

**14. Jahrestagung „Biogas und Bioenergie in der Landwirtschaft“  
am 30.11. und 01.12.2005  
in Wolpertshausen**

**Veranstalter:** Int. Biogas und Bioenergie Kompetenzzentrum (IBBK)

**Vortragstitel:** NaWaRo - Biogasanlagen ohne Gülle betreiben?

**Referent:** Dipl.-Ing. agr. Andreas Krieg  
Krieg & Fischer Ingenieure GmbH  
Hannah-Vogt-Str. 1  
37085 Göttingen  
[www.kriegfischer.de](http://www.kriegfischer.de)

Biogasanlagen, deren Input aus pflanzlichen Stoffen sowie aus Gülle und Mist besteht, werden als NaWaRo-Anlagen bezeichnet. Solche Anlagen werden vom Gesetzgeber besonders gefördert über einen Bonus bei der Stromvergütung.

Aus der Geschichte landwirtschaftlicher Biogasanlagen her begründet wurde und wird Gülle oder Mist in Mischung mit pflanzlichen Stoffen zur Gasgewinnung eingesetzt. Vor allem viehlose Betriebe stellen sich aktuell die Frage, ob denn Biogas rein auf Pflanzenbasis möglich sei. Sie fragen nach den Vor- und Nachteilen, falls bei der Vergärung auf Gülle oder Mist verzichtet wird.

In den vergangenen zwei Jahren wurden bundesweit schätzungsweise mehr als zwei Dutzend Biogasanlagen auf Basis von Silage diverser Futterpflanzen, Getreide und Knollen- und Wurzelfrüchten erbaut. Gülle oder Mist kommen nicht zum Einsatz. Allein die Krieg & Fischer Ingenieure haben davon rund die Hälfte in einer Größe zwischen 60 kW und 1.000 kW elektrischer Leistung geplant. Dies entspricht einer täglichen Inputmenge von etwa 4 bis 55 Tonnen Futter.

Wir gehen davon aus, dass dennoch die überwiegende Zahl der NaWaRo-Anlagen nach wie vor mit mehr oder weniger Gülle und Mist betrieben werden.

Die bisherigen Betriebserfahrungen bei Anlagen ohne Gülle sind meist positiv. Biogas kann ohne Gülle und Mist sicher und kalkulierbar aus Energiepflanzen gewonnen werden. Zur Zeit werden vielerorts mit diversen Futterarten, unterschiedlicher verfahrenstechnischen und baulichen Ausführungen Erfahrungen gesammelt.

Soweit wir es überschauen können, werden vorzugsweise Silagen von Mais, Getreide und Futtergräsern zur Energiegewinnung eingesetzt. Mit Abstand folgt Körnergetreide und vereinzelt Gehaltsrüben. Die Pflanzenzüchtung arbeitet intensiv an den Merkmalen für möglichst hohe energetische Flächenerträge.

Verfahrenstechnisch hat sich die gewichtsdosierte direkte Zugabe des Futters in den Fermenter durchgesetzt. Der Fermenterinhalt wird mit eigens dafür konzipierten Rührwerken oder Mischern homogenisiert. In manchen Fällen werden lediglich mehr und wesentlich leistungsfähigere Tauchmotorrührwerke eingesetzt. Im Hinblick auf den Substratfluss innerhalb der Vergärung werden drei Wege besprochen: den herkömmlichen Durchfluss durch alle Behälter nacheinander, die teilweise Rückführung von Gärsubstanz in den ersten Behälter zum Zweck der Rückverdünnung, oder die satzweise Vergärung, in der Regel unter Einsatz von Perkolat.

Die verwendeten Bauformen der Gärbehälter sind stehend zylindrische Behälter bei einem Durchmesser- / Höhenverhältnis von ca. 1 / 1, stehend zylindrische Behälter mit relativ geringer Bauhöhe im Vergleich zum Durchmesser sowie länglich liegende Behälter mit quadratischem Querschnitt. Für jede Bauform gibt es spezielle Rührwerke bzw. Mischer, die den Behälterinhalt homogen halten, außer es handelt sich um Perkolationsverfahren.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass aus biologischer und auch technischer Sicht die Vergärung ausschließlich pflanzlicher Stoffe kein Problem mehr darstellt. Allerdings hat sich die Gewichtung stofflicher, technischer und analytischer Parameter verschoben.

Je nach Gülleart wirkt die Konzentration einzelner Makronährstoffe, bspw. Stickstoff, limitierend auf den anaeroben Abbau, während die Grundversorgung mit Spurenelementen und Enzymen in der Regel gegeben ist. Bei der reinen NaWaRo-Vergärung können je nach Pflanzenart und –bestandteil obere, aber auch untere Grenzen überschritten werden. Dies gilt auch bei der Versorgung mit Spurenelementen etc. Das bedeutet, dass zur optimalen Ausbeute der Nähr- und Wirkstoffstatus eingehender berücksichtigt werden muss.

Der Einsatz von NaWaRo's bedeutet, dem Fermenter einen vergleichsweise hohen Anteil an biologisch leicht verfügbaren Kohlenhydraten zuzuführen. Damit das Fließgleichgewicht der Abbauschritte erhalten bleibt, muss das Substrate portionsweise über den Tag verteilt dem Fermenter zugegeben werden. Dies bedingt einen gewissen Aufwand an Vorratsvolumen und Automatisierung.

Es hat sich gezeigt, dass die Partikelgröße der Substrate erheblichen Einfluss auf die Rührfähigkeit und die Geschwindigkeit des anaeroben Abbaus hat. Silagen mit einer durchschnittlichen Häcksellänge von weniger als 1 cm sind deutlich zu bevorzugen. Bei der Vergärung von Körnergetreide konnte bei Verweilzeiten von 50 Tagen und darüber kein deutlicher Unterschied zwischen Ganzkorn, geschrotet oder gemahlen festgestellt werden.

Die klassische einstufige Vergärung, d.h. ohne Rückführung von Gärsubstrat, kann unter einer organischen Raumbelastung von bis zu 4,5 kg oTS / m<sup>3</sup> Faulraum und Tag sicher betrieben werden. In allen Fällen gilt selbstverständlich, dass das Gärsubstrat rührtechnisch beherrscht wird und das gesamte Faulraumvolumen auch wirklich homogen ist.

Bei der Vergärung in hintereinander geschalteten Behältern mit Rückführung von Gärsubstrat werden Raumbelastungen bis über 7,5 kg oTS / m<sup>3</sup> Faulraum und Tag publiziert. Die Vergleichbarkeit dieser Kenngröße ist aber anzuzweifeln. Einerseits werden durch das zurückgeführte Medium zu hohe Konzentrationen ausgeglichen und andererseits der anaerobe Abbau zumindest teilweise auf die nachfolgenden Behälter verteilt. Von welchem Faulraumvolumen ist also die Rede?

Bei der satzweisen Vergärung von Feststoffen kann die Raumbelastung nicht als Vergleichsgröße herangezogen werden.

Während bisher bei der überwiegenden Güllevergärung die Wahl der Fermentertemperatur eine untergeordnete Rolle gespielt hat, ist dies bei reinen NaWaRo-Anlagen wichtiger. Je nach Futtergrundlage liegt der Gehalt an Ammonium-N im Fermenter zwischen 1 und 7 g / l. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass ab etwa 2,5 g / l NH<sub>4</sub>-N der thermophile Betrieb ungünstiger als die Vergärung unter 36 – 41 °C ist. Dass sich die Gärbiologie an die NH<sub>4</sub>-N Konzentration mit der Zeit adaptiert, kann bislang noch nicht eindeutig bestätigt werden.

Die Vergärung bei ca. 52 °C hat dennoch mehrere Vorteile gezeigt. Der Substratabbau scheint beschleunigt und vollständiger abzulaufen. Der Rühraufwand verringert sich. Die Methankonzentration ist nicht signifikant anders als bei der Vergärung unter mesophilen Betriebstemperaturen.

Bei der Vergärung von hauptsächlich Silage aus Mais und Getreideganzpflanzen werden Methankonzentration zwischen 50 und 54 % im Rohgas erreicht. Die Schadgas-

konzentration, exemplarisch als Schwefelwasserstoff gemessen, ist mit 100 bis 500 ppm im Rohgas vergleichsweise gering. Tendenziell erhöhen sämtliche tierischen Produkte, worunter auch Gülle und Mist zu zählen sind, deutlich den H<sub>2</sub>S-Anteil im Rohgas.

Sofern eine Anlage allein auf NaWoRo-Basis betrieben werden soll, ist verstärkt auf die Substratzusammensetzung und auf die Betriebsführung einzugehen. Die Bedeutung der Überwachung des anaeroben Abbaus steigt. Die Ursache liegt nicht nur in den eingesetzten Substraten, sondern hat auch betriebswirtschaftliche Gründe.

Zur Beurteilung der Belastbarkeit des anaeroben Abbaues werden die freien organischen Säuren sowie die Pufferkapazität titrimetrisch bestimmt. Damit kann vor allem der Anfahrprozess in Grenzen gut gesteuert werden. Es ist möglich, innerhalb von 6 Wochen die Nennleistung in der Gaserzeugung zu erreichen.

Ein weiteres aprobat Mittel ist die gaschromatografische Bestimmung der kurzkettigen Karbonsäuren (Essigsäure – Cabronsäure). Damit kann zuverlässig beurteilt werden, ob sich der anaerobe Abbau im Gleichgewicht befindet.

Die Gaszusammensetzung ist ein weiteres Indiz. Dazu muss aber das Rohgas möglichst zeitnah gemessen werden. Am besten eignen sich dabei Fermenter mit fester Decke, d.h. konstantem Gasvolumen. Mit zunehmender Belastung des Gärprozesses sinkt der Methangehalt. Ebenso können wir beobachten, dass das Niveau der H<sub>2</sub>S-Bildung steigt. Je weniger Futterchargen am Tag zugegeben werden, desto mehr schwanken die Methan- und die Kohlendioxidkonzentration im Rohgas.

Die biologische Aktivität im Fermenter kann bei Behältern mit fester Decke sehr einfach über den Gäldruck erfasst werden. Die ersten Anlagenbetreiber haben begonnen, darüber die Futterchargen zu steuern.

Insgesamt stehen den Betreibern von reinen NaWaRo-Anlagen genügend Hilfsmittel zur Verfügung, um den Gärprozess sicher steuern zu können und eine Auslastung von über 90 % zu erzielen. Betriebserfahrungen zu sammeln und gezielt auszuwerten bleibt eine wichtige Aufgabe für die Zukunft ebenso wie begleitende Forschungsmaßnahmen.