

Manfred Hoffmann, Triesdorf

# Vergärung stapelbarer Feststoffe

*Die gesetzlich festgeschriebenen erhöhten Entgelte für die Energieeinspeisung in das öffentliche Netz bedeuten Aufwind für die Biogaserzeugung. Die knapp 800 Biogasanlagen in Deutschland arbeiten fast ausschließlich nach dem Verfahren der „Flüssig-Vergärung“, bei der das Substrat, meist Gülle, mit oder ohne zugesetzte Cofermente in pumpfähiger Form methanisiert wird. Stapelbare Feststoffe in Form von Gras, Silage oder Festmist können dabei nur in pumpfähiger Form als Cofermente genutzt werden. Nachfolgend wird ein Verfahren vorgestellt, welches auch eine Methanisierung von Biomassen in stapelbarem Zustand in der „Trockenen Vergärung“ ermöglicht.*

Prof. Dr. Manfred Hoffmann vertritt an der FH Weihenstephan/Triesdorf das Fachgebiet Landtechnik mit Nachwachsenden Rohstoffen/Regenerierbaren Energien; FH Weihenstephan/Triesdorf, D- 91746 Weidenbach, Steingruberstr. 2; e-mail: manfred.hoffmann@fh-weihenstephan.de

## Schlüsselwörter

Biomasse, Vergärung, Energiegewinnung, Verfahren

## Keywords

Biomass, fermentation, energy production, processes

Literaturhinweise sind unter LT 00610 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Von „Trockener Vergärung“ spricht man, wenn die Trockensubstanz (TS) des zu vergärenden Substrates 25% beträgt. Angesichts der Bedeutung des Gülleeinsatzes in der heutigen Landwirtschaft ist die Forcierung der „Flüssig-Fermentation“ verständlich, so dass sich die Gülle-Vergärung als Standard-Verfahren etabliert hat, obwohl deren Wirtschaftlichkeit ohne Cofermente immer noch einer individuellen kritischen Betrachtung unterzogen werden muss.

Unter veränderten energie- und umweltpolitischen sowie wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist zu fragen, ob nicht die „Trockene Vergärung“ angesichts der großen – bislang nicht genutzten vergärbaren Biomassen eine zukunftssträchtige Alternative darstellt.

Aber auch im Zusammenhang mit der umweltgerechten Entsorgung von Abfällen im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes gewinnt die Vergärung von Feststoffen wie Straßenbegleitgrün, Rasenschnitten, Hausmüll oder Landschaftspflegeabraum immer größere Bedeutung – auch im Sinne von Schaffung von Zusatzeinkommen für Landwirte, die den teilweisen oder vollständigen Übergang vom Land- zum „Energiewirt“ andenken.

## Erste Anfänge

Abgesehen von vereinzelt kommunalen Großanlagen hat sich wohl zuerst in der Schweiz eine Forschungsinitiative zur Entwicklung bäuerlicher Anlagen zur „Trockenen Vergärung“ etabliert, die zur Entwicklung von kontinuierlich oder semikontinuierlich arbeitenden Versuchsanlagen in Form einer Behälter- (Anacom-Verfahren) beziehungsweise Gärkanal-Variante geführt hat [1, 2].

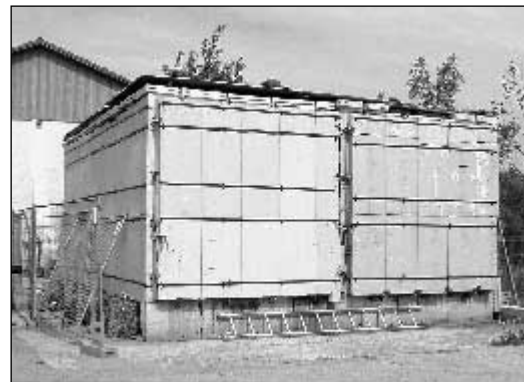
Beide Prototypen sind für strohreichen Stallmist konzipiert und haben sich in einer Machbarkeitsstudie bewährt. Insbesondere die Silo-Anlage zeichnet sich hinsichtlich Betriebssicherheit, Prozessstabilität und Energieertrag gegenüber vergleichbaren Flüssig-Anlagen aus, während die Investitions- und Betriebskosten in etwa in gleicher Größenordnung liegen. Durch die zusätzliche Strohvergärung ist die Biogasausbeute um 50 bis 70% höher, so dass sich ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis ergibt.

## Eigene Versuche

Seit etwa zwei Jahren werden auch an der FH Weihenstephan/Triesdorf Versuche zur Feststoff-Fermentation (batch-Ansatz) durchgeführt. Beim batch-Verfahren erfolgt eine chargenweise Befüllung und Entleerung des Fermenters. Es handelt sich um ein im Laborbetrieb bewährtes Verfahren, das sich aber in der Vergangenheit nur schlecht in den betrieblichen Ablauf auf dem landwirtschaftlichen Betrieb einordnen ließ und auch bezüglich der Handhabung Schwierigkeiten bereitete. Moderne Befüll- und Entleertechniken mit leistungsfähigen Front- oder Radladern, hydraulische Ankippvorrichtungen und mobile Techniken in Form von Abrollcontainern im Traktor- oder Lkw-Zug bieten heute völlig neue Ausgangssituationen. Hinzu kommen neue mikrobiologische Erkenntnisse und verfahrenstechnische Lösungen zur Impfung der Methanbakterien. Neben einer Vielzahl von vorstellbaren Verfahrensvarianten zur Methanisierung von losem Material und Silage in fahrsiloförmigen Fermentern und von Rund- und Quaderballen in grubenförmigen Behältern sind zurzeit erst zwei Ausführungsformen in der praktischen Erprobung:

- der freistehende Fermenter in Form des Abrollcontainers und
- der eingehauste Fermenter (Bild 1).

Beim freistehenden Fermenter handelt es sich um einen vollisolierten Behälter, wie er beispielsweise bei der Intensivrotte zur Kompostierung eingesetzt wird. Zweckmäßigerweise ist er in Form eines Abrollcontainers mobil konzipiert, um besondere Marktsegmente optimal bedienen zu können. Der eingehauste Fermenter besteht ge-



Kriterium	Flüssigvergärung	Trockenvergärung
Substrat	pumpfähig (max. 13% TS)	stapelbar (max. 50% TS)
Technischer Aufwand	Homogenisierung	Perkolatrezirkulation entfällt
Schaumbildung/Sinkschicht	möglich	
Anlagenaufbau	komplex nur stationär	modular mobil oder stationär
Störfall	den ganzen Fermenter betreffend	nur das Modul betreffend
Prozessenergie	höher (Homogenisierung)	niedriger (Perkolatrezirkulation)
Transportwürdigkeit des Faulgutes	schlechter	besser
Geruchsbildung	unvermeidlich	weitestgehend vermeidbar
Umfeldtechnik	spezielle Gülletechnik	Stallmist oder Komposttechnik
Hygiene/Unkraut	problematischer	unproblematischer wegen mikrobieller Vorerhitzungsmöglichkeit
Investitionskosten	im Regelfall höher	meist niedriger

Tab. 1: Gegenüberstellung von Flüssig- und Trockenvergärung

Table 1: Comparing liquid and dry fermentation

wissermaßen aus zwei Baueinheiten: einer garagenartig aufgebauten isolierten gasdichten Hülle, in welche ein mobiler Fermenter eingestellt wird. Es sind aber auch stationäre Technologien mit leistungsfähigen Fördergeräten (Frontlader, Radlader) vorstellbar, die eine chargenweise Befüllung und Entleerung sicherstellen.

Während einer substratabhängigen Faulzeit von zwei bis vier Wochen baut sich bei allen Verfahrensvarianten die vergärbare Substanz ab, wobei die Biogaserträge in m<sup>3</sup> Biogas/kg oTS zumindest den Ausbeuten der Nassfermentation entsprechen. Eine Reihe von mikrobiologischen und verfahrenstechnischen Optimierungsreserven wird in derzeit noch laufenden Begleituntersuchungen erschlossen. Nach einer wirtschaftlich definierten Faulzeit wird der Fermenter entleert und das Faulgut wird dann entweder direkt als Festmist auf dem Feld verteilt oder in Form einer Feldrandmiete zwischengelagert. Es kann aber auch Mistkompost in einem nachfolgenden Kompostierungsprozess gewonnen werden. Da beim Batch-Betrieb die Gasproduktion und die Gaszusammensetzung nicht konstant sind, werden mindestens drei Fermenter parallel und phasenverschoben betrieben.

### Vielfältige Vorteile

Grundlage für neue technologische Ansätze in der Methanisierung landwirtschaftlicher

Biomassen waren umfangreiche mikrobiologische Laborversuche am Institut für Agrartechnik in Potsdam – Bornim, in welchen [3] nachgewiesen werden konnte, dass bis zu einem TS-Gehalt von 50 % noch wirtschaftlich nutzbare Methanausbeuten erreicht werden können. Auf dieser Basis erschien es nicht mehr sinnvoll, gärfähige Biomassen bis zum Erreichen der Pumpfähigkeit zu verwässern und damit erst jene technologischen und energetischen Probleme zu schaffen, die bei der „Nassvergärung“ immer wieder angeprangert werden.

Im Einzelnen ergeben sich nach dem derzeitigen Erkenntnisstand folgende Vorteile und Chancen durch neue Verfahrenstechniken:

- Eine größere Energiedichte bezogen auf das bereitzustellende Fermentervolumen erlaubt den Übergang zu kleineren Baueinheiten, die bis zu modularen und mobilen Abrollcontainern mit Straßenverkeftrauglichkeit von 30 t hinabreichen können. Durch den minimierten Flüssigkeitsanteil ergibt sich aber auch eine deutlich bessere Transportwürdigkeit für das Faulgut. Die so erreichte Mobilität und Flexibilität eröffnen für zünftige Energiewirte völlig neue Marktchancen.
- Durch ein Angebot verschiedenartiger Fermentermodule können die Faulgüter im batch-Betrieb kontrolliert und gezielt gesteuert werden. Konkret heißt dies, dass der Landwirt nicht mehr in jedem Falle auch Endabnehmer des Faulgutes sein muss. Er kann nach der energetischen Ausbeute toxisch belastete Chargen einer betriebsfremden Kompostierung zuführen. Auch die Kooperation mit anderen Landwirten zur Vermeidung von Überdüngung nach der Düngeverordnung wird so wesentlich erleichtert. Der Landwirt kann dort befüllen, wo die Biomasse günstig angeboten wird und dort Energie einspeisen, wo sie die größte Rendite verspricht.
- Der Betrieb einer Trocken-Vergärungsanlage erfordert meist keine spezielle Technologie, denn auf den meisten Betrieben steht heute bereits eine leistungsfähige Technik zum Befüllen, Entleeren und Mischen des Substrates und des Faulgutes zur Verfügung. Notfalls bieten sich heute überbetrieblich genutzte Radlader, Stallungstreuer und traktorgezogene Abrollfahrzeuge an.
- Bei der Fermentierung selber ergeben sich weitere energetische und technologische Vorteile:
  - Ein wesentlich geringerer Prozessenergiebedarf, weil durch eine mögliche aerobe mikrobiologische Vorerwärmung nur noch Transmissionsverluste ausgeglichen werden müssen und sich eine laufende Homogenisierung erübrigt. Ei-

ne einzige Perkolatpumpe sorgt dafür, dass etwa drei- bis viermal täglich temperiertes Perkolat in das Substrat infiltriert wird.

- Probleme mit Schaumbildung und Sinkschichten entfallen und im Falle eines „Umkippens“ kann das einzelne Modul unproblematisch wieder „angefahren“ werden.
  - „Störstoffe“ im Sinne der Nassvergärung spielen keine Rolle.
  - Die heute für viele Bauinteressenten von Biogasanlagen immer kritischer werden den Fragen zu Geruchsemission und Hygiene sind leichter zu lösen, da die typischen Güllegerüche nicht auftreten und bezüglich der Hygiene eine steuerbare und kontrollierbare Temperierung des Fermenterinhaltess sichergestellt werden kann.
  - Da alle vorstellbaren Ausführungsvarianten als einzelne Fermentereinheit konzipiert werden können, lassen sich viele Risiken begrenzen, finanzielle Engpässe vermeiden und die Nutzung des technischen Fortschritts sicherstellen.
  - Da der Fermenter so betrieben werden kann, dass kein oder kaum Tropfwasser anfällt, sind keine einschneidenden wasserrechtlichen Auflagen zu erwarten. Das Gleiche gilt für bauliche Genehmigungen, soweit es sich um mobile Fermenter handelt.
  - Schließlich ermöglicht erst die „Trockenvergärung“ vielen Einstreubetrieben und Bio-Betrieben eine konsequente Biogaserzeugung. Sie können einerseits ihr Betriebskonzept beibehalten und erhalten nach der energetischen Nutzung ein Faulgut, welches stallmist- oder kompostartige Wirkungen auf Bodenstruktur und -biologie nach wie vor ausübt.
- Bezüglich der Investitionskosten und der Arbeitswirtschaft sind – wie bei der Nassvergärung – keine allgemeingültigen Aussagen möglich, da auch Trocken-Vergärungsanlagen betriebsindividuell geplant und betrieben werden müssen, so dass zurzeit lediglich die wiedergegebene Gegenüberstellung Allgemeingültigkeit besitzt (Tab. 1).

### Fazit

Zusammenfassend lässt sich somit feststellen, dass sich durch die trockene Fermentation völlig neue Möglichkeiten und Chancen für die Landwirte eröffnen, die nicht nur neue „Biogasfruchtfolgen“ begründen können, sondern auch zu neuen Dienstleistungsangeboten führen, wie etwa die Vergärung betriebsfremder Biomassen (Landschaftspflegeabraum, Rasenschnitte) und neue Einkommensquellen in neuen Organisationsformen wie Energieagenturen oder Energiezentren erschließen.