

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz

**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz

**Band:** 49 (1987)

**Heft:** 4

**Artikel:** Güllegrube als Biogasanlage

**Autor:** Sutter, Karl / Wellinger, Artuhr

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1081618>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Güllegrube als Biogasanlage

Karl Sutter und Arthur Wellinger

Die Ausbreitung landwirtschaftlicher Biogasanlagen war – gemes-  
sen am Potential – bisher eher bescheiden. Ein wichtiger Grund  
sind die hohen Investitionskosten der sogenannten mesophilen  
Fermenter, welche im Temperaturbereich um 35° C betrieben wer-  
den. Grundlegende Arbeiten im Rahmen verschiedener Biogas-  
projekte an der FAT haben uns erlaubt, eine neuartige Anlage zu  
entwerfen, die im Temperaturbereich von 20 – 30° C gefahren  
wird. Im Zusammenhang mit Güllegrubenerweiterungen oder Neu-  
bauten lassen sich mit dem neuen System die Baukosten für klei-  
nere und mittlere Betriebe auf beinahe die Hälfte derjenigen  
mesophiler Anlagen senken. Eine erste Anlage für 30 Milchkühe  
konnte 1985 im neuen Anbindestall an der FAT gebaut werden. Im  
vorliegenden Bericht werden die Erfahrungen des ersten Betriebs-  
winters dargestellt. Im weiteren werden Gasproduktion und Pro-  
zessenergie mit den aufgrund von unseren Untersuchungen und  
von theoretischen Berechnungen zu erwartenden Werten ver-  
glichen.

## 1. Einleitung

Gemäss einer Studie über das Biogaspotential in der Schweiz (Kaufmann, 1984) wären auf-  
grund ihrer Tierzahl (über 25 GVE) und baulichen Struktur rund 10'000 landwirtschaftliche  
Betriebe für die Installation einer Biogasanlage geeignet. Der rela-  
tiv geringe Nettoenergiege-  
winn (35% und mehr des produ-  
zierten Gases müssen für die  
Erhaltung der Betriebstempera-  
tur von rund 35° C wieder in die  
Anlage zurückgeführt werden)  
sowie die hohen Investitions-  
kosten (Fr./GVE 2000.– bis  
3000.–) setzen jedoch der Ver-  
breitung von herkömmlichen An-  
lagen deutliche Grenzen.

In früheren Untersuchungen  
(Wellinger und Kaufmann, 1982)

konnte bereits gezeigt werden,  
dass die Vergärung bei Umge-  
bungstemperaturen in sog-  
nenannten Speichersystemen, wo  
die Lagergrube zugleich Gärbe-  
hälter ist, eine wirtschaftlich

günstige Alternative zu den me-  
sophilen Durchflussanlagen  
darstellen kann, sofern die Be-  
hälter unter beheizten Ställen  
(Schweine- oder Rindermast)  
angeordnet werden. Diese letzte  
Forderung begrenzt jedoch die  
Anwendung im wesentlichen auf  
Neubauten.

Die Forderungen des Gewäs-  
serschutzes nach grösseren  
Güllelagerkapazitäten führen in  
den nächsten Jahren zwangs-  
läufig zu einer erhöhten Bau-  
aktivität in diesem Bereich. Die  
Idee lag deshalb nahe, eine Bio-  
gasanzlage zu entwerfen, welche  
an Stelle normaler Güllegruben  
errichtet werden kann. Das Vo-  
lumen soll an die Lagerkapazität  
angerechnet werden können (im  
Gegensatz zu demjenigen her-  
kömmlicher Durchflussfermen-  
ter), wodurch nurmehr die Mehr-  
kosten gegenüber einer norma-

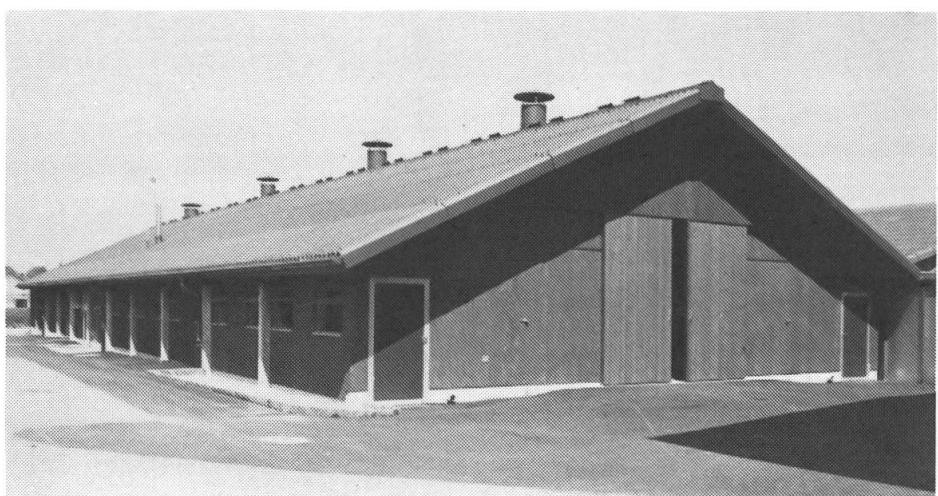


Abb. 1: FAT-Anbindestall mit integrierter Biogasanlage (Unterflur).

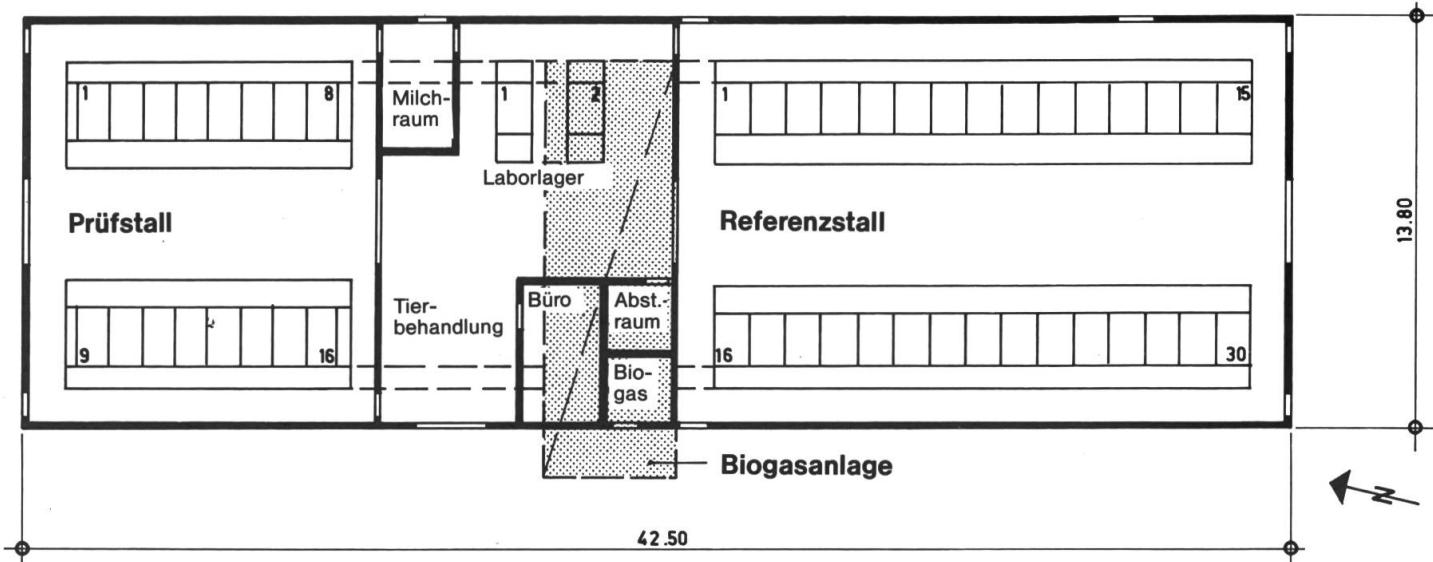
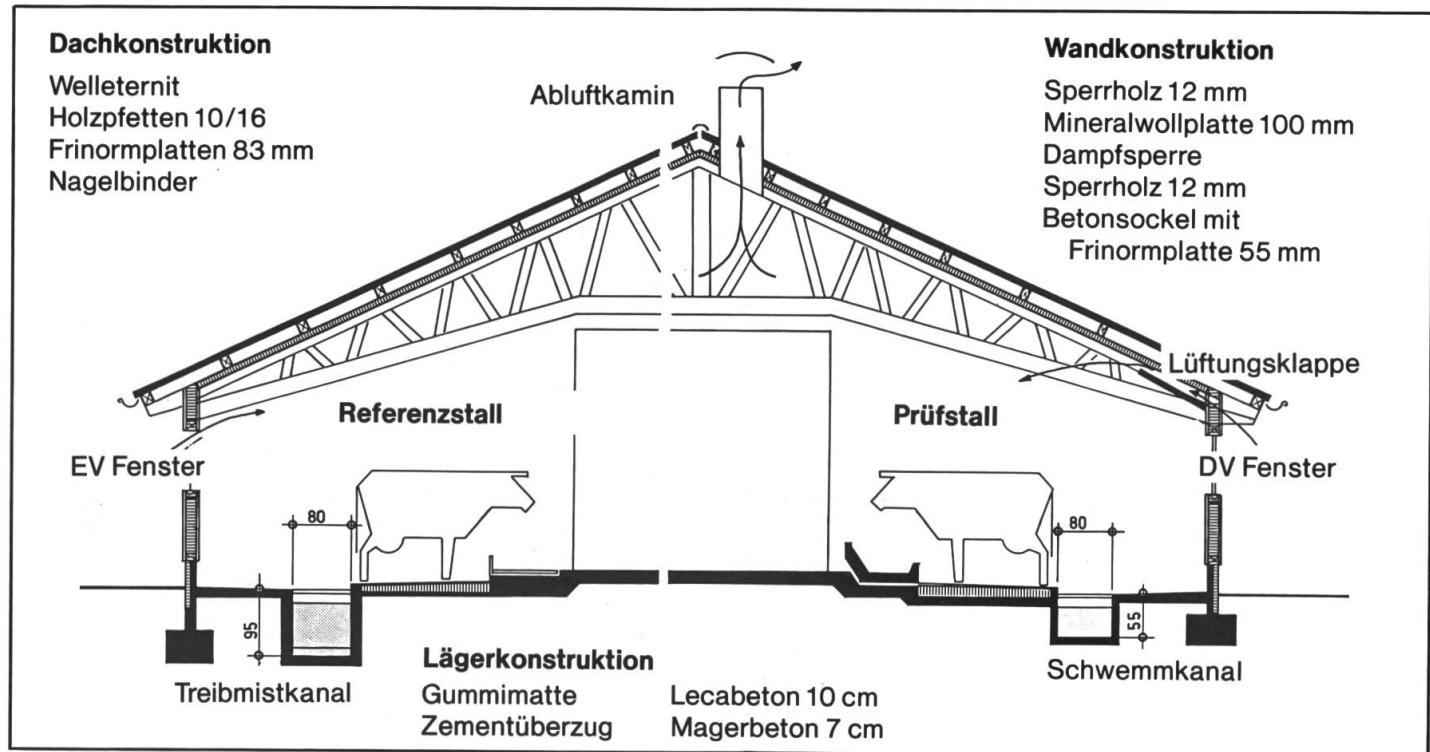


Abb. 2: Querschnitt und Grundriss des FAT-Anbindestalles.

len Lagergrube der Biogasanlage angelastet werden müssen. Die ermutigenden Resultate unserer Arbeiten im Labor und auf der Versuchsanlage (Wellinger, Egger und Sutter,

1985) erlaubten uns, im Zusammenhang mit dem Neubau eines Anbindestalles (Abb. 1) an der FAT eine solche Anlage für 30 Milchkühe zu planen und zu erstellen.

## 2. Der FAT-Anbindestall

Der neue FAT-Anbindestall (Abb. 2) dient in erster Linie der in der Tierschutzgesetzgebung

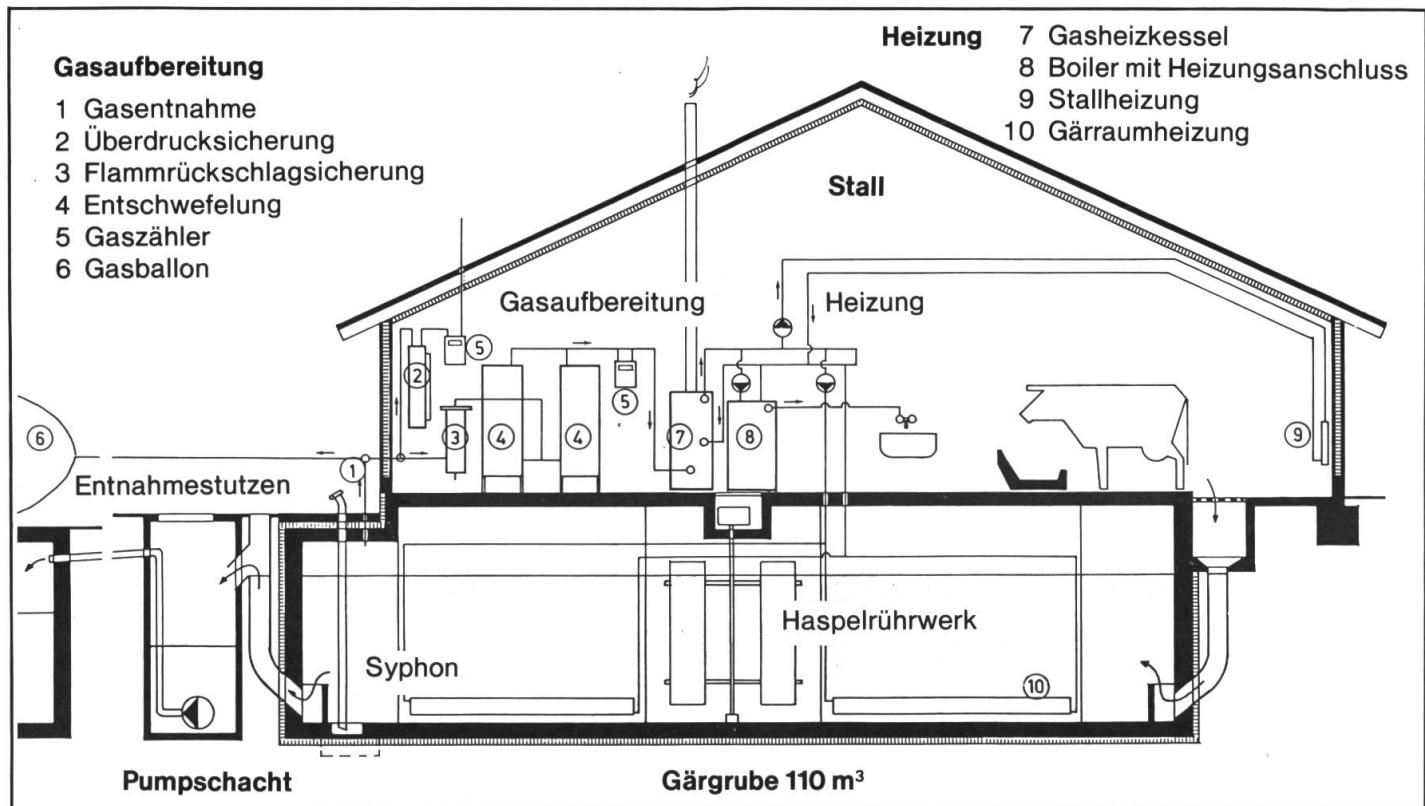


Abb. 3: Skizze der Biogasanlage.

verlangten Prüfung von Stalleinrichtungen. Die 48 Kuhplätze sind in einen Prüfstall mit 2 x 8 Plätzen, einen Referenzstall mit 2 x 15 Plätzen sowie 2 Laborlager unterteilt. Der gesamte Stall wird im Normalfall mit 30 Kühen belegt, die je nach Versuch auf die Lager verteilt werden. Da eine bestehende Güllegrube etwas knapp bemessen war, entschloss sich die FAT, anstelle einer konventionellen Güllelagererweiterung eine Niedertemperatur-Biogasanlage einzubauen. Die Entmistung im Referenzstall erfolgt über Treibmistkanäle, diejenige im Prüfstall über Schwemmkanäle. Alle Kanäle sind über Siphons an die Güllegrube angeschlossen. Die auf einem Betonsockel errichtete Holzkonstruktion ist

vollkommen wärmegedämmt. Die Luftzufuhr im Referenzstall erfolgt durch die Fenster, die Abluft entweicht über zwei Kamme. Im Prüfstall ist für die Zuluft eine Lüftungsklappe installiert, währenddem die Abluft über ein Kamin austritt. Da die Stallabteile aus Versuchsgründen meist unterbelegt sind und Biogas zur Verfügung steht, wurde eine Warmwasserheizung installiert.

### 3. Biogasanlage

#### 3.1 Anlagenbeschreibung

Der Gärbehälter ist zwischen Referenz- und Prüfstall angeordnet (Abb. 2). Der Betonkuibus, der mit einer 6 cm dicken

Aussenisolation (Roofmate) versehen ist, wurde als sogenanntes ACF-System (Accumulation-Continuous-Flow-System) konzipiert (Abb. 3). Die frische Gülle fliesst aus den Kanälen direkt in die Güllegrube. Bis zur Füllung des Behälters entspricht es einem Speichersystem (Accumulation-system). Ist die Grube voll, verdrängt die zufließende Frischgülle wie bei einer herkömmlichen kontinuierlichen Anlage (Continuous-flow-System) ein gleiches Volumen vergorene Gülle über den Überlauf in den Pumpenschacht. Bis auf ein Restvolumen, das zur Aufrechterhaltung der Biogasproduktion gebraucht wird (Impfmaterial), kann der Fermenter geleert werden, das heißt sein Volumen kann an

**Tabelle 1: Auslegung des Gärbehälters**

Anzahl Kühe:	30
Güllenproduktion / Kuh und Tag:	70 bis 75 l
Aufenthaltszeit (HRT):	50 Tage
Volumen:	110 m <sup>3</sup>
Material:	Beton
Form:	kubisch, 13,5×4×2,04 m mit Mittelwand
Isolation (aussen):	6 cm Roofmate, Decke im Stallinneren ohne Isolation
Rührwerk:	Haspelrührwerk
Heizfläche:	4 Heizregister an den Trennwänden, PE-Rohre, 50 mm, Total 50 m

das Gülleräume angerechnet werden. Auf die Deckenisolation wurde verzichtet, weil dies, bedingt durch die komplizierte Form der Laborläger, sehr aufwendig gewesen wäre und die Wärme ohnehin zur Beheizung des Stalles gebraucht wird. Wenn der Stall unbeheizt bleibt (Normalfall), müsste die Decke aber unbedingt isoliert werden. Die Auslegung (Tab. 1) des Fermenters erfolgte aufgrund unserer früheren Arbeiten (Wellinger, Egger und Sutter, 1985), die gezeigt hatten, dass die maximale Nettoenergieausbeute bei 20

bis 22° C Fermentertemperatur und 40 bis 50 Tagen Aufenthaltszeit erreicht wird. Die Bruttogasproduktion bei diesen Bedingungen ist etwa gleich gross wie bei einer herkömmlichen Durchflussanlage mit 35° C Gärtemperatur und 20 bis 25 Tagen Aufenthaltszeit. Die Nettoergieausbeute der Kaltanlage ist aber dank des geringeren Energiebedarfes zur Erwärmung der Frischgülle deutlich grösser als bei der mesophilen Anlage. Da bei Gärtemperaturen um 20° C eine Fermenterheizung notwendig ist, wurden an den bei-

den Trennwänden total vier Heizregister angebracht, welche maximal 50 cm über dem Grubenboden liegen, damit auch bei tiefem Güllenniveau die ganze Wärme auf die Gülle übertragen wird.

Da die Fermenterdecke im Stall öffnungsfrei gestaltet werden muss, wurden zur Syphonierung der Güllekanäle und des Überlaufes (Abb. 4) Polyäthylenrohre mit 30 cm Durchmesser an den Fermenteraussenwänden eingebettet. Die im Innern der Güllegrube um jede Syphonöffnung angebrachten Betonhalbschalen von 60 cm Höhe verhindern einen Lufteintritt auch bei Entleerung der Güllengrube unter das Niveau des Rohreinlasses. Ein Gasballon dient zum Druckausgleich (Verhinderung von Unterdruck und damit Eintrang von Luft) während der Güllentnahme.

Das produzierte Gas wird im Betriebsraum der Biogasanlage, der sich über dem Fermenter befindet, zur Beheizung eines Büros, des Milchraumes und der unterbelegten Ställe sowie zur Bereitung von Brauchwarmwas-

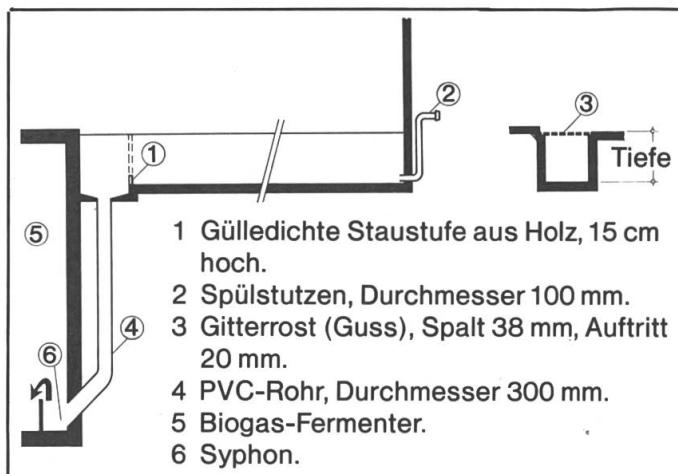


Abb. 4: Skizze der Syphonierung der Treibmistkanäle.

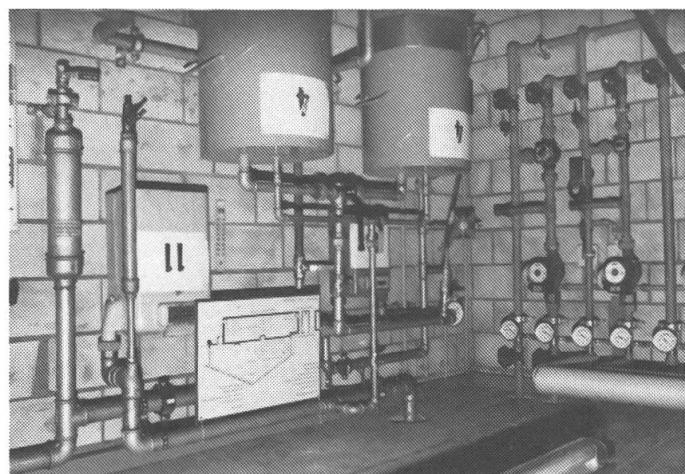


Abb. 5: Entschwefelungsanlage (4) im Heizungsraum.

ser verwendet. Beim installierten Heizgerät handelt es sich um einen herkömmlichen atmosphärischen Erdgaskessel mit einer Leistung von 9 kW mit angeschlossenem 150 l Boiler. Das entschwefelte Gas wird kontinuierlich verbrannt. Ist die Produktion grösser als der Verbrauch, gelangt das überschüssige Gas via Überdrucksicherung ins Freie, ist sie jedoch kleiner, so stellt der Brenner ab, bis wieder ein bestimmter Druck erreicht wird. Bei der installierten Entschwefelungsanlage handelt es sich um ein 2-Turm-Verfahren, das aufgrund von früheren Arbeiten (Egger, 1984) geplant wurde (Abb. 5). Bei diesem Trockenverfahren wird der Schwefelwasserstoff an eine Eisenoxidmasse gebunden.

Durch Zugabe von Sauerstoff (Luft) wird das Eisenoxid wieder regeneriert, bis die Masse mit elementarem Schwefel gesättigt ist. Die verbrauchte Entschwefelmasse kann problemlos in einer Deponie (S 3) abgegeben werden. Die Umstellung der beiden Kolonnen erfolgt täglich von Hand. Die Entschwefeltürme wurden für eine Biogas-

### Empfehlung zum Anfahren einer Kaltanlage

Aufgrund der Erfahrungen empfehlen wir, unter Verwendung von Klärschlamm als Impfsubstrat mesophil (ca. 30° C) zu starten. Erst nach dem Erreichen einer konstanten Gasproduktion lässt man die Temperatur im Fermenter langsam auf den gewünschten Wert sinken. Für die Beheizung der Anlage während der ersten Tage wird der Heizkessel mit Vorteil auf Propan eingestellt, sofern keine andere Energiequelle zur Verfügung steht. Sobald Gasqualität und Gasmenge genügen, kann der Heizkessel vom Fachmann in kurzer Zeit auf Biogas umgestellt werden.

liches Wechseln der Entschwefelmasse dimensioniert.

### 3.2 Anfahren der Biogasanlage

Mitte Juli 1985 bezogen die Kühe den Referenzstall. Auf den Einsatz von Klärschlamm als Impfsubstrat wurde verzichtet, da dieser gemäss früherer Untersuchungen (Sutter, 1982) im psychrophilen Temperaturbereich (< 22° C) keine Wirkung zeigt. Dagegen konnte in Pilotversuchen die Vergärung von Rindergülle bei 20° C und täglicher konstanter Beschickung auch ohne Impfsubstrat innerhalb von 40 Tagen problemlos gestartet werden. Beim Stallbezug wurden daher lediglich die Betonschalen um die Syphonausgänge mit Wasser gefüllt. Da auf den Einsatz von Fremdenergie nach Möglichkeit verzichtet werden sollte, wurde die Anlage nicht beheizt. Obwohl wir in der wärmsten Zeit des Jahres starten konnten, stieg die Gülletemperatur im Gärbehälter nicht über 19° C an. Die Gasproduktion kam deshalb sehr zögernd in Gang. Die Produktion erreichte nach einem Monat lediglich 3 m<sup>3</sup> pro Tag. Wir heizten daher den Fermenter mit Propan kontinuierlich auf 25° C auf. Die tägliche Gasproduktion stieg auf 15 m<sup>3</sup> an, aber der Kohlendioxidgehalt war so gross, dass das Gas im Ofen nicht brennbar war. Der hohe Gehalt an freien flüchtigen Fettsäuren in der Gülle zeigte eine Übersäuerung der Vergärung an. An ein weiteres Aufheizen war angesichts der kalten Witterung im November bei der zur Verfügung stehenden Heizleistung, welche auf 25° C Gärtemperatur ausgelegt ist, nicht mehr zu denken. Wir mussten daher korrigierend ein-

produktion von 30 bis 35 m<sup>3</sup> pro Tag mit einem Schwefelwasserstoffgehalt von 2000 bis 3000 ppm ausgelegt (Turmhöhe: 1,2 m, d: 35 cm, Entschwefelmasse pro Turm: 65 kg). Die Anlage wurde für ein einmaliges jähr-

Tabelle 2: Vergleich Gasproduktion gemessen / gerechnet

Periode	Tierbestand		Gärtemperatur (C)	HRT (d)	Gasproduktion gemessen (m <sup>3</sup> /Tag)	gerechnet (m <sup>3</sup> /Tag)
	FV	BV				
14.2.–						
14.3.	16	12	21	40	29,4	28,2
3.4.–						
20.4.	17	14	20	47	31,8	30,3
20.6.–						
10.7.	16	14	17	50	22,3	22,8

FV = Fleckvieh, BV = Braunvieh, HRT = Hydraulische Verweilzeit

greifen. Die Gärgrube wurde bis auf die Hälfte des Fassungsvermögen entleert. 20 m<sup>3</sup> der entnommenen Gülle wurden in der Pilotanlage mit 5 m<sup>3</sup> Klärschlamm angeimpft und auf 35° C aufgeheizt. Die Gasproduktion setzte schon am 1. Tag ein. Nach neun Tagen gaben wir diese Gülle in die Biogasanlage zurück. Die Biogasproduktion stieg darauf innert zehn Tagen auf über 30 m<sup>3</sup> pro Tag an bei einem Methangehalt von 60%. Die Fermentertemperatur lassen wir innert drei Wochen von 26° C auf 22° C absenken, ohne dass noch irgendwelche Probleme auftraten.

Gemeinsame Versuche mit der Landbauhochschule Wageningen (Holland) deuten darauf hin, dass die Versäuerung beim Starten auf die gegenüber den Pilotversuchen tieferen Temperaturen unter 20° C zurückzuführen ist. Die unregelmässige Beschickung (Schieber) mag auch einen gewissen Einfluss gehabt haben.

### 3.3 Bruttogasproduktion

Die Gasproduktion wurde mit Hilfe von zwei Balgengaszählern (einer vor dem Ofen, der zweite vor der Überdrucksicherung) täglich erfasst. Der Vergleich der für die Auslegung der Anlage gerechneten Gaswerte mit den gemessenen zeigt eine sehr gute Übereinstimmung (Tab. 2). Die Berechnung erfolgte aufgrund der aus Labor- und Pilotanlagen ermittelten Gasausbeuten in Funktion von Temperatur und Verweilzeit unter Annahme einer täglichen Ausscheidung von 4,0 kg organischem Material pro Tier beim Braunvieh und 4,8 kg beim Fleckvieh. Es wurden nur diejenigen Perioden

ausgewertet, während denen die Gärtemperatur auf +/- 1° C genau gehalten werden konnte.

### 3.4 Prozessenergie

Die Prozessenergie (Aufheizen der Frischgülle Wandverluste) wurde mit Hilfe eines Wärmemengenzählers in der Fermenterheizung gemessen. Um die theoretische Prozessenergie berechnen zu können, mussten die Frischgülletemperatur (Temperaturmesssonden in den Güllekanälen), die durchschnittliche Gülleproduktion (Niveaumesung in der Güllegrube), die Fermentertemperatur (drei Messsonden im Fermenter) sowie die Außentemperaturen (20 Temperaturfühler an den Fermenteraussenwänden, Klimamessgeräte im Stall, Thermometer in den beheizten Räumen) bestimmt werden. Gleichzeitig wurde zur Errechnung der reinen Göllemenge das Spülwasser gemessen. Aus der Differenz von Gesamtgüle (Niveau) und dem Spülwasserverbrauch konnte eine durchschnittliche Produktion von 58 l reiner Gülle pro Tier und Tag berechnet werden. Bei voller Grube wurde die Gesamtgülleproduktion aus

dem Spülwasserverbrauch und dem durchschnittlichen Gülleanfall (Anzahl Kühe x 58 l/Tag) berechnet. Ausgehend von den genannten Messwerten konnten wir mit den bei Göbel (1984) beschriebenen Formeln die theoretische Prozessenergie berechnen. Dazu bedienten wir uns eines Computerprogrammes, welches wir für eine wöchentliche Auswertung erstellt hatten. Es wurden nur Wochen ausgewertet, bei denen die Fermentertemperatur auf +/- 0,3° C gehalten werden konnte. Der Vergleich zwischen theoretischer und gemessener Prozessenergie erlaubt einen Rückschluss auf die Qualität der Anlagenkonstruktion.

Im ersten Winterhalbjahr wurden sechs Wochen ausgewertet. Die durchschnittliche Abweichung der gemessenen Prozessenergie zum berechneten Wert beträgt 17% (Tab. 3). Wenn man bedenkt, dass bei der Berechnung der theoretischen Prozessenergie von idealen Verhältnissen ausgegangen wird (keine Wärmebrücken), so ist die bauliche Ausführung der Anlage sicherlich als gut zu bezeichnen.

**Tabelle 3: Vergleich Prozessenergie gemessen / gerechnet**

Woche Nr.	Gärtemperatur (° C)	Prozessenergie (MJ/Woche) gerechnet	Prozessenergie (MJ/Woche) gemessen	Differenz gerechnet = 100%
2	23	1993	2452	+ 23%
3	23	2049	2269	+ 10%
4	23	2078	2383	+ 15%
8	20	1645	1789	+ 9%
11	20	1146	1476	+ 29%
16	20	1131	1328	+ 17%
Durchschnittliche Differenz				<u>+ 17%</u>

**Tabelle 4: Energiebilanz für die zweite Winterhälfte 1986**

Zeit	Brutto-Biogasproduktion (MJ)	Prozessenergie gemessen korrig. mit 80% Brennerwirkungsgrad (MJ)	Netto (Brutto=100%)
Februar	13732	8077	41%
März (2. Hälfte)	22747	12235	46%
April	20338	10249	50%

### 3.5 Energiebilanz für die zweite Winterhälfte 1986

Die Energiebilanz für die zweite Winterhälfte (Tab. 4) sieht auf den ersten Blick nicht sehr gut aus. Ursache sind die hohen Anteile an Prozessenergie, welche auf die unisolierte Fermenterdecke und auf eine sehr hohe Gülleverdünnung durch Spülwasser (über 40 l pro Kuh und Tag) zurückzuführen sind. Die hohe Gülleproduktion vermindert auch die Gasproduktion durch Verkürzung der Aufenthaltszeit von 50 Tagen auf ca. 40 Tage um ca. 10%. Würde man mit Güllmengen von 100 l pro Kuh und Tag unsere Biogasanlage halb so gross machen und sie mesophil betreiben, so

steige die Prozessenergie in einer für den Monat Februar durchgerechneten Woche von 56% auf 93% bei gleicher Bruttogasproduktion!

Da wir die durch die Decke in den Stall fliessende Wärme in unserem Fall im Stall nutzen, steigt zum Beispiel für den Monat Februar die Nettoenergieausbeute von 41% auf 57% an.

### 3.6 Jahresbilanz eines Modell-Familienbetriebes

Mit der Anlage an der FAT konnte die Praxistauglichkeit des ACF-Systems unter Beweis gestellt werden.

Um das Potential der realisierten Biogasanlage richtig beurteilen zu können, berechneten

wir für einen Modellbetrieb (Tab. 5) eine Jahresbilanz. Die zu erwartende Bruttogasmenge wurde aufgrund der auf der Anlage bestätigten Resultate aus den Vorversuchen berechnet. Für die Berechnung der Prozessenergie wurde das im Abschnitt 3.4 erwähnte Computerprogramm verwendet. Als Frischgülle- und Außenwandtemperaturen setzten wir die während eines Jahres an der Anlage gemessenen monatlichen Durchschnittswerte ein. Die Verteilung der gewonnenen Nettoenergie für Heizung und Warmwasser erfolgte aufgrund der prozentualen Verteilung der Heizgradtage für das Mittelland. Man sieht (Abb. 6), dass man bei einem energetisch relativ guten Haus (Wick, 1981) einen grossen Teil des Öljahresverbrauches (ca. 2800 kg von 3000 kg Jahresverbrauch) substituieren kann. Bei einem Neubau wäre die volle Deckung problemlos möglich. Der ungenutzte Gasüberschuss im Sommer beträgt ca. 40% des produzierten Nettogases.

## 4. Zusammenfassung

Das im Referenzstall verwirklichte Konzept hat sich bewährt. Die syphonierten Treibmistkanäle funktionieren auch mit vernünftigen Spülwassermengen (70-75 l Gülle pro Tier und Tag) einwandfrei. Die Schwemmkanäle sind in Verbindung mit der installierten Syphonierungsart nur mit hohen Spülmengen (über 100 l Gülle pro Tier und Tag) funktionstüchtig und für eine Biogasanlage schlecht geeignet. Für eine Praxisanlage ist die Isolation des ganzen Fermenters unerlässlich. Die Gas-

**Tabelle 5: Modellhaushalt mit 30 GVE-Betrieb**

Gebäude:	Wohnhaus mit 180 m <sup>2</sup> Energiebezugsfläche (EBF)
Bewohner:	2 Erwachsene, 2 Kinder
Ölverbrauch pro Jahr:	3000 kg
Tierbestand:	30 Milchkühe
Stall:	FAT-Referenzstall (Fermenterdecke isoliert)
Entmistung:	syphonierte Treibmistkanäle
Gülletemperatur:	22° C
Gülleproduktion:	2,1 m <sup>3</sup> pro Tag

EBF = Summe aller beheizten Bruttogeschossflächen

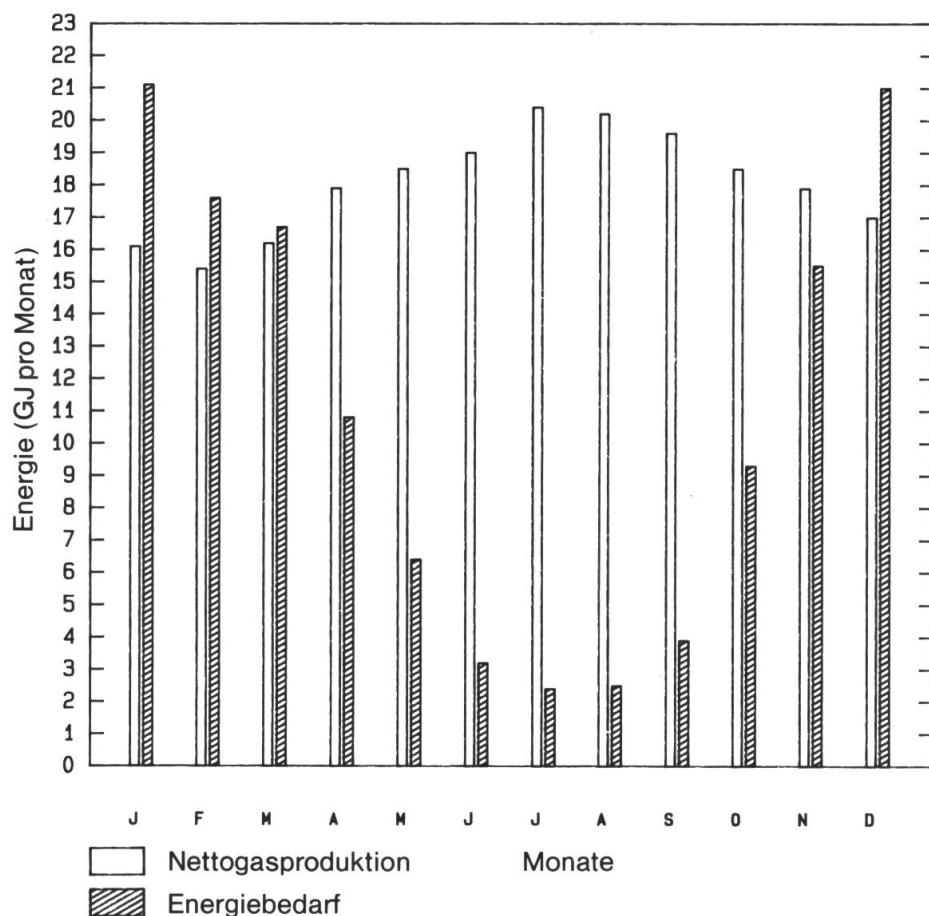


Abb. 6: Gegenüberstellung von Netto gasangebot und Energiebedarf für einen Modellhaushalt (Referenzstall mit isolierter Fermenterdecke, 30 Kühe, 4-Personen-Haushalt, 3000 kg Jahresverbrauch Heizöl).

produktion stimmt sehr genau mit den erwarteten Werten überein. Die Prozessenergie ist im Durchschnitt ca. 17% höher als die für ideale Verhältnisse berechnete, was auf eine gute bauliche Ausführung schliessen lässt. Mit der installierten Entschwefelungsanlage wurden mit der gleichen Kolonnenfüllung bis jetzt 7000 m<sup>3</sup> Biogas mit durchschnittlich 2000 ppm Schwefelwasserstoff gereinigt, ohne dass im gereinigten Gas Schwefelwasserstoff nachgewiesen werden kann (Nachweisgrenze 10 ppm). Die Netto-gasausbeute einer dem Referenzstall mit isolierter Fermenterdecke entsprechenden Bio-

gasanlage entspricht ca. 5000 kg Öl, wovon bei der Nutzung für Heizung und Warmwasser in einem normalen Haushalt ca. 2500 bis 3000 kg Öl substituiert werden können. Die durch die Biogasanlage verursachten Mehrkosten belaufen sich bei uns auf Fr. 45'000.– was einer Investition von ca. Fr. 1'500.– pro GVE entspricht.

\*\*\*

#### Literatur

- Egger, K. (1984): Trockenentschwefelung von Biogas. Gas-Wasser-Abwasser, 7, 485-489.  
Göbel, W. (1984): Bestimmung

der Anteile der Prozessenergie bei einer Biogasanlage. Blätter für Landtechnik Nr. 246.

Kaufmann, R. (1984): Integration von Biogasanlagen in den Landwirtschaftsbetrieb. Schriftenreihe der FAT Nr. 20.

Sutter, K. (1982): Untersuchungen zum Starten einer Biogasanlage, Interner Bericht der FAT.

Wellinger, A.; Kaufmann, R. (1982): Biogasproduktion aus Schweinegülle in nicht beheizten Anlagen. Blätter für Landtechnik Nr. 198.

Wellinger, A.; Egger, K.; Sutter, K. (1984): Biogasproduktion und -verbrauch: Biologische und verfahrenstechnische Grundlagen. Schriftenreihe der FAT Nr. 23.

Wick, B. (1981): Sparobjekt Einfamilienhaus. Schweizerische Aktion Gemeinsinn für Energiesparen.

#### Verdankung

Diese Studie wurde in verdankenswerter Weise unterstützt durch einen Beitrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft.

