

Susanne Klages, Peter Jäger, Anke Niebaum und Helmut Döhler, Darmstadt, sowie Hans-Walter Schneichel, Koblenz, Markus Helm, Bad Oeyenhausen, und Werner Philipp, Hohenheim

# Biogas

## Hygienisierungsanforderungen an Substrate, Technik und Kosten

*Entsprechend der jeweils eingesetzten Substrate in Biogasanlagen ergibt sich aufgrund unterschiedlicher Rechtsvorgaben auf EU- und nationaler Ebene die Notwendigkeit einer hygienisierenden Behandlung. Im Planungsverlauf sollten rechtzeitig mit den Genehmigungsbehörden vor Ort die erforderlichen Hygienisierungsvorgaben abgestimmt und Varianten nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten durchgerechnet werden.*

Susanne Klages, Peter Jäger und Dr. Anke Niebaum sind Mitarbeiter des KTBL-Projektbereichs Umwelt und Energie (Leitung: Helmut Döhler), Bartningstr. 49, 64829 Darmstadt; e-mail: [s.klages@ktbl.de](mailto:s.klages@ktbl.de)  
 Hans-Walter Schneichel ist in der sgd Nord in Koblenz tätig und Geschäftsführer der „Länderarbeitsgemeinschaft Düngemittelverkehrs-kontrolle“. Dr. Werner Philipp ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts Umwelt- und Tierhygiene der Universität Hohenheim.  
 Dr. Markus Helm ist Geschäftsführer der Bio Energy Biogas GmbH in Bad Oeyenhausen.

### Schlüsselwörter

Biogasanlagen, Recht, Hygienisierung, Kosten

### Keywords

Biogas-plants, legal requirements, sanitation, costs

### Literatur

[1] KTBL-Agru „Hygienepflichtsystem für Vergärungsanlagen“: Vorschlag zur Überarbeitung von Anhang 2 BioAbfV, erstellt im Auftrag des BMU (UFOPLAN 903 33 307) ([www.ktbl.de](http://www.ktbl.de))

Mit In-Kraft-Treten des Tierischen Nebenprodukte-Beseitigungsgesetzes (TierNebG) Ende Januar 2004, welches der Umsetzung der direkt wirksamen Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 vom 3. Oktober 2002 (Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte) dient, wurden die Vorschriften für den Betrieb von Biogasanlagen und die Gärrestverwertung grundlegend neu strukturiert. Zur Vermeidung von Doppelre-

gelungen wurde das Tierkörperbeseitigungsgesetz (TierKBG 2001) außer Kraft gesetzt und Änderungen an weiteren Rechtsvorgaben vorgenommen. So wurde die Anwendbarkeit abfallrechtlicher Vorschriften, wie etwa die Bioabfallverordnung (BioAbfV 1998), im Wesentlichen auf Stoffe pflanzlichen Ursprungs beschränkt. Düngemittelrechtliche Vorgaben auf nationaler und EU-Ebene besitzen weiterhin Gültigkeit. Die genannten Vorschriften bestimmen, ob und

Tab. 1: Erfordernisse zur Hygienisierung in Abhängigkeit von Rechtsvorgaben, Substraten und Verwertung des Gärrests

Table 1: Requirements for sanitation according to legal regimentation, origin of substrates and utilisation of biogas-plant effluents

Modell	Substrate	relevante Rechtsvorgabe	Verwertung des Gärrests	Betriebsweise der Biogasanlage	Art der Hygienisierung
1a	WD <sup>1</sup> , NaWaRos <sup>2</sup>	EG-V 1774/2002 <sup>5</sup> DüngeV <sup>6</sup>	eigen	mesophil	keine
1b	WD <sup>1</sup> , Getreideabfälle <sup>3</sup> (Zukauf)	EG-V 1774/2002 <sup>5</sup> , BioAbfV, DüngeV <sup>6</sup>	eigen	a) thermophil <sup>9</sup> b) mesophil	a) keine b) Pasteurisierung des Bioabfalls (70°C, 1 h) oder aerobe Nachrotte
1c	WD <sup>1</sup> , NaWaRos <sup>2</sup> , Getreideabfälle <sup>3</sup> (Zukauf)	BioAbfV, DüngemittelV, EG-V 1774/2002 <sup>5</sup> , DüngeV <sup>6</sup>	In-Verkehr-Bringen, (Gemeinschaftsanlage, 3 Landwirte)	a) thermophil <sup>9</sup> b) mesophil	a) keine b) Pasteurisierung des Bioabfalls (70°C, 1 h) oder aerobe Nachrotte <sup>10</sup>
2a	WD <sup>1</sup>	DüngemittelV <sup>6</sup> , DüngeV EG-V 1774/2002 <sup>5</sup>	In-Verkehr-Bringen, (Gemeinschaftsanlage, viele Landwirte)	thermophil <sup>9</sup> oder mesophil	keine <sup>10</sup>
2b	WD <sup>1,4</sup> , NaWaRos <sup>2</sup> , Fettscheiderinhalt tierischen Ursprungs	EG-V 1774/2002, Tierseuchenrecht <sup>7</sup> (ViehVerkV), DüngeV <sup>6</sup>	eigen	thermophil <sup>9</sup> oder mesophil	Pasteurisierung des tierischen Reststoffs (70°C; Fettscheiderinhalt)
2c	WD <sup>1,4</sup> , NaWaRos <sup>2</sup> , Küchen- und Speiseabfälle (nicht Kat. 1)	EG-V 1774/2002 <sup>5</sup> , DüngeV, Tierseuchenrecht <sup>8</sup> (ViehVerkV)	eigen	thermophil <sup>9</sup> oder mesophil	Pasteurisierung des tierischen Reststoffs (70°C; Küchen- und Speiseabfälle)
2d	WD <sup>1</sup> , ehemalige Lebensmittel tierischen Ursprungs (Kategorie 3), pflanzl. Abfälle (behandlungspflichtig nach BioAbfV)	EG-V 1774/2002, BioAbfV, DüngemittelV, DüngeV <sup>6</sup>	In-Verkehr-Bringen	a) thermophil <sup>9</sup> b) mesophil	a) Pasteurisierung von Material der Kategorie 3 (70°C); b) Pasteurisierung von Material der Kategorie 3 und Pasteurisierung der Bioabfälle (70°C) oder aerobe Nachrotte

- 1) Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft, wie Gülle, Jauche und Festmist;
- 2) Nachwachsende Rohstoffe
- 3) pflanzlicher Bioabfall laut BioAbfV, Anhang 1
- 4) Betrieb mit Klauentierhaltung
- 5) Nur Zulassung nach Art. 15 (einschließlich HACCP)
- 6) derzeitiger Rechtsstand;
- 7) Wegen Fettscheider
- 8) Wegen Küchen- und Speiseabfällen
- 9) thermophil im Sinne des Anhangs 2, BioAbfV
- 10) Pasteurisierung im Vollstrom ist rechtlich nicht erforderlich, wäre jedoch aus fachlicher Sicht sinnvoll

welche Hygienisierungseinrichtungen auf Biogasanlagen vorzusehen sind.

### Geltende Rechtsvorschriften für unterschiedliche Anlagenmodelle

Tabelle 1 veranschaulicht notwendige Hygienisierungsmaßnahmen in Abhängigkeit von Substraten, Rechtsvorgaben und der Art der Gärrestverwertung. Die Anlagenmodelle 1a bis 1c verarbeiten neben Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft (WD) ausschließlich nachwachsende Rohstoffe (NaWaRos) und/oder pflanzliche Abfälle. 1c ist als Gemeinschaftsanlage konzipiert. Die Anlagen 2a bis 2d verarbeiten neben den WD auch weitere Stoffe tierischen Ursprungs.

Betrieb 1a fällt durch die WD unter die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 sowie die Düngeverordnung (DüngeV). Die Anlage kann mesophil betrieben werden, da die EU-Verordnung in dieser Konstellation für WD derzeit keine Hygienisierungsanforderungen stellt. Werden Getreideabfälle, die nicht im eigenen Betrieb anfallen, mitverwertet (1b), greift zusätzlich neben den genannten Rechtsvorschriften die BioAbfV (Vor- oder Nachpasteurisierung (70 °C/1h)). Die Anlage 1c wird gemeinschaftlich betrieben, wodurch die Düngemittelverordnung (DüMV) greift. Obwohl eine Hygienisierung des WD-Anteils gesetzlich nicht erforderlich ist, wird aus seuchenprophylaktischer Sicht die Hygienisierung des WD empfohlen.

Dies gilt auch für die nur WD vergärende Gemeinschaftsanlage 2a (Verminderung des Übertragungsrisikos von Krankheits- und Tierseuchenerregern). Für die Betriebe 2b und 2c gelten aufgrund der behandelten Fettabscheiderrückstände tierischen Ursprungs und der Küchen- und Speiseabfällen zusätzlich die Viehverkehrsverordnung (ViehVerkV2004), aufgrund der eine Erhitzung des betreffenden Koferments tierischen Ursprungs auf 70°C erforderlich wird. Bei Biogasanlagen auf klautierhaltenden Betrieben ist diese Pasteurisierung (70°C, 1 h) vor dem Verbringen der Kofermente auf den Betrieb durchzuführen. Anlage 2d verarbeitet neben WD behandlungspflichtige Bioabfälle und Lebensmittelabfälle tierischer Herkunft (Kategorie 3-Material nach EU-HygieneV). Kategorie 3-Materialien müssen bei thermophilem Betrieb zusätzlich einer Pasteurisierung unterzogen werden.

### Technische Ausgestaltung der Hygienisierung

**Thermophile Betriebsweise:** Diese ist nur nach BioAbfV, nicht nach Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 zulässig. Die BioAbfV sieht 55°C Betriebstemperatur, 24 h Mindestver-

weilzeit und 20 Tage hydraulische Verweilzeit im Reaktor vor.

- In Rührkesselfermentern werden Substrate sehr schnell verteilt und sind oftmals bereits nach wenigen Stunden im Ablauf nachweisbar. Sollen die 24 h Verweilzeit garantiert werden, ist eine stoßweise Beschickung und Entnahme im 24-Stunden-Rhythmus erforderlich. Diese Betriebsweise ist aus prozessbiologischer Sicht kritisch zu hinterfragen, da sie zu einem sehr störanfälligen Gärprozess führt.
- In Pfropfstromfermentern kommt es zu einem unterschiedlichen Verhalten von Feststoffen und gelösten Stoffen: während sich Feststoffe wie ein Pfropfen von der Eintrags- zur Austragsseite bewegen, verteilen sich gelöste Stoffe innerhalb weniger Stunden im gesamten Faulraum. Auch in diesem Fall kann nicht ausgeschlossen werden, dass Substrat in weniger als 24 h wieder ausgetragen wird.

Für die Novellierung des Anhanges 2 der BioAbfV wurde deshalb vom KTBL [1] vorgeschlagen, die starre 24 Stundenfrist durch eine anlagenbezogene Verweilzeitprüfung zu ersetzen. Die hierbei festgestellte Mindestverweilzeit dient auch als Testdauer für die direkte Prozessprüfung, mit der die Hygienisierungsleistung der Anlage nachgewiesen wird.

**Pasteurisierung:** Bei der Pasteurisierung vor dem Prozess kann eine Teilstrompasteurisierung (nur der pasteurisierungspflichtige Abfallanteil) oder eine Vollstrompasteurisierung (auch nicht pasteurisierungspflichtige Substrate) durchgeführt werden. Bei Pasteurisierung nach der Vergärung ist der gesamte Materialstrom zu erhitzen.

Für nicht pump- oder fließfähige Abfälle (Abfälle aus der Biotonne) ist eine Pasteurisierung vor der Vergärung grundsätzlich schwierig zu realisieren, sofern nicht eine Verflüssigung, etwa mit Flüssigmist, erfolgt. Nachgeschaltete Pasteurisierungseinrichtungen laufen wesentlich betriebssicherer.

Für kleinere Anlagen werden in der Regel preiswerte innen liegende Wärmetauscher eingesetzt, wobei Anbackungen oder Ablagerungen auf den Heizspiralen in Kauf genommen werden. Um hinreichende Wärmeübergangswerte zu erreichen, muss der Aufheizbehälter ein Rührwerk besitzen. Ab etwa 25 m<sup>3</sup>/d zu erhitzendem Material sind Systeme mit außenliegenden Wärmetauschern wirtschaftlicher.

Während bei Teilstromverfahren oft ein Hygienisierungsbehälter im Batch-Betrieb gefahren wird (Aufheiz-, Verweil- und Entleerungsphase nacheinander), bietet sich bei der Vollstromhygienisierung an, ein System mit zwei oder idealerweise drei Behältern zu installieren. Durch paralleles Befüllen und

Entleeren wird ein kontinuierlicher Anlagenbetrieb (Beschickung, Prozessbiologie) erreicht und ein Großteil der Wärme aus der Hygienisierung zurückgewonnen.

### Kosten und Wirtschaftlichkeit beim Einsatz von behandlungspflichtigen Kosubstraten

Die Kosten einer Teilstrompasteurisierung und die Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit des Anlagebetriebs werden für Modell 1 (~ 2500 t FM/a Verarbeitungskapazität) exemplarisch kalkuliert. Verglichen werden die Kosubstrate Zukaufroggen (NaWaRo, 250 t/Jahr) und Ausputzgetreide (hygienisierungspflichtiger Bioabfall, 300 t/a) mit gleichen absoluten Gaserträgen. Für die Kofermentation des Bioabfalls ist eine Vorgrube zum Anmischen des Getreideschrottes sowie der Hygienisierungsbehälter mit entsprechender Peripherie (Leitungen, Ventile, Absperrschieber, Kontroll- und Regeltechnik) erforderlich. Als Investitionsbedarf werden 25000 € zuzüglich 10% Nebenkosten veranschlagt. Es entstehen Kosten von 3548 €/a (Technik) zuzüglich 2737 €/a (zusätzliche Arbeitsleistung). Die Wärmeenergie des BHKW ist für die Hygienisierung des Substrates ausreichend. Da die Substratkosten um 7670 €/a günstiger sind (50 €/t Ausputzgetreide gegenüber 90,68 €/t Industrieroggen), sind die Gesamtkosten trotz der Mehraufwendungen insgesamt geringer als bei Verwendung von Industriegetreide.

Nach EEG-Vergütungsrichtlinien wird der Bonus von 6 Ct/kWh für den Substratanteil Gülle und/oder NaWaRo bei Einsatz von Bioabfall nicht gewährt, so dass sich Mindereinnahmen bei den Stromerlösen von rund 35000 €/a ergeben.

### Zusammenfassung

In Abhängigkeit von den in Biogasanlagen eingesetzten Substraten sind die Hygienisierungsanforderungen sehr unterschiedlich. Eine thermophile (55°C) Betriebsweise, bei der das gesamte Substrat hygienisiert wird, reicht nach der EU-HygieneV nicht aus. Für Kofermentationsanlagen ist eine Vollstromhygienisierung weder nach nationalem noch nach EU-Recht derzeit vorgeschrieben. Bei Gemeinschaftsanlagen kann aus seuchenhygienischen Gesichtspunkten solch eine Behandlung sinnvoll sein. Die Beispielkalkulation zeigt jedoch, dass schon die Teilstromhygienisierung aufgrund der Vergütungssätze der EEG unwirtschaftlich sein kann. Hygienisierungsvorhaben sollten daher mit Genehmigungsbehörden rechtzeitig im Planungsverlauf geklärt werden.