

# **Biomethan aus biogenen Abfällen und agrari- schen Reststoffen**

Biomethane from biogenic waste and agricultural residues

Bernhard STÜRMER

## **Zusammenfassung**

In Österreich hat die getrennte Sammlung und die Verwertung von biogenen Abfällen eine lange Tradition. In diesem Beitrag werden die möglichen Abfallströme für die Vergärung aufgezeigt. Dem nachhaltigen Potential stehen Einschränkungen in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht entgegen. Biogene Abfälle, welche einen erhöhten Anteil an Stör- und Fremdstoffen beinhalten können, sind nur eingeschränkt nutzbar. Die Nutzung bedingt höhere verfahrenstechnische Lösungsansätze, die sich in den Investitionskosten widerspiegeln. Neben den Biogasproduktionskosten fallen Kosten für die Biogasaufreinigung zur Biomethaneinspeisung an. Die Analyse zeigt ein nutzbares Potential von rund 140 Mio. m<sup>3</sup> Biomethan aus biogenen Abfällen und rund 200 Mio. m<sup>3</sup> Biomethan aus Reststoffen der Landwirtschaft.

**Schlagerworte:** Biogas, biogener Abfall, Biomethan, Potential

## **Summary**

The separate collection and the recycling of biogenic waste has a long tradition in Austria. In this paper the possible waste streams for fermentation are presented. The sustainable potential is countered by technical and economic limitations. Biogenic waste, which can contain an increased proportion of obstructions and contaminants, can only be used to a limited extent. The use requires higher process engineering approaches, which are reflected in higher investment costs. In addition to biogas production costs, there are additional costs for biogas

upgrading and for biomethane injection. The analysis shows a usable potential of around 140 million m<sup>3</sup> of biomethane from biogenic waste and around 200 million m<sup>3</sup> of biomethane from agricultural residues.

**Keywords:** Biogas, organic waste, biomethane, potential

## 1. Einleitung

In Österreich ist man schon in den 90er Jahren dazu übergegangen, biogene Abfälle getrennt zu sammeln und stofflich zu verwerten. Diese Verwertung fand fast ausschließlich über die Herstellung von Kompost statt (vgl. LASSNIG et al., 1995). Dementsprechend haben sich die rechtlichen Rahmenbedingungen neben der getrennten Sammlung auf die Anforderungen der Kompostherstellung konzentriert (siehe u. a. Kompost-VO, 2001).

Mit der Jahrhundertwende fand ein Paradigmenwechsel statt. Organische Rohstoffe wurden immer mehr als erneuerbarer Energieträger mit großem Potential an CO<sub>2</sub>-Einsparungen gehandelt (vgl. EC, 1997). Dabei steht vor allem die Biogastechnologie im Vordergrund. Einerseits in der direkten Verstromung und Wärmeerzeugung, andererseits – nach einer dementsprechenden Aufreinigung des Biogases – durch Einspeisung in das Erdgasnetz und Verwendung als Erdgassubstitut. Anreize auf Seiten der KWK-Anwendung wurden durch Ökostrom-Einspeisetarife geschaffen (Ökostromgesetz, Ökostromeinspeise-VO). Bei Biomethan werden vor allem Märkte gesucht, bei denen die höheren Produktionskosten ggü. dem Erdgaspreis abgegolten werden können. Die Chancen werden dabei im Treibstoffmarkt und in der Energieversorgung von urbanen Gebieten gesehen.

In der erneuerbaren Energie Richtlinie der EU (RL 2009/28/EU) wurde „Biowaste“ (also sämtliche Bioabfälle) auch als erneuerbarer Energieträger definiert, wodurch eine steigende Verarbeitungsmenge von biogenen Abfällen in Biogasanlagen erfolgte. Während im Jahr 2004 rund 90.000 t an biogenen Abfällen in Biogasanlagen verwertet wurden, stieg diese Menge im Jahr 2009 auf rund 232.000 t (vgl. BMLFUW, 2006; BMLFUW, 2011). Derzeit werden über 275.000 t biogene Abfälle in Biogasanlagen zu Strom, Wärme, Biomethan und Gärrest verarbeitet (BMLFUW, 2015).

In diesem Beitrag werden die genutzten und nutzbaren Abfallmengen aufgezeigt und das theoretische Biomethanpotential abgeleitet. Einflussfaktoren wie technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen werden beleuchtet.

## 2. Daten

Die Bundesabfallwirtschaftspläne des BMLFUW (BMLFUW 2006; BMLFUW 2011; BMLFUW 2015) sind die Grundlage zur Ableitung der derzeit verarbeiteten Abfallmengen. Zur Identifizierung der theoretisch einsetzbaren Abfallmengen werden die Abfallarten in drei Gruppen nach ihren wesentlichen Merkmalen unterteilt. Diese Merkmale hängen stark mit den technischen Möglichkeiten der Vergärung zusammen. In Österreich sind derzeit 67 Biogasanlagen in Betrieb, die Abfälle vergären (ARGE KOMPOST & BIOGAS ÖSTERREICH, 2016). Eigene Befragungen bei 62 Abfallanlagen im Jahr 2015 ergänzen die Daten, um die aufkommenden Problembereiche besser diskutieren zu können. Weiters wurden im Jahr 2015 11 (von 13 in Betrieb befindlichen) Biomethaneinspeiseanlagen zu ihrer eingesetzten Technik sowie dem Rohstoffmix befragt. Ergänzt werden die bei der Befragung erhobenen Daten zur Biomethaneinspeisung um vorhandene Daten in der Literatur (MILTNER et al., 2013; FNR, 2014).

## 3. Biogene Rohstoffe und deren Potential

Grundsätzlich sind alle biogenen Abfälle vergärbar, allerdings stellen unterschiedliche physikalische und chemische Gegebenheiten unterschiedliche Anforderungen an die Verfahrenstechnik. Die Verfahrenstechnik wirkt sich durch die Investitionsanforderungen und den anfallenden Betriebs- und Personalkosten auf die Gestehungskosten von Biogas aus. Diese Gestehungskosten und die lukrierbaren Entsorgungsbeiträge beeinflussen die Wirtschaftlichkeit und in weiterer Folge die Entscheidung, inwieweit das Potential genutzt werden kann.

### 3.1 Abfallströme und nutzbare Reststoffe

Die Unterteilung der Abfallarten ist grundsätzlich in der Abfallverzeichnis-VO geregelt. Wenn biogene Abfälle stofflich verwertet werden können, müssen die Abfälle der Abfallgruppe 92

zugeordnet werden. Wenngleich die Unterteilung der verschiedenen Abfallarten eine sehr detaillierte ist, kann eine Unterteilung in drei grundsätzliche Kategorien erfolgen:

#### **Energiearme Abfälle**

Diese weisen in der Regel auch hohe Aschegehalte und zum Teil auch Störstoffe auf. Zu ihnen zählen u. A. die „Biotonne“, Grün- und Strauchschnitt sowie Klärschlamm. Aufgrund des geringeren Energieinhaltes und ihrer Struktur und Inhaltstoffe ist eine Vergärung in Biogasanlagen oftmals technisch aufwendig und dadurch verhältnismäßig teuer. Energiearme Abfälle werden derzeit vorwiegend in der Kompostierung eingesetzt (vgl. BMLFUW, 2015).

#### **Energiereiche, feste Abfälle**

Zu ihnen zählen holzige Abfälle wie Holzabfälle oder unbehandeltes Altholz. Bei niedrigen Aschegehalten kann dieses Material in Biomasse-Kessel verfeuert und zur Nahwärmeversorgung genutzt werden. Aufgrund der hohen Zellulosegehalte ist ein ausreichender Zellaufschluss für einen anaeroben Abbau technisch schwierig. Es ist davon auszugehen, dass Lignin unter anaeroben Bedingungen nicht abbaubar ist (vgl. MONTGOMERY und BOCHMANN, 2014).

#### **Energiereiche, flüssige/breiige Abfälle**

Bei sortenreinen flüssigen bzw. breiigen Abfällen ist ein Einsatz in Biogasanlagen zu empfehlen (WEILAND, 2001). Speisereste, Fettabscheider oder Verarbeitungsrückstände aus der Lebens-, Futter- und Getränkeindustrie sind bestens für die Vergärung geeignet.

Zu den nutzbaren Reststoffen in der landwirtschaftlichen Produktion zählen z. B. Maisstroh oder Zwischenfrüchte. Diese Substrate sind gekennzeichnet durch niedrigere Zucker- und Stärkegehalte, dafür liegen die Asche-, Lignin- und Zellulosegehalte deutlich über denen von Mais oder Getreide. Kommen nun Substrate mit hohen Zelluloseanteilen zum Einsatz, müssen diese Substrate vorab aufbereitet werden (vgl. MONTGOMERY und BOCHMANN, 2014).

### **3.2 Rohstoffmix bei österreichischen Biomethaneinspeiseanlagen**

Ausgelöst durch das erste bundesweit einheitliche Ökostromgesetz im Jahr 2002 stieg die Anlagenzahl deutlich an und der Rohstoffmix änderte sich. Wurden vor dem Ökostromgesetz 2002 vorwiegend Wirtschaftsdünger und biogene Abfälle vergärt, verarbeiteten neu errichtete Biogasanlagen überwiegend eigens angebaute Energie-

pflanzen und Wirtschaftsdünger. Nach STÜRMER (2015) wurden 51% der erzeugten Energie in Biogasanlagen aus Mais erzeugt, gefolgt von biogenen Abfällen mit 15%. Insgesamt wird derzeit jährlich Biogas im Energieäquivalent von rund 150 Mio. m<sup>3</sup> Biomethan in österreichischen Biogasanlagen erzeugt.

Ein Teil dieser Biogasmenge wird aufbereitet und als Biomethan in das Gasnetz eingespeist (ca. 10 Mio. m<sup>3</sup> Biomethan, vgl. AGCS, 2015). Dieses Biomethan wird im Gegensatz zur Verstromung jedoch überwiegend aus biogenen Abfällen erzeugt (vgl. Abbildung 1).

### 3.3 Wirtschaftliche Betrachtung der Abfallvergärung

Biogasanlagen stellen einen günstigen Verwertungspfad dar, solange die eingesetzten biogenen Abfälle energiereich sind, eine flüssige/breiige Konsistenz aufweisen und einen geringen Anteil Störstoffe beinhalten. Je höher der Anteil an Störstoffen (wie z. B. Steine, Plastik, Metall), desto höher die Investitionskosten für die Biogasanlage, da in zusätzliche Technik für die Abtrennung investiert werden muss (vgl. Abbildung 2).

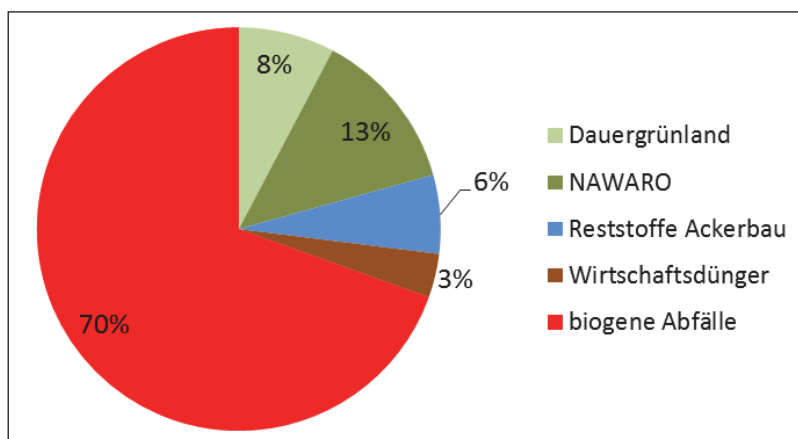


Abb. 1: Eingesetzte Rohstoffe bei österreichischen Biogasanlagen mit Biomethanproduktion (energiebezogen)

Quelle: EIGENE ERHEBUNGEN und BERECHNUNGEN (n=11)

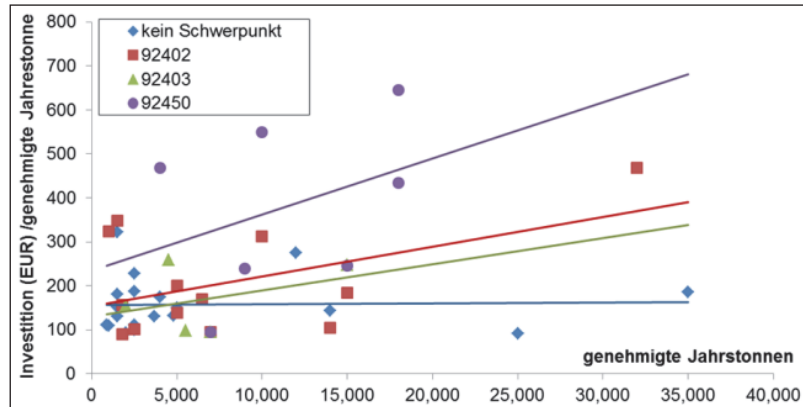


Abb. 2: Spezifische Investitionskosten von Biogasanlagen in Abhängigkeit der Verarbeitungskapazität und des Verarbeitungsschwerpunktes

92402 = Küchen- und Speiseabfälle, 92403 = Speiseöle und -fette, Fettabscheider, 92450 = "Biotonne"

Quelle: EIGENE ERHEBUNGEN und BERECHNUNGEN (n=62)

Die Transportkosten für die Abfallsammlung liegen je nach Einzugsgebiet, Sammeldichte und Beschaffenheit zwischen 45 und 100 €/t (AMLINGER, 2016) und sind unabhängig vom Verwertungspfad zu sehen. Die Erhebung unter spezialisierten Abfallbiogasanlagen zeigte Vollkosten für die Verarbeitung in der Biogasanlage zwischen 60 und 110 €/t Konsensmenge. Wie auch bei den Investitionskosten hängt der Aufwand im laufenden Betrieb von der Art des biogenen Abfalls ab.

### 3.4 Wirtschaftliche Betrachtung der Biogasaufbereitung

Für die Nutzung von Biogas als Erdgassubstitut ist es notwendig, das CO<sub>2</sub> und weitere Nebenbestandteile des Biogases abzutrennen, bis das gewonnene Biomethan dem Erdgas im Energieinhalt und den Brenneigenschaften nahezu gleich ist. So muss der Methangehalt bei mindestens 98% liegen bzw. der sogenannte WOBBE-Index (gibt Auskunft über die Brenneigenschaften und somit Austauschbarkeit von Gasen) muss einen Wert zwischen 13,3–15,7 kWh/m<sup>3</sup> erreichen, damit das Gas in die Erdgasleitung eingespeist werden darf (vgl. ÖVGW, 2011).

Die Biogasaufbereitung kann durch unterschiedliche Verfahren bewerkstelligt werden. In Österreich sind vor allem die Membrantechnik und die Druckwechselabsorption als Aufbereitungstechnik im Einsatz (STÜRMER, 2017). Je nach Kapazität der Anlage kann mit Kosten zwischen 3,5 ct und 4,9 ct/kWh<sub>th</sub> gerechnet werden (vgl. MILTNER et al., 2013; FNR, 2014).

Die Befragung über die Kosten für die Aufbereitung bei österreichischen Biomethaneinspeiseanlagen zeigte stark unterschiedliche Vollkosten. Das liegt vor allem daran, dass mit den abnehmenden Energieversorgern unterschiedliche Übergabepunkte vereinbart sind. Wenige Biogasanlagenbetreiber reinigen selbst das erzeugte Biogas auf. Im Regelfall wird das Rohbiogas jedoch verkauft und der Energieversorger übernimmt die Aufreinigung und Einspeisung. Daher können auch keine aussagekräftigen Rückschlüsse auf die Kosten der Aufbereitung aufgrund der Befragung gezogen werden.

### 3.5 Abfall- und Reststoff-Potentiale für die Biomethan-Produktion

In Tabelle 1 sind die derzeit für die Biogasproduktion verfügbaren Abfallströme aufgezeigt, quantifiziert und das Biomethanpotential abgeleitet. Bei den Abfallströmen sind die theoretisch nutzbaren Abfallmengen angeführt, während bei den Reststoffen aus der landwirtschaftlichen Produktion (Wirtschaftsdünger, Stroh, Zwischenfrüchte) Annahmen zur technischen Verfügbarkeit gemacht wurden (in Klammer). Demnach ist mit einem erreichbaren Potential von knapp 140 Mio. m<sup>3</sup> Biomethan aus biogenen Abfällen zu rechnen. Aus den verfügbaren Reststoffen der landwirtschaftlichen Produktion lassen sich weitere 200 Mio. m<sup>3</sup> Biomethan gewinnen.

Tab. 1: Abfall-Potential und daraus abgeleitetes Biomethan-Potential in Österreich

Abfall- bzw. Reststoff-Art	Menge [1.000 t]	Biomethan-Potential [Mio. m <sup>3</sup> ]
Marktabfälle	20	1,0
Küchen- und Speiseabfälle	98	7,0
Schlachtabfälle	406	45,0
Molkereiabfälle	1.152	12,0
Müllereiabfälle	62	14,5

Abfälle aus der Bierproduktion	185	14,0
Abfälle aus der Weinproduktion	6	11,0
Abfälle aus der Zuckerfabrikation	240	29,0
ehem. Lebensmittel	43	4,0
<b>Gesamt biogene Abfälle</b>	<b>2.212</b>	<b>137,5</b>
Wirtschaftsdünger (20%)	680	70,0
Stroh (10%)	320	75,0
Zwischenfrüchte (7% d. Ackerfl.)	200	45,0
<b>Gesamt</b>	<b>3.412</b>	<b>327,5</b>

Quelle: BMLFUW, 2011; BMLFUW, 2015; GABAUER et al., 2015; EIGENE BERECHNUNGEN und ANNAHMEN

#### 4. Schlussfolgerung und Diskussion

Die Verwertung von biogenen Abfällen über Biogasanlagen stellt eine Möglichkeit dar, Energie aus Abfällen zu gewinnen und die im Abfall enthaltenen Nährstoffe im Kreislauf zu führen. Um eine kostengünstige Verwertung zu garantieren, ist auf eine genaue Abfalltrennung mit wenigen Störstoffen zu achten. Das Biomethanpotential aus biogenen Abfällen und landwirtschaftlichen Reststoffen entspricht rund dem Doppelten der derzeitigen Biogasproduktion.

Eine Vermarktung als Biomethan muss die höheren Gestehungskosten ggü. dem Erdgaspreis tragen. Nach Einspeisung in das Gasnetz kann Biomethan praktisch überall als erneuerbarer Energieträger genutzt werden. Wie im Ergebnis der Potentialabschätzung ersichtlich, ist die Auswahl der möglichen Abfallströme jedoch stark eingeschränkt. Dennoch liegt zwischen der derzeit verarbeiteten Abfallmenge und dem Mengenpotential der Faktor 8. Außerdem werden diese Abfallmengen bereits derzeit schon verwertet. Neuen MarktteilnehmerInnen stehen direkt keine Rohstoffe zur Verfügung. Dennoch kann eine Ausweitung der Vergärung von biogenen Abfällen vor allem in Verbindung mit Reststoffen der Landwirtschaft einen Beitrag zur Energieversorgung leisten.

#### Literatur

- AGCS (AUSTRIAN GAS CLEARING AND SETTLEMENT), 2015: Statistik Biomethan 2015. [www.biomethanregister.at](http://www.biomethanregister.at)
- AMLINGER, F., 2016: persönliche Mitteilung am 18.3.2016. Kompost - Entwicklung & Beratung Technisches Büro für Landwirtschaft, Perchtoldsdorf.



- ARGE KOMPOST & BIOGAS ÖSTERREICH, 2016: Biogasanlagen in Österreich. In: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Hrsg.: Grüner Bericht 2016. Eigenverlag, Wien
- BMLFUW (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, HRSG.), 2006: Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2006. Eigenverlag, Wien.
- BMLFUW (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, HRSG.), 2011: Bundesabfallwirtschaftsplan 2011. Eigenverlag, Wien.
- BMLFUW (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, HRSG.), 2015: Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich - Statusbericht 2014. Eigenverlag, Wien.
- EC (EUROPEAN COMMISSION), 1997: Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger. Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan. COM(97)599 vom 26.11.1997.
- FNR (FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE), 2014: Leitfaden Biogasaufbereitung und -einspeisung [www.biogas.fnr.de](http://www.biogas.fnr.de)
- GABAUER, W., BOCHMANN, G., FUCHS, W., 2015: Biogas production from food and beverage (FAB) industry waste/residues in Austria.
- LASSNIG, D., DOMENIG, M., DREIER, P., PERZ, K., REITER, B., ROSIAN, J., 1995: Behandlungs- und Verwertungsanlagen in Österreich. Bundesministerium für Umwelt (Hrsg.) Monographien Bd. 62.
- MILTNER, M., MAKARUK, A., HARASEK, M., 2013: Bio-methane Calculator Version 2.1.1. IEE-Project BioMethane Regions. <http://bio.methan.at>
- MONTGOMERY, L. F. R., BOCHMANN, G., 2014. Pretreatment of feedstock for enhanced biogas production. IEA Bioenergy (Eds.).
- ÖVGW (ÖSTERREICHISCHE VEREINIGUNG FÜR DAS GAS- UND WASSERFACH), 2011: G B220 Regenerative Gase – Biogas.
- RL 2009/28/EU: Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. 23.4.2009.
- STÜRMER, B., 2015: Ergebnisse der Arbeitskreisauswertung. In: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.): Biogas 2014, Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen Biogas in Österreich.
- STÜRMER, B., 2017: Biogas – Part of Austria's future energy supply or political experiment? Renewable and Sustainable Energy Reviews 79:525–532.
- WEILAND, P., 2001: Verfahrenstechnik der anaeroben Behandlung organischer Abfälle. In: KÄMPFER P., WEIßENFELS, W.D.(Hrsg.): Biologische Behandlung organischer Abfälle. Springer Verlag Berlin Heidelberg.

**Anschrift des Verfassers**

*DI Dr. Bernhard Stürmer  
Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik  
Angermayergasse 1, 1130 Wien, Österreich  
Tel.: +43 1 8772 2660  
eMail: [bernhard.stuermer@agrарumweltpaedagogik.ac.at](mailto:bernhard.stuermer@agrарumweltpaedagogik.ac.at)*