

Bernd Wirth und Stefan Hartmann

# Die Bewertung von Wärmenutzungskonzepten für Biogasanlagen

Ein Großteil der produzierten Biogaswärme geht nach wie vor ungenutzt verloren, auch wenn bereits monetäre Anreize zur Steigerung der Gesamteffizienz von Biogasanlagen geschaffen wurden. Um den Anteil der Wärmenutzung zu erhöhen, müssen in größerem Umfang Wärmesenken wie Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung, Trocknung, Prozesswärme und -kälte für Industrieanlagen durch Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung erschlossen werden. Daher ist beim Neubau einer Biogasanlage die Wahl des Standorts der wichtigste Parameter für den wirtschaftlichen Erfolg. Die verschiedenen Wärmesenken sind hinsichtlich der ökonomischen Auswirkungen, der notwendigen Investitionen, der möglichen Wärmeabgabemengen, der Kontinuität der Wärmeabnahme sowie des Potenzials zum Ersatz fossiler Energieträger unterschiedlich zu bewerten.

## Schlüsselwörter

Wärmenutzung, Wärmeangebot, Spitzenlast, Jahresdauerlinie

## Keywords

Heat utilisation, heat supply, peak demand, annual duration curve

## Abstract

Wirth, Bernd and Hartmann, Stefan

## Assessing concepts for utilising heat from biogas plants

Landtechnik 68(3), 2013, pp. 202–208, 6 figures, 3 tables, 5 references

A large proportion of heat produced from biogas plants continues to be unexploited, even when financial encouragement for increasing total efficiency of biogas plants already exists. To increase the proportion of heat utilised, heat sinks such as heating and warm water supply within buildings, drying systems and heat and cold for industrial processing must be increased through systems coupling heat-cooling-power production. In this respect choice of location is the most important parameter for economic success when planning a biogas plant. The various heat sinks have to be differentiated according to their economic efficiency, required investment, potential heat emission, heat exploitation continuity and potential for fossil fuels substitution.

■ Mit einem Anteil von ca. 91 % sind die auf Biomasse basierenden Energien die dominierende Größe innerhalb der Wärmequellen der erneuerbaren Energien. Der absolute Wärmeverbrauch stieg 2012 um 6 % gegenüber dem Vorjahr [1]. Der stagnierende Anteil der Erneuerbare-Energien-Wärme an der Gesamtwärmebereitstellung zeigt jedoch, dass dieser Anstieg im Wesentlichen witterungsbedingt war. So stieg mit der kälteren Witterung gegenüber dem Jahr 2011 auch der Holzverbrauch in den privaten Haushalten nach einem Rückgang im Vorjahr wieder an. Die Witterungsabhängigkeit zeigte sich u. a. auch bei der Wärmebereitstellung aus Biogas, da ein Großteil der aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) stammenden Biogaswärme als Heizwärme zur Versorgung von Gebäuden über Nahwärmenetze genutzt wird. Die Auswertung einer Befragung ergab, dass 70 % der Biogasanlagenbetreiber ihre extern verfügbare Wärme zur Beheizung von Wohn- und Arbeitsräumen bzw. Werkstätten sowie zur Warmwasserbereitung einsetzen und etwa 14 % über Nahwärmenetze zur Wärmeversorgung von Wohnsiedlungen und benachbarten Wohngebäuden bereitstellen. Etwa 30 % der Betreiber gaben an, ihre verfügbare Wärmemenge zur Stallbeheizung einzusetzen [2].

Mit der Einführung des KWK-Bonus wurden bei der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2004 Anreize zur Steigerung der Gesamteffizienz von Biogasanlagen geschaffen. In der Folge konnte die Nutzung von Abwärme gesteigert werden, jedoch werden nach Betreiberangaben im Mittel nur etwa 45 % der extern verfügbaren Wärmemenge genutzt [2].

Insbesondere im Leistungsbereich zwischen 150 und 500 kW<sub>el</sub> gibt es noch zahlreiche Anlagen, die die extern verfügbare Wärmemenge keiner weiteren Nutzung zuführen bzw. niedrige Wärmenutzungsgrade aufweisen. So wird bei der

Hälfte dieser Anlagen ein Wärmenutzungsanteil von unter 40 % erzielt [2].

Während die Stromerzeugung aus Biogas durch den Ausbau von Anlagen in den Jahren 2008 bis 2012 von 8 139 GWh auf 20 500 GWh erheblich gesteigert wurde, konnte im selben Zeitraum nur ein mäßiger Anstieg der Nutzung von Biogaswärme erreicht werden: von 8 245 GWh in 2008 auf 11 282 GWh in 2012 [1].

### Rechtliche Aspekte der Wärmenutzung

Mit der Novellierung des EEG 2012 ist für Neuanlagen die „sinnvolle“ Verwertung von Abwärme obligatorisch, um die Stromeinspeisevergütung in voller Höhe in Anspruch nehmen zu können. Nach einer Übergangsfrist im ersten Betriebsjahr einer Biogasanlage müssen 60% des erzeugten Stromes in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt werden. Hierbei können 25% pauschal zur Beheizung des Fermenters angerechnet werden. Anlagen, die im Durchschnitt des Kalenderjahres mindestens 60 Masseprozent Gülle oder 90 % Bioabfälle einsetzen oder den Strom direkt vermarkten, sind von dieser Regelung befreit [3].

Als rechtlich anerkannte Wärmenutzungen gelten die Gebäudeversorgung, die Wärmenetzeinspeisung, die Prozesswärmebereitstellung, die Beheizung landwirtschaftlicher Betriebs- und Stallgebäude sowie die Nachverstromung.

### Wärmeangebot der Biogasanlage

Das Verhältnis des Prozesswärmebedarfs eines Fermenters zur Wärmeproduktion im Blockheizkraftwerk (BHKW) variiert je nach Anlagengröße, Anlagenkonzeption, Substrateinsatz und Klimabedingungen stark.

In **Tabelle 1** sind die Ergebnisse einer Befragung von Biogasanlagenbetreibern aus den Jahren 2011/12 zum mittleren Eigenwärmebedarf nach Leistungsklassen und installierter Anlagenleistung dargestellt. Die Betreiber wiesen immer nur Jahresdurchschnittswerte bzw. Summen aus. Aussagen über den tatsächlichen Leistungsbedarf an einzelnen Tagen können nicht getroffen werden.

Auffallend ist, dass Biogasanlagen in den unteren Leistungsklassen < 70 kW<sub>el</sub> einen deutlich höheren Wärmebedarf aufweisen als in den oberen > 500 kW<sub>el</sub>. Das ist im Wesentli-

chen darauf zurückzuführen, dass in den unteren Leistungsklassen ein höherer Anteil Gülle mit hohem Wassergehalt und in den oberen Leistungsklassen mehr nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) eingesetzt werden [2]. Zudem treten bei Anlagen, die mit Gülle betrieben werden, höhere Transmissionswärmeverluste auf, da das Verhältnis von Fermenteroberfläche zu Fermentergröße größer ist als bei Anlagen mit NawaRo.

### Wärmenutzungen

Grundsätzlich kann Wärme zum Beheizen, zur Trocknung, zur Kühlung oder zur zusätzlichen Stromerzeugung genutzt werden (**Abbildung 1**).

Zumeist wird die KWK-Wärme aus Biogasanlagen zur Beheizung von Gebäuden und zur Warmwasserbereitstellung genutzt, vor allem bei Anlagen von landwirtschaftlichen Betrieben. Dabei übertrifft das Wärmeangebot vieler Anlagen den Wärmebedarf der im Betrieb vorhandenen landwirtschaftlichen Gebäude erheblich [4]. Um einen hohen Wärmenutzungsgrad zu erzielen, müssen daher weitere Wärmesenken erschlossen werden. Die Beheizung von weiteren Gebäuden kann zusätzliche Investitionen für Redundanzen (Wärmeerzeuger) und Pufferspeicher erfordern. Dies trifft besonders dann zu, wenn das BHKW zur bedarfsgerechten Stromerzeugung im Tagesverlauf mit unterschiedlichen Leistungen betrieben wird.

Zur Optimierung einer Wärmekalkulation von witterungsabhängigen und -unabhängigen Wärmenutzungsmöglichkeiten werden am Beispiel einer Modell-Biogasanlage Wärmeabnahmemengen mit ausgewählten Wärmenutzungen variiert und die Auswirkungen aufgezeigt. Außerdem werden die erzeugten BHKW-Wärmemengen und die genutzten Wärmebedarfsmengen als Jahresverteilung und geordnete Jahresdauerlinie grafisch dargestellt, sodass Wärmeüberschüsse bzw. -defizite (Spitzenlastabdeckung) lokalisiert werden können.

Folgende Annahmen werden für die Modellrechnung getroffen:

Die Prozesstemperatur der NawaRo-Modell-Biogasanlage (BGA) beträgt 40 °C. Die Anlage hat eine installierte elektrische Leistung von 500 kW<sub>el</sub> und wird 2014 in Betrieb genommen. Es werden 8000 Vollbenutzungsstunden angenommen. Die thermische Leistung beträgt 537 kW<sub>th</sub>, der elektrische

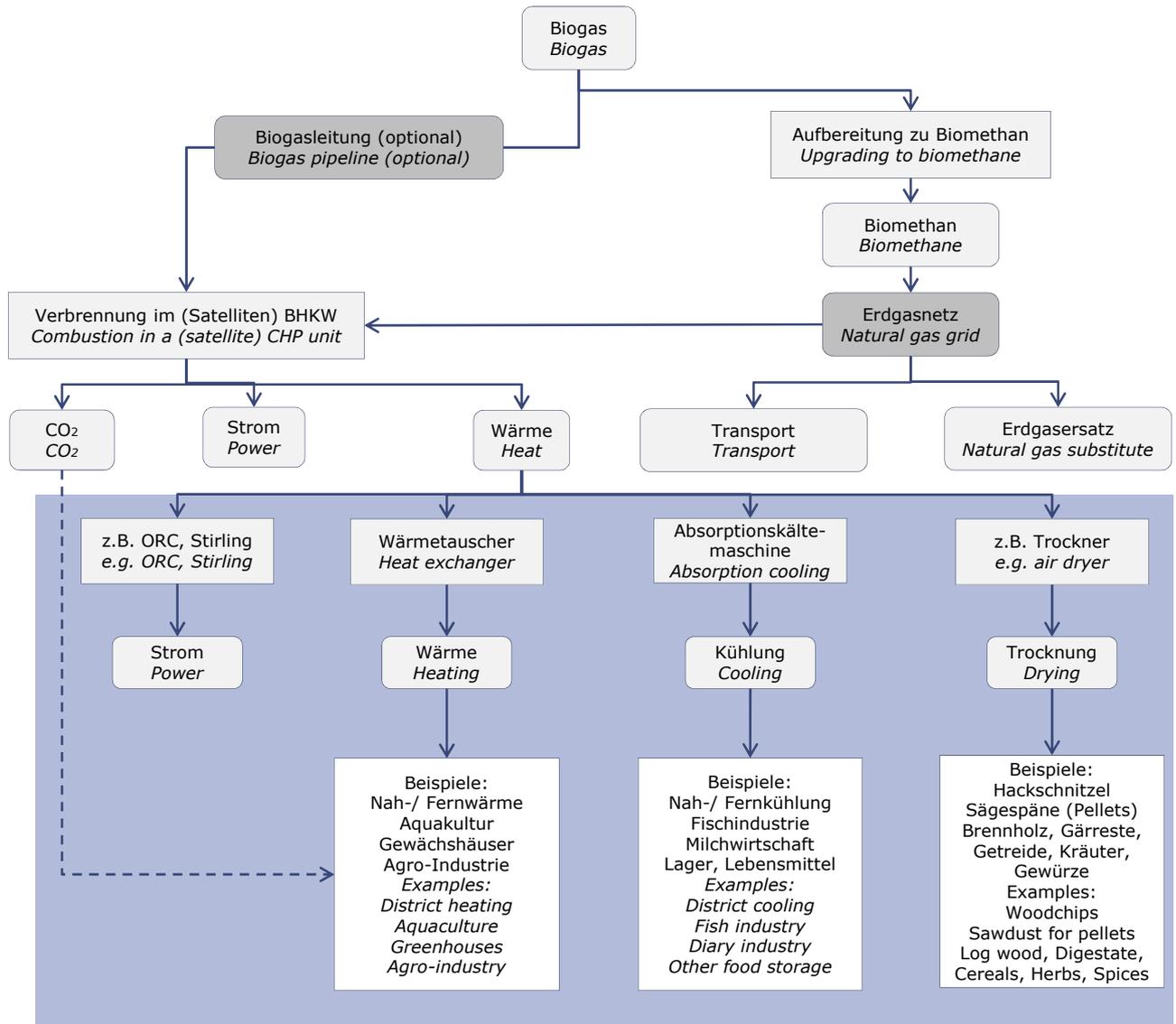
Tab. 1

Mittlerer Eigenwärmebedarf in Abhängigkeit von der installierten Anlagenleistung im Zeitraum 2011/12 [2]

Table 1: Mean inherent heat demand relating to installed plant performance during 2011/12 period

| Anlagenleistung (kW <sub>el</sub> )<br>Plant performance | Mittlerer Eigenwärmebedarf (%)<br>Mean inherent heat demand | Standardabweichung<br>Standard deviation | Median<br>Median | Anlagen<br>Plants |
|--|---|--|------------------|-------------------|
| bis 70   | 57,2  | 31,1                                     | 60               | 23                |
| 71–150   | 39,1  | 18,2                                     | 30               | 30                |
| 151–500  | 29,9  | 15,3                                     | 25               | 139               |
| 501–1000   | 26,4  | 15,0                                     | 20               | 77                |
| > 1000   | 18,3  | 6,0                                      | 20               | 26                |
| Gesamt   | 31,0  | 19,0                                     | 25               | 295               |

Abb. 1



Vereinfachte Darstellung von Biogasnutzungspfaden [4]

Fig. 1: Simplified flowchart for the use of biogas [4]

Wirkungsgrad 40,1% und der thermische Wirkungsgrad 43,2%. Die Gesamtwärmeproduktion des BHKW beläuft sich auf 4 295 310 kWh<sub>th</sub> pro Jahr und der Wärmeüberschuss nach Abzug der Prozesswärme (17,5%) 3 541 773 kWh<sub>th</sub> pro Jahr. Die maximale Heizlast der BGA liegt bei 109 kW<sub>th</sub>.

### Nahwärme zur Beheizung von Wohnhäusern

Die Wärmeabnahme von Wohnhäusern ist saisonal unterschiedlich und witterungsabhängig und deckt sich mit dem Wärmebedarf einer Biogasanlage: Der Wärmebedarf ist in den Wintermonaten hoch und in den Sommermonaten hingegen gering, sodass im Sommer andere Wärmenutzungsmöglichkeiten gefunden werden müssen. Bei der Beheizung von Wohngebäuden spielt neben dem Wärmepreis auch die zur Verfügung stehende Menge an Abnehmern eine große Rolle. Je mehr

Haushalte mit hohem Nutzwärmebedarf in ein möglichst engmaschiges Nahwärmenetz eingebunden werden können, d. h. je höher die Wärmebelegungsichte ist, desto geringer sind die spezifischen Kosten der Wärmelieferung und umso höher sind die Ertragsaussichten. Die Wärmebelegungsichte eines ausgebauten Nahwärmenetzes sollte nach Möglichkeit über 1,5 MWh pro Meter Trassenlänge und Jahr betragen.

Des Weiteren ist die Implementierung einer Nahwärmeleitung an dem jeweiligen Standort auch sehr vom Effizienzstandard der Gebäude sowie der vorhandenen Heiztechnik der einzelnen Haushalte abhängig [5].

**Tabelle 2** und die **Abbildungen 2** und **3** geben einen Überblick der Wärmebereitstellung der 500 kW<sub>el</sub>-Modell-BGA an ein Nahwärmenetz zur Wohnhausbeheizung in Abhängigkeit von der Anzahl und vom Alter der Gebäude.

Tab. 2

Übersicht an Kennwerten der Wärmebereitstellung einer Biogasanlage mit einer installierten elektrischen Leistung von  $500\text{kW}_{el}$  in Abhängigkeit der Anzahl und des Alters von Einfamilienhäusern

Table 2: Overview of parameters in heat production from a biogas plant with installed electrical performance of  $500\text{kW}_{el}$  relating to number and ages of single-family houses

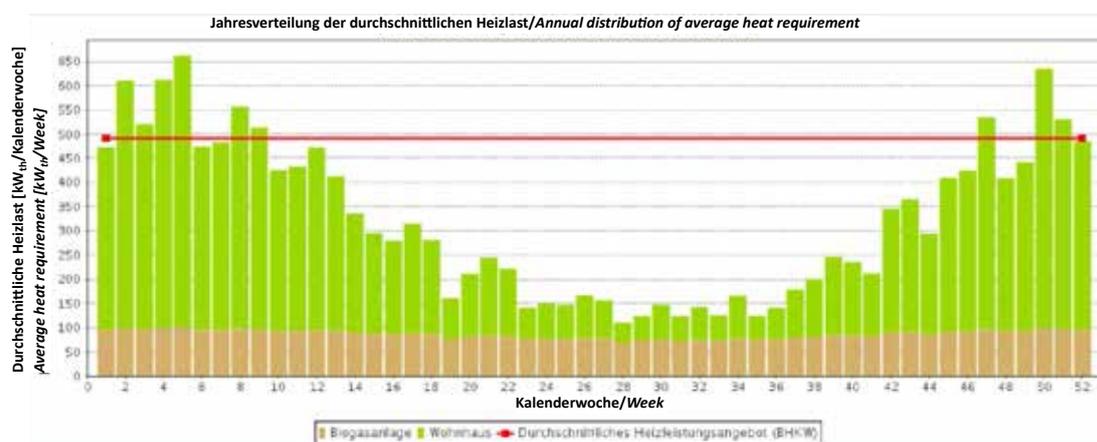
| Anzahl Einfamilienhäuser <sup>1)</sup><br>(Baujahr. 1978–1993/<br>1984–1994)<br>Number of single-family<br>houses (Built 1978 to<br>1993/1984 to 1994) | Maximale<br>Heizlast<br>Maximum heat<br>requirement | Nutzwärme-<br>bedarf<br>Useful heat<br>demand | Wärmebele-<br>gungsdichte<br>Heat density | Summe eingesparter<br>Brennstoff (Heizöl) <sup>2)</sup><br>Total fuel saved<br>(heating oil) | Genutzte BHKW-Wär-<br>me nach EEG 2012<br>Heat from power-<br>heating plant actually<br>used, according to [3]<br>[%] | Wärmenutzungs-<br>kriterium nach<br>EEG 2012 erfüllt?<br>Thermal extraction cri-<br>terion according to [3]<br>fulfilled? |
|--|---|---|---|--|---|---|
|  | [ $\text{kW}_{th}$ ]                                |   | [ $\text{MWh}/\text{m} \cdot \text{a}$ ]  | [l / a]  | [%]   |   |
| 25 (10/15)   | 223   | 570 763                                       | 0,5                                       | 63 418   | 40,5  | nein/no   |
| 45 (20/25)   | 383   | 1 047 552                                     | 0,9                                       | 116 395  | 52,7  | nein/no   |
| 80 (35/45) <sup>3)</sup>   | 659   | 1 856 709                                     | 1,6                                       | 206 301  | 68,7  | ja/yes  |

<sup>1)</sup> Gleichzeitigkeitsfaktor 0,8; Beheizte Nutzfläche pro Haus  $120\text{m}^2$ ; Trassenlänge  $1200\text{m}$ ; Wärmeübertragungsverluste  $200\text{kWh}/\text{m}^2$  / Simultaneity factor 0.8; heated occupied area per house  $120\text{m}^2$ ; supply distance  $1200\text{m}$ ; heat transport losses  $200\text{kWh}/\text{m}^2$ .

<sup>2)</sup> Wirkungsgrad Wärmerezeuger 90 % / Efficiency of heat producer 90%.

<sup>3)</sup> Spitzenlastanteil  $123\,042\text{kWh}_{th}$  pro Jahr / Peak load proportion  $123,042\text{kWh}_{th}$  per annum.

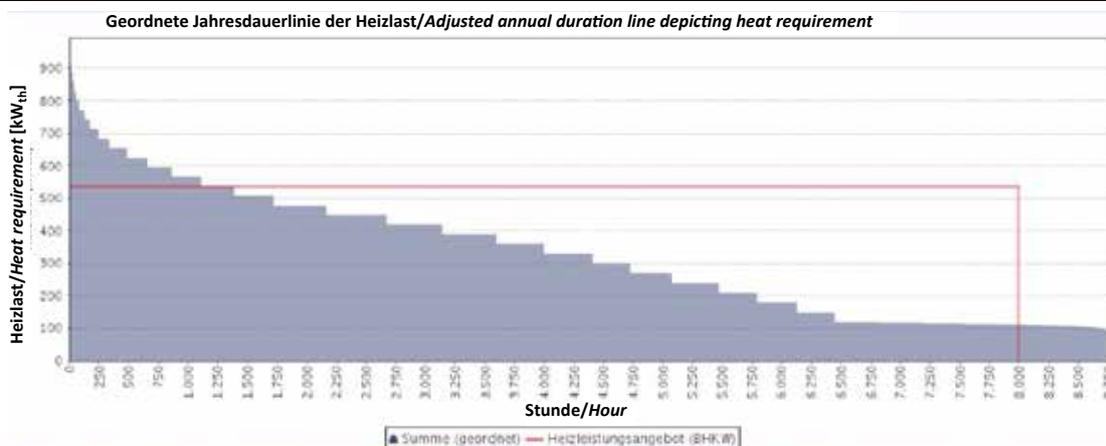
Abb. 2



Jahresverteilung der durchschnittlichen Heizlast einer  $500\text{kW}_{el}$ -Biogasanlage inkl. 80 Einfamilienhäuser (Baujahr 1978 bis 1995) und idealisierte Wärmebereitstellung einer Biogasanlage (rote Linie)

Fig. 2: Annual distribution of average heat requirement of  $500\text{kW}_{el}$  biogas plant incl. 80 single-family houses (built 1978 to 1995) and idealised heat supply from a biogas plant (red line)

Abb. 3



Geordnete Jahresdauerlinie der Heizlast einer  $500\text{kW}_{el}$ -Biogasanlage inkl. 80 Einfamilienhäuser (Baujahr 1978 bis 1995) und idealisierte Jahresdauerlinie der Wärmebereitstellung einer Biogasanlage (rote Linie); Spitzenlast: Wärmemenge  $123\,042\text{kWh}_{th}$  pro Jahr

Fig. 3: Adjusted annual duration line depicting heat requirement of a  $500\text{kW}_{el}$  biogas plant incl. 80 single-family houses (built 1978 to 1995) and idealised annual duration line of heat supply of a biogas plant (red line); peak load: heat total  $123,042\text{kWh}_{th}$  per annum.

**Beheizung von Unterglaskulturen/Gewächshäusern**

Die Beheizung von Unterglaskulturen/Gewächshäusern bietet die Möglichkeit eine hohe Wärmemenge an nur einen oder wenige Abnehmer verkaufen zu können, was zwar den Verwaltungsaufwand mindert, sich aber negativ auf den erzielbaren Wärmepreis auswirken kann [5]. Verglichen mit einem Nahwärmenetz ist die Leitungsnetzlänge meist kürzer und entsprechende Leitungsverluste geringer. Der Wärmeabsatz wird stark von der Pflanzenproduktion bestimmt und ist in den Sommermonaten meist gering.

**Tabelle 3** und die **Abbildungen 4** und **5** geben einen Überblick der Wärmebereitstellung der 500-kW<sub>el</sub>-Modell-BGA an ein Gewächshaus in Abhängigkeit zur beheizenden Gewächshausfläche.

**Trocknung von Gütern**

Das Trocknen von landwirtschaftlichen Produkten wie z. B. Getreide, Körnermais, Raps und fester Biomasse wie Scheitholz,

Holz hackschnitzel und Sägemehl gehört zu den wichtigsten Anwendungen. Des Weiteren können Klärschlamm und Gärreste getrocknet werden. Abhängig vom Ausgangsmaterial werden in Kombination mit Biogasanlagen Satz-, Band- und Schubwendetrockner verwendet.

Feste Biomasse wie auch Gärreste und Klärschlamm können ganzjährig getrocknet werden. Die anderen landwirtschaftlichen Güter können nur saisonal während des Erntezeitraums getrocknet werden.

Wird die Trocknung als alleinige Verwertung von BGA-Wärmeüberschüssen für betriebsintern erzeugte Güter wie z. B. Getreide oder Körnermais genutzt, können jedoch oft keine großen Wärmemengen verwertet werden, da zumindest bei Getreide und Raps nur ein Teil der Erntemenge getrocknet wird. Die Trocknung beschränkt sich somit auf wenige Tage im Jahr. Damit stellt die Trocknung von saisonalen betriebsintern anfallenden Gütern eher eine Ergänzungsmöglichkeit der Wärmenutzung in den Sommermonaten dar.

Tab. 3

Übersicht an Kennwerten der Wärmebereitstellung einer Biogasanlage mit einer installierten elektrischen Leistung von 500 kW<sub>el</sub> an ein Gewächshaus in Abhängigkeit der zur beheizenden Gewächshausfläche.

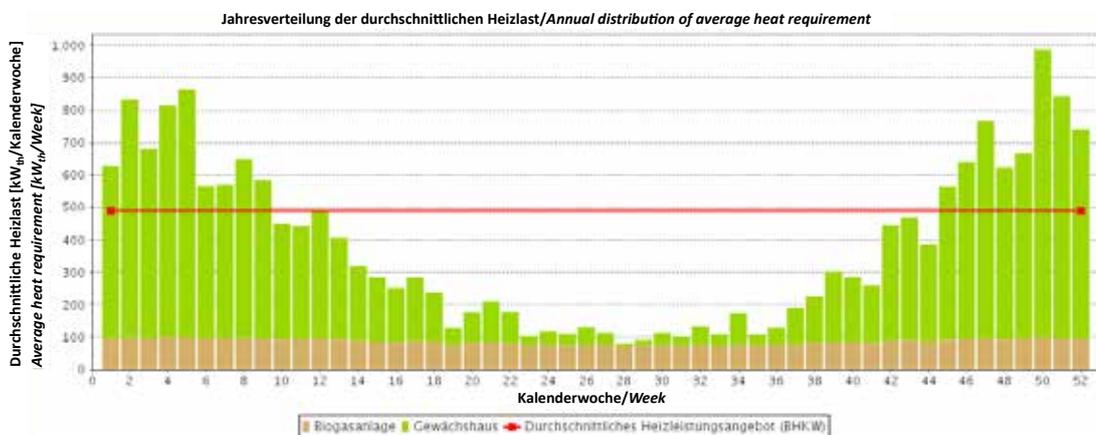
Table 3 : Overview of parameters of heat supply from a biogas plant with 500 kW<sub>el</sub> installed electrical capacity for a greenhouse relating to heated area within the greenhouse.

| Gewächshausfläche <sup>1)</sup><br>Greenhouse area | Maximale Heizlast<br>Maximum heat requirement | Nutzwärmebedarf<br>Useful heat demand | Wärmemenge der Spitzenlast<br>Total heat peak load | Summe eingesparter Brennstoff (Heizöl) <sup>2)</sup><br>Total fuel saved (heating oil) | Genutzte BHKW-Wärme nach EEG 2012<br>Heat from power-heating plant actually used, according to [3] |
|--|---|---------------------------------------|--|--|--|
| [m <sup>2</sup> ]                                  | [kW <sub>th</sub> ]                           | [kWh/a]                               | [kW <sub>th</sub> /a]                              | [l/a]  | [%]  |
| 1 000  | 308   | 335 206                               | -  | 37 245   | 34,8   |
| 5 000  | 900   | 1 347 294                             | 57 211   | 149 699  | 57,6   |
| 10 000   | 1 599   | 2 533 241                             | 745 325  | 281 471  | 70,9   |

<sup>1)</sup> Stehwandhöhe 4 m; Eindeckung Kunststoffstegdoppelplatten; Wärmeausbringung Vegetationsheizung; Temperaturführung Zierpflanzenbau temperiert; Trassenlänge 500 m; Wärmeübertragungsverluste 200 kWh/m / Standing wall height 4 m; roofing double plastic sheeting; heat distribution vegetation heating; controlled temperature ornamentals production tempered; supply distance 500 m; heat delivery losses 200 kWh/m

<sup>2)</sup> Wirkungsgrad Wärmeerzeuger 90%/Efficiency of heat producer 90%.

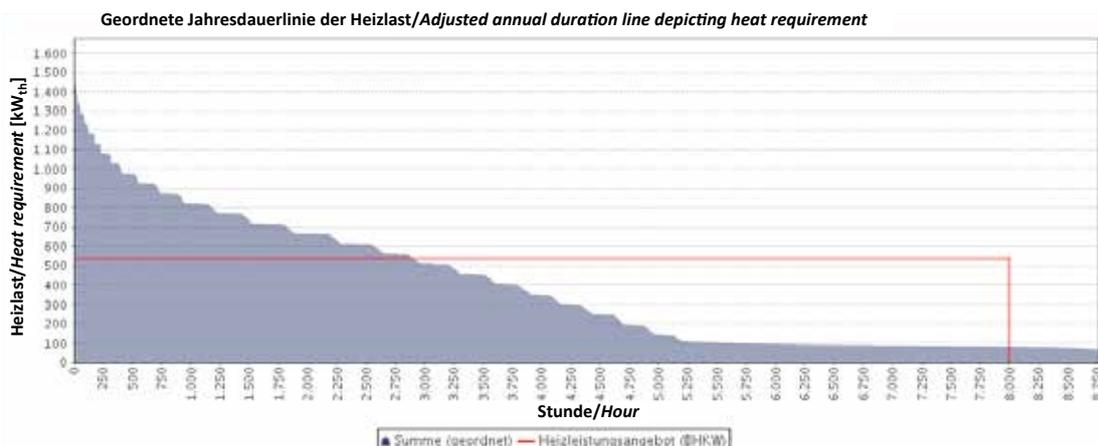
Abb. 4



Jahresverteilung der durchschnittlichen Heizlast einer 500-kW<sub>el</sub>-Biogasanlage inkl. 10 000 m<sup>2</sup> Gewächshaus und idealisierte Wärmebereitstellung einer Biogasanlage (rote Linie)

Fig. 4: Annual distribution of average heat required from a 500 kW<sub>el</sub> biogas plant incl. 10,000 m<sup>2</sup> greenhouse and idealised heat production of biogas plant (red line)

Abb. 5



Geordnete Jahresdauerlinie der Heizlast einer 500-kW<sub>el</sub>-Biogasanlage inkl. 10 000 m<sup>2</sup> Gewächshaus und idealisierte Jahresdauerlinie der Wärmebereitstellung einer Biogasanlage (rote Linie); Spitzenlast: Heizleistung 1062 kW<sub>th</sub>, Wärmemenge 745 325 kWh<sub>th</sub> pro Jahr  
 Fig. 5: Adjusted annual duration of heat requirement from a 500 kW<sub>el</sub> biogas plant incl. 10,000 m<sup>2</sup> greenhouse and idealised annual duration line of the heat production of biogas plant (red line); peak load: heating performance 1,062 kW<sub>th</sub>, heat total 745,325 kWh<sub>th</sub> per annum.

Befinden sich im näheren Umfeld der BGA weitere landwirtschaftliche Betriebe oder Industrien mit zu trocknenden Gütern, so kann die Lohn Trocknung die Auslastung eines Trockners erhöhen sowie die Wirtschaftlichkeit und den Wärmenutzungsgrad der BGA verbessern.

Die ganzjährige Nutzung größerer Wärmemengen wird durch die Trocknung von Holz zur energetischen Nutzung und von Gärresten zur Düngemittelherstellung ermöglicht.

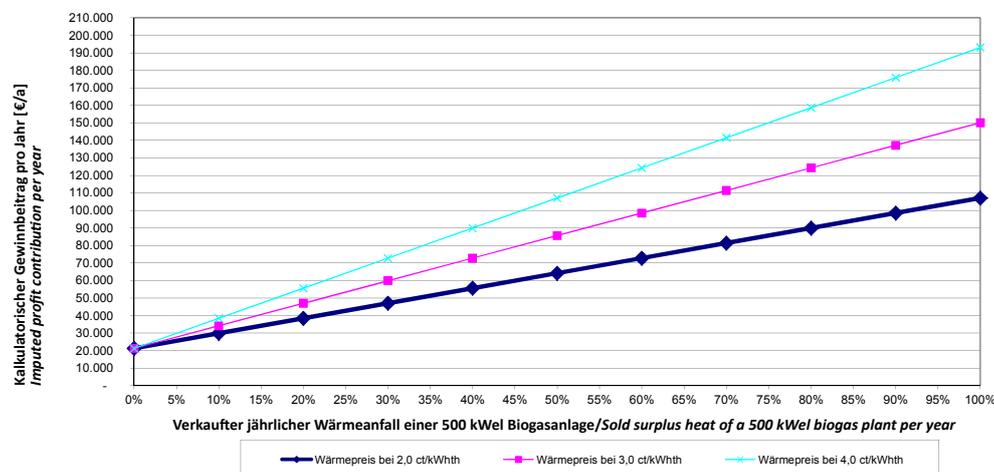
Dadurch werden jedoch keine fossilen Energieträger eingespart, da deren Einsatz zur Trocknung selten wirtschaftlich ist.

### Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK)

Die KWKK bietet die Möglichkeit die erzeugte BHKW-Wärme in den Sommermonaten oder ganzjährig zur Kühlung zu nutzen. Neben der Milchkühlung oder der Kühlung von Stallgebäuden

(Schweinställen) können Lagerhallen oder Kühlhäuser versorgt werden, die z. B. Obst und Gemüse kühlen. Zur Nutzung der BHKW-Wärme werden indirekt beheizte 1-stufige, 2-stufige oder 3-stufige Absorptionskältemaschinen verwendet. Je höherstufig die Kältemaschine ist, desto effizienter arbeitet sie. Als Effizienzkriterium wird die Leistungszahl (energy efficient ratio EER) herangezogen. Dieser Wert beschreibt das Verhältnis der Kühlleistung zur benötigten Wärmeleistung. Sie liegt für Absorptionskältemaschine meist unter 1. Typische EER-Werte für Kältemaschinen reichen von 0,65 bis 0,8 für 1-stufige Anlagen und von 0,9 bis 1,2 für 2-stufige Anlagen [4]. Als Kältemittel werden, je nach angestrebter Kühltemperatur, Lösungen aus Lithiumbromid-Wasser (LiBr/H<sub>2</sub>O), Kühltemperatur bis zu 6 °C, oder Ammoniak-Wasser (NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O), Kühltemperatur von 0 °C bis -60 °C, verwendet [4].

Abb. 6



Wirtschaftlichkeit der 500-kW-Modellanlage  
 Fig. 6: Economic efficiency of 500 kW model plant

Je größer die Differenz zwischen Umgebungstemperatur und angestrebter Temperatur beim Wärme- bzw. Kältekunden ist, desto höher ist der potenzielle Wärmeabsatz der BGA und somit die Substitution fossiler Energieträger.

### Bewertung der Wirtschaftlichkeit

Welchen Einfluss der Wärmepreis und die verkaufte Wärmemenge auf die Wirtschaftlichkeit der zuvor beschriebenen 500-kW-Modellanlage hat, zeigt **Abbildung 6**. Außer von den EEG-Stromerlösen ist die Wirtschaftlichkeit maßgeblich von der verkauften Wärmemenge abhängig. Werden beispielsweise 50% des jährlichen BHKW-Wärmeanfalls zu einem Preis von 3,0 ct/kWh<sub>th</sub> verkauft wird ein kalkulatorischer Gewinnbeitrag von 85.657 € pro Jahr erzielt.

### Schlussfolgerungen

Eine Aussage zur Vorzüglichkeit eines Wärmekonzeptes ist immer nur individuell möglich. Ob ein Wärmenutzungsvertrag zustande kommt, ist im Wesentlichen von ökonomischen Gesichtspunkten abhängig. Der Wärmekunde möchte Einsparungen gegenüber der substituierten Wärmeerzeugung erzielen. Die Motivation des BGA-Betreibers ist auf zusätzliche Einnahmen aus dem Wärmeverkauf und die Sicherung der Mindestwärmenutzung gemäß EEG gerichtet.

Die Höhe des erzielbaren Wärmepreises ist stark von der Absatzstruktur abhängig. So kann bei der Belieferung privater Haushalte ein höherer Preis erzielt werden als bei der Belieferung der Industrie. Weitere Einflussgrößen sind die Systemgrenze (Übergabe am BHKW oder beim Wärmekunden), die Anzahl und der Wärmebedarf der potenziellen Wärmekunden im Einzugsbereich sowie das Vorhalten von Redundanzen.

### Literatur

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2013): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Berlin, Stand: Februar 2013
- [2] Deutsches Biomasseforschungszentrum DBFZ (2012): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, DBFZ Report 12
- [3] Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) (2012): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien vom 1. Januar 2012
- [4] WIP Renewable Energies (Hrsg.) (2012): Nachhaltige Wärmenutzung von Biogasanlagen, München
- [5] Below, R. (2012): Optimierung der Wärmenutzung von Biogasanlagen – Fünf Praxisbeispiele und Empfehlungen aus der Region Vorpommern, Bachelorarbeit, Hochschule Neubrandenburg

### Autoren

**Bernd Wirth** und **Stefan Hartmann** sind wissenschaftliche Mitarbeiter im Team Energie am Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt, E-Mail: b.wirth@ktbl.de