entfernung von bis zu 14 km herangefahren werden müssen. Unterm Strich zeigt sich: Mit 47,50 €/t Gesamtkosten sind die Substratkosten für Rübenmus aus dem Erdbecken bei Betrieb 2 am günstigsten, gefolgt von der Ganzrübensilage (48,50 €/t) und dem Rübenmus im Hochsilo. Silomais ist mit 50,77 €/t die teuerste Variante. Trotz einiger Kritik an Erdbecken zeigen aktuelle Untersuchungen im Projekt „Biogasrübe“, dass das Substrat ab einer Tiefe von 15 cm sehr stabil ist. Die oftmals angeführten Verluste von 50 % aus Beobachtungen in eigens angestellten Lagerungsversuchen in Rohren und IBC-Containern sind nicht nachvoll-

## Das Projekt „Biogasrübe“

In dem internationalen Groen Gas-Projekt arbeiten die KWS Saat AG, die Nordzucker AG, die RWG Emsland-Süd, die Landwirtschaftskammer Niedersachsen, das Kompetenzzentrum 3N, die niederländische Versuchsstation Kanon sowie weitere Unternehmen und landwirtschaftliche Betriebe seit zwei Jahren eng zusammen. Die Projektpartner erproben und optimieren die Prozesskette für Biogasrüben in der Ems-Dollart Region, vor allem die

Aufbereitung und Reinigung von Zuckerrüben sowie Lagerungsverfahren. Vom Jahr 2012 auf das Jahr 2013 gab es allein im Emsland einen Zubau von Zuckerrüben für die Biogasanlagen um 22,2 % auf heute 1480 ha. Das Emsland ist eine der Regionen mit der höchsten Dichte an Biogasanlagen mit rund 150 Anlagen und 0,39 Kilowatt installierter Leistung je Hektar LF. Die Ergebnisse des Projektes finden Sie im Internet unter [www.biogasruebe.3-n.info](http://www.biogasruebe.3-n.info)

ziehbar und die Art und Weise, wie die Lagerversuche durchgeführt wurden, ist zweifelhaft. Deshalb wurde für die wirtschaftlichen Berechnungen im

Projekt mit einem mittleren Verlust von 14 % gerechnet.

Damit hat die Rübe trotz erhöhter pflanzenbaulicher Anforderungen und

## Hochwertige Komponenten aus eigener Entwicklung und Fertigung



Wir bieten Ihnen die wichtigsten Schlüsselkomponenten für die Biogas-Produktion, wie z. B. Rührwerke, Dosierstationen und Fermenterheizungen.

- Hochwertige, robuste, beständige Materialien für einen reibungslosen, wartungsarmen Anlagenbetrieb
- Ausgereifte Antriebs- und Steuerungstechnik
- Sehr geringer Eigenstrombedarf
- Bewährte Anlagentechnik für ein breites Einsatzstoffspektrum
- Flexibel kombinierbar auch mit Produkten anderer Hersteller, z. B. für Modernisierungen und Aufrüstungen

Informieren Sie sich jetzt unter [www.schmack-biogas.com](http://www.schmack-biogas.com)



**Schmack** 

**VIESSMANN** Group

## Mit Energierüben Leistung vervielfacht



Mit diesem Rübenwäscher lässt Schmidt die Rüben waschen.

Mastschweinegülle und Getreideschrot waren bis zum Jahr 2011 die einzigen Substrate, mit denen Ralf Schmidt aus Steinfeld (Schleswig-Holstein) Biogas erzeugt hat. Die Anlage war im Jahr 2008 mit 190 kW elektrischer Leistung ans Netz gegangen.

Doch dann ergab sich die Möglichkeit, Satelliten-Blockheizkraftwerke im 800 m entfernten Dorf aufzustellen, um die Abwärme in ein Nahwärmenetz abzugeben. Um die dafür nötige Anlagenerweiterung auf 1400 kW zu schaffen, entschied sich der Betriebsleiter für Zuckerrüben als Rohstoff. Denn sie sind in der Region wegen der Nähe zur ehemaligen Rübenfabrik Schles-

wig keine Seltenheit. „Dagegen haben wir bei Mais wegen der Nässe in den letzten Jahren immer stärker sinkende Erträge“, berichtet Volker Asmussen, der die Biogasanlage leitet. Auch erlauben viele Verpächter nur noch einen Maisanbau alle drei Jahre – wenn überhaupt.

Für die Anlagenerweiterung hat Schmidt einen zusätzlichen Fermenter mit 2200 m<sup>3</sup> Volumen sowie zwei Folienlagunen mit 20000 m<sup>3</sup> ergänzt. Weil die Zuckerrübe eine geringere Verweilzeit im Fermenter als Silomais hat, konnte Schmidt mindestens zwei weitere Fermenter einsparen. Auch ist ein Technikgebäude einschließlich Pumpen und neuer Steuerung dazu gekommen. Denn die Firma, die die Anlage



Volker Asmussen leitet die Biogasanlage von Ralf Schmidt.

Foto: Schmhing

ursprünglich gebaut hatte, gibt es nicht mehr. „Das alte Steuerungssystem passte auch nicht mehr auf die neuen Anforderungen“, erklärt der Geschäftsführer Ole Hering von der Firma North Tec Maschinenbau, die Schmidt bei der Umrüstung der Anlage unterstützt hat. Die Steuerung ist jetzt u.a. mit einer Fernüberwachung ausgestattet.

Die Rüben werden nach der Ernte gewaschen, entsteint, gemust und direkt in die Lagunen befördert. Der Zuckerrübenbrei siliert ohne Zusatz von Hilfsstoffen innerhalb von vier Wochen. Von den Lagunen wird der Rübenbrei zunächst in zwei Puffertanks mit je 40 m<sup>3</sup> Volumen gepumpt. In den Behältern wird der Brei angewärmt und homogenisiert. Außerdem können die Fermenter erst einmal weitergefüttert werden, falls die Lagunenpumpe ausfallen sollte.

Der Substratmix besteht heute aus 70% Rüben und 30% Mastschweinegülle. „Das ist die Obergrenze, bei einem höheren Rübenanteil leidet die Biologie“, hat Asmussen festgestellt. Der pH-Wert im Fermenter liegt bei 7,3 bis 7,4. „Das ist schon die Grenze, viel saurer darf er nicht werden“, weiß der Anlagenleiter. Bei einer weiteren Erweiterung der Anlage sollen jetzt noch Ganzpflanzensilage von Gerste und Sommer-Triticale ergänzt werden, die über einen Feststoffeintrag in die Anlage kommen.

Potenzial hat nach Asmussens Erfahrung noch die Wäsche, vor allem der Wasserverbrauch. Hier sucht er noch nach Lösungen.

Hinrich Neumann

Fotos: Neumann



Der Rübenbrei gelangt von der Lagune erst einmal in einen Zwischenspeicher mit 40 m<sup>3</sup>, in dem er angewärmt wird.

## Übersicht 1: Kosten pro t Substrat frei Fermenter

| Kostenpunkt             | Rüben                         |                        |                       | Mais                     |
|-------------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
|                         | Ganzrübensilage Fahr silo €/t | Rübenmus Erdbecken €/t | Rübenmus Hochsilo €/t | Maissilage Fahr silo €/t |
| Bereitstellung Substrat | 26,80                         | 34,51                  | 31,60                 | 38,19                    |
| Ernte und Anlieferung   | 13,18                         | 5,95                   | 6,55                  | 5,62                     |
| Annahme/Aufbereitung    | 1,73                          | 3,29                   | 6,24                  | 0,81                     |
| Lager und Lagerung      | 3,02                          | 2,45                   | 4,98                  | 2,42                     |
| Entnahme/Einbringen     | 3,79                          | 1,30                   | 0,50                  | 3,73                     |
| <b>Summe</b>            | <b>48,52</b>                  | <b>47,50</b>           | <b>49,87</b>          | <b>50,77</b>             |

Die Kosten für Maissilage übersteigen inzwischen die der Rübenvarianten.

gesteigertem Maschineneinsatz in der Verarbeitung einen klaren Vorteil gegenüber Mais.

**Günstige Einbringkosten:** Doch nicht nur die Kosten frei Fermenter sind für den Vergleich zwischen Zuckerrüben

und Silomais ausschlaggebend. Auch die Kosten für die Einbringung, Reparaturen und den Energiebedarf für die Fütterung sind zu berücksichtigen. Aus diesem Grund haben wir für Betrieb 2 und 3 weitere Berechnungen erstellt. Die Zahlen beziehen sich auf die tat-

sächlichen Kosten der einzelnen Betriebe. Darum unterscheiden sich auch die Kosten für die Silomais-Varianten (Übersicht 2 und 3). Die absoluten Zahlen sind daher untereinander nicht zu vergleichen, geben aber eine gewisse Tendenz an.

Bei Betrieb 2 mit der Lagerungsvariante Erdbecken wurden die Einbringkosten von Zuckerrübe über Pumpenleitung und Mais über den Feststoffeintrag gegenübergestellt. Nach der Berechnung stehen somit Einbringkosten von 10,89 €/t für den Silomais den Kosten von 2,99 €/t für die Zuckerrübe gegenüber. Wichtigster Unterschied ist hier die Pumpentechnik, die weniger Investitionskosten, aber auch geringere Betriebskosten (Arbeitslohn) verursacht als der Feststoffeintrag für den Silomais.

Ebenfalls erhoben wurden diese Einbringkosten für Betrieb 3 mit der Lagerungsvariante Hochsilo. Auch hier



# BÖRGER®

Biogastechnologie

- Komplettaggregat
- 10 t-Vorlagebehälter
- integrierte Verwiegung
- ausgereifte Steuerung
- alternativ mit großem Vorratsbehälter kombinierbar

## Der Powerfeed duo. Effiziente Flüssigfütterung.

[www.powerfeed.de](http://www.powerfeed.de)

Der Powerfeed duo – Vorlagebehälter, Verwiegung, Eintragetechnik und Steuerung in einem. Bei Kombination mit einem großen Vorratsbehälter keine zusätzliche Verwiegung notwendig.

## Übers. 2: Rübe (Lagune) contra Mais

top agrar

| Kostenpunkt                     | €/t Rübenbrei | €/t Silomais |
|---------------------------------|---------------|--------------|
| Fixe Kosten (Lagerraum etc.)    | 2,56          | 4,88         |
| Einbringkosten Feststoffeintrag | 0,00          | 3,30         |
| Reparaturkosten                 | 0,36          | 1,00         |
| Energiebedarf Fütterung         | 0,07          | 1,71         |
| Gesamtkosten                    | 2,99          | 10,89        |

**Angegeben sind die Kosten für Betrieb 2.**

## Übers. 3: Rübe (Hochsilo) contra Mais

top agrar

| Kostenpunkt                     | €/t Rübenbrei | €/t Silomais |
|---------------------------------|---------------|--------------|
| Fixe Kosten (Lagerraum etc.)    | 4,35          | 2,13         |
| Einbringkosten Feststoffeintrag | 0,00          | 3,50         |
| Reparaturkosten                 | 1,30          | 1,75         |
| Energiebedarf Fütterung         | 0,15          | 0,75         |
| Einsparung Rührwerke pro Tonne  | - 1,85        | 0,00         |
| Gesamtkosten                    | 3,95          | 8,13         |

**Betrieb 3 spart beim Einsatz von Rüben Rühr-energie ein.**

schneiden die Zuckerrüben mit 3,95 €/t deutlich günstiger als der Silomais (8,13 €/t) ab. Hier wird auch deutlich: Die Zuckerrübe wirkt sich positiv auf den biologischen Prozess im Fermenter aus. Der Fermenterinhalt wird wegen des höheren Wasseranteils, aber auch wegen der besseren Vergärbarkeit flüssiger und lässt sich besser rühren. Darum reduziert die Zuckerrübe die Kosten gegenüber Silomais um 1,85 €/t.

**Kosten je Kilowattstunde:** In Übersicht 4 haben wir jetzt die Stromproduktionskosten (Gestehungskosten)

für die drei Rübenlagerungsvarianten im Vergleich zum Silomais in ct/kWh ermittelt. In der Spalte „Kosten“ haben wir die Kosten für Ernte, Aufbereitung, Transport und Einlagerung aus Übersicht 1 und die jeweiligen Kosten für die Einbringung in den Fermenter (Übersicht 2 bzw. 3) aufsummiert.

Die Biogaserüben haben wir nach verschiedenen Quellenangaben mit 23% Trockensubstanz (TS) mit einem organischen Anteil (oT) von 96% bewertet. Wir haben 800 l Biogas/kg oT angesetzt. Für den Mais haben wir 32% TS mit einem oT von 95% und eine Gasausbeute von 650 l Biogas/kg oT angenommen.

Im dem Groen Gas-Projekt hat die Uni Göttingen die Methangehalte der Einsatzsubstrate Mais und Biogaserübe im Labor untersucht. Dabei haben die

Wissenschaftler Methangehalte von 51,6% für Maissilage bzw. 55,8% für Rübensilage gemessen. Unter Annahme dieser Werte, bei Einbeziehung der Einbringkosten der Substrate und unter Beibehaltung der weiteren Parameter ergeben sich die in Übersicht 4 angegebenen Gestehungskosten in ct pro kWh Strom.

Es wird deutlich: Beide Rübenvarianten sind günstiger als der Silomais. Damit ist die Rübe dem Mais als Biogassubstrat unter den hiesigen Bedingungen im Emsland schon einen Schritt voraus. Um diese Werte zu erreichen, benötigt man sicherlich eine sehr gut funktionierende Prozesskette. Hier gibt es noch Luft nach oben.

**Weitere Vorteile der Rübe:** Neben den harten Zahlen gibt es weitere Vorteile für die Rübe:

- Die Zuckerrübe hinterlässt wenig Stickstoff im Boden,
- sie hat auf sandigen Böden eine Standzeit auf dem Feld von bis zu elf Monaten,
- wegen der langen Vegetationszeit kann sie Erosionsschutz bei Niederschlägen und Wind bieten,
- sie entzerrt die Arbeitsspitzen an Biogasanlagen deutlich,
- wegen der schnelleren Vergärbarkeit können Substrate wie Stroh, Szarvasi-Gras, Sida und andere alternativen Energiepflanzen leichter ihren Weg in die Fermenter finden.

Es bleibt bei der aktuell angespannten Lage auf dem Biogasmarkt abzuwarten, welche Substrate sich in welchem Rohstoffmix wie behaupten. Zu hoffen bleibt, dass sich der Substratmarkt breiter aufstellen wird und die ökologischen neben den ökonomischen Effekten die Vorzüge der Biogaserzeugung weiter betonen können.

### Schnell gelesen

- Mit neuen, optimierten Verarbeitungsketten lassen sich die Ernte- und Einlagerungskosten für Rüben senken.
- Ergebnisse aus der Praxis zeigen, dass Rüben frei Fermenter günstiger sein können als Mais.
- Auch bei den Kosten je kWh Strom sind Rüben günstiger.
- Die Rübenmuslagerung in Erdbecken oder Hochsilos ist günstiger.
- Energierüben eignen sich gut für die Anlagenerweiterung.

## Übers. 4: Gestehungskosten Rübe contra Mais

| Substrat / Variante | Kosten (€/t) | TS (%) | oT (%) | Biogas (l/kg oT) | Methangeh. (%) | Energie (kWh/t) | Gestehungskosten (ct/kWh) |
|---------------------|--------------|--------|--------|------------------|----------------|-----------------|---------------------------|
| Rübenmus Erdbecken  | 50,49        | 23     | 96     | 800              | 55,8           | 986             | 5,12                      |
| Maissilage          | 61,67        | 32     | 95     | 650              | 51,6           | 1020            | 6,05                      |
| Rübenmus Hochsilo   | 53,83        | 23     | 96     | 800              | 55,8           | 986             | 5,46                      |
| Maissilage          | 58,91        | 32     | 95     | 650              | 51,6           | 1020            | 5,78                      |

top agrar

Die Werte für Rüben und Mais jeweils für die Beispielbetriebe 1 und 2.

# Wir finden jedes Leck!



bonalytic GmbH · Gierlichsstr. 6 · 53840 Troisdorf · Telefon +49 22 41/97 15 25 00 · info@bonalytic.de · www.bonalytic.de

## Strom und Wärme

Seit 1983

wirtschaftlich und umwelt-  
freundlich erzeugen

- ▶ BHKW-Systeme bis 2.000 kW<sub>el</sub>
- ▶ ORC-Systeme zur Abwärmerverstromung
- ▶ Technischer Dienst



www.bosch-kwk.de

Bosch KWK Systeme GmbH



**BOSCH**  
Technik fürs Leben

**KAT** GmbH  
Kunststoff Abdichtungs Systeme

Fachbetrieb für Abdichtung  
im Gewässer- und  
Umweltschutz · WHG § 19 L

www.kat-folie.de

## Leckerkennungs- Systeme



Zertifizierter Fachbetrieb

für Behälter- und Fahrsiloanlagen

www.kat-folie.de info@kat-folie.de KAT GmbH | T. 049 44 - 7999

## Windkraftanlagen

mit extra großen Rotoren  
zertifizierte Leistungskurven  
10kW mit Ø13,2m 137m<sup>2</sup>  
37.300 kWh / Jahr  
bei NUR 5,0m/s

25kW mit Ø14m 154m<sup>2</sup>  
61.300kWh / a bei 5,5m/s

60kW mit 452m<sup>2</sup> oder 531m<sup>2</sup>  
182.000kWh / a bei 5,5m/s



Tel. 0173 3830418

info@windkraft-anlagen.com

windkraft-anlagen.com

## GROWI, die schnellen Holzspalter!



Nachspalten vom Bedienpult aus  
möglich!  
Extreme Spaltgeschwindigkeit!



Bündelgerät



25 mm Senkrechtspalter  
Spannbänder mit hyd. Seilwinde

**GROWI Maschinenbau**

Tel. 0049 8377 / 619

www.growi-maschinenbau.de



Gewerbestr. 6 · 87787 Wolfertschwendon

Tel.: +49 83 34 / 25 99 19 0

Fax: +49 83 34 / 25 99 19 19

www.baur-folien.de · info@baur-folien.de



Fachverband  
Biogas e.V.

- Leckagefolien
- Tragluftdächer
- Emissionsschutzabdeckungen
- Gasspeicher
- EPDM-Hauben
- Folienbecken



**bema**

Sauber auf der ganzen Linie.



**bema 75 Dual Power-Master**

Im harten Einsatz bewährt!

bema GmbH Maschinenfabrik  
49599 Voltlage-Weese  
Tel. 05467.9209 - 0



Zum Film

Ein ausführliches Anwenderinterview zum Einsatz auf einer  
Biogasanlage finden Sie unter [www.kehrmaschine.de](http://www.kehrmaschine.de)

www.meixner-guelletechnik.de

Biogasanlagen: Komplett + Zubehör

Tel. 06281 / 41 09

**ZSD SOLAR**  
zentralsolar deutschland

Partner der Landwirte  
für Photovoltaik.

Beratung · Planung · Montage

Alles aus einer Hand!

**ZSD Solar GmbH**

info@zsd-solar.de

Tel. 0 59 03 / 93 20 20



## Qualität setzt sich durch!

Biogas: Wir kennen uns aus!

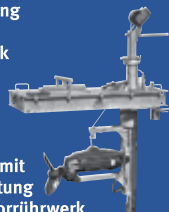
Über-/  
Unterdruck-  
sicherung



Rotationspumpen



Gasdichte Vorrichtung  
(seitlich) und  
Tauchmotorrührwerk



Servicedeckel mit  
Aushubeinrichtung  
und Tauchmotorrührwerk

Tauchmotor-  
pumpen



Vertikal-  
pumpen



Jetzt kostenlosen

Katalog anfordern:

Tel. +49 (0) 75 71 / 109-0

oder info@eisele.de

Hauptstraße 2-4

D-72488 Sigmaringen-Laiz

www.eisele.de