



„Biologie von Abfallvergärungsanlagen - Erfahrungen und Auswirkungen“

DI Hermann Wenger-Oehn

Industrieconsult Wenger-Oehn OG, St. Georgen im Attergau

Allgemeines

Die Vergärung ist als ein natürlicher Prozess zu verstehen, der unter Luftabschluss stattfindet und technisch in einer Vielzahl von Systemen gelöst wird. Die Unterscheidungen können hier als Variationen von Temperaturen, Durchmischungen, Behältersystemen, Rezyklatkonzepten und Viskositäten beschrieben werden. Allen Konzepten ist gemeinsam, dass Energie in Form organischer Verbindungen zugeführt und zu gasförmigen Abbauprodukten verstoffwechselt wird. Die Arbeit der Biologie einer Abfallvergärung bzw. eigentlich jeder Vergärung ist damit ein Spiegelbild der Gaszusammensetzung, die damit auch den Ansatz für biologische Fragestellungen darstellt.

Aspekte von Biogas in diesem Zusammenhang

Biogas im klassischen Sinne liegt dann vor, wenn in der bekannten Stoffwechselkette der Methanisierungsprozess einsetzt und ein Gemisch von Methan und Kohlendioxid vorliegt. Der Sprung beginnt hier ab einem Methananteil von ca. 45 %, darunter spricht man von einer versäuerten Biomasse mit ca. 10 % Methananteil, die hier nicht Gegenstand der Betrachtungen sein wird. Dieses Biogas ist energetisch verwertbar, sei es als rein thermische Verwertung oder als klassische Verwertung in einem BHKW. Die Spurenverunreinigungen wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak werden gut beherrscht und wirken in erster Linie auf Laufzeit und Wartungskosten der Gasverwertungsanlagen. In der zukünftigen Perspektive der Gasaufbereitung zu einem einspeisefähigen Produkt bekommt die Zusammensetzung des Biogases allerdings einen ganz anderen technologischen Stellenwert, da die Funktionalität der Gasaufbereitungsanlagen mit der Qualität des Biogases verknüpft ist, insbesondere auch mit den Spurenverunreinigungen. Die Zusammensetzung des Biogases ist nun in erster Linie ein prozessbiologisches Thema, insbesondere bei Abfallvergärungsanlagen, die zukünftig das benötigte Biomethan liefern sollen. Diesbezüglich können eine Reihe von Faktoren identifiziert werden, die in komplexen Zusammenhängen zu bewerten sind. Die allgemeine Aussage ist hier, dass mit steigender Qualität des Methanisierungsprozesses die Methanqualität zunimmt und die Spurenverunreinigungen abnehmen.

Beschreibung von Faktoren mit Einfluss auf die Biologie und damit Gaszusammensetzung

Dimensionierung der Anlage

Bei der Dimensionierung des Fermenters ist die zugrunde gelegte Verweilzeit die zentrale Auslegungsgröße. Mit steigender Verweilzeit stabilisiert sich die Gasqualität, da Belastungsschwankungen und Mangelerscheinungen gut ausgeglichen werden können.

Fermentationsbedingungen

Die Fermentationsbedingungen sind systemabhängig und werden von Beschickung, Durchmischung, Viskosität (Trockensubstanz), Temperatur, den Prozessstufen und der Rezyklatführung gebildet. Anforderung ist hier, dass suboptimale Bedingungen vermieden werden sollen, die sich in der Gasqualität abbilden.

Rohstoffe

In Abfallanlagen werden sehr eiweiß- und schwefelreiche Rohstoffe eingesetzt, die über die Freisetzung von Ammoniumstickstoff und Schwefelwasserstoff vielfältige Querreaktionen auslösen können.

Spurenelementemangel

Durch Ausfällungen sind Mangelerscheinungen von Spurenelementen möglich, die insbesondere die Ausfäulung verschlechtern können.

Beschreibung der Gaskomponenten

Neben dem reinen analytischen Status in Biogas können die Gaskomponenten auch über Dissoziationen und Reaktionen beschrieben werden. Hier gibt es sehr komplex reagierende Gase mit hoher Wasserlöslichkeit wie Kohlendioxid, Ammonium und Schwefelwasserstoff und hinsichtlich der Löslichkeit eher bedeutungslose Gase wie Methan und Wasserstoff. In der Gasaufbereitung kommen auch Spurenverunreinigungen wie flüchtige Kohlenwasserstoffe und Schwefelverbindungen hinzu, deren Bildung von der Qualität der Biologie abhängt und die zu Geruchsemissionen und technologischen Problemen führen können.

Kohlendioxid

Kohlendioxid ist ein wasserlösliches Gas, das in der Flüssigphase mit Hydrogencarbonat und in einer Festphase mit Carbonat in einem Gleichgewicht steht. Dieses Gleichgewicht wird über zwei Dissoziationskonstanten und ein Löslichkeitsprodukt beschrieben. Die Verschiebungen hängen von der Temperatur, dem pH-Wert, dem Druck, dem Kohlendioxidgehalt des Gases und dem Vorhandensein von zweiwertigen Salzen ab. Eine versteckte Gefahr ist im Hydrogencarbonat zu sehen, das ein Ladungsträger ist und stark pH-Wert abhängig vorliegt. Bei einem pH-Wert von 7 liegt die Konzentration bei 60 mg/l, bei einem pH-Wert von 8 schon bei 600 mg/l. Hydrogencarbonat kann als Querreaktion beispielsweise Ammoniumcarbamat bilden, das eine Erklärung für die schaumartige Konsistenz von Biomassen und die hohen Ammoniumkonzentrationen bei hohen pH-Werten sein kann. Insbesondere pH-Wert Schwankungen sind mit sehr dynamischen und komplexen Veränderungen verbunden.

Schwefelwasserstoff

Schwefelwasserstoff ist ein gut wasserlösliches Gas, das über die Henry – Konstante mit der Gasphase ein Gleichgewicht bildet. Es wird daher über Biogas aus dem System ausgetragen. Mit ansteigenden pH-Werten nimmt die Konzentration in der Gasphase zu und umgekehrt. Schwefelwasserstoff ist ein Fällungsmittel für Erdalkalien und Metalle und kann durch Ausfällungen die Biologie an Spurenelementen verarmen. Diese Ausfällungen sind pH-Abhängig und können sehr unspezifisch erfolgen. Die Wirkung ist unangenehm, da Schwankungen in Gasbildung und Gaszusammensetzung die Folge sind.

Ammoniak

Ammoniak steht mit Ammonium im Gleichgewicht und wird ebenfalls über die Henry-Konstante mit der Gasphase ausgetragen. Die Konzentration in der Biologie kann sich über Querreaktionen mit Hydrogencarbonat aufschaukeln. Hier sind Verbindungen vorstellbar, die sehr stark auf die Viskosität der Biologie wirken. Hohe Ammoniakkonzentrationen bei hohen pH-Werten führen zu Reaktionsverlangsamungen, insbesondere zu Störungen des Reaktionsablaufes, was zur Akkumulation von Fettsäuren und Wasserstoff führen kann.

Wasserstoff

Wasserstoff ist ein nicht wasserlösliches Gas und ein chemisch ein starkes Reduktionsmittel. In dieser Eigenschaft kann es sehr unangenehme Wirkungen haben und zu unspezifischen Rückreaktionen von abgelagerten Schwefelverbindungen aber auch Sulfaten zu Schwefelwasserstoff führen. Dadurch können Belastungsschwankungen ausgelöst werden, die insbesondere bei Gasaufbereitungsanlagen zu massiven Problemen führen können.

VOC`s (Volatile Organic Carbon)

Unter VOC versteht man flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen, die dann bei instabilen Biologien insbesondere bei Versäuerungen gebildet werden, in Spuren vorkommen und sehr geruchsintensiv sind. Diese Verbindungen können über die Gasmembran in Stützluft eindringen und sich in Adsorbermaterial und auf Gasmembranen aufkonzentrieren. Abgesehen von technologischen Störungen können hier massive Geruchsemissionen frei gesetzt werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Funktion einer Abfallbiologie an der Gaszusammensetzung beurteilt werden kann und der biologische Prozess derart auszurichten ist, dass hier eine größtmögliche Stabilität der Biogaszusammensetzung erreicht wird. Die Mittel dazu liegen in der richtigen Dimensionierung, der technischen Konfiguration, der gezielten Zugabe von chemischen Hilfsstoffen wie Eisen und Spurenelementen und der Einstellung der optimalen Prozessbedingungen (Trockensubstanz, Temperatur).