



Digitale Bibliothek Braunschweig
Publikationsserver der TU Braunschweig

Autor: Rolf Kloss

Titel: Möglichkeiten der Anpassung und der Steuerung von Anlagen zur optimalen betrieblichen Energiebedarfsdeckung

Institut: Institut für Technologie, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, 1983

Elektronisch veröffentlicht am: 08.05.2012

url: <http://www.digibib.tu-braunschweig.de/?docid=00043058>

Ursprünglich erschienen in:

Berichtsheft 2. Biogas-Fachgespräch, Institut für Technologie,
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig, 1983, S. 70-76

MÖGLICHKEITEN DER ANPASSUNG UND DER STEUERUNG VON ANLAGEN ZUR OPTIMALEN BETRIEBLICHEN ENERGIEBEDARFSDECKUNG

R. Kloss

Institut für Technologie der Bundesforschungsanstalt
für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig-Völkenrode

1. Einleitung

Täglich gleichmäßig beschickte Biogasanlagen mit konstantem Reaktionsvolumen, somit Anlagen, die nach dem sog. Durchflußprinzip arbeiten, zeichnen sich durch eine über das Jahr gesehen recht gleichbleibende Leistungsabgabe aus, vorausgesetzt, daß sich die Randbedingungen, unter denen die Anlage betrieben wird, nicht ändern. Das bedeutet unter anderem, daß die Zusammensetzung der täglich anfallenden Gülle gleichbleibend sein muß.

Demgegenüber weist der betriebliche Energiebedarf, insbesondere der Wärmebedarf des landwirtschaftlichen Haushaltes, erhebliche Schwankungen auf. Sofern eine Biogasanlage vorwiegend zur Wärmebedarfsdeckung des landwirtschaftlichen Haushaltes eingesetzt wird, ergibt sich in der Regel ein erhebliches Mißverhältnis zwischen Energieangebot und Energiebedarf.

Betrachtet man für einen typischen Fall die in Bild 1 angeführten Werte, so erkennt man, daß häufig die durch die Anlage täglich bereitstellbare Wärmemenge in der Praxis im Mittel nur zu 50 bis 60 % genutzt wird.

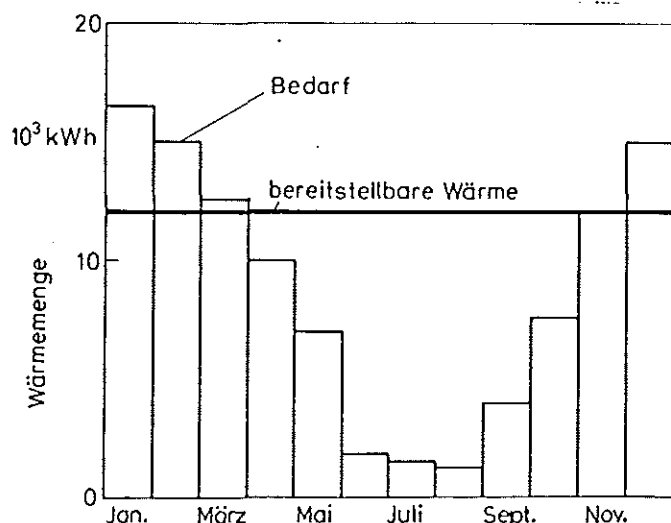


Bild 1: Durch eine Biogasanlage mit 15 kW Leistungsabgabe bereitstellbare Wärmemenge sowie monatlicher Heizwärmebedarf eines landwirtschaftlichen Haushaltes (200 m² Wohnfläche, 4 Personen)

Zur Erhöhung dieses Gasnutzungsgrades wird deshalb in der überwiegenden Anzahl der Fälle ein Energiespeicher in das zwischen Verbraucher und Anlage bestehende Verbundsystem eingefügt. Da die Kosten für Energiespeicher, wie sie im Rahmen von eigenen Erhebungen festgestellt werden konnten, häufig zwischen 20 bis 30 % der Gesamtinvestition einer Biogasanlage ausmachen, müssen sie nicht nur nach technischen, sondern auch nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten bemessen werden. Wenn, wie aus Bild 2 am Beispiel der Biogaserzeugung auf einer Brennerei zu ersehen ist, der Energiespeicher den Nutzungsgrad des erzeugten Gases mehr als vervierfacht, sind die in Höhe von ca. 30 % der Gesamtanlagenkosten entstehenden Mehrkosten für den Gasspeicher als eine äußerst vorteilhafte Zusatzinvestition anzusehen.

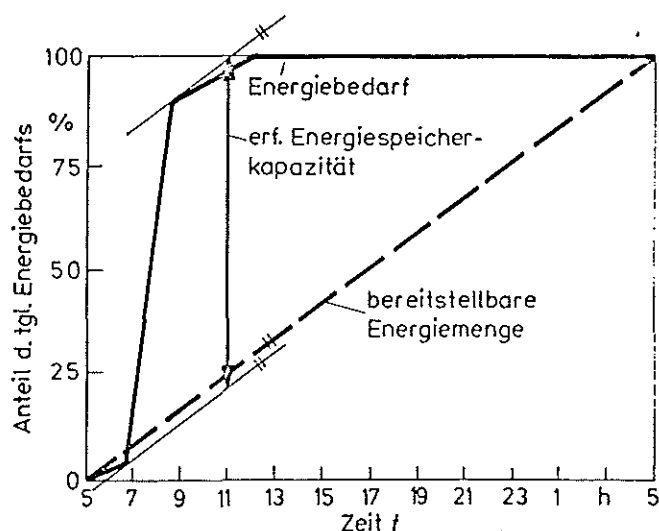


Bild 2: Graphische Bestimmung der erforderlichen Speicherkapazität bei gegebenem tageszeitlich abhängigem Energiebedarf einer Brennerei und Energieangebot einer Biogasanlage

2. Speichersysteme

Als Energiespeicher werden bevorzugt Gasspeicher, daneben in sehr wenigen Fällen Warmwasserspeicher, eingesetzt. Als weitere Möglichkeit wird eine Langzeitspeicherung eines Teils der während der Sommermonate täglich anfallenden tierischen Exkremente erwogen, um während der Winterzeit die Anlagen bei kürzerer Verweilzeit mit geringerem Ausfallungsgrad des zugeführten Substrates aber insgesamt höherer Nettoenergieabgabe zu betreiben.

Zum Vergleich der Leistungsfähigkeit der angesprochenen Speicherformen bietet sich als Kriterium die auf eine Speichervolumeneinheit bezogene speicherbare Energiemenge an (Tafel 1). Danach würde sich - weit häufiger als in der Praxis davon Gebrauch gemacht wird - die Speicherung der Energie in Form tierischer Exkremente oder Warm-

wasser anbieten. Betrachtet man jedoch diese Speicherformen nach dem zusätzlichen Kriterium der zeitlichen Verfügbarkeit, so ist bei kurzfristig nicht vorhersehbar auftretendem Energiebedarf der Gas- oder Warmwasserspeicherung der Vorzug zu geben. Denn aus Gründen der Prozeßstabilität können die Reaktoren nicht innerhalb weniger Stunden durch Erhöhung der Zugabe auf eine höhere Leistungsabgabe gebracht werden. Nach den bisherigen Erfahrungen mit Rinderflüssigmist sind hierzu wenigstens einige Tage, wenn nicht sogar Wochen erforderlich [1]. Solange außerdem die Frage ungeklärt ist, ob und wenn ja mit welchen Energieverlusten in Folge der während der Langzeitlagerung selbsttätig ablaufenden Gärungsvorgänge bei den tierischen Exkrementen zu rechnen ist, kann diese zur langfristigen Energiespeicherung möglicherweise aussichtsreiche Energiespeicherform noch nicht abschließend bewertet werden.

Tafel 1: Speicherkapazität ausgewählter Speichermedien

Speichermedium	volumenbezogene Speicherkapazität
Öl	10.000 kWh/m ³
tierische Exkremente	ca. 200 kWh/m ³
Wasser	ca. 40 kWh/m ³
Biogas	ca. 6 kWh/m ³

Damit sind als Energiespeicher auf Biogasanlagen derzeit lediglich Warmwasser- und Gasspeicher zu empfehlen, wobei die Bereitstellung von elektrischer Energie oder Hochtemperaturwärme (beispielsweise zur Dampferzeugung) nur bei einer Energiespeicherung in Gasform möglich ist.

3. Auslegung eines Energiespeichers

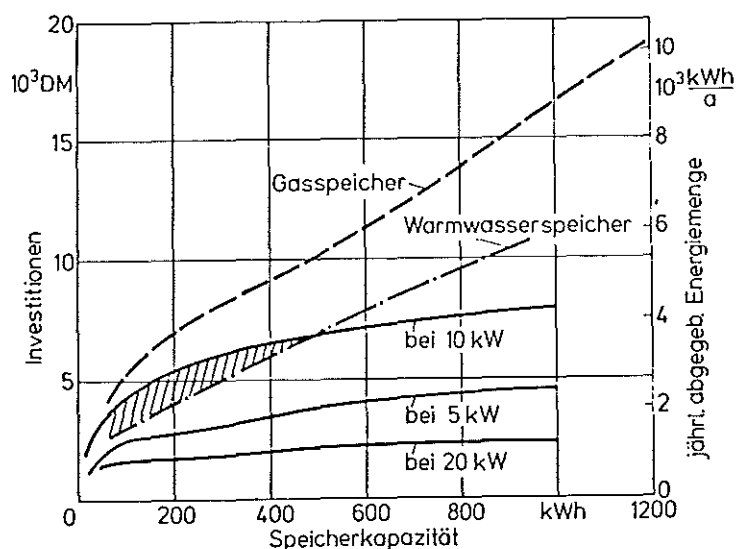
3.1 Methode

Nicht so leicht wie im eingangs angeführten Beispiel der Brennelei zu entscheiden ist hingegen die Frage, wie groß ein Energiespeicher ausgelegt werden sollte, wenn es - wie in dem in Bild 1 dargestellten Fall - darum geht, den Wärmebedarf eines landwirtschaftlichen Haushaltes abzudecken, da die Bedarfsschwankungen einerseits nahezu linear von der Außentemperatur abhängen und somit keinerlei Regelmäßigkeit aufweisen und andererseits dieser tägliche Energiebedarf tageszeitlich betrachtet von den individuellen Ansprüchen abhängig ist, wie es für einen ausgewählten Fall bereits in Bild 1 grob vereinfacht dargestellt wurde.

Die Untersuchung der Frage, wieviel Energie jährlich durch einen Energiespeicher beliebiger Größe bei einem bestimmten betrieblichen Wärmebedarf und einer definierten Anlagenleistung eingespart werden kann, kann sowohl mit Hilfe der aus der Literatur als Standardverfahren bekannten graphischen Methode (vgl. Bild 2) als auch auf analytische Weise erfolgen. Da der tägliche Wärmebedarfs-

Zwischen der tragbaren Investition für einen Energiespeicher und seiner jährlichen Energieabgabe besteht also ein linearer Zusammenhang. Die einander zugehörigen Werte wurden auf der Ordinate von Bild 3 mit aufgetragen.

Weiter zeigt Bild 3 den tatsächlichen Investitionsbedarf für verschiedene Energiespeichersysteme, wie sie von einem Planungsbüro ermittelt werden konnten [3].



- tragbare Investitionen
- - - erforderliche Investitionen
- //// wirtschaftlicher Einsatzbereich

Bild 3: Erforderliche und tragbare Investitionen sowie jährlich an den Betrieb abgegebene Energiemenge aus dem Energiespeicher bei einer Speicherung der Energie in Form von Gas oder Warmwasser in Abhängigkeit von der Speicherkapazität und der von der Biogasanlage bereitstellbaren Leistung.

Dabei wurden nur die mit Abstand günstigsten Speicherformen aufgetragen. Danach scheint die Warmwasserspeicherung am kostengünstigsten zu sein. Zudem liegt die Lebensdauer eines Warmwasserspeichers erheblich über der des hier betrachteten Foliengasspeichers. Die Haltbarkeit eines derartigen Speichers wird nach dem bisherigen Erfahrungen mit 10 Jahren veranschlagt.

Aus der Gegenüberstellung der Funktionsverläufe für die tragbaren und die tatsächlich erforderlichen Investitionen ergibt sich, daß in vorliegendem Fall - selbst unter für die Energiespeicherung günstigen Randbedingungen - die tatsächlichen Investitionen meistens unter den tragbaren liegen. Lediglich bei 10 kW bereitstellbarer Anlagenleistung erscheint der Einsatz eines zwischen 100 und 200 kWh fassenden Warmwasserspeichers sinnvoll zu sein.

3.3 Diskussion der Ergebnisse

Einschränkend zu diesen Aussagen ist zu bemerken, daß für die hier ermittelten Werte bestimmte Annahmen unterstellt wurden, die die realen Verhältnisse nicht vollständig wahrheitsgetreu beschrieben. So blieb die Energiespeicherwirkung der Wohnraumwände sowie des bestehenden Heizsystems in der Berechnung unberücksichtigt. Daneben wurde auch nicht die Überlegung mit in den Modellansatz einbezogen, daß die von der Anlage bereitstellbare Leistung innerhalb bestimmter Grenzen an den betrieblichen Energiebedarf angepaßt werden kann, indem man den Prozeßwärmebedarf der Anlage zu Zeiten mit vergleichsweise geringem betrieblichen Energiebedarf abdeckt.

Bei einer Berücksichtigung dieser Faktoren ist eine noch weitergehende Einschränkung des Einsatzbereiches von Energiespeichern zu erwarten. Dies gilt zusätzlich dann, wenn, wie es bei der Mehrzahl der landwirtschaftlichen Betriebe der Fall ist, der betriebliche Leistungsbedarf noch niedriger als im vorliegenden Fall liegt.

Demgegenüber mögen andere von der unterstellten Außentemperaturreihe abweichende Außentemperaturverläufe sowie innerhalb einer gewissen Bandbreite auftretende Schwankungen in der Biogasproduktion dieser Tendenz bis zu einem gewissen Grade entgegengesetzt wirken.

Dennoch liegt anhand bestehender Abschätzungen die Vermutung nahe, daß selbst bei zusätzlicher Berücksichtigung aller dieser Faktoren in dem bestehenden Modell eine Energiespeicherung zur Anpassung der von der Biogasanlage bereitstellbaren Leistung an den Wärmebedarf eines landwirtschaftlichen Haushaltes nicht sinnvoll ist. Die für den Gasbrennerbetrieb erforderliche geringe Vorlage läßt sich über die Möglichkeit eines Gasdruckaufbaues im Reaktor erzielen.

Lediglich täglich wiederkehrende Wärmebedarfsspitzen gleichbleibender Größe (z.B. zur Kälbertränke) können, wenn sie neben dem Wärmebedarf des Haushaltes abzudecken sind, eine Energiespeicherung wirtschaftlich werden lassen.

Zur schnellen und sicheren Vorhersage der tragbaren Speicherkosten für diese von der Regel abweichenden Fälle wird derzeit an einer Weiterentwicklung des beschriebenen Speicherauslegungsverfahrens gearbeitet.

4. Zusammenfassung und Folgerungen

Aus den bisherigen Betrachtungen läßt sich schließen, daß Biogasanlagen bei richtiger Auslegung des Energiespeichers um bis zu 30% kostengünstiger erstellt werden können, wenn ausschließlich der betriebliche Wärmebedarf des Haushaltes abgedeckt werden soll, ohne daß hierdurch dem Betrieb von der Anlage nennenswert weniger Energie zur Verfügung gestellt wird. Durch eine genaue Energiespeicherbemessung läßt sich in vielen Fällen die Anlagenwirtschaftlichkeit erheblich steigern.

Schrifttum

- [1] Ahlgrimm, H.-J.: Steuerung der 100 m³-Biogasversuchsanlage der FAL nach betriebstechnischen Randbedingungen, (in diesem Berichtsband).
- [2] Kloss, R.: Strom oder Wärme aus Biogas. Grundl. Landtechnik Bd. 32 (1982) Nr. 2, S. 29-68.
- [3] Persönliche Mitteilung des Ingenieurbüros für Entwicklung und Anwendung umweltfreundlicher Energietechnik (UTEK), Gührde 1982.