

Wie viel Wärme steht wann zur Verfügung?

Werden Kleinanlagen mit Rindergülle betrieben und werden eventuell zusätzlich Mist und Futterreste vergoren, sind die Optionen für eine externe Wärmenutzung recht gut. Entscheidend ist aber auch der thermische Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerkes.

Von Dr. Sven Klingbeil

Das EEG 2012 und das EEG 2014 sehen spezielle Vergütungssätze für Biogasanlagen bis 75 kW elektrische Leistung vor. Als eine Randbedingung ist bei Planung und Betrieb dieser Anlagen ein Mindestanteil von 80 Prozent Gülle/Mist im Input einzuhalten. Im Zuge dieser EEG-Regelungen wird, insbesondere auf großen Milchviehbetrieben, eine zunehmende Anzahl von Güllekleinanlagen mit 75 Kilowatt (kW) Leistung gebaut. Immer häufiger werden diese Anlagen zu 100 Prozent mit flüssiger Rindergülle betrieben.

Für den potenziellen Betreiber einer derartigen Anlage stellt sich bei der Projektierung die Frage, ob und wann welche Wärmemengen für die Nutzung auf dem Betrieb beziehungsweise zur Beheizung der im Regelfall vorhandenen, oft auch älteren Wohngebäude zur Verfügung stehen. Zur weiteren Betrachtung wurden die im Folgenden aufgeführten Daten beziehungsweise Parameter zugrunde gelegt.

Im Jahr 2014 wurde im Rahmen einer von der Hochschule Osnabrück am Institut für Ingenieurwissenschaften und Informatik betreuten Bachelorarbeit untersucht, welche Inputmengen für den ganzjährigen Betrieb einer Biogasanlage mit 75-kW-Gasottemotor benötigt werden. Dabei hatten alle ausgewerteten Anlagen einen gerührten Betonrundbehälter mit einem zweischaligen Tragluftdach. Sie wurden mit einer Fermentertemperatur von etwa 40 Grad Celsius (°C) betrieben. Die vorhandenen BHKW (Gasottemotoren) hatten eine thermische Leistung von über 90 kW. Dabei stammten jeweils etwa 50 Prozent der Wärmeenergie aus dem Motorkühlkreis und 50 Prozent aus dem Abgaswärmetauscher.



Edelstahlheizung des Fermenters einer 75-kW-Anlage. Vier umlaufende, einzeln absperzbare Heizrohre aus V2A.

FOTOS: INERGIE GMBH

1 kg oTS für 1 kWh

Übergreifend konnte bei allen 14 untersuchten Anlagen festgestellt werden, dass für die Erzeugung einer Kilowattstunde Strom 1 Kilogramm organische Trockensubstanz gefüttert werden muss. Daraus lässt sich beim Betrieb der Biogasanlage mit reiner Rindergülle bei einem TS-Gehalt von 9,5 Prozent [davon 80 Prozent organische Trockensubstanz (oTS)] ein Güllebedarf von etwa 8.500 Tonnen pro Jahr beziehungsweise 23,3 Tonnen pro Tag ermitteln. Für diese Gülle wird für die weiteren Berechnungen die Wärmekapazität von Wasser zugrunde gelegt (die tatsächliche Wärmekapazität von Gülle ist etwas geringer). Für die gesamte Behälterwandung (Boden und Wand) wird von einer 100 Millimeter starken Standardisolierung aus Polystyrol ausgegangen. Die relativ unsicheren Isolationsdaten der zweischaligen Tragluftdächer werden durch entsprechende Risikozuschläge ausreichend berücksichtigt. Des Weiteren wurden alle untersuchten Anlagen durch innerhalb des Substrats befindliche Edelstahlrohre beheizt (siehe Abbildung 1). Durch entsprechend ausgelegte Rohrdimensionen wird dabei eine ausreichend große Austauschoberfläche sichergestellt. Diese gewährleistet, dass die maximal zur Verfügung stehende Heizleistung des BHKW mit über 90 kW bei Bedarf vollständig in das Substrat eingebracht werden kann.

Gületeperatur beeinflusst Wärmebilanz

Die aus diesen Randparametern ermittelten Wärmebedarfe sind Tabelle 1 zu entnehmen. Verglichen werden in der Tabelle die Wärmebedarfe bei mittleren Temperaturen, wie sie eher im Herbst/Frühjahr zu erwarten sind (Grundlast), mit Extremtemperaturen, wie sie an wenigen Wintertagen herrschen können (Spitzenlast). Bei den Ergebnissen fällt Folgendes auf:

1. Der Wärmebedarf für das Aufheizen der Gülle auf Fermentertemperatur ist um den Faktor 2 bis 3 größer als der Wärmeverlust durch die Fermenteroberflächen. Das heißt im Umkehrschluss, dass die Gülletemperatur einen wesentlich höheren Einfluss auf die Wärmebilanz hat als die technische Ausstattung (Isolation) des Fermenters.
2. Auch bei extrem geringen Außentemperaturen (-15 °C) und bei nahezu gefrorener Gülle (0 °C) sowie unter Berücksichtigung hoher Sicherheitszuschläge liegt der maximale Energiebedarf des Fermenters bei „nur“ 74 kW.

Die ermittelten und in der Tabelle zusammengefassten Daten stimmen mit praktischen Erfahrungen aus dem Betrieb diverser unter den genannten Rahmenbedingungen erstellten Gülle-Biogasanlagen überein.

Folgende Schlussfolgerungen lassen sich aus den in der Praxis bestätigten Rechenwerten ziehen:

1. Das BHKW einer ausschließlich mit Rindergülle betriebenen Biogasanlage kann bei entsprechender Ausstattung zusätzlich zum Fermenter noch zwei bis drei Wohnhäuser beheizen. Dafür bieten sich die im Regelfall auf den Betrieben vorhandenen Wohnhäuser (Betriebsleiterhaus, Altenteiler) und gegebenenfalls Nachbarhäuser an.

Wärmebedarf einer 75-kW-Güllebiogasanlage

Wärmebedarf Fermenter		Grundlast	Spitzenlast
Durchmesser	m	18,00	18,00
Höhe	m	6,00	6,00
Dachfläche	m²	254,47	254,47
Bodenfläche	m²	254,47	254,47
Mantelfläche	m²	339,29	339,29
Gesamtfläche	m²	848,23	848,23
k-Wert	W/m²K	0,37	0,37
Außentemperatur	°C	8	-15
Fermentertemperatur	°C	40	40
Zuschlag für Kältebrücken	%	15	15
Wärmeverluste	kWh/a	87.977	151.211
Erforderliche Leistung	kW	10	17

Fütterungsmenge	to/d	23	23
spez. Wärmekapazität	kWh/toK	1,16	1,16
Substrattemperatur	°C	8	0
Aufheiztemperatur	°C	40	40
Wärmebedarf Substrat	kWh/a	311.622	389.528
Erforderliche Leistung	kW	36	44

mit Sicherheitszuschlag 20 %

Gesamtwärmebedarf	kWh/a	479.519	648.886
Gesamte Leistung	kW	55	74



Verlegearbeiten eines Wärmenetzes einer Güllebiogasanlage (Anschluss an Wohnhaus und Melkstand mit Betriebsbüro).

2. Bei Einsatz eines Zündstrahl-BHKW kann aufgrund dessen geringerer thermischer Leistung die Versorgung des Fermenters mit ausreichender Wärmeenergie nicht zu jeder Zeit sichergestellt werden.
3. Bei Verringerung des Gülleeinsatzes zugunsten energiereicherer Substrate, wie zum Beispiel Mist oder Futterreste, erhöht sich die für die externe Verwendung freie Wärmeleistung. Diese kann gegebenenfalls für die Beheizung weiterer Wohnhäuser oder Arbeitsräume (Werkstatt, Melkstand, etc.) verwendet werden.

Fazit: Bei der Projektierung einer 75-kW-Gülleanlage sollte immer auch die Wärmeversorgung eigener und auch benachbarter Wohnhäuser mit betrachtet werden. Eine sorgfältige Berechnung von Energiebedarfen und Energiebilanzen ist dafür notwendig. Die zusätzlich zu den Stromeinnahmen erzielbaren Erlöse beziehungsweise Heizkosteneinsparungen können bei den üblicherweise vorhandenen, eher älteren Wohngebäuden erheblich sein (>10.000 Euro pro Jahr). Des Weiteren stehen bei Einhaltung entsprechender Rahmenbedingungen öffentliche Fördermittel für die Erstellung von Wärmenetzen zur Verfügung.

Insbesondere bei reinen Gülleanlagen – unabhängig von deren Größe – ist die Fermenterheizung für die anfallende Wärmeenergie ausreichend zu dimensionieren. Dabei sind aus Sicht des Autors aufgrund des sehr hohen Wärmeübergangs direkt im Substrat befindliche Heizungen aus Edelstahl zu bevorzugen. Die Einbringung von hohen Energiemengen direkt in die Behälterwand ist aufgrund der dabei entstehenden großen thermischen Spannungen im Beton zu vermeiden. ◀

Autor

Dr. Sven Klingbeil

Geschäftsführer

inergie GmbH

Erzlager 6

49124 Georgsmarienhütte

Tel. 0 54 01/89 52 398

www.inergie.de