

# Grundlagen der Landtechnik

Herausgegeben mit Unterstützung durch die  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft  
Braunschweig-Völkenrode (FAL)

Schriftleitung: Dr. F. Schoedder, Institut  
für landtechnische Grundlagenforschung

Grundl. Landtechnik Bd. 31 (1981) Nr. 2, S. 37 bis 76

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

## Vorbemerkung

Weltweit sind zur Zeit vielfältige Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf dem Gebiet der Biogas-Technologie zu verzeichnen mit dem Ziel, Wirkungsgrad, Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit der Gewinnung von Methan aus Biomasse zu erhöhen sowie diesem Verfahren weitere Einsatzbereiche zu erschließen, um knapper und teurer werdende Energieträger durch Biogas ersetzen zu können. Da das Verfahren neben energiereichem Gas einen Gärrückstand liefert, der als geruchsarmer Dünger verwertet werden kann, stellt es zusätzlich eine Maßnahme zur Verminderung von Umweltbelastungen sowie zur Erhaltung des natürlichen Stoffkreislaufs dar.

Landwirtschaftliche Biogasanlagen werden vorzugsweise mit den Abfallstoffen aus der Nutztierhaltung, mitunter auch mit Reststoffen aus der Pflanzenproduktion betrieben, wobei in der Regel eine Nutzung des Gases im engeren Betriebsbereich angestrebt wird. In Zukunft könnte jedoch auch die Bereitstellung von Biogas bzw. von Methan aus der Landwirtschaft für betriebsfremde Verbraucher erhöhte Bedeutung erlangen. In diesem Zusammen-

hang stellt sich dann die Frage, ob die Palette der Biogasrohstoffe über die Rest- und Abfallstoffe aus der landwirtschaftlichen Produktion hinaus auf eigens für die Methangewinnung angebaute Pflanzen ausgedehnt werden soll.

Eine Beurteilung der Zukunftsaussichten der Biogas-Technologie unter diesen Aspekten verlangt eine sorgfältige Analyse der standortspezifischen Gegebenheiten und der an diese angepassten betriebs- und verfahrenstechnischen Lösungsalternativen unter Anlegung ökonomischer und ökologischer Maßstäbe.

Dieser Themenkreis wird an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode (FAL) in einem langfristig angelegten institutsübergreifenden Forschungsprojekt bearbeitet.

In diesem Heft werden Ergebnisse und Erfahrungen aus der ersten Phase der im Januar 1979 am Institut für Technologie begonnenen Arbeiten mitgeteilt, wie sie größtenteils auch bereits auf einem Biogas-Fachgespräch am 29. Oktober 1980 in der FAL vorgetragen worden sind.

## Das FAL-Biogasprojekt

Von Wolfgang Baader, Braunschweig-Völkenrode\*)

*Mitteilung aus dem Institut für Technologie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode*

DK 631.862:662.767.1

In der Landwirtschaft gewinnt der Einsatz der Biogas-Technologie zur Bereitstellung von Energie aus betriebs-eigenen Quellen zunehmend an Bedeutung. Die technischen und betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen für die Gestaltung des Verfahrens und dessen organische Einbindung in das gesamte Betriebssystem müssen jedoch jeweils für den Einzelbetrieb eindeutig definiert sein, bevor eine Entscheidung über die Verwendung des Verfahrens getroffen werden kann.

In einem interdisziplinären Projekt werden an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) verfahrenstechnische und ökonomische Entscheidungshilfen hierzu erarbeitet.

### 1. Einleitung

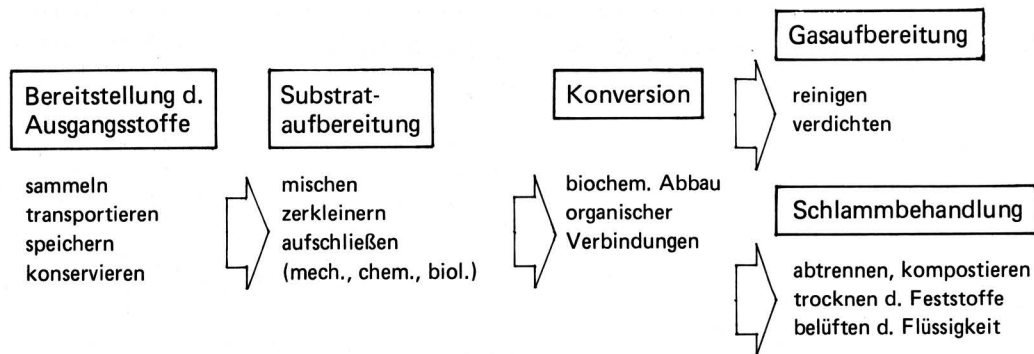
Das Verfahren der anaeroben Fermentation mit Hilfe der Methangärung dient im Bereich der Landwirtschaft im wesentlichen der

- Bereitstellung von energiereichem Gas als Ersatz für bisher verwendete Energieträger;
- Verminderung von Umweltbelastungen, die von unbehandelten organischen Stoffen ausgehen können;
- Verbesserung des Düngewerts der den Fermentationsprozeß durchlaufenden festen und flüssigen Stoffe.

Es bietet sich im Prinzip in solchen Fällen an, wo organische Stoffe mit hohem Feuchtegehalt, bzw. in flüssiger Phase gelöst oder in dieser suspendiert, vorliegen. Als Ausgangsstoffe sind vorzugsweise die Abfälle aus der Tierhaltung sowie jegliche Art von Pflanzen und pflanzlichen Reststoffen aus Produktion und Weiterverarbeitung geeignet.

Bei der Einordnung des Biogasverfahrens in ein landwirtschaftliches Betriebssystem und bei dessen Bewertung in betriebswirtschaftlicher und arbeitstechnischer Hinsicht muß das Verfahren in seiner Gesamtheit berücksichtigt werden. Die Wahl der in den einzelnen Verfahrensschritten, **Bild 1**, zu treffenden technischen Maßnahmen und der Aufwand, der für deren Durchführung erforder-

\*) Prof. Dr.-Ing. W. Baader ist leitender Direktor des Instituts für Technologie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode (FAL).



**Bild 1.** Verfahrensschritte bei der Gewinnung von Biogas aus landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffen (Einzelmaßnahmen je nach Betriebsbedingungen).

derlich ist, hängen in entscheidendem Maße von den jeweils vorgegebenen betrieblichen Voraussetzungen ab, wie Art, Zusammensetzung, mengenmäßiger und zeitlicher Anfall der zu verarbeitenden Stoffe, bauliche Gegebenheiten, Verwertung des Gases und des Gärückstands. Insbesondere aber werden die technische Ausführung und die Bemessung des Bioreaktors sowie die Konfiguration und die Betriebsweise einer Anlage ganz wesentlich von diesen betriebstechnischen Faktoren bestimmt.

Da in den einzelnen Verfahrensbereichen ein sehr unterschiedlicher Erkenntnisstand vorliegt, ist es z.Zt. noch nicht generell möglich, hinsichtlich der Eignung der Biogastechnologie für ausgewiesene Einsatzfälle eine objektive Beurteilung vorzunehmen, die das gesamte landwirtschaftliche Betriebssystem berücksichtigt. Während der Stand des Wissens und der technischen Entwicklung für die Verarbeitung von Flüssigmist als verhältnismäßig hoch eingeschätzt werden kann, lassen sich über die technischen Möglichkeiten zur Verarbeitung von heterogenen, feststoffreichen Mischsubstraten, wie sie vor allem bei einer stärkeren Einbeziehung von pflanzlichen Rohstoffen zu erwarten sind, nur wenig gesicherte Aussagen machen.

## 2. Ziele und Umfang des Projekts

In der Absicht, einen Beitrag zur Beantwortung der genannten Fragen zu leisten, wurde im Januar 1979 am Institut für Technologie der FAL das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben "Gestaltung und Beeinflussung des anaeroben Prozesses zur Gewinnung von Biogas und Dünger" begonnen, das im wesentlichen auf verfahrenstechnische Probleme ausgerichtet ist. Es wird für die Dauer von vier Jahren vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert.

Inzwischen ist dieses Vorhaben zu einem institutsübergreifenden Projekt der FAL erweitert worden, das Arbeitsgruppen verschiedener Fachdisziplinen zusammenführt. Die Ziele des Projekts sind die

- Erweiterung der Erkenntnisse über Prozeßablauf, Prozeßsteuerung und Stoffführung bei der Verarbeitung feststoffreicher heterogener Substrate;
- Definition substratspezifischer Verfahrenslösungen;
- Darstellung von Möglichkeiten der Verwertung von Biogas und Faulschlamm;
- Darstellung technischer und ökonomischer Kennwerte;
- Entwicklung einer Methode für die Einordnung des Biogasverfahrens in landwirtschaftliche Produktions- und Betriebssysteme;
- Bewertung der Biogasgewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen.

Im einzelnen werden im Projekt die in **Bild 2** zusammengestellten Sachgebiete bearbeitet.

Besondere Bedeutung wird der Auswahl und Bewertung der für die Biogasgewinnung in Frage kommenden Rohstoffe beigemessen.

Hier interessieren sowohl der Gasertrag, der bei den einzelnen Rohstoffarten zu erwarten ist, als auch der Aufwand für deren Bereitstellung, Bevorratung und Aufbereitung.

Im Bereich der Energie-Konversion sind die Arbeiten im wesentlichen auf die prozeßgerechte Stoffführung bei möglichst geringem Energieaufwand und auf die sichere Wärmeübertragung bei der Verarbeitung von feststoffreichen Mischsubstraten ausgerichtet.

Breiten Raum nehmen Arbeiten zur Entwicklung von Konzepten für technische Systeme unter Berücksichtigung typischer Betriebsbedingungen ein.

Die zur Einordnung und Bewertung der Biogastechnologie erforderlichen Daten werden teils aus den vorgenannten Arbeitsbereichen erwartet, teils sind sie aber in weiteren Studien, Erhebungen und Untersuchungen bereitzustellen.

An dem Projekt beteiligen sich z.Zt. aus der FAL die Institute für

Technologie	<i>Verfahrenstechnik, Rohstoffreinigung, Verfahrensbewertung</i>
Grünland- u. Futterpflanzenforschung	<i>Rohstoffe</i>
Bodenbiologie	<i>biol. Aufbereitung von Rohstoffen</i>
Betriebswirtschaft	<i>ökonomische Fragen,</i>

von der Kernforschungsanlage Jülich das Institut für

Biotechnologie	<i>Analyse und Beeinflussung des biologischen Prozesses.</i>
----------------	--

Im Sachgebiet Gasverwertung beteiligt sich die Volkswagenwerk AG bei der Erprobung eines Konzepts für ein mit einer Biogasanlage gekoppeltes Motor-Generator-Aggregat zur Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme.

## 3. Methodisches Vorgehen

### 3.1 Verfahrenstechnische Arbeiten

Die Klärung der verfahrenstechnischen Fragen ist größtenteils nur in Verbindung mit experimentellen Arbeiten möglich. Hierzu stehen inzwischen verschiedene Versuchseinrichtungen zur Verfügung.

#### Gärverhalten von Rohstoffen

Für die Auswahl und Bewertung von Rohstoffen müssen das Abbauverhalten und der zu erwartende Methanertrag bekannt sein. Durch Ermittlung der Methanproduktion in Abhängigkeit von der Gärzeit bei Stoffen unterschiedlicher Zusammensetzung und bei verschiedenen Stoffkombinationen lassen sich Aussagen über deren Eignung als Substrat gewinnen.

Für diese Untersuchungen wurde eine Anlage erstellt, die die simultane Durchführung von 48 Gärtests in Behältern mit jeweils 5 l Inhalt im statischen Verfahren erlaubt [1].

Rohstoffe	Konversion	Techn. Systeme	Einordnung und Bewertung
stoffliche Eignung Aufkommen Bereitstellungsaufwand Aufbereitung	mikrobiol. Prozeßanalyse Prozeßsteuerung Stoffführung Wärmeübertragung	Definition angepaßter Verfahrenslösungen Gasaufbereitung Schlammbehandlung Energienutzung	betriebliche Voraussetzungen Energiebilanz Gasverwertung Schlammverwertung Wirtschaftlichkeit

Bild 2. Sachgebiete des Biogasprojektes.

#### Wärmeübertragung

Zur Aufheizung des Substrats auf die erforderliche Prozeßtemperatur und zur Deckung von Abstrahlungsverlusten muß dem Medium Energie in Form von Wärme zugeführt werden. Eine optimale Auslegung der hierzu erforderlichen Wärmeaustauscher ist nur möglich, wenn die Wärmedurchgangszahl für die jeweilige Medienpaarung bei vorgegebenen Strömungsbedingungen bekannt ist. Da für die meisten Substrate, die für die Methangewinnung in Frage kommen, diese Kenndaten nicht vorliegen, werden diese an einem Versuchsstand bestimmt, der die Einstellung typischer Betriebsbedingungen hinsichtlich Substratart, Medienpaarung und Strömungsgeschwindigkeit erlaubt [2].

#### Stoffführung und Prozeßsteuerung

Zur Verarbeitung von Mischsubstraten, die aufgrund der Dichteunterschiede ihrer Komponenten sowie durch Flotation zum Entmischen neigen und die einen größeren Anteil von Feststoffen mit einem breiten Spektrum der Teilchengröße und -form aufweisen, müssen Maßnahmen getroffen werden, die sicherstellen, daß die einzelnen Stoffkomponenten entsprechend ihrem spezifischen Abbauverhalten genügend lange dem Gärprozeß ausgesetzt sind. Andererseits müssen aber die Abbauprodukte ständig abgeführt und die dem Medium zugeführte Prozeßwärme gleichmäßig in diesem verteilt werden.

Um diese Forderungen zu erfüllen, wurde ein neuartiges System der Stoffführung in einem vertikal durchströmten Reaktor gewählt, Bild 3. Es ist gekennzeichnet durch

- vollständige Füllung des Faulraums,
- Hauptdurchströmung von unten nach oben mit Austrag von Gas und Faulschlamm am obersten Punkt des Faulraums,
- partielle Umwälzung im oberen Bereich und im unteren Bereich des Reaktors.

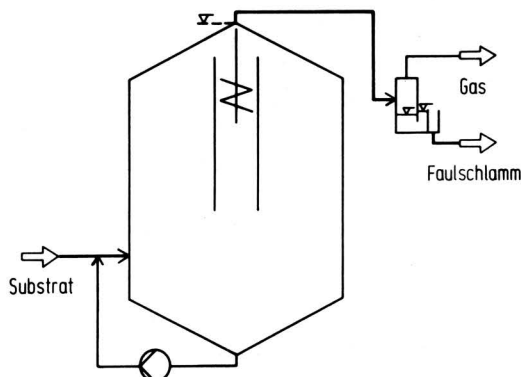


Bild 3. Vertikal durchströmter Faulraum mit partieller Umwälzung des Mediums.

In Versuchen mit einer halbtechnischen Anlage (6 m<sup>3</sup> Faulrauminhalt) konnten erste Ergebnisse und Erfahrungen über das Betriebsverhalten dieses Systems gewonnen werden [3].

Eine Alternative zu einer solchen partiellen Umwälzung in einem vertikal durchströmten Reaktor stellt der liegende und horizontal durchströmte Reaktor mit längs angeordneter Rührwelle dar, Bild 4. Über die bei einem solchen System ablaufenden Strömungsvorgänge und über Möglichkeiten zu deren Beeinflussung wurden ebenfalls an einer halbtechnischen Anlage mit einem Faulrauminhalt von 6 m<sup>3</sup> Untersuchungen begonnen.

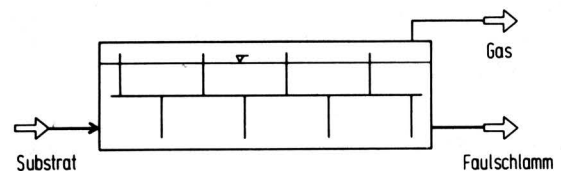


Bild 4. Horizontal durchströmter Faulraum mit partieller Umwälzung des Mediums.

### 3.2 Arbeiten zur Anlagenplanung und -bewertung

Die technologischen Untersuchungen werden ergänzt durch betriebstechnische Analysen zur Ermittlung des zeitlichen, mengenmäßigen und stoffspezifischen Anfalls von Rest- und Abfallstoffen der landwirtschaftlichen Produktion sowie des über Biogas abzudeckenden Energiebedarfs für typische Betriebssysteme [4, 5]. Diese betrieblichen Voraussetzungen bestimmen das technische Konzept und die Abmessungen der gesamten Anlage [6]. Eine Anlagenplanung muß aber auch die technisch-wirtschaftlichen Zusammenhänge der Biogas-Technologie berücksichtigen. Deshalb werden neben technischen Daten und Betriebsergebnissen von ausgeführten Anlagen auch die Kosten für verschiedene Anlagenelemente ermittelt und ausgewertet. Dies erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), verschiedenen Instituten, Herstellerfirmen und Anlagenbetreibern.

### 4. Versuchsanlage im technischen Maßstab

In Laboruntersuchungen und in Versuchen im halbtechnischen Maßstab lassen sich die im praktischen Betrieb gegebenen Verfahrensbedingungen nur in sehr begrenztem Maße einstellen. Daher ist es nicht ohne weiteres möglich, von den Ergebnissen solcher Versuche auf das Verhalten des im technischen Maßstab ausgeführten Systems zu schließen.

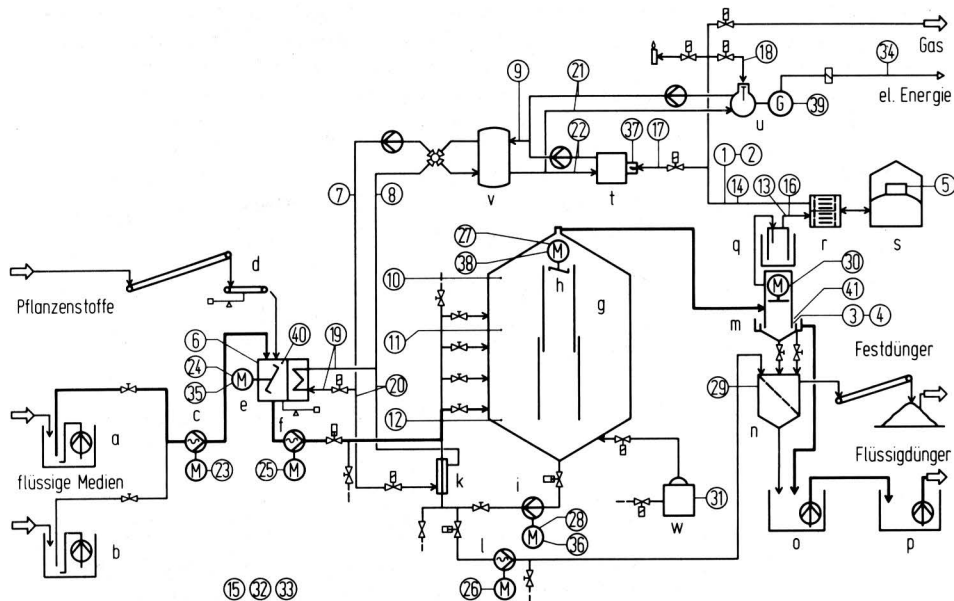


Bild 5. Aufbau der Groß-Versuchsanlage.

Technische Daten

a Vorratsbehälter	V	=	50	m <sup>3</sup>	
b Sammelbehälter der Versuchsstation	V	=	15	m <sup>3</sup>	
c Dosierpumpe	$\dot{V}$	=	6	m <sup>3</sup> /h	
d Dosiereinrichtung f. Feststoffe (i. Vorber.)					
e Chargenmischer mit Rührwerk mit Mantel-Wärmeaustauscher, Heizfläche	V	=	1	m <sup>3</sup>	
	n	=	29	min <sup>-1</sup>	
	A	=	5,6	m <sup>2</sup>	
f Zugabepumpe mit Einzugschnecke	$\dot{V}$	=	6	m <sup>3</sup> /h	
g Faulbehälter (aus Stahlblech, stehend, zylindrisch mit konischem Ober- u. Unterteil)	V	=	100	m <sup>3</sup>	
	d	=	5000	mm	
	h <sub>ges</sub>	=	8000	mm	
	s	=	200	mm	
	d	=	940	mm	
	l	=	2500-4800	mm	
h Mechanisches Rührwerk mit Tauchmotor, Getriebe und Propellerrührer	P	=	7,5	kW	
	n	=	315	min <sup>-1</sup>	
	d	=	780	mm	
i Umwälzpumpe	$\dot{V}$	=	130	m <sup>3</sup> /h	
k Doppelrohr-Wärmeaustauscher, Heizfläche	A	=	1,4	m <sup>2</sup>	
l Sedimentförderpumpe	$\dot{V}$	=	6	m <sup>3</sup> /h	
m Mech. Entschäumer (Schleuderscheibe) und Druckvorlage	d <sub>Sch</sub>	=	350	mm	
	n	=	1380	min <sup>-1</sup>	
	h	=	750	mm	
n 2stufiges Bogensieb, Maschenweite (mit Preßrollen und Räumler)	d <sub>M</sub>	=	1	mm	
o Zwischenspeicher	V	=	2	m <sup>3</sup>	
p Flüssigdüngerlagerbehälter A	V	=	300	m <sup>3</sup>	
	B	V	=	150	m <sup>3</sup>
	C	V	=	300	m <sup>3</sup>
q Wasservorlage mit Gasrückflußsicherung, Wassersäule	h	=	100	mm	
r Flammenrückschlagsicherung (Kiesfilter)	d	=	250	mm	
	l	=	600	mm	
s Gasspeicher (Membran mit Belastungsgewicht)	V	=	75	m <sup>3</sup>	
	p	=	0,05	bar	
t Heizkessel, bei Erdgasbetrieb	P	=	29	kW	
u Gas-Ottomotor, bei Benzinbetrieb mit Drehstrom-Synchrongenerator	P	=	50	kW	
	U	=	230/400	V	
	P	=	24	kW	
v Warmwasserspeicher	V	=	1	m <sup>3</sup>	
w Dampferzeuger, el., Dampfleistung (zum Anfahren des Prozesses)	q	=	90,0	kg/h	

Meßwertfassung

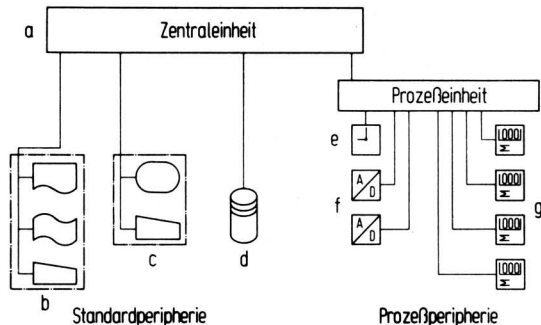
Meßst.-Nr.	Meßgröße	Einheit
	Betriebszustand	
1	CH <sub>4</sub> -Gehalt des Gases	%
2	CO <sub>2</sub> -Gehalt des Gases	%
3	pH-Wert	
4	Redoxpotential	mV
5	Gasspeicher-Füllstand	m <sup>3</sup>
6	Substrattemperatur im Mischer	°C
7	Vorlauftemperatur, Mischer u. Wärmeaustauscher	°C
8	Rücklauftemperatur, Mischer u. Wärmeaustausch.	°C
9	Vorlauftemperatur, Heizkessel	°C
10	Temperatur i. Gärbehälter, oben	°C
11	Temperatur i. Gärbehälter, mitte	°C
12	Temperatur i. Gärbehälter, unten	°C
13	Gastemperatur vor Speicher	°C
14	Gastemperatur nach Speicher	°C
15	Außentemperatur	°C
	Energiebilanz	
	Gas (ber. auf Normzustand):	
16	erzeugte Gasmenge	m <sup>3</sup>
17	Verbrauch Heizkessel	m <sup>3</sup>
18	Verbrauch Motor	m <sup>3</sup>
	Wärme	
19	Verbrauch Mischer	kWh
20	Verbrauch Wärmeaustauscher	kWh
21	Erzeugung Motor	kWh
22	Erzeugung Heizkessel	kWh
	Elektroenergie	
23	Verbrauch Dosierpumpe	kWh
24	Verbrauch Mischer	kWh
25	Verbrauch Zugabepumpe	kWh
26	Verbrauch Sedimentförderpumpe	kWh
27	Verbrauch mech. Rührwerk	kWh
28	Verbrauch Umwälzpumpe	kWh
29	Verbrauch Grobstoffabtrennung	kWh
30	Verbrauch Entschäumer	kWh
31	Verbrauch Dampferzeuger	kWh
32	Verbrauch Hilfsantriebe	kWh
33	Verbrauch gesamt	kWh
34	erzeugte Elektroenergie	kWh
	Betriebszeiten	
35	Mischer	h
36	Umwälzpumpe	h
37	Heizkessel	h
38	mech. Rührwerk	h
39	Elektrogenerator	h
	Stoffbilanz	
40	Probenahme aus Zulauf	
41	Probenahme aus Ablauf	
	zum analytischen Bestimmen der Gehalte an	
	Gesamtrockensubstanz	%
	organischer Trockensubstanz	%
	organischen Säuren (Essig-S., Propion-S., iso-Butter-S., Butter-S., iso-Valerian-S.)	mg/l

Die Strömungsvorgänge, die Vorgänge von Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch können aus den Ergebnissen des Modellversuchs bei den vorliegenden heterogenen flüssigen Medien mit Hilfe von Modellgesetzen und den üblichen physikalischen Funktionen nur mit erheblichen Unsicherheiten für den größeren Maßstab vorausbestimmt werden. Wegen des unmittelbaren Einflusses dieser Vorgänge auf den biologischen Prozeß nimmt die Unsicherheit weiter zu.

Um anwendungsorientierte Aussagen aus dem Vorhaben erhalten zu können, wurde daher eine Versuchsanlage erstellt, die hinsichtlich ihrer Größe und ihrer Ausstattung die Berücksichtigung der im praktischen Einsatz zu erwartenden wesentlichen Betriebsbedingungen erlaubt. Die Planung der Anlage orientierte sich an folgenden Forderungen:

- Verarbeitung von Flüssigmist (verschiedener Tierarten) und anderer organischer Schlämme mit möglichst hohem Trockensubstanzgehalt,
- Anreicherung des Trockensubstanzgehalts durch Beimengung von zerkleinerten Pflanzenstoffen;
- Einstellung eines konstanten Mischungsverhältnisses bei Verwendung mehrerer Rohstoffe;
- Veränderung von Betriebsparametern wie tägliche Zugabemenge (bzw. Verweilzeit)  
Zugabefrequenz  
Prozeßtemperatur  
Intensität der Substratumwälzung;
- Aufheizung des Substrats vor Eingabe in den Faulraum sowie Ausgleich der Abstrahlungs-Wärmeverluste über außenliegenden Wärmeaustauscher;
- verschiedene Möglichkeiten der Stoffführung im Faulraum;
- Auftrennung des Gärückstands in Fest- und Flüssigphase;
- Gasverwertung alternativ  
über Brenner zur Wärmeerzeugung  
über Gasmotor/Generator zur Wärme- und Stromerzeugung;
- programmierbare automatische Steuerung der Anlagenfunktionen;
- automatische Meßwertfassung für die Überwachung des Betriebszustandes der Anlage, Ermittlung des Energiebedarfs einzelner Verbraucher, Erstellung der Energiebilanz;
- programmierbare Meßwertverarbeitung, Datensicherung und Datenausgabe.

Das Verfahrensfließbild, Bild 5, zeigt den Aufbau der Anlage und deren technische Daten sowie die Anordnung und Erläuterung der Meßstellen. Die Konfiguration des Meßwertfassungs- und -verarbeitungssystems geht aus Bild 6 hervor.



**Bild 6.** Komponenten des Meßwertfassungs- und -verarbeitungssystems für die Versuchsanlage nach Bild 5.

- a Zentraleinheit (Siemens 330-R 10) mit Zentralspeicher 64 kWorte  
Gleitpunktprozessor  
Ein-/Ausgabeprozessor,
- b Bedienungsblattschreiber mit Lochstreifenleser und -stanzer,
- c Datensichtgerät
- d Plattenspeicher 10 MByte
- e Systemuhr
- f Analog-Digital-Wandler für je 16 Analogsignale
- g Elektronische Summenzähler für je 8 Zählimpulssignale

Mit der Anlage wurde im Juni 1980 der Probetrieb aufgenommen, der im Januar 1981 erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Bei Verwendung von Rinderflüssigmist (ohne Stroh, Trockensubstanzgehalt 4–5 %) stellten sich Gasertragswerte ein, wie sie von gut arbeitenden Anlagen konventioneller Bauart bekannt sind. Auf die bisher erzielten Ergebnisse wird an anderer Stelle näher eingegangen [3]. Über die im Januar aufgenommenen Bilanzuntersuchungen mit stufenweiser Steigerung des Trockensubstanzgehalts sowie über die dabei gewonnenen Betriebserfahrungen mit den technischen Systemen der Anlage soll in der zweiten Hälfte dieses Jahres berichtet werden.

## 5. Zusammenfassung

In dem Biogas-Projekt der FAL, an dem mehrere Institute der Forschungsanstalt und als externer Partner das Institut für Biotechnologie der Kernforschungsanlage Jülich beteiligt sind, sollen die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Einsatz der Biogas-Technologie in der Landwirtschaft mit dem Ziel der Bereitstellung von Energie geklärt werden. Als Rohstoffe werden neben den Reststoffen aus der Tierproduktion auch Pflanzen verschiedenster Art in die Untersuchungen einbezogen. Die Arbeiten befassen sich mit der Bewertung und Auswahl organischer Stoffe hinsichtlich ihrer Eignung für die Biogasgewinnung unter Berücksichtigung des für ihre Bereitstellung und Aufbereitung erforderlichen Aufwands. Die verfahrenstechnischen Untersuchungen sind auf die Anpassung der Anlagenelemente und der Prozeßführung an die besonderen Anforderungen ausgerichtet, die sich aus der Verarbeitung flüssiger, heterogener Medien mit hohen Gehalten an organischen Feststoffen ergeben. Zur experimentellen Bearbeitung dieser Aufgaben stehen eine Laboratoriums-Gärtestanlage mit 48 Behältern, eine Versuchseinrichtung zur Ermittlung von Wärmeübertragungs-Kennwerten, zwei Biogasanlagen im halbtechnischen Maßstab (vertikal bzw. horizontal durchströmter Faulraum, 6 m<sup>3</sup> Inhalt) zur Verfügung. Zur Durchführung von Stoff- und Energiebilanzen unter praktischen und variablen Betriebsbedingungen wurde auf der Tierversuchstation der Forschungsanstalt eine Versuchsanlage mit einem Faulrauminhalt von 100 m<sup>3</sup> erstellt. Sie dient auch der Entwicklung und Erprobung von Systemen zur Gasverwertung und zur Aufbereitung und Handhabung des Faulschlammes.

Das Projekt, das in seiner ersten Phase bis 1982 vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert wird, ist Teil eines längerfristig angelegten Schwerpunktprogramms der FAL, das die Möglichkeiten der Bereitstellung von Energie und Industriegrundstoffen aus landwirtschaftlich erzeugter Biomasse aufzeigen soll.

## Schrifttum

- [ 1 ] Schuchardt, F.: Untersuchungen zum Gärverhalten von tierischen Exkrementen und Pflanzen. Grundl. Landtechnik Bd. 31 (1981) Nr. 2, S. 42/47.
- [ 2 ] Orth, H.W.: Bestimmung von Kennzahlen zur Wärmeübertragung bei Flüssigmist. Grundl. Landtechnik Bd. 31 (1981) Nr. 2, S. 47/50.
- [ 3 ] Baader, W.: Erste Erfahrungen mit einem vollständig gefüllten, vertikal durchströmten Biogasreaktor. Grundl. Landtechnik Bd. 31 (1981) Nr. 2, S. 50/55.
- [ 4 ] Würch, H.H.: Zur betriebstechnischen Einordnung von Biogasanlagen. Grundl. Landtechnik Bd. 31 (1981) Nr. 2, S. 55/60.
- [ 5 ] Orth, H.W.: Verbraucher von Biogas und ihr Einfluß auf die Auslegung einer Biogasanlage. Grundl. Landtechnik Bd. 31 (1981) Nr. 2, S. 60/64.
- [ 6 ] Kloss, R.: Planung von Biogasanlagen zur Energiebereitstellung am Beispiel eines Schweinemastbetriebes. Grundl. Landtechnik Bd. 31 (1981) Nr. 2, S. 64/74.