

**Auswahl von Anlagenkomponenten bei der
Nassfermentation und deren Einfluss auf die
Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit
beim Einsatz strukturreicher NawaRo**

Martin Wittmaier

Institut für Kreislaufwirtschaft
an der Hochschule Bremen GmbH

7. Biogastagung in Dresden

Aktuelle Tendenzen,
Co-Vergärung und Wirtschaftlichkeit

1. Einleitung

Die Bedeutung von Biomasse als Energiestoffträger hat in Deutschland in den letzten 20 Jahren rasant zugenommen. Insbesondere durch die Vergütungsstruktur des EEG 2004 [1] und 2009 [2] sowie der damit verbundenen Planungssicherheit für Investoren hat sich die Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland seit 2004 mehr als verdoppelt und die installierte Leistung versechsfacht [3]. Die wesentliche Triebfeder für diese Entwicklung ist die Notwendigkeit, dem Klimawandel entgegen zu wirken. Obwohl in letzter Zeit z. T. Zweifel an der Seriosität der Erhebung und Auswertung von Klimadaten aufgekommen sind [4], so wird schon anhand des Rückgangs der Gletscher und des Eisschildes der Arktis klar, dass ein Klimawandel stattfindet. Daher ist nach wie vor eine hohe Akzeptanz der Biogastechnologie in Politik und Bevölkerung vorhanden.

Die Produktion von regenerativer Energie aus Biomasse führt bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen zu einer Konkurrenz um Produktionsflächen für Nahrungsmittel. Um der Flächenkonkurrenz entgegen zu wirken, sind in der Vergütungsstruktur des EEG 2009 Boni eingeführt, die bei der Nutzung von Wirtschaftsdüngern und Landschaftspflegegut¹ zusätzliche Vergütungen vorsehen. Das Mengenpotential dieser Substrate ist hoch (siehe Abb. 1).

Während die Vergärung von Substraten wie Maissilage, CCM, Körnermais oder Getreide technisch weniger anspruchsvoll ist, führt der Einsatz von Wirtschaftsdüngern und Landschaftspflegegut, mit einem hohen Anteil an strukturreichen Inhaltsstoffen und Störstoffen, zu Problemen. Hieraus lässt sich auch die Notwendigkeit zur Optimierung der Biogastechnologie [5] ableiten.

Biogasanlagen werden heute zum überwiegenden Teil von Anlagenbauern errichtet, die als Generalauftragnehmer auftreten. Viele dieser Anlagenbauer haben sich mit Ihrer Anlagentechnik auf bestimmte Substrate spezialisiert. So finden sich Anlagenbauer, die im landwirtschaftlichen Bereich erfolgreich vornehmlich Anlagen für die Vergärung von Maissilage vertreiben. Andere sind auf die Vergärung von stapelbarer Biomasse spezialisiert und vertreiben Trockenfermentationsanlagen. Eine von den Präferenzen eines Anlagenbauers unabhängige Planung von Biogasanlagen, für die speziellen Anforderungen des Einzelfalls, ist die Ausnahme.

Mit dem folgenden Beitrag sollen ausgewählte Aspekte bei der Auswahl von Anlagenkomponenten angesprochen werden, die beim Einsatz von Substraten mit einem hohen Strukturanteil und/oder Störstoffen in der Nassvergärung von Bedeutung sind.

¹ Der Begriff des Landschaftspflegeguts wurde durch die „Clearingstelle EEG“ [6] sehr weit ausgelegt. Da der Einsatz von Landschaftspflegematerial wirtschaftlich besonders in NawaRo-Anlagen sinnvoll ist, Landschaftspflegegut (kommunaler Rasenschnitt, Mahdgut von Vertragsnaturschutzflächen u.s.w.) gemäß BioabfallVO aber als Abfall einzustufen ist, laufen die Regelungen zur Förderung des Einsatzes von Landschaftspflegegut des EEG weitgehend ins Leere. Setzt eine NawaRo-Biogasanlage Landschaftspflegematerial ein, so müsste die Anlage nach Abfallrecht genehmigt werden (mitunter liegen bei NawaRo-Anlagen hierfür schon die planungsrechtlichen Voraussetzungen nicht vor) und das Gärgut würde zu Bioabfall. Die Verwertung des Gärguts müsste gemäß BioabfallVO erfolgen (Anmeldung der Ausbringung; Bodenanalysen bei erster Anwendung auf einer Fläche; Probenahme, Analyse und Grenzwerte gemäß BioabfallVO; abfallrechtliche Zulassung aller Lagerbehälter u.s.w.), was den Einsatz des Landschaftspflegeguts in NawaRo-Anlagen häufig nicht interessant erscheinen lässt.

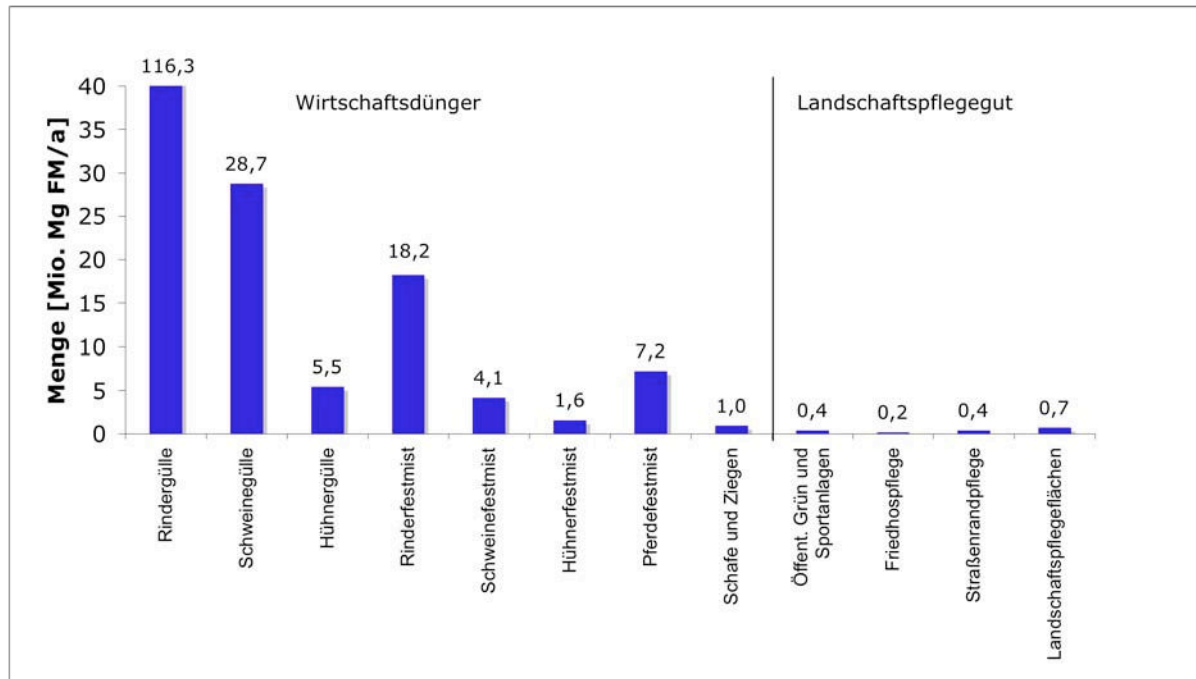


Abb. 1: Vergleich des ungefähren Mengenpotentials von Wirtschaftsdüngern [7, 8] und Landschaftspflegegut.

2. Anlagenkomponenten bei der Auslegung von Biogasanlagen und deren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit

Bedingt durch die Vergütungsstruktur des EEG aber auch durch die Flächenkonkurrenz und die zum Teil regional hohe Dichte, mit der Biogasanlagen errichtet wurden, steigt der wirtschaftliche Druck für NawaRo-Biogasanlagen, spezifisch günstige Substrate wie Festmist und Landschaftspflegegut zu nutzen. Für die einzelnen Biogasanlagen entsteht hierdurch die Notwendigkeit, ihren Prozess und die Technologie der Vergärung entsprechend anzupassen.

Im Folgenden soll nun anhand von Praxisbeispielen exemplarisch für die verschiedenen Verfahrensstufen von Biogasanlagen dargestellt werden, welchen Einfluss die Auswahl von Anlagenkomponenten auf die Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit der Anlagen haben.

2.1 Art der Fermenter und Rührtechnik

In landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden meist eher flache Betonfermenter mit einer Höhe von ca. 6 m und einem Durchmesser von meist nicht mehr als 30 m eingesetzt. Häufig werden Systeme mit einer typengeprüften Statik verwendet, die eine günstige Bauweise ermöglichen. Die Fermenter werden meist direkt beheizt, indem Heizleitungen an der Stahlarmierung befestigt und in die Betonhülle des Behälters mit eingegossen oder an der Innenwand des Behälters befestigt werden (siehe Abb. 2).

Fermenter in Stahlbauweise werden meist schlanker und höher gebaut. Auch hier können Heizsysteme an der Innenwand der Behälter angebracht werden. In Biogasanlagen, die das Substrat hygienisieren, wird zum Teil auf die Installation von Heizsystemen verzichtet. Bei ausreichender Isolierung wird allein durch die Wärmezufuhr über das hygienisierte Substrat

ein für die Vergärung günstiges Temperaturniveau erreicht. Das Beheizen von Fermentern über externe Wärmetauscher ist ebenfalls möglich.



Abb. 2: Beispiele für Fermenterheizungen in einer landwirtschaftlichen Biogasanlage zur fast ausschließlichen Vergärung von Maissilage.

In der überwiegenden Anzahl von Biogasanlagen, werden Substrate eingesetzt, die nur mäßig zur Schwimmdeckenbildung neigen (z. B. Maissilage oder in Abfallanlagen ein Abfallbrei aus Speiseabfall und entpackten Nahrungsmitteln, auf < 10 mm zerkleinert). Die Konsistenz der zu vergärenden Masse im Fermenter ist dann so beschaffen, dass mit üblichen Rührsystemen (Tauchmotorrührwerk, Großflügelrührwerk, Biogaseinblasung etc.) Schwimmschichten vermieden werden können und die Scherkräfte durch das sich bewegende Gärgut im Fermenter so gering sind, dass Einbauten, wie z. B. innen liegende Heizungssysteme, Rührwerke etc. nicht beschädigt werden.

Werden in derartigen Anlagen die Anteile von strukturreichen Substraten, wie Festmist und Landschaftspflegegut merklich erhöht, so kann dies zu massiven Problemen führen. So führte beispielsweise in einer typischen landwirtschaftlichen Biogasanlage² allein die Umstellung von Maissilage auf gehäckselte Ganzpflanzensilage (GPS) aus Roggen zu einer derartigen Erhöhung des Trockensubstanzgehalts im Gärgutlager, dass die sich bildenden Schwimmschichten bei dem vorliegenden Rührsystem mit Tauchmotorrührwerken nur durch den Einsatz großer Mengen von Wasser beherrschbar waren. Der Einsatz von GPS wurde bis auf untergeordnete Mengenanteile eingestellt. Wird nicht GPS sondern Gras mit verholzten Anteilen (z.B. aus Landschaftspflegegut) oder Festmist mit hohem Strohanteil eingesetzt, so ist dies in Anlagen wie der vorgenannten in nennenswerten Mengen nicht möglich. Der Trockensubstanzgehalt des Gärguts steigt bei gleicher Gasproduktion bzw. elektrischer Leistung der Anlage erheblich an und es bilden sich massive Schwimmschichten aus, die schnell nicht beherrschbar sind.

² Kontinuierliche Trockenfermentation; Feststoffeintrag über Schneckenförderer; 2 Fermenter in Reihe mit je 2.200 m³ plus Gärgutlager mit Gaserfassung.

Im konkreten Fall einer anderen Anlage³, die für die Vergärung von hohen Anteilen an strukturreichen Substraten mit Gülle als Nassfermentation ausgelegt ist, hielten die eingesetzten handelsüblichen Rührwerksmasten dem Druck des sich langsam bewegenden Gärgutes nicht stand (siehe Abb. 3). Die Masten sind in der Mitte, an der Position der Rührwerke, wo wegen des hydraulischen Widerstandes der Rührwerke der höchste Druck auf den Masten lastet, eingeknickt. Da der Substratmix nicht verändert werden sollte, mussten die Masten nachträglich durch stabilere ersetzt werden.

Die eingesetzten, üblichen Rührwerksmasten waren wegen der für diese Anwendung zu schwachen Auslegung nicht betriebssicher und mussten kostenintensiv ertüchtigt werden. Wären im vorliegenden Fall andere Einbauten im Fermenter vorhanden gewesen, wie beispielsweise eine an die Innenwand des Fermenters installierte Fermenterheizung, so wären diese mit großer Sicherheit ebenfalls zerstört worden. Das Beispiel zeigt, dass die üblicherweise in vielen Anlagen eingesetzten Anlagenkomponenten den besonderen Anforderungen des Einzelfalls beim Einsatz strukturreicher Substrate nicht immer genügen.

Die Rührwerke sind nach wie vor im Einsatz und für die Anwendung geeignet. Allerdings liegt der Eigenenergieverbrauch der Anlage (bei einer elektrischen Leistung von 536 kW und dem Einsatz an festen Substraten von 45 % Festmist, 26 % Grassilage und 29 % Maissilage plus Rinder- und Schweinegülle) mit ca. 15 % deutlich über dem einer Maisvergärungsanlage.



Abb. 3: Vom Gärgut im Fermenter eingedrückter Rührwerksmast.

3.2 Pumpen

Zur Förderung von flüssigem Gärgut und Substrat kommen unterschiedliche Pumpenarten (Kolbenpumpen, Exzenterpumpen, Drehkolbenpumpen etc.) zum Einsatz. Allgemeine Empfehlungen zum Einsatz einzelner Pumpenarten abzuleiten oder sogar einen Vergleich einzelner Hersteller durchzuführen, ist hier sicher nicht sinnvoll. An einem Beispiel soll

³ Kontinuierliche Nassfermentation, 3 Fermenter in Reihe, der erste Fermenter auf 1.000 m³ begrenzt und mit 3-fach höherer Rührleistung als üblich und Zusatzeinrichtungen zur Perkolation/Umpumpen ausgerüstet, prozessintegrierte Zerkleinerung.

jedoch exemplarisch aufgezeigt werden, welchen Einfluss die Auswahl von Pumpen auf das Betriebsergebnis haben kann.

Durch den Einsatz von mehreren tausend Tonnen Festmist wurden erhebliche Mengen an Störstoffen, überwiegend Steine, in einen Fermenter eingetragen. Durch den hohen Feststoffgehalt im Fermenter wurden die z. T. faustgroßen Steine im Fermenter nicht abgeschieden sondern zusammen mit dem Gärgut über eine Drehkolbenpumpe in den zweiten Fermenter gepumpt. Durch die im Gärgut enthaltenen Störstoffe wurden die Drehkolben der Pumpe sehr schnell beschädigt (siehe Abb. 4). Aufgrund der systembedingten kurzen Dichtfläche bei Drehkolbenpumpen reichten z. T. wenige Beschädigungen aus, die innerhalb von wenigen Tagen eintraten, um die Pumpenleistung derart herunterzusetzen, dass die Drehkolben erneuert werden mussten. Die Standzeit der Drehkolben lag aufgrund des hohen Störstoffgehalts des Substrats lediglich bei ein bis zwei Wochen.

Nachdem die Drehkolbenpumpe durch eine Exenterschneckenpumpe ersetzt wurde, deren Stator in ähnlicher Weise beschädigt wurde wie die Drehkolben, konnte durch die erheblich längeren Dichtfläche des Stators die Standzeit der Pumpe bei gleicher Anwendung um den Faktor 15 bis 20 verlängert werden. Hierdurch wurde ein deutlich höheres Maß an Betriebssicherheit erreicht, was zu einer deutlichen Kostenreduktionen führte.



Abb. 4: Beschädigter Rotor einer Drehkolbenpumpe (links) und eines beschädigten Stators einer Exzenterpumpe (rechts).

4. Zusammenfassung

Der Einsatz von strukturreichen Wirtschaftsdüngern und Landschaftspflegematerial ist aufgrund der meist spezifisch günstigen Bezugspreise und der Vergütungsstruktur des EEG 2009 [2] wirtschaftlich interessant. Sollen in üblichen Nassfermentationsanlagen größere Anteile dieser Substrate verarbeitet werden, kann dies mit technischen Problemen verbunden sein.

Für die Auswahl von Komponenten von Biogasanlagen bedeutet dies, dass immer dann, wenn zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit (oder auch der Ökobilanz) auf schwierig zu verarbeitende Substrate zurückgegriffen werden soll, Standard-Anlagenkomponenten schnell an ihre technischen Grenzen gelangen können.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass der Einsatz von Festmist und Landschaftspflegegut die Wirtschaftlichkeit der Anlagen steigern kann. Für die Auswahl geeigneter Fermenter kann gesagt werden:

- Die bei landwirtschaftlichen Nassfermentationsanlagen weit verbreitete Bauform (geringe Höhe, großer Durchmesser) ist grundsätzlich für die Vergärung von Substraten mit erhöhten Strukturanteilen geeignet. Deren Einsatz begrenzt jedoch die Größe einzelner Fermenter.
- Einbauten in den Fermentern (Heizung, Rührwerke, Rohrleitungen, Messeinrichtungen) sind deutlich robuster auszuführen als bei Standardanwendungen oder baulich vom Innenbereich zu trennen.
- Eintragungssysteme und Pumpen sind speziell auf den Substratmix auszulegen.

5. Literatur

- [1] EEG 2004 - Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 40, ausgegeben zu Bonn am 31. Juli 2004.
- [2] EEG 2009 - Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 49, ausgegeben zu Bonn am 31. Oktober 2008.
- [3] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz). Statistik und Berichte: <http://berichte.bmelv-statistik.de/SJT-3071350-0000.pdf>
- [4] Schmundt, Hilmar; Traufetter, Gerald (2009): „Betreff: Streng vertraulich“. Der Spiegel, 50/2009, S. 164 – 165.
- [5] Scholwin, Frank; Nelles, Michael (2009): Biogastechnologie in Deutschland – Status und Optimierungspotentiale. Müll und Abfall, 05/2009.
- [6] Clearingstelle EEG (2009): Empfehlungsverfahren 2008/48, „Landschaftspflege-Bonus“, <http://www.clearingstelle-eeq.de/EmpfV/2008/48>.
- [7] Kaltschmitt, Martin; Merten, Dieter; Fröhlich Nicole, Moritz Nill (2003): Energiegewinn aus Biomasse. Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten 2003 "Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit", Berlin, Heidelberg.
- [8] Knappe, Florian; Böß, Andreas; Dehoust, Günter; Schüler, Doris (2007): Stoffstrommanagement von Biomasseabfällen mit dem Ziel der Optimierung der Verwertung organischer Abfälle. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau, Feb. 2007.