

Treibhausgas-Emissionen aus Biogasanlagen

Die Suche nach regenerativen Energiequellen wird getrieben durch steigende Strompreise und die Notwendigkeit des Klimaschutzes. Gerade beim Betrieb von **Biogasanlagen** kommt es aber darauf an, dass die positive Klimabilanz nicht durch neu gebildete, stark wirkende Treibhausgase wie Lachgas oder technische Mängel aufgezehrt wird. Dieser Beitrag stellt die kritischen Bereiche in der Anlage vor und zeigt technische Gegenmaßnahmen auf.

Carsten Cuhls, Birte Mähl und Joachim Clemens

Die anaerobe Behandlung von Abfällen dient der Verringerung der mikrobiell leicht abbaubaren Kohlenstofffraktion und teils auch der Hygienisierung. Sie lässt sich entweder als alleiniges Verfahren einsetzen oder ist eingebunden in eine Behandlungskette möglich. So wird der Gäraustrag zum Teil separiert und aerob nachbehandelt.

Die aerobe Nachbehandlung kann man als aerobe thermophile Stabilisierung oder als Nachrotte umsetzen. Je nach Behandlungskette fallen dabei verschiedene Fraktionen an Endprodukten an – feste und/oder flüssige Produkte.

Wertvolles Biogas entsteht nicht völlig klimaneutral

Die Produktion und Nutzung von Biogas als erneuerbare Energie ist allen Verfahren gemeinsam. Aus diesem Grunde ist die anaerobe Behandlung auch aus energiepolitischer Sicht von Bedeutung. Allerdings stehen dem Nutzen der Biogasgewinnung auch Emissionen aus dem Betrieb der Biogasanlagen ent-



Bild 1: Auf der linken Bildhälfte ist eine Leckagestelle an einer Rohrverbindung einer Biogasleitung infolge einer fehlerhaften Montage zu erkennen. Rechts sieht man eine ordnungsgemäße und gasdichte Verbindung.

gegen. Emissionen von den direkt wirksamen Treibhausgasen Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) sowie vom indirekt wirksamen Treibhausgas Ammoniak (NH_3) sind möglich. Alle diese Gase haben ein höheres Treibhausgaspotenzial als Kohlendioxid (CO_2), wie die folgenden Zahlen zeigen:

- ▶ CH_4 : 25 kg CO_2 -Äquivalente/kg,
- ▶ N_2O : 298 kg CO_2 -Äquivalente/kg und
- ▶ NH_3 : 2,98 kg CO_2 -Äquivalente/kg.

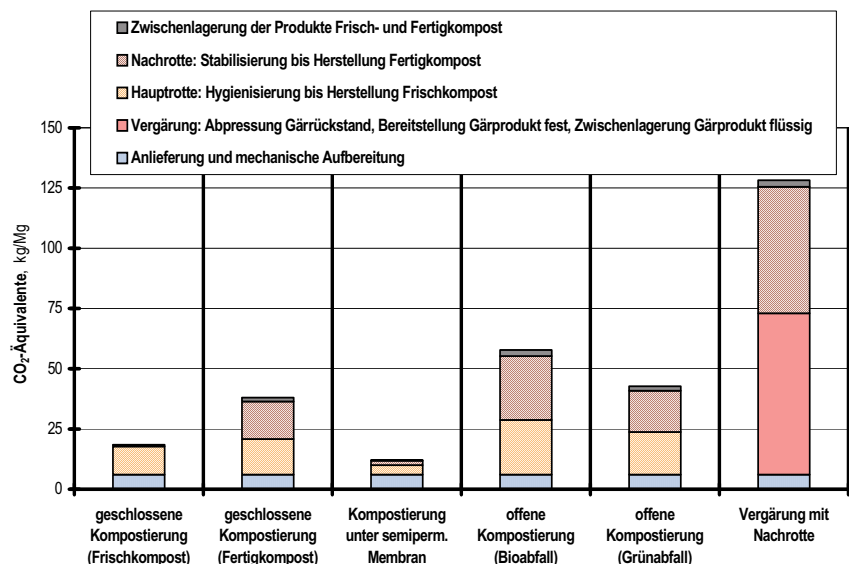
Im Bereich Bioabfallbehandlung muss sich die anaerobe Behandlung (Vergärung) emissionstechnisch mit der aeroben Behandlung (Kompostierung) messen lassen. In mehreren Forschungs- und Entwicklungsvorhaben untersuchte die gewitra GmbH, die über Betriebsstätten in Troisdorf, Hannover und Pinneberg verfügt, die Emissionen

aus Biogasanlagen, die sich auf Praxisanlagen sowohl in der Landwirtschaft als auch in der Abfallwirtschaft beziehen.

Bereich Anlieferung/Aufbereitung

Für die Emissionen von Treibhausgasen ist der Verfahrensbereich Anlieferung und Aufbereitung von untergeordneter Bedeutung. Für relevante Methanemissionen sind die Temperaturen meist zu niedrig. Dagegen kann sich dort Lachgas aus dem freigesetzten und anschließend oxidierten Ammonium bilden. Die durchschnittlichen Emis-

Bild 2: Durchschnittliche CO_2 -Äquivalente aus unterschiedlichen Abschnitten und Verfahren der Bioabfallbehandlung. Die Daten stammen aus dem Jahr 2008.



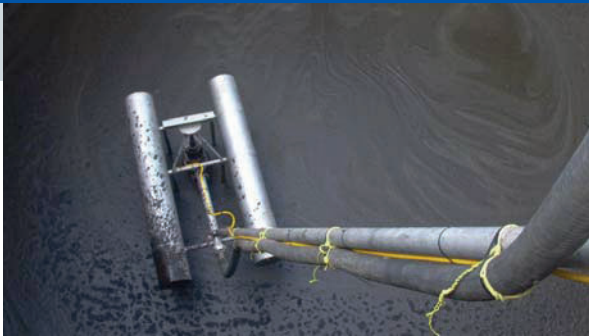


Bild 3: Die Lagerung von flüssigen Gärrückständen in offenen Tanks führt zu erhöhten Methanemissionen.



Bilder (4): gewitra

Bild 4: Bei der aeroben Nachrotte von festen Gärrückständen kommt es zu erhöhten Lachgasemissionen.

sionsfaktoren betragen für CH_4 100 g/Mg, für N_2O 12 g/Mg und für NH_3 5,6 g/Mg.

Vergärungsstufe ist klimarelevant

Der größte Teil der Treibhausgasemissionen stammt aus dem Vergärungsprozess, der sich in folgende emissionsrelevante Verfahrensbereiche differenzieren lässt:

- ▶ Beschickung und Austrag des Fermenters,
- ▶ Separierung (Abpressung) des Gärrückstandes,
- ▶ offene Lagerung des flüssigen Gärrückstandes,
- ▶ Lagerung und Aerobisierung des festen Gärrückstandes und
- ▶ aerobe Nachrotte des festen Gärrückstandes bis zum Fertigkompost.

Es kommt auf die Behandlungsweise der Gärrückstände an

Bei der Produktion und Lagerung von frischen Gärrückständen betragen die durchschnittlichen Emissionsfaktoren – bezogen auf den angelieferten Bioabfall – für CH_4 etwa 2 500 g/Mg (62,5 kg CO_2 -Äquivalente/Mg), für N_2O etwa 15 g/Mg (4,5 kg CO_2 -Äquivalente/Mg) und für NH_3 etwa 90 g/Mg (0,27 kg CO_2 -Äquivalente/Mg). Grund für die Methanemissionen ist das verbleibende Restgaspotenzial, mit dem die Gärrückstände aus dem Fermenter entnommen werden. Zur Minderung der Emissionen bedarf es einer weitestgehenden Erschöpfung der Gasbildung und einer geschlossenen Ausführung des Lagertanks.

Schließt sich eine Nachrotte der festen Gärrückstände an, so steigen die Faktoren im Mittel auf 3 700 g/Mg für CH_4 (92,5 kg CO_2 -Äquivalente/Mg), 120 g/Mg für N_2O (35,8 kg CO_2 -Äquivalente/Mg) und 200 g/Mg für NH_3 (0,6 kg CO_2 -Äquivalente/Mg) an. Das CO_2 -Äquivalent ist in dem Fall von Fertigkomposterzeugung mit rund 130 kg/Mg Bioabfall anzusetzen. Eine Nachrotte erhöht den Anteil der Lachgas-

emissionen an den Gesamtemissionen deutlich. Dieses ist bedingt durch eine erhebliche Lachgasbildung bei der Ammoniumoxidation (Nitrifikation) sowohl primär im Nachrotteprozess als auch sekundär im Biofilter der Abluftbehandlung. Im Übrigen wird Methan in herkömmlichen Biofiltern nicht abgebaut.

Suche nach Leckagen bringt mehr Effizienz und Klimaschutz

Aus dem Fermenter und den gasführenden Leitungen können Methanemissionen an Leckagestellen in nennenswertem Umfang austreten. Biogasleckagen können entweder aufgrund von Planungs-, den auf Bild 1 links vorgestellten Konstruktionsfehlern, durch Betriebsmängel (mangelnde Wartung, Materialermüdung, Verschleiß) oder an Sicherheitsarmaturen (Über-/Unterdrucksicherung) auftreten.

Im Betrieb sollten sie durch regelmäßige Überprüfungen aufgespürt und minimiert werden. Die gewitra GmbH führt solche Leckageerkennungen: Leak Detection And Repair (LDAR) an Biogasanlagen seit zwei Jahren erfolgreich durch. Dabei konnte vor allem bei Verdachtsfällen, die sich durch einen zu geringen Stromertrag am BHKW oder Geruchsimmissionen ergaben, immer wieder beachtlicher Methanschlupf festgestellt werden.

Bei der Kompostierung entstehen weniger Treibhausgase

Die Emissionen aus den gemessenen Bioabfallvergärungsanlagen zeigten im Vergleich zu Kompostierungsanlagen relativ hohe Emissionen an Treibhausgasen, wie der Vergleich auf Bild 2 veranschaulicht.

In einem weiteren aktuell laufenden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben werden im Auftrag des Umweltbundesamtes (UFOPLAN 2009-Projekt, FKZ: 3709 44 320) weitere Vergärungsanlagen für Bioabfälle auf ihre Emissionen hin untersucht.

Technische Minderungswege des Methanschlupfes

Es gibt eine Reihe von Minderungspotenzialen, die es gilt im Sinne einer verbesserten Treibhausgasbewertung und Effizienz auszuschöpfen.

Im Bereich der Anlagentechnik bieten sich folgende Möglichkeiten:

- ▶ Permanente Gaserfassung und -wertung, zum Beispiel durch Gasspeicher und Fackel, bis auf Sicherheitsarmaturen – Überdruckentlastungen – und Redundanz,
- ▶ geschlossene Lagerung der flüssigen Gärrückstände/Presswasser und Anschluss an das Biogassystem, zum Beispiel durch eine Gas-Pendelleitung,
- ▶ Nachverbrennung des CH_4 -Schlupfes bei der Biogasverwertung im BHKW oder bei der Aufbereitung von Biogas zu Biomethan/Bioerdgas sowie
- ▶ wiederkehrende Dichtigkeitsprüfungen im Gassystem und CH_4 -Leckageerkennung (LDAR).

Für die Abluftbehandlung besteht auch eine Reihe denkbarer Minderungsmaßnahmen:

- ▶ Erfassung von hoch belasteten CH_4 -Punktquellen aus der Separierung des Gärrückstandes,
- ▶ Behandlung höher belasteter CH_4 -Abluftströme als Verbrennungsluft zum BHKW,
- ▶ Optimierung der Aerobisierung (Unterdrückung CH_4 -Bildung) und der anschließenden Nachrotte (Unterdrückung N_2O -Bildung) der festen Gärrückstände, alternativ keine Nachrotte und direkte landwirtschaftliche Verwertung der hygienisierten Gärprodukte sowie
- ▶ Integration einer sauren Wäsche vor dem Biofilter zur NH_3 -Abscheidung und Verwertung der Ammoniumsulfatlösung (ASL) als Dünger.

Dr.-Ing. Carsten Cuhls, Dipl.-Ing. Birte Mähl und Dr. Joachim Clemens; gewitra – Ingenieurgesellschaft für Wissenstransfer mbH; Troisdorf; cuhls@gewitra.de