

Manfred Hoffmann, Weidenbach

Entwicklungsstand der Trockenfermentation

Neben der üblichen Nassfermentation entwickelt sich zunehmend als Alternative die Trocken- oder Feststoff- (Feuchstoff-) Fermentation. Sie ist in der Lage, aus den trockenen und langfaserigen „Problemstoffen“ für die Nassfermentation wie Festmist, Grassilagen oder Landschaftspflegeabraum Methan zu gewinnen. Die Verfahren arbeiten alle noch nach dem Batch-System. Dabei entstehen geringere Geruchsemissionen, keine Sinkstoff- und Schaumprobleme. Der Landwirt kann heute bereits zwischen mehreren Bauvarianten auswählen. Die Gasausbeuten entsprechen – bezogen auf die oTS – denen der Nassfermentation.

Prof. Dr. Manfred Hoffmann vertrat an der FH Weihenstephan/Triesdorf das Fachgebiet Landtechnik/Nachwachsende Rohstoffe und Regenerierbare Energien und ist seit 2002 Emeritus; e-mail: manfred.hoffmann@ngi.de

Schlüsselwörter

Feststofffermentation, Perkolat, Boxenfermenter, Garagenfermenter, Mietenfermenter, Zwei-Ebenen-Fermenter, Biogas

Keywords

Solid matter fermentation, percolate, box digesters, clamp digesters, two-level digesters, biogas

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 07103 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Von den schätzungsweise 3000 Biogasanlagen Ende 2006 arbeiten derzeit in Deutschland erst etwa 20 Anlagen nach dem Verfahren der klassischen Trockenfermentation. Fünf Firmen beschäftigen sich derzeit mit dieser Technologie, wobei jedoch eine Firma etwa 95% aller Anlagen errichtet hat. Seit der Einführung eines Technologie-Bonus im Rahmen des Energie-Einspeisungsgesetzes (EEG) erfreut sich diese Variante eines starken Praktikerinteresses.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist allerdings bereits die Namensgebung falsch. Korrekt handelt es sich um eine Feststoff- oder Feuchstoffvergärung, denn sie ist als Methanisierungsverfahren definiert, bei welchem stapelbare, schüttfähige, also nicht pumpfähige Einsatzstoffe während der ganzen Verfahrenskette in diesem Zustand verbleiben. Damit unterscheidet sich diese klassische Form von Varianten, bei denen Verfahrenskettenglieder unterschiedliche Zustandsformen der Gärsubstrate annehmen.

Begonnen hat die Feststoff-Vergärung mit Pilotanlagen in der Schweiz in den 90er Jahren, wenn man davon absieht, dass die Pansen-Vergärung die älteste Biogastechnologie der Welt darstellt und somit ein klassisches Beispiel von Bionik ist. Denn der Rinderpansen, mit einer weltweiten Biogasproduktion von rund 80 Mio. t/Jahr, enthält mit einem TS-Gehalt von 17% im Panseninhalt ein nicht pumpfähiges Substrat und ist somit die natürliche Urform eines Feststoff-Vergärers. Heute unterscheidet man zwischen ein- und zweiphasigen Verfahren (Bild 1).

Bild 1: Verfahrensvarianten

Fig. 1: Process variants

Allen diesen Bauvarianten sind einige Besonderheiten gemeinsam:

- sie arbeiten mit stapelbaren Biomassen, wie Festmist, Gras, Energiepflanzen-Silagen und den aus diesen Komponenten hergestellten Gemischen;
- die Rad- oder Frontladerbeschickung und -entleerung der Fermenter mit schüttfähiger Biomasse;
- die Feststoffe und eventuellen Impfmateriale werden im Batch-Verfahren mit Chargenwechseln vergoren;
- nach individuell bestimmten Einlagerungszeiten entstehen abtropffreie Gärreste, die kompostiert oder direkt auf das Feld gebracht werden;
- dazu werden die Technologien aus der Kompost- oder Stallungkette verwendet;
- zur Aktivierung der mikrobiologischen Prozesse werden die Biomassen entweder mit Faulgut gemischt und/oder mit einem flüssigen Bakterienkonzentrat durch Perkolat oder Aufstauung „geimpft“;
- es werden immer mehrere Fermenter so zeitversetzt betrieben, dass das angeschlossene BHKW durchgehend mit Biogas versorgt werden kann.

Die Unterschiede ergeben sich im Ausbeutungsgrad und der Inokulation oder Beimischung der Biomassen. Grundsätzlich bestehen heute zwei Möglichkeiten:

- eine „Beduschung“ mit einer warmen, flüssigen Aufschwemmung mit Methanbakterien von oben, dem Perkolat, oder
- einer Aufstauung mit analogem Sickersaft von unten.

Zahlenmäßig sind die einphasigen Verfahren als Boxen- oder Mietenfermenter in der Praxis am weitesten verbreitet und erfordern den geringeren technischen Aufwand.

Boxenfermenter

Bei der derzeit häufigsten Variante werden garagenartige Boxen mit hydraulisch verschließbaren Toren, Perkolatdüsen an der Decke und einem Perkolatablauf am Boden benutzt. Die Abmessungen orientieren sich

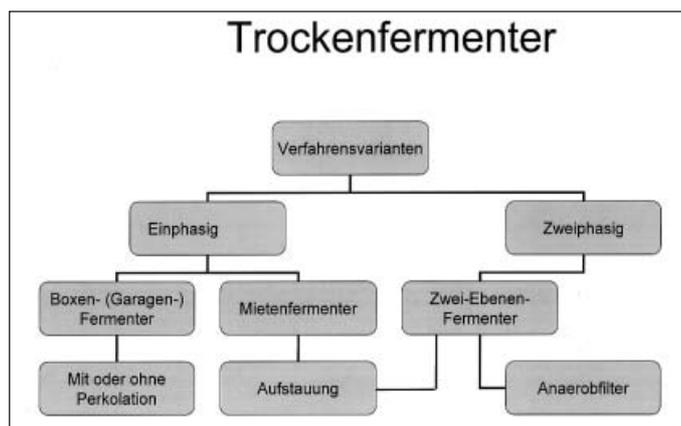




Bild 2: Mietenfermenter mit Abrollvorrichtung
(Quelle: Hans Wolfertstetter)

Fig. 2: Clamp digester with unwinding device
(source: Hans Wolfertstetter)



Bild 3: Befüllung des Zwei-Ebenen-Fermenters
(Quelle: Ing.-Büro Ratzka)

Fig. 3: Filling the two-level digester (source: Ing.-Büro Ratzka)

an der Befüll- und Entleertechnologie mit Rad- oder Frontlader.

Die Zeiten für den Chargenwechsel richten sich nach betriebswirtschaftlichen und innerbetrieblichen Prioritäten sowie der Zusammensetzung und Qualität des Substrates und schwanken in der Praxis zwischen 14 Tagen und sechs Wochen. Zu den jeweiligen Chargenwechselzeiten werden die einzelnen Frischmasse-Portionen rezepturmäßig mit Impfmateriale in Form von Gärresten vorausgegangener Chargen mit dem Radlader auf einer Mischplatte vermischt und jeweils mit einem TS-Gehalt zwischen 17% und 35% (40%) zeitversetzt in einen Fermenter eingebracht. Während der Fermentation werden einige Male für einige Minuten die Substrate perkuliert, um die mikrobielle Besiedlung zu fördern. Jedenfalls können bei der Trockenfermentation gleiche Gasausbeuten in Abhängigkeit von der Qualität der Biomasse, bezogen auf die Tonne oTS erzeugt werden, wie dies bei der Nassfermentation der Fall ist, nachdem die Methanbakterien ausreichend Zeit gehabt haben, sich an die jeweilige Biomasse-Mischung anzupassen! Diese Adaptionszeit bedarf mehrerer (drei bis vier) Chargenwechsel. Erfolgsgeheimnis für gute Leistungen sind also eine gleichbleibende, optimierte Biomassezusammensetzung und eine daran angepasste Mikrobenpopulation. Während es bei der Rezeptur auf das richtige Verhältnis von „Energie“- und „Struktur“-masse ankommt, geht es vor allem bei der Mikrobiologie um die Geduld,

bis sich die ganze Anlage auf das betriebseigene Mikrobenfutter eingestellt hat. Dafür ist aber dann diese „Mikrobiologie“ sehr stabil.

Das entstehende Biogas wird in einem herkömmlichen Folienspeicher über den Fermentern gespeichert oder als Druckgas vollautomatisch den BHKW angeboten, wie übrigens auch die ganzen Anlagen vollautomatisiert betrieben werden können. Die Vollautomatisierung ist auch aus sicherheitstechnischen Gründen empfehlenswert, denn bevor die Fermentertore zur Entleerung geöffnet werden können, wird der Fermenter solange mit Frischluft gespült, bis gefahrlos eingefahren werden kann. Das nicht mehr nutzbare Biogas-Luft-Gemisch wird über einen Biofilter entsorgt. So kann die gesamte Anlage weitestgehend geruchsfrei betrieben werden.

Mietenfermenter

Neben dem Boxenfermenter gibt es noch den Mietenfermenter. Beim Mietenfermenter standen der bäuerliche Misthaufen und das Fahrilo Pate. Er besitzt eine schräge Einfahrplatte für die Ein- und Auslagerung des Substrats und eine Isolier-Folienhaube als Abdeckung, die gleichzeitig als Gasspeicher fungiert. Die luftdichte Abdeckung wird mit einer umlaufenden Wasserrinne und Sandsackbeschwerung erreicht. Eine verschiebbare Abrollvorrichtung erleichtert die Folienarbeiten beim Chargenwechsel.

Da der Mietenfermenter geringe sicherheitstechnische Anforderungen stellt, die Umweltbelastungen beim Chargenwechsel nur geringfügig über denen bei der Stallmistausbringung liegen und er relativ klein dimensioniert ist, ist er besonders für kleinere bäuerliche Betriebe empfehlenswert. Ein möglicher hoher Selbstbauanteil senkt zusätzlich Kosten. In die besonders für den Frontladerbetrieb angepasste Anlage wird die Biomasse nach einer Vormischung oder durch Abstreuen mit Stalldungstreuer in einer Stapelhöhe bis 3 m eingebracht. Unter

der Folienhaube bildet sich das Biogaspolster aus, das beim Chargenwechsel durch das Foliengewicht nahezu vollständig abgesaugt und somit genutzt werden kann.

Zwei-Ebenen-Fermenter

Gegenüber den bisher beschriebenen Varianten unterscheidet sich diese Bauform durch drei Besonderheiten:

- die Befüllung und Entleerung erfolgt auf zwei unterschiedlichen Ebenen
- statt des Perkolats von oben wird das Substrat von unten her überstaut
- ein Anaerobfilter erweitert die Anlage zu einem zweiphasigen Verfahren

Diese Variante ist erst seit zwei Jahren in der Erprobung und mit einem Erfahrungsbericht ist im Laufe des Jahres 2007 zu rechnen.

Die Biomasse wird in der oberen Ebene in den Fermenter gekippt, wobei die Mischung durch eine schichtweise Einfüllung der Komponenten erreicht werden soll.

Prozessflüssigkeit wird während der rund 30-tägigen Gärzeit von unten in den Substratstock gepumpt. Je nach dem pH-Wert wird vor allem in der Anfangsphase der Methanisierung die Prozessflüssigkeit über einen Überlauf in einen Anaerobfilter abgelassen. In einem runden Behälter neben dem Fermenter sind die Methanbakterien auf einem gitterförmigen Trägermaterial angesiedelt, um aufgrund der dichten Bakterienbesatzung die Säuren möglichst rasch abzubauen. Wenn sich dann der pH-Wert nach etwa fünf Tagen auf einen pH-Wert im Fermenter um 6,8 eingependelt hat, wird die Rezirkulation der Prozessflüssigkeit über den Anaerobfilter unterbrochen und die Sickersäfte bleiben bis zum Ende der Gärung in den Boxen. Weil durch die Zweiphasen-Technik die Anfangsversäuerung abgemildert werden kann, lassen sich die Faulraumbelastung und damit die Gasausbeute erhöhen.

Zusammenfassend lassen sich aus der Gegenüberstellung (Tab. 1) Entscheidungshilfen für künftige Energiewirte entnehmen.

Tab. 1: Gegenüberstellung von Feststoff- und Flüssigfermentation

Table 1: Comparing solid and liquid fermentation

Kriterium	Feststoff-Fermentation	Flüssig-Fermentation
Substrat	max. 45% TS	max. 13% TS
Technik	mit/ohne Perkolatrezirkulation	Homogenisierung
Konzept	modular	komplex
Störungen	„Rezepturfehler“	Schaum- und Sinkschichtbildung
Störfall	nur 1 Fermenter betroffen	ganze Anlage betroffen
Prozessenergie	niedriger	höher
Verschleiß	niedriger	höher
Umfeldtechnik	Festmist/Komposttechnik	Gülletechnik
Gärrestbeseitigung	billiger	teurer
Erweiterung	leichter, da modular	schwerer, da komplex
Hygiene	unproblematischer	problematischer
Entschwefelung	kann entfallen	stets notwendig
Kont. Gaslieferung	mind. 3 Module	immer sichergestellt
Gerüche	kaum wahrnehmbar	z. T. sehr unangenehm