



Wärmenutzung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Jörg Messner

Staatliche Biogasberatung

Regierungsbezirke Tübingen und Freiburg

LVVG Aulendorf

Wärmenutzung wird bei immer mehr Biogasanlagen ein Thema. Warum?

- Deutlich gestiegene Investitionskosten für Biogasanlagen. Durch die Wärmenutzung verbessert sich die Wirtschaftlichkeit
- Durch den KWK-Bonus besteht ein ökonomischer Anreiz zur Wärmenutzung (KWK-Bonus nur für Neuanlagen i. S. des EEG). Evtl. wird der KWK-Bonus im novellierten EEG angehoben.
- Mit zunehmender Zahl an Biogasanlagen verschärft sich die gesellschaftspolitische Diskussion: Es wird nur ein Teil der Energie energetisch genutzt, ein Großteil der erneuerbaren Energie Biogas wird vernichtet.
- Bei größeren und insbesondere bei Nahwärmanlagen kann deutlich mehr Wärme abgegeben werden, dadurch rechnet sich ggf. der Bau einer Wärmeleitung
- Aufgrund steigender Energiekosten suchen immer mehr Kommunen, Gewerbebetriebe und Privatpersonen nach alternativen Wärmekonzepten.

Wärmeanfall einer Biogasanlage

KW elektrisch	110	190	250	340	500
Bruttoenergie / Jahr (7300 h) in kWh	2.362.000	3.963.000	5.069.000	6.708.000	9.605.000
Gesamtwirk. grad	86%	86%	86%	86%	86%
El. Wirkungsgrad	34%	35%	36%	37%	38%
Strommenge / Jahr (kWh)	803.000	1.387.000	1.825.000	2.482.000	3.650.000
Therm. Wirk.grad	52%	51%	50%	49%	48%
Wärmeanfall in kWh	1.228.000	2.021.000	2.534.000	3.287.000	4.610.000
Fermenterheizung (kWh)	472.000	792.000	1.014.000	1.342.000	1.921.000
Nutzbare Wärme (kWh)	756.000	1.229.000	1.520.000	1.945.000	2.689.000
In Liter Heizöl	75.600	122.900	152.000	194.500	268.900

Die tatsächlich nutzbare Wärmemenge ist auch abhängig von der Art des BHKWs (Gasmotor oder Zündstrahler, Abgaswärmetauscher, Ladeluftkühlung, etc.), Fermenterisolierung, Grundwasser, Güllemenge, u.v.m.

Möglichkeiten der Wärmenutzung (I)

- Nahbereich (bis ca. 250m)

Wärmeleitung im Doppelrohr (ca. 100 €/ lfm)

➤ Eigene Hofstelle:

- Wohnhaus
- Ställe (Ferkelerzeugung und –aufzucht, Hähnchenmast, etc.)
- Trocknung von Holz (Stückholz, Hackschnitzel, Getreide, Heu, Kräuter, Klärschlamm, Gärrest, etc.)

➤ Angrenzende Wohnhäuser

➤ Abwärmenutzung zur Stromerzeugung (z.B. ORC)

- Mittlere Entfernungen (bis ca. 1,5 km)

Wärmeleitung in 2 Wärmeleitungen (Vorlauf und Rücklauf getrennt. Kosten: ca. 100 – 200 €/ lfm)

➤ Einspeisung in vorhandenes Nahwärmenetz

➤ Benachbarte Gewerbebetriebe, Hotels, Gärtnereien oder öffentliche / kommunale Gebäude

Möglichkeiten der Wärmenutzung (II)

- größere Entfernungen (1,5 – 5 km)
Verlegung einer Gasleitung und Verstromung beim Wärmeabnehmer.
Betrieb eines 2. (kleineren) BHKWs an der Anlage zur Beheizung der Fermenter
- Entfernungen über 5 km
Durchleitung im Erdgasnetz
 - Aufbereitung des Biogas auf Erdgasqualität, Durchleitung im Erdgasnetz, wärmegeführte Verstromung beim Wärmeabnehmer.
 - Voraussetzung: ein oder mehrere große Wärmeabnehmer mit ganzjährigem Wärmebedarf
 - Technologiebonus für Aufbereitung auf Erdgasqualität
 - i.d.R. nur mit dem Gasversorger umsetzbar
 - Investitionskosten: ca. 300.000 – 400.000 € laufende Kosten 3 €/ m³ Biogas. Für einen rentablen Betrieb sollten mind. 500 m³ Biogas / h aufbereitet werden (= 1 MW el. Leistung)

Wärmetransport mit Speichermedium

Vergütung der abgegebenen Wärme

- **Die Wärme hat einen Wert und sollte deshalb nicht kostenlos abgegeben werden.**

Häufiges Argument: „Die Wärme ist ja nur ein Abfallprodukt und wenn ich die 2 ct KWK-Bonus bekomme und der Abnehmer die Wärmeleitung verlegt, bin ich schon zufrieden.“

- Die Vergütungshöhe ist abhängig von einer ganzen Reihe von Faktoren, z.B.:
 - Übergabeort, d.h. wer baut die Wärmeleitung (Anlagenbetreiber oder Wärmeabnehmer)
 - Kosten der Leitung (Länge, Hindernisse, Straßenquerungen, etc.)
 - Art der Wärmelieferung (Grundlast oder Vollversorgung)

Anmerkungen zur Vollwärmeversorgung

- Der Wärmelieferant garantiert die Wärmeversorgung, der Abnehmer hat keine eigene Heizung. Um Ausfälle und Spitzenlasten abzudecken ist ein Spitzenlastkessel notwendig, z.B. mit Erdgas, Öl oder Hackschnitzel
- Bei einer Vollwärmeversorgung wird häufig das Contacting-Modell gewählt, d.h. eine separate Gesellschaft ist für den Bau und Betrieb der Wärmeleitung zuständig.
- Beteiligte können sein: Biogasanlagenbetreiber, Wärmeabnehmer, Energieversorger, Kommunen, Privatleute, Investoren
- Gesellschaft investiert neben der Wärmeleitung die Zusatzheizung
- Weitere Möglichkeit um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten: Vertrag mit einer mobilen Heizzentrale (innerhalb 6 h an jedem Standort in D einsatzbereit)
- Vorteile für den Wärmeabnehmer: keine eigene Heizung und man zahlt nur die tatsächlich genutzte Energie (Ölheizung haben bis zu 30% Wirkungsgradverluste)

Weitere Aspekte der Wärmenutzung

- Die Jahreskosten der Wärmeleitung (AfA, Zins, Unterhalt, Stromkosten für Pumpen) müssen geringer sein als der Wärmeerlös und der KWK-Bonus. Lange Wärmeleitungen lohnen sich nur bei großen Wärmeabnehmern. Für ein Wohnhaus (3.000 l Heizölbedarf) rechnet sich eine Wärmeleitung $> 100\text{m}$ in den seltensten Fällen.
- Gleiches gilt auch für die Trocknung von Hackschnitzeln u.a.: Die z.T. hohen Stromkosten für die Gebläse fressen ein Großteil des KWK-Bonus auf.

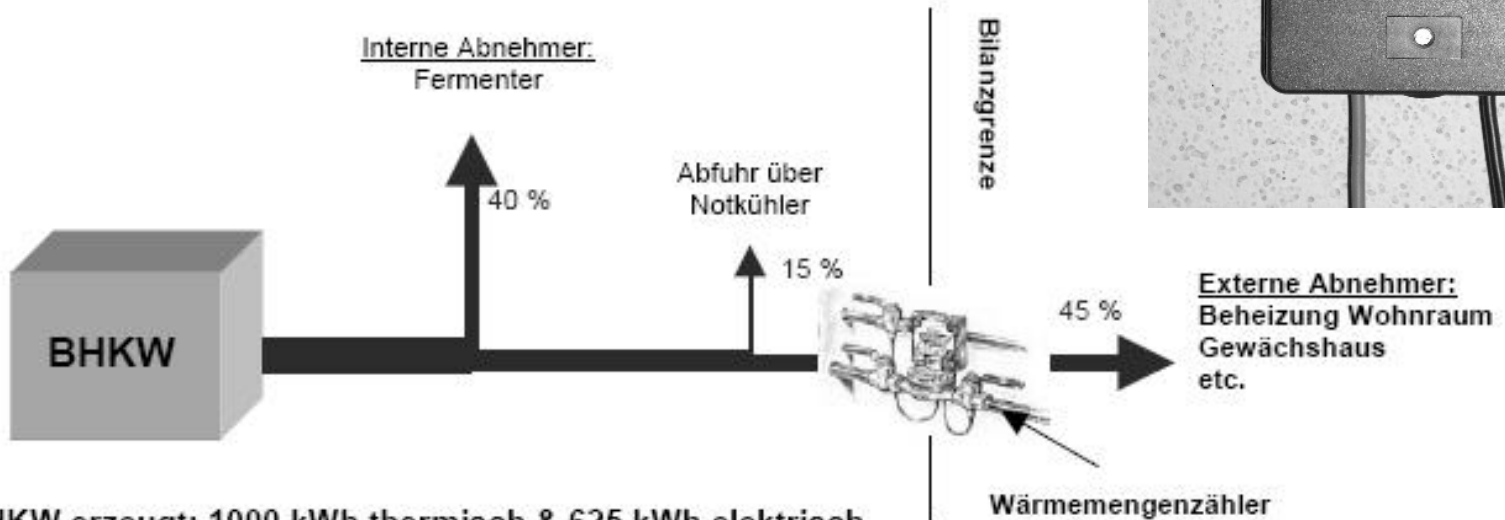
Andererseits: die Wärmevernichtung über den Notkühler kostet ebenfalls Geld

- Bei Wärmelieferverträgen zwingend Anpassungsklauseln aufnehmen mit jährlichen Steigerungsraten oder Anlehnung an Preisindex

KWK-Bonus (2 ct / kWh)

Hersteller-
nachweis

Thermischer Wirkungsgrad: 56
%
Elektrischer Wirkungsgrad: 35%
Stromkennzahl: 0,625



BHKW erzeugt: 1000 kWh thermisch & 625 kWh elektrisch
Extern genutzte Wärme: 450 kWh_{th}
Damit als KWK-Strom zu vergüten: $450 \cdot 0,625 = 281 \text{ kWh}_{el}$

Quelle: Fachverband Biogas e.V. Stand 9.6.2004

Modellrechnungen Biogasanlagen mit Wärmeverkauf

Leistung	110 KW	190 KW	250 KW	340 KW	500 KW
Investition	450.000 €	720.000 €	920.000 €	1.220.000 €	1.750.000 €
Strompreis	0,1699 €	0,1691 €	0,1656 €	0,1632 €	0,1601 €
Arbeitszeit	600	800	1000	1200	1500
Fläche	50 ha	90 ha	120 ha	160 ha	230 ha
Gewinn	- 3.600 €	15.600 €	18.400 €	32.100 €	49.400 €
Wärmeerlös (50% Wärmenutzung, 3,5ct/kWh)	13.500 €	21.500 €	26.600 €	34.100 €	47.100 €
KWK-Bonus	4.900 €	8.400 €	10.900 €	14.700 €	14.700 €
Jahreskosten Wärmeleitung	4.500 €	9.000 €	11.300 €	13.500 €	22.500
Gewinn mit Wärmenutzung	9.900 €	36.500 €	44.600 €	67.600 €	95.300 €



***Betriebsbeispiele zur
Wärmenutzung in
landwirtschaftlichen
Biogasanlagen***

Wärmenutzung mit Hackschnitzeltrocknung

- Biogasanlage mit 300 kW_{e1}
- 3 Container (je 30m³) mit Lochboden
- 3 – 4 Tage Trocknungsdauer
- Wärmenutzung: 2,2 Mio kWh / Jahr (270 kW / h)
- KWK Bonus pro Jahr (Stromkennzahl: 0,8): 35.000 €
- Jahreskosten:
 - Gebläse (5,5 kW): 44.000 kWh x 0,15 €/ kWh = 6.600 €
 - AfA, Zins, Unterhalt Investition: 15 % von 30.000 € = 4.500 €
 - Arbeitszeit: 200 h / Jahr x 15 €/ h = 3.000 €
- Gesamtkosten / Jahr: 14.100 €
- **Zusatzgewinn durch Wärmenutzung: 21.000 €**

Zusätzliche Erlöse durch höheren Verkaufspreis der Hackschnitzel sind noch unberücksichtigt

Problem: Volumenreduzierung bei zu starker Trocknung



Wärmenutzung mit Scheitholztrocknung

- Biogasanlage mit 150 kW_{e1}
- 2 Anhänger (je 10m³) mit Lochboden
- Lohn Trocknung für einen Forstbetrieb
- 4-5 Tage Trocknungsdauer / Anhänger
- Wärmenutzung: 400.000 kWh / Jahr (50 KW / h)
- KWK Bonus pro Jahr (Stromkennzahl: 0,88): 7.000 €
- Erlös für Lohn Trocknung (70 €/ Anhänger) 8.400 €
- Jahreskosten:
 - Gebläse (1 + 1,5 KW): 20.000 kWh x 0,15 €/ kWh = 3.000 €
 - AfA, Zins, Unterhalt Investition: 15 % von 5.000 € = 750 €
 - Arbeitszeit: 100 h / Jahr x 15 €/ h = 1.500 €
- Gesamtkosten / Jahr: 5.250 €
- **Zusatzgewinn durch Wärmenutzung: 10.150 €**



Anmerkungen zur Holz Trocknung

Vorteile

- Höherer Heizwert des Brennmaterials
- Energieverlust durch Eigenerwärmung reduziert
- Abgasverhalten verbessert sich
- Bildung von Schimmelsporen reduziert
- Weniger Transportkosten (weniger Wasser)
- Weniger Platzbedarf für Lager
- ggf. Nutzung der Abgaswärme zur Trocknung (insbesondere bei Gasmotoren, da hier geringere Schadstoffemissionen als Zündstrahler)

Nachteile

- Kaum CO₂ Einsparung
- Umschlagkosten (1 €/ srm), evtl. zusätzlicher Transport
- Bei zu starker Trocknung Volumenreduzierung
- Höherer Preis am Markt durchzusetzen?

Wärmeversorgung von Wohnhäusern

- Biogasanlage mit 160 kWel in Ortsrandlage
- An das Wärmenetz sind 8 angrenzende Wohnhäuser angeschlossen
- Maximale thermische Abgabemenge: 140 kW
- Kosten für die Wärmeleitung wurden von den Wärmeabnehmern übernommen (Kosten: 2.000 – 4.000 €/ Wohnhaus)
- Jedes Wohnhaus hat die vorhandene Heizung behalten, bisher aber nicht mehr benötigt
- Vergütung für die Wärme: pauschal 500 €/ Haus und Jahr
- Anlage darf maximal 30 Tage im Jahr stehen
- Jährlicher Zusatznutzen: KWK Bonus ca. 10.000 €+ 4.000 €für die Wärme

Wärmelieferung an die Kommune

- Biogasanlage mit 320 KW el.
- Beteiligt sind 3 Landwirte und die Gemeinde zu je 25% (Rechtsform: GmbH & Co. KG)
- Geschäftsführer der vorgeschalteten Verwaltungs-GmbH ist der Bürgermeister
- Nahwärmenetz ist im Eigentum des Eigenbetrieb Energie der Gemeinde
- Fernwärmeleitung: 1,4 km, Investitionssumme 300.000 € (170 €/ lfm), Temperaturverlust: 1-2°C
- Versorgt werden: 2 Firmen, Grundschule, Kindergarten, Turnhalle, Lehrschwimmbecken, Seniorenheim
- Wärmepreis an BGA: 1 ct / kWh, Wärmeverkaufspreis: 4 ct / kWh (nur Grundlastwärme, keine Vollwärmeversorgung)
- Nach 10 Jahren, wenn die Wärmeleitung bezahlt ist, wird neu über den Wärmepreis verhandelt.
- Zusatznutzen für Biogasanlage (Wärmeverkauf + KWK Bonus): rund 45.000 €/ Jahr

Wärmenutzung zur Klärschlamm-trocknung



Wärmenutzung zur Klärschlamm-trocknung

- Glashaus mit Fußbodenheizung
- Wärmeabnahme: ca. 100 KW / h (ca. 800.000 kWh / Jahr)
- Vergütung: 1- 2ct / kWh
- Landwirt ist nur Wärmelieferant
- Betreiber der Trocknungsanlage ist der Abwasserzweckverband und die Stadt
- Die effektivere (aber auch teurere) Trocknung ist ein Band- oder Siebbodentrockner, da deutlich mehr Wärme transportiert und dadurch mehr Wasser abgeführt werden kann.

Probleme / Grenzen der Wärmenutzung

- Interessante Wärmeabnehmer mit ganzjährigem hohem Wärmebedarf sind selten
- Z.T. hohe zusätzliche Investitionen (Wärmeleitung, Zusatzheizung, Trocknungsanlage)
- Fehlende Nahwärmenetze
- Zusätzliche Emissionen bei Trocknungsanlagen (Lärm, Geruch, Staub)
- Baurecht: Ist eine Trocknungsanlage zum Trocknen von gewerblichen Gütern im Außenbereich privilegiert ?

Fazit

- Energiekosten werden weiterhin auf hohem Niveau sein, dadurch steigt die Zahl der interessierten Wärmeabnehmer.
- Möglichkeiten der Wärmenutzung sind nicht an jedem Standort vorhanden, ganzjährige Wärmenutzungsmöglichkeiten sind selten.
- Wärmenutzung von Biogasanlagen ist ökonomisch und ökologisch sinnvoll.
- Auch Trocknung von Holz und Klärschlamm ist ökologisch sinnvoll, da der Heizwert des Produktes erhöht wird
- Die Akzeptanz in der Bevölkerung für Biogasanlagen verbessert sich durch die Wärmenutzung.