

Biogaserzeugung – ein natürlicher biochemischer Prozess

Zu den biochemischen Prozessen, die ständig in der freien Natur ablaufen, zählt die Mineralisierung (Zersetzung) abgestorbener organischer Substanz. Grundsätzlich sind zwei Wege zu unterscheiden:

- Kompostierung (aerober Abbau),
- Vergärung (anaerober Abbau unter Freisetzung von Methangas = Biogas).

Beiden Verfahren ist gemein, dass diese - in der Natur spontan ablaufenden - Prozesse in eine technische Gestalt überführt werden. Dabei werden die Lebensbedingungen für die beteiligten Mikroorganismen optimiert und damit der Verfahrensablauf beschleunigt.

1 Inputvorbehandlung

Für die Vergärung sind grundsätzlich alle nativ organischen Stoffe aus dem landwirtschaftlichen Bereich, in zunehmendem Maße nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) sowie Abfälle aus der kommunalen Getrennsammlung von Bioabfall und Speiseresten und aus der Lebensmittelverarbeitung geeignet, die

- frei von Fremd- und Störstoffen,
- frei von Ligninstrukturen (Holz),
- unbelastet von Schwermetallen und Zellgiften,
- besonders strukturarm, wasserreich und übel riechend sind.

Die organischen Stoffe bedürfen in Abhängigkeit von ihrer stofflichen Struktur einer jeweils angepassten mechanischen und / oder thermischen Vorbehandlung.

Ziel der mechanischen Vorbehandlung ist die Abtrennung von Fremd- und Störstoffen und die Herstellung einer für die Vergärung geeigneten Suspension (Maische) mit ca. 10 % TS¹. Bei trockneren Stoffen ist der Zusatz geeigneter wässriger Flüssigkeit zur Verdünnung erforderlich.

Je nach Herkunft und Art der Inputstoffe schließt sich eine thermische Hygienisierung (70 °C, 1 h Aufenthaltszeit) an.

2 Der biochemische Prozess

Die mechanisch und ggf. thermisch vorbehandelten Inputstoffe werden zunächst in den ersten Behälter gepumpt und miteinander vermischt. Damit werden Konzentrationsunterschiede ausgeglichen.

In diesem ersten Behälter beginnt bereits der mehrstufige biochemische Abbauprozess. Die erste Stufe (saure Phase) ist gekennzeichnet durch die hydrolytische Substratspaltung und Bildung organischer Säuren. Die Aufenthaltszeit in der ersten Stufe beträgt substratabhängig ca. 1 – 3 Tage.

Mehrmals täglich erfolgt die Beschickung des Fermenters. Auf dem Weg zum Fermenter erfolgt die Erwärmung des Substrats auf Prozesstemperatur (ca. 37 °C). Die in der sauren Phase gebildeten Stoffwechselzwischenprodukte werden im Fermenter (methanogene Phase) zunächst zu Acetat und dann weiter bis zum Methan reduziert. An der Umsetzung sind acetogene und methanogene Bakterien beteiligt. Die Aufenthaltszeit in der zweiten Stufe beträgt substratabhängig ca. 20 Tage.

¹ TS = Trockensubstanz; der Trockensubstanzgehalt ist eine wichtige Führungsgröße, weil von dessen Einhaltung die hydraulische Stabilität der Anlagenkonfiguration abhängt

Abgestimmt auf die vorherrschenden Bakterienarten werden in jeder Phase optimale Prozessbedingungen eingestellt, um den Gesamtprozess insgesamt zu beschleunigen. Gleichzeitig muss eine hohe Prozessstabilität gewährleistet bleiben.

Das erzeugte Biogas besteht überwiegend aus Methan (CH_4) und Kohlendioxid (CO_2), wobei der Methangehalt zwischen 50 – 80 % schwankt.

Die erzeugte Biogasmenge hängt von verschiedenen Prozessparametern ab: Raumbelastung, gewählte Verweilzeit, Konstanz der Temperatur u.a. Entscheidend ist jedoch die biochemische Zusammensetzung des Substrates. Unter standardisierten Bedingungen werden in einer Vielzahl von Laboreinrichtungen Gärtests durchgeführt, um die jeweilige spezifische Gasausbeute eines Substrates (m^3 Biogas je t organische Trockensubstanz) zu ermitteln. Auf dieser Grundlage erfolgt die Auslegung von Vergärungsanlagen.

3 Gärprodukte

Nach der mittleren hydraulischen Verweilzeit wird der ausgefaulte Schlamm aus dem Fermenter abgezogen und ggf. zum Abklingen in einen Nachgärbehälter gepumpt. Nach der Abklingphase kann das Gärprodukt gespeichert werden, bevor es zu den pflanzenbaulich günstigsten Terminen als organischer NPK-Dünger auf Ackerflächen ausgebracht wird. Die Gärprodukte haben „nicht mehr den typischen fäkalen Geruch unbehandelter Gülle und“ können „wegen der deutlichen Geruchsminderung auch in der Nähe von Siedlungen als Flüssigdünger im Pflanzenbau eingesetzt werden. Damit die noch vollständig erhaltenen Nährstoffe und humusbildenden Inhaltsstoffe nach guter fachlicher Praxis den Pflanzen zugute kommen, wird in vielen Bundesländern Lagerkapazität für etwa 6 Monate gefordert.“²

In einigen Vergärungsanlagen kann auch noch eine mechanische Entwässerung des schlammartigen Gärprodukts vorgenommen werden. Im Ergebnis erhält man einen schüttfähigen Feststoff („Gärprodukt fest“) und ein Prozesswasser („Gärprodukt flüssig“) mit geringen Feststoffanteilen. Das Prozesswasser kann in bestimmten Fällen zur Herstellung der Maische (vgl. Punkt 1) verwendet werden.

4 Biogasverwendung

Biogas ist ein hochwertiges Brenngas mit einem mittleren Heizwert von $H_u=23,3 \text{ MJ/m}^3$ (bei 65 % Methan).

Gaskomponente	CH_4	CO_2	H_2S	H_2O	Sonstige
Anteil [Vol %]	50 - 80	20 - 50	0 - 1	0 - 10	0 - 1

Tabelle 1 Komponenten und deren Anteile im Biogas

Das erzeugte Biogas wird zunächst gespeichert, um Schwankungen in der Erzeugung und / oder dem Verbrauch ausgleichen zu können. In den meisten Fällen ist eine einfache Aufbereitung des Biogases erforderlich. Dazu zählen die Trocknung und die Entschwefelung, um nachfolgende Anlageteile vor Korrosion zu schützen.

Folgende Nutzungsmöglichkeiten für das Biogas stehen zur Auswahl:

- Verbrennung zur Wärmeerzeugung

² „Biogas in der Landwirtschaft, Leitfaden für Landwirte und Investoren im Land Brandenburg“, 2. überarbeitete Auflage, 2003; Seite 17, (herausgegeben vom MLUR Brandenburg)

- Einsatz in BHKW's zur gleichzeitigen Produktion von Strom und Wärme

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Biogas zu Erdgasqualität (gem. DVGW G 260) aufzubereiten, um Biomethan³ in vorhandene Erdgasnetze einspeisen zu können. Vorteil dieser Lösung ist der Transport des Gases zu

- Erdgasbetriebenen BHKW's, die neben der Stromproduktion eine vollständige Wärmenutzung ermöglichen,
- Erdgastankstellen zur Nutzung als alternativer Kraftstoff (Biomethan).

Künftig wird auch der Einsatz in Brennstoffzellen möglich sein.

5 Zusammenfassung

Biogas gehört zu den regenerativen Energien, deren Ausbau gem. der Kyoto-Vereinbarung weltweit verstärkt werden soll, um fossile und atomare Energieerzeugung zu ersetzen.

Gleichzeitig wird durch die Nutzung eines natürlichen biochemischen Prozesses der Kohlenstoffkreislauf geschlossen. Die Gärprodukte werden aufgrund der enthaltenen Nährstoffe und Humusbildner als Düngemittel verwendet.

Der entscheidende Vorteil mikrobiologischer Verfahren gegenüber der „klassischen Verfahrenstechnik“ besteht darin, dass die Prozesse bei „normalen“ Temperaturen und Drücken ablaufen. Das hat Einfluss auf die Werkstoffauswahl. Gleichwohl sind aufgrund der recht langen Verweilzeiten große Behältervolumina erforderlich.

CarboCycle Ingenieurbüro

Pankstr. 8-10, Aufgang C

D-13237 Berlin

Tel.: +49 (0)30 4759 6699 0

Fax: +49 (0)30 4759 6699 29

Mail: mail@carbocycle.de

Web: www.carbocycle.de

³ Biomethan = auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas (Trocknung, CO₂- und H₂S-Entfernung)