

Claudia Maurer und Joachim Müller

# Kombination von Solarenergie und BHKW-Abwärme zur Trocknung von Biogas-Gärresten

Biogas-Gärreste enthalten zwischen 90 und 98% Wasser und pflanzenbaulich wichtige Nährstoffe, weshalb sie meist direkt auf das Feld ausgebracht werden. Die Politik fördert seit dem 1. Januar 2009 mit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes die Nutzung der Abwärme von Blockheizkraftwerken (BHKW) zur „Nutzung als Prozesswärme zur Aufbereitung von Gärresten zum Zweck der Düngemittelherstellung“ [1] in Form des Kraft-Wärme-Kopplungsbonus (KWK-Bonus). Für den Fall, dass die Abwärme für die Trocknung nicht ausreicht, stellt die Kombination mit der Solarenergienutzung eine innovative Lösung dar.

## Schlüsselwörter

Gärrest, Biogas, solare Trocknung

## Keywords

Digestate, biogas, solar dryer

## Abstract

Maurer, Claudia and Müller, Joachim

Combined use of solar energy and waste heat from CHP for drying of biogas digestate

Landtechnik 64 (2009), no. 5, pp. 336 - 338, 3 figures, 1 table, 3 references

Digestates contain on average between 90 and 98% of water as well as important horticultural nutrients and are therefore often directly spread over the fields. Due to political reform of 1st January 2009 the amended renewable energy act stipulates the use of the heat from combined heat and power units (CHP) to process the digestates as a fertilizer [1]. If the residual heat from CHP is not enough for drying, a combination of solar energy and waste heat describes a innovative solution.

Menge an Gärresten, die als Nebenprodukt bei der Fermentation anfallen. Die Anlagendichte ist regional verschieden und somit kann es zu einer Nährstoffanreicherung in bestimmten Regionen kommen. Viele Landwirte kaufen zur Aufstockung betriebseigener Biomasse Substrate für die Biogasanlage zu, was zu einer Anreicherung von Nährstoffen in den Betrieben führt. Dieser Akkumulation soll entgegengewirkt werden, indem die Nährstoffe wieder aus dem Betriebe abgeführt werden.

Gärreste enthalten wichtige pflanzenbauliche Inhaltsstoffe, aber nur ca. 2- 10% Trockenmasse (TS) [2], was den Transport über weite Strecken unwirtschaftlich macht [3]. Eine Erhöhung des Trockenmasseanteils durch Trocknung und dadurch eine Aufkonzentrierung der Nährstoffe stellt eine Option dar, diesen Transport wirtschaftlich zu gestalten und generiert dadurch einen Mehrwert für die vorhandenen Gärreste. Die solare Trocknung, gekoppelt mit der Nutzung der Abwärme aus Blockheizkraftwerken, ermöglicht es, vorhandene Energie gezielt zu nutzen und die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage zu steigern.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das Trocknungsverhalten der Biogas-Gärreste in einer kombinierten Solar/Abwärme-Trocknungsanlage zu untersuchen.

## Kombinierte Solar/Abwärme-Trocknungsanlage

Die Untersuchungen zur Gärresttrocknung fand an einer Na-WaRo-Biogasanlage mit angeschlossener solargestützten Trocknungsanlage in Kupferzell, Landkreis Hohenlohe statt. Die Biogasanlage besteht aus zwei Fermentern mit einem Gesamtvolumen von 2200 m<sup>3</sup>. Die Trocknungsanlage hat eine Nettofläche von 480 m<sup>2</sup> und ist mit einer PE-Luftpolsterfolie gewächshausartig überdacht. Die vordere Giebelseite ist südöstlich ausgerichtet. Im Trocknungsraum der Halle befinden sich zehn

■ Bis zum Ende des Jahres 2009 werden in Deutschland rund 4700 Biogasanlagen in Betrieb sein, somit hat sich ihre Zahl in den letzten fünf Jahren verdoppelt. Dadurch steigt auch die

Wärmetauscher, welche die Anlage mit Wärme aus dem Gasmotor-Blockheizkraftwerk (BHKW) versorgen. Das BHKW hat eine Leistung von 320 kW<sub>el</sub>. Zusätzlich wird Wärme über einen Luftkanal aus dem Mikrogastrurbinen-Blockheizkraftwerk mit einer Leistung von 65 kW<sub>el</sub> als Luft-Abgas-Gemisch an der vorderen Giebelwand in die Trocknungshalle eingetragen. Frischluft wird ebenfalls an der vorderen Giebelwand über eine Lüftungs-klappe oberhalb des Halleneingangs eingesaugt. Die Abluft der Trocknungsanlage wird mit Hilfe von vier drehzahlgesteuerten Ventilatoren freiblasend aus der Halle geführt. Die Anlage wird über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) geregelt und der Gärrest wird während der Trocknung mit einem Wendeaгреgat in bestimmten Zeitintervallen durchmischt. Die Durchmischungshäufigkeit wird durch die SPS auf Grundlage der Wetterdaten und des Trocknungsverlaufes des Gärrestes berechnet. Eine Durchmischung des trocknenden Gärrestes ist notwendig, um Verkrustungen an der Oberfläche zu vermeiden und den Gärrest zu belüften.

### Versuchsaufbau und -durchführung

Um den Trocknungsverlauf der Gärreste an verschiedenen Orten in der Halle zu bestimmen, wurden täglich an 20 Punkten Proben aus dem trocknenden Gärreste entnommen. Der Trockensubstanzgehalt wurde im Trockenschrank bei 105°C ±3°C (DIN EN 12880) bestimmt, der Glühverlust im Muffelofen bei 550°C ±5°C (DIN EN 12879). Klimadaten, wie Temperatur, solare Strahlung und Luftfeuchte außen, sowie die Temperatur und Luftfeuchte innen wurden in einem vierminütigen Intervall erfasst. Jeweils vor und nach der Trocknung wurde der Gärrest chemisch analysiert durch Bestimmung von Gesamtstickstoff (N) nach DIN ISO 11261, Ammoniumstickstoff (NH<sub>4</sub>-N), Phosphat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Kaliumoxid (K<sub>2</sub>O), Magnesiumoxid (MgO) und Calciumoxid (CaO) nach DIN 38406.

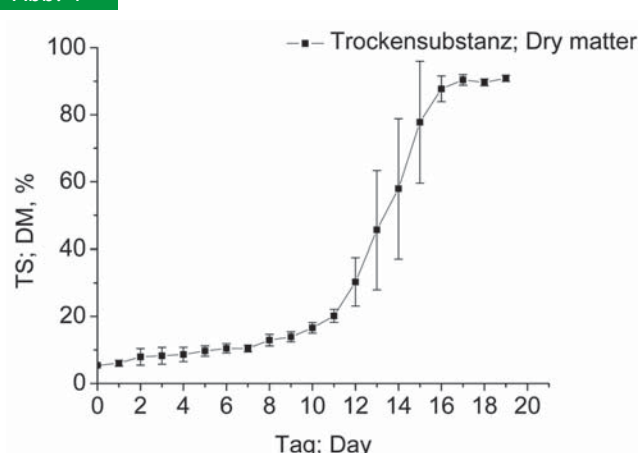
Die Trocknungshalle wurde am 10.5.2009 mit 100 t Gärrest befüllt und am 30.5.2009 nach 21 Tagen entleert. Die Zusammensetzung des Gärrestes am Beginn sowie am Ende der Trocknung ist in **Tabelle 1** dargestellt.

Tab. 1

Zusammensetzung der Gärreste vor und nach der Trocknung  
Table 1: Composition of the digestate before and after drying

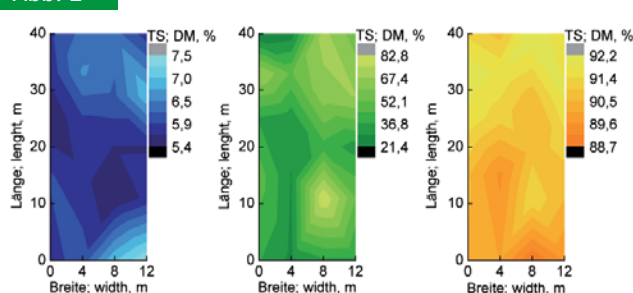
Parameter	Gärrest Frisch/ digestate fresh (TS/DM = 5,4)		Gärrest getrocknet/ digestate dried (TS/DM = 90,9)	
	kg/t	% TS/DM	kg/t	% TS/DM
N	3,9	6,9	22,7	2,5
NH <sub>4</sub> -N	1,6	2,8	0,4	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,4	4,2	40,4	4,4
K <sub>2</sub> O	8,1	14,4	105,9	11,6
MgO	0,9	1,6	16,8	1,8
CaO	2,6	4,6	45,2	4,9

Abb. 1



Verlauf des Trockensubstanzgehalts während der Trocknung von Biogasgärrest in einer kombinierten Solar/Abwärme-Trocknungsanlage  
Fig. 1: Development of the dry matter contents during the drying of digestate in a solar/waste heat drying plant

Abb. 2



Horizontale Verteilung des Trockensubstanzgehalts in der Trocknungshalle: links am ersten Tag, Mitte nach 14 Tagen, rechts nach 21 Tagen

Fig. 2: Horizontal distribution of the dry matter contents in the hall: left at the first day, middle after 14 days, right after 21 days

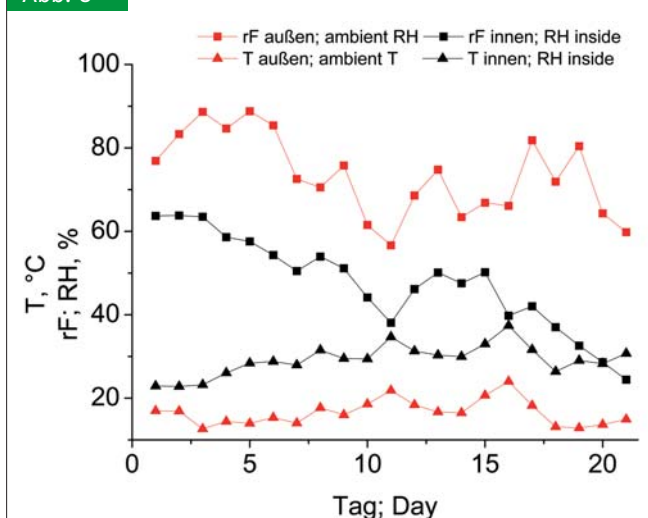
### Trocknungsverlauf der Gärreste

**Abbildung 1** zeigt die Zunahme der Trockensubstanz durch Wasserentzug während der Trocknung. In den ersten zwölf Tagen stieg der Trockensubstanzgehalt nur wenig an, danach beschleunigte sich jedoch die Trocknung und wurde – ersichtlich aus der hohen Standardabweichung – räumlich heterogen. Nach 17 Tagen wurde kaum noch Wasser entzogen und die folgenden Tage steigerten lediglich die Gleichmäßigkeit des Trockensubstanzgehaltes, was sich in der Abnahmen der Standardabweichung äußerte.

In **Abbildung 2** ist die räumliche Verteilung des Trockensubstanzgehalts zu verschiedenen Zeitpunkten der Trocknung dargestellt. Aus den Bildern ist ersichtlich, dass innerhalb der Trocknungsfläche räumliche Unterschiede im Trockensubstanzgehalt auftraten, welche in der Mitte des Prozesses mit einer Spanne von 21 bis 83 % besonders hoch waren.

Die durchschnittlichen Klimadaten während der Versuchslaufzeit sind in **Abbildung 3** dargestellt. Um die Füllung von 100 t Gärrest zu trocknen, wurden insgesamt rund 215 MWh an

Abb. 3



Durchschnittliche Klimadaten vom 10.5.09 bis 30.5.09

Fig. 3: Climate data at the average from the 10 mai 09 till 30 mai 09

thermischer Energie eingesetzt. Das entspricht einem Energiebedarf von 9,1 MJ pro kg entzogenem Wasser. Rund 65% der für die Trocknung aufgebrauchten Energie stammte aus dem BHKW (139 MWh). Die Solarenergie leistete einen Betrag mit 43 MWh. Die Mikrogasturbinen lieferten eine Abwärme von insgesamt 33 MWh, wobei sie nur an zehn der 21 Trocknungstage in Betrieb waren.

### Schlussfolgerungen

Die Nutzung der Abwärme aus Biogas-Blockheizkraftwerken zur Trocknung von Gärresten stellt einen ersten Schritt zu deren Verwendung als Handelsdünger dar. Durch die Massenreduktion der Gärreste werden Lagerkapazitäten auf dem Betrieb eingespart und die überbetriebliche Verwertung der Gärreste schafft eine Einkommensquelle für die Landwirte. Die Ergebnisse zeigen, dass ein 320 kW BHKW genügend Abwärme produziert, um die Gärreste der Biogasanlage zu trocknen. Die Solarenergie und die Abwärme aus der Mikrogasturbine wirken sich positiv auf die Trocknung aus, wobei der Anteil am Gesamtenergieeinsatz in den hier vorgestellten Versuchen gering war.

### Literatur

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften. Bundesgesetzblatt, 2008, Nr. 49, Teil I
- [2] Sensel K, und V. Wragge: Pflanzenbauliche Verwertung von Gärresten aus Biogasanlagen unter besonderer Berücksichtigung des Inputs substrats Energiepflanzen, Schlussbericht. Fachagentur für Nachhaltige Rohstoffe e.V., 2008
- [3] Döhler, H. und S. Wulf: Aktueller Stand bei der Gärrestaubbereitung. In: Gärrestaubbereitung für eine pflanzenbauliche Nutzung – Stand und F+E-Bedarf. Gülzower Fachgespräche, Band 30, Fachagentur für Nachhaltige Rohstoffe e.V., 2009

### Autoren

**M.Sc. Claudia Maurer** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Fachgebiet Agrartechnik in den Tropen und Subtropen (Leitung: **Prof. Dr. Joachim Müller**), Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart. E-Mail: maurercl@uni-hohenheim.de

### Danksagung

Diese Arbeit wurde gefördert im Rahmen der Biomasseforschungsplattform durch das Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum mit Mitteln der Landesstiftung Baden-Württemberg