



Sachstand

Treibhausgasemissionen von Biogasanlagen



Treibhausgasemissionen von Biogasanlagen

██████████

Aktenzeichen:

Abschluss der Arbeit:

Fachbereich:

██████████

██████████

WD 8 - 3000 - 087/14

17. Dezember 2014

WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit,
Bildung und Forschung

██████████

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Ökobilanzen von Biogasanlagen	4
2.1.	Methanemissionen von Modell-Biogasanlagen	5
2.2.	Treibhausgasemissionen über die gesamte Prozesskette von Biogasanlagen	5
2.3.	Ökobilanz der Energieproduktion aus Biogas	6
3.	Literatur- und Quellenverzeichnis	6
4.	Anlagenverzeichnis	7

1. Einleitung

Der Einsatz erneuerbarer Energien hat zum Ziel, die Treibhausgasemissionen (THG) aus der Energieproduktion zu reduzieren und gleichzeitig fossile Ressourcen einzusparen. Gerade Biogas eignet sich, auch wegen der Möglichkeit der Einspeisung von Biomethan ins Erdgasnetz, zur Bereitstellung sowohl von Regel- als auch Speicherenergie und kann auf diese Weise zur Stabilisierung des Energiesystems beitragen. Dabei wird immer wieder kritisch überprüft und diskutiert, ob bei der Nutzung von Biomasse in Biogasanlagen eine nennenswerte Treibhausgasminderung sichergestellt ist.

2. Ökobilanzen von Biogasanlagen

In den vergangenen Jahren sind zahlreiche Studien erstellt worden, die sich mit der Klimabilanz von Biogasanlagen befassen. Für derartig komplexe technische Systeme wie Biogasanlagen gibt es aber bisher keine standardisierten Messmethoden, die eine präzise Quantifizierung aller Emissionsquellen zulassen. „Die empirische Datenlage hinsichtlich repräsentativer Emissionsdaten aus dem realen Betrieb von Biogas-BHKW ist allgemein als sehr lückenhaft zu bezeichnen.“ (UBA 2013). Daher wurden in ökobilanziellen Betrachtungen bis weilen auch bestimmte Grundannahmen zur Höhe der Methanemissionen getroffen, wie z.B. folgende Basiswerte im Verhältnis zur Biogasproduktion: 1,0 % diffuse Methanemissionen der Gas produzierenden Anlage, 0,5 % Methanschluß über das Blockheizkraftwerk (BHKW) und 2,5 % Methanemissionen aus dem offenen Gärrestlager (ifeu 2008).

Biogasanlagen unterscheiden sich ganz erheblich im Anlagenbau, in der Zusammensetzung der eingesetzten Biomasse und durch die Art der Energiebereitstellung (Direktverstromung, Kraft-Wärme-Kopplung, Gasaufbereitung). Daraus ergeben sich wiederum im Einzelnen sehr unterschiedliche Ökobilanzen hinsichtlich des Verhältnisses von bereitgestellter Energie zu verursachten Emissionen. In Abhängigkeit verschiedener Kriterien besteht für Biogasanlagen eine Genehmigungspflicht nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Die mit der Stromerzeugung aus Biogas verbundenen Emissionen sind von vielen Faktoren abhängig. Die wichtigsten sind:

- **Das Substrat:** nachwachsende Rohstoffe (Nawaro), Wirtschaftsdünger (Gülle, Hühnermist), Abfälle und Reststoffe;
- **Die Auslegung und Ausstattung der Biogasanlage:** gasdichte Abdeckung der Gärrestlager, Luftdichtheit der biogas- und methan-führenden Anlagenteile (Fermenter, Gasspeicher und Gärrestlager), Überdrucksicherung/Notfackel, Umfang externer Wärmenutzung, Luftreinhalte-techniken, wie Katalysatoren oder Nachverbrennung, Eigenstrombedarf, Wärmespeicher;
- **Leistungsgröße und Bauart des Blockheizkraftwerkes:** Wirkungsgrad, Einsatzregime, Methanschluß.

Auf der Grundlage der im Quellenverzeichnis aufgeführten Studien werden Ökobilanzen zu den folgenden drei Szenarien erläutert:

- Quantifizierte Methanemissionen von ausgewählten Biogasanlagen
- THG-Emissionen über die gesamte Prozesskette von Biogasanlagen
- Ökobilanz der bereitgestellten elektrischen Energie von Biogasanlagen im Verhältnis zum deutschen „Strommix“

2.1. Methanemissionen von Modell-Biogasanlagen

Zur messtechnischen Erfassung und Bewertung der klimarelevanten Emissionen aus Biogasanlagen wurde eine Studie des Deutschen BiomasseForschungsZentrums zur „Emissionsanalyse und Quantifizierung von Stoffflüssen durch Biogasanlagen im Hinblick auf die ökologische Bewertung der landwirtschaftlichen Biogasgewinnung und Inventarisierung der deutschen Landwirtschaft“ durchgeführt (DBFZ 2011). Dort wurden u.a. bei zehn für den deutschen Anlagenbestand typischen Biogasanlagen für alle identifizierten Emissionsquellen Messmethoden entwickelt und die verschiedenen Treibhausgasemissionen quantitativ erfasst (zur Charakterisierung der 10 Anlagen s. DBFZ 2011, S. 28).

Die Graphik in **Anlage 1** zeigt die vor Ort **gemessenen Methanemissionen** ($\text{g CH}_4/\text{KWh}$) der 10 Anlagen. **Dabei gehen die höchsten Emissionen von offenen Gärrestlagern aus, gefolgt von den Emissionen die bei der Verstromung des Biogases (Methanschlupf des BHKWs) bzw. der Biogasaufbereitung auf Erdgasqualität entstehen.** Aus den Messwerten ergibt sich, dass die gasdichte Abdeckung des Gärückstandslagers offensichtlich die effektivste Maßnahme zur Emissionsminderung darstellt. Die zweite bedeutende Methanquelle ist die Gasverwertung, wobei die Emissionen aus BHKWs nach dem Stand der Technik als fixe Größe betrachtet werden, während die Emissionen aus den Gasaufbereitungsanlagen von unterschiedlichen Faktoren abhängig sind. Die dritte Quelle, jedoch von deutlich untergeordneter Bedeutung, ist die Beschickung der Biogasanlage (Substratvorlagerung). Neben diesen Quellen, die sich aus dem Normalbetrieb ergeben, können zusätzliche Methanemissionen durch Störfälle oder unsachgemäßem Betrieb auftreten.

Einen Überblick über die Höhe der gesamten Methanemissionen in Deutschland nach Quellkategorien gibt die Trendtabelle in **Anlage 2**. Die wesentlichen Quellen sind „Abfall und Abwasser“ (0,510 Mio. t), „Landwirtschaft“ (1,230 Mio. t) und „Diffuse Emissionen aus Brennstoffen“ (0,440 Mio. t). Im Vergleich dazu **betragen die Methanemissionen durch Biogasanlagen 0,052 Mio. t aus dem Betrieb der Anlage (Substratvorlagerung, Fermenter, Gärrestlager) plus 0,077 Mio. t Methan, die bei der Umwandlung des Biogases in Strom und Wärme freigesetzt werden** (Zahlenwerte des Umweltbundesamtes aus 2012).

2.2. Treibhausgasemissionen über die gesamte Prozesskette von Biogasanlagen

Üblicherweise werden zur Treibhausgasbilanzierung von Biogasanlagen nicht nur die Methanemissionen erfasst, sondern auch andere klimarelevante Gase. Dabei werden alle erfassten Gase, wie Kohlendioxid, Methan, Lachgas und Ammoniak in sog. CO_2 -Äquivalente umgerechnet. Gleichzeitig wird die gesamte Prozesskette, die mit dem Anlagenbetrieb zusammenhängt, mit einbezogen - vom Anbau nachwachsender Rohstoffe bis zur Gärrestlagerung und -ausbringung. Hinzu kommen sog. Gutschriften (im Sinne von THG-Einsparungen) z.B. für die Bereitstellung von Wärme oder die Verwendung von Wirtschaftsdünger. **Anlage 3** zeigt eine Darstellung der klimarelevanten Stoffflüsse, alle Gase sind in CO_2 -Äquivalenten dargestellt. Das Diagramm modelliert eine hocheffiziente Anlage, die keine Energie aus dem Stromnetz bezieht, der Anlagenbetrieb erfolgt vollständig mit Strom aus dem BHKW (Überschusseinspeisung). Es fallen daher keine Emissionen aus der Strombereitstellung an. Die direkten Methanemissionen sind aufgrund eines emissionsarmen BHKWs und einer Gasfackel für überschüssiges Biogas auf sehr niedrigem Niveau. Die hohe Gutschrift für die genutzte Abwärme kompensiert die entstehenden Emissionen fast komplett.

In **Anlage 4** werden die Treibhausgasemissionen von sechs hinsichtlich Bau- und Betriebsart unterschiedlichen Anlagentypen im Vergleich dargestellt.

2.3. Ökobilanz der Energieproduktion aus Biogas

Zur Ermittlung der Treibhausgasminde rung durch den Einsatz erneuerbarer Energien gegenüber dem in Deutschland vorhandenen Strommix werden die Klimabilanzen (CO₂-Äquivalente pro kWh erzeugter elektrischer Energie) miteinander verglichen. Die Graphik auf **Anlage 5** zeigt einen Vergleich der Durchschnittswerte von Biogasanlagen mit Direktverstromung (173 g CO₂-Äquivalente pro kWh_{el}) und Biogasanlagen mit Biogasaufbereitung (265 g CO₂-Äquivalente pro kWh_{el}) mit dem Emissionswert von 563 g CO₂-Äquivalenten pro kWh_{el}, der dem deutschen Strommix zu Grunde liegt.

2014 waren in Deutschland fast 8000 Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 3.800 Megawatt und einer Bruttostromerzeugung von ca. 27 500 GWh in Betrieb (Fachverband Biogas, Branchenzahlen 11/2014). Dazu kommt noch die Bereitstellung von Energie in Form von Gas (Biomethan) und Wärme. In den „Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland“ (BMWi 2014) werden die insgesamt durch die Produktion von Biogas **vermiedenen Treibhausgasemissionen auf 13 Mio. t CO₂-Äquivalente** beziffert.

3. Literatur- und Quellenverzeichnis

- Biogas Forum Bayern (2009). Treibhausgasemissionen der Energieproduktion aus Biogas. <https://biogas-forum-bayern.de/publikationen/Treibhausgasemissionen.pdf> [Stand: 24.11.2014].
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2014). Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2013.pdf?__blob=publicationFile&v=13 [Stand: 24.11.2014].
- Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ) (2011). Emissionsanalyse und Quantifizierung von Stoffflüssen durch Biogasanlagen im Hinblick auf die ökologische Bewertung der landwirtschaftlichen Biogasgewinnung und Inventarisierung der deutschen Landwirtschaft. <http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22023606.pdf> [Stand: 24.11.2014].
- Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ) (2013). Biomethan und Klimaschutz – Eine (THG-) Bilanz. http://www.biogaspartner.de/fileadmin/biogas/documents/Veranstaltungen/2013/die_konferenz_Dezember_2013/Nelles_Biomethan_und_Klimaschutz.pdf [Stand: 24.11.2014].
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (2013). Leitfaden Biogas - Von der Gewinnung zur Nutzung. http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/l/e/leitfadenbiogas2013_web_komp.pdf [Stand: 24.11.2014].
- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) (2008). Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland. https://www.dbfz.de/web/fileadmin/user_upload/Berichte_Projektdatenbank/BMU-Biogasprojekt_2008-Gesamtband.pdf [Stand: 24.11.2014].

Umweltbundesamt (UBA) (2013). Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_15_2013_emissionsbilanz_erneuerbarer_energetraeger.pdf [Stand: 24.11.2014].

Wuppertalinstitut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (2010). Klima- und Umwelteffekte von Biomethan: Anlagentechnik und Substratauswahl. http://www.biogaspartner.de/fileadmin/biogas/Downloads/Artikel/Diskussionspapier_Anlagentechnik_Substratauswahl_feb2010.pdf [Stand: 24.11.2014].

4. Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Methanemissionen von 10 untersuchten Biogasanlagen in Relation zur Stromproduktion
- Anlage 2: Methanemissionen nach Quellkategorien
- Anlage 3: Sankey-Diagramm der Klimagasemissionen einer Biogasanlage
- Anlage 4: Emissionen klimarelevanter Gase aus Modell-Biogasanlagen
- Anlage 5: Emissionen der Stromerzeugung aus Biogasanlagen im Vergleich zum deutschen Strommix

