



**Digitale Bibliothek Braunschweig**  
Publikationsserver der TU Braunschweig

Autor: Rolf Kloss

Titel: Entwicklungsrichtungen zur kostengünstigen Gestaltung von Biogasanlagen.  
Überblick

Institut: Institut für Technologie, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, 1983

Elektronisch veröffentlicht am: 08.05.2012

url: <http://www.digibib.tu-braunschweig.de/?docid=00043049>

Ursprünglich erschienen in:

Berichtsheft 2. Biogas-Fachgespräch, Institut für Technologie,  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig, 1983, S. 114-124

ENTWICKLUNGSRICHTUNGEN ZUR KOSTENGÜNSTIGEN GESTALTUNG VON  
BIOGASANLAGEN  
Überblick

R. Kloss

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

## 1. Einleitung

Das Biogasverfahren zeichnet sich durch einen hohen Investitionsbedarf bei vergleichsweise geringen laufenden Kosten aus. Eine breite Anwendung des Verfahrens kann am ehesten durch eine Reduktion des Investitionsbedarfs bewirkt werden. Dies wurde bereits vielerorts erkannt und führte zur Entwicklung spezieller kostengünstiger Bauweisen.

Ein allgemeiner Trend ist z.Zt. allerdings noch nicht zu verzeichnen, da einerseits die Anlagen im Hinblick auf eine möglichst wirtschaftliche Anlagenauslegung sehr stark an die jeweils vorliegenden betrieblichen Randbedingungen anzupassen sind und zum anderen neue Biogasanlagen erst seit etwa 3 Jahren erstellt werden, so daß zur Zeit weniger von Entwicklungslinien als von Entwicklungsansätzen zu sprechen ist.

Als "kostengünstig" kann eine Anlagenbauweise dann bezeichnet werden, wenn ein positives Verhältnis zwischen der dem Betrieb durch eine Biogasanlage täglich bereitstellbaren Energie und dem hierzu erforderlichen Investitionsbedarf vorliegt.

## 2. Maßstäbe für die Bewertung der Anlagenbauweise im Hinblick auf kostengünstiges Bauen

Die Mehrzahl der in der Bundesrepublik installierten Anlagen arbeiten nach dem Durchflußprinzip. Nach dem bisherigen Kenntnisstand ist zu erwarten, daß diese Anlagen trotz unterschiedlicher baulicher Ausführung und gewissen Abweichungen in der Prozeßführung bei gleicher Substratbeschaffenheit und übereinstimmenden Auslegungsmerkmalen bezüglich Prozeßtemperatur, tägliche Zugabemenge und Aufenthaltszeit des Substrates im Reaktor die gleiche Methanmenge erzeugen. Auch hinsichtlich des Prozeßwärmebedarfs sind bei Anlagen, die nach dem Stand der Technik ausgelegt sind, nur geringfügige Unterschiede vorhanden.

Wenn, wie es bei der überwiegenden Anzahl der Anlagen in der Praxis der Fall ist, definierte Bedingungen vorliegen wie vollständige Durchmischung, 35°C Prozeßtemperatur, gute Isolierung, Aufenthaltszeit des Substrates im Reaktor durchschnittlich zwischen 20 und 25 Tagen, dann ist die bereitstellbare Anlagenleistung nur eine Funktion der Zugabemenge und der Substratbeschaffenheit.

Damit bietet sich als Bewertungsmaßstab der auf die Zugabemenge bezogene Investitionsbedarf und, wegen der nahezu konstanten Aufenthaltszeit, auch der auf das Reaktorvolumen bezogene Investitions-

bedarf an, wobei gleichzeitig die o.g. Auslegungsmerkmale zu nennen sind.

Dem Kostenbezug auf das Reaktorvolumen soll nicht nur wegen seiner Anschaulichkeit der Vorzug gegeben werden, sondern auch weil der Reaktor einen wesentlichen Teil des baulichen Leistungsumfanges darstellt und damit mit diesem in nahezu direktem Zusammenhang steht.

Demgegenüber wird der Investitionsbedarf häufig auch auf die Großvieheinheit bezogen, was durchaus zulässig wäre, wenn eine Großvieheinheit Tiere unterschiedlicher Gattung die gleiche Exkrementemenge ausscheiden würde. Dies ist jedoch nicht der Fall. Vielmehr bewegen sich die Werte in weiten Grenzen.

Will man allerdings Anlagen mit erheblich voneinander abweichenden Auslegungsmerkmalen wie Prozeßtemperatur und/oder Aufenthaltszeit miteinander vergleichen, so sind die vorstehenden Maßstäbe völlig ungeeignet. Wie in [1] gezeigt werden konnte, bietet sich hierfür als Maßstab der auf die erzeugte Netto-Leistung bezogene Investitionsbedarf an.

### 3. Ansätze für kostengünstiges Bauen in Abhängigkeit von verschiedenen Randbedingungen

#### 3.1 Optimale Reaktorbetriebsweise

Bezüglich der Reaktorauswahl kann festgestellt werden, daß z.Zt. die nach dem Durchflußsystem arbeitenden Anlagen das früher auf dem Markt der Fünfziger Jahre dominierende Wechselbehältersystem völlig verdrängt haben. Daneben werden in Sonderfällen auch nach dem Speicherverfahren arbeitende Anlagen eingesetzt. Der Grund für diese Entwicklung ist vornehmlich in einer Reduktion des Bauaufwandes beim Durchflußsystem gegenüber dem Wechselbehältersystem bei gleichzeitig höherer Leistungsabgabe zu sehen.

#### 3.2 Substratart

Entwicklungen zur Kostenreduktion sind auch durch Anpassung der Anlagen an die unterschiedlichen in der Praxis vorhandenen Substratarten vorhanden. Dabei versucht man, die zur Behandlung der jeweiligen Substrate erforderlichen Prozeßschritte auf ein Minimum zu reduzieren sowie auch mehrere verschiedene Prozeßschritte mit nur einem Aggregat zu bewältigen. Das kann sogar soweit führen, daß alle zur Prozeßführung denkbaren Aufgaben wie Wärmeeintrag, Rückführung und Vermischung eines Teilstromes der aus dem Reaktor ausgewaschenen Mikroorganismen zur Beimpfung des Frischsubstrates und die Kontrolle der Schwimm- und Sinkschichten von nur einem einzigen Aggregat übernommen werden (vgl. Bild 1 a).

Eine weitere Einschränkung der einzelnen Schritte ergibt sich in Abhängigkeit der jeweiligen spezifischen Substrateigenschaften von denen trotz ihrer vielfältigen Zusammensetzung und Eigenschaften im Hinblick auf eine optimale Gestaltung der Prozeßführung im wesentlichen nur die Fließ- und Entmischungseigenschaften sowie die mikrobielle Zusammensetzung von Bedeutung sind. Beschränkt man sich auf die am verbreitetsten auftretenden Fälle, so sind anhand dieser Merkmale 6 Substratklassen zu definieren, die nahezu alle in der Praxis auftretenden Fälle abdecken. Diese lassen sich in zwei Gruppen aufteilen (s. Legende zu Tafel 1). Der ersten Gruppe sind solche Substrate zuzuordnen, für die eine Rückführung zum Beimpfen des

Frischsubstrates von Einfluß auf die Reaktorleistung ist [2]. Zur zweiten Gruppe zählen Substrate aus vorwiegend Wiederkäuerexkrementen. Diese enthalten sehr viele anaerobe Mikroorganismen, so daß diese unter mesophilen Faulprozeßbedingungen unverzüglich in eine stabile Methangärung übergehen. Nach den bisherigen Erfahrungen steht ein derartig betriebener Reaktor in seiner Leistung einem mit einer Rückführung betriebenen nicht nach [3]. Der Verzicht auf diese Prozeßschritte kann zum Fortfall von Pumpen sowie zugehörigen Rohrleitungen und Absperrorganen führen (vgl. Bild 4 a, b), woraus sich in solch einem Fall eine nicht unerhebliche Kostenreduktion ergibt.

Weitere Vereinfachungen bei der Prozeßführung und damit verbunden weitere Kosteneinsparungsmöglichkeiten ergeben sich dann, wenn der Trockensubstanzgehalt beim frischen Rinder- oder Bullenflüssigmist auf Werte von über 10 % ansteigt und dadurch die Neigung zur Sink- und Schwimmschichtenbildung stark abnimmt, so daß Einrichtungen zum kontinuierlichen Sink- und Schwimmschichtenaustrag entfallen und diese durch einfachere Maßnahmen ersetzt werden können (Bild 7).

Tafel 1 zeigt eine Auswahl der zahlreichen bestehenden Anlagenbauformen, die nach der Art der jeweiligen Rührvorrichtungen klassifiziert wurden. Aus der Tafel lassen sich sowohl qualitative Hinweise über den Antriebsenergiebedarf und den Bauaufwand der jeweiligen Systeme als auch zu ihrer Eignung für die Bewältigung des Substratflusses entnehmen. Diese Aussagen stützen sich einerseits auf die mit bestehenden Anlagen gesammelten Erfahrungen, zum anderen auf eigene Kenntnisse [3, 4, 5].

Trotz der sich daraus ergebenden Einschränkungen des Einsatzbereiches der jeweiligen Bauformen läßt sich nur für Substrate der Klasse 2.2 die bautechnisch am wenigsten aufwendige und damit kostengünstigste Reaktorbauform bestimmen (vgl. Tafel 1, Reaktorbauform 7). Daneben kann der Tafel 1 die relative Vorzüglichkeit der Reaktorbauform 4 b gegenüber 4 a entnommen werden, da wie bereits oben erwähnt ein höherer Bauaufwand zur Schlammrückführung für die Substrate der Klassen 2.1 und 2.3 nicht erforderlich ist. Zur Bestimmung der für diese Substratklassen günstigsten Lösung mangelt es jedoch an zusätzlichen Angaben über die zum Anlagenvergleich erforderlichen tatsächlichen Reaktorbauposten (Gärbehälter einschließlich Isolation, Misch- und Rühr- sowie Wärmeübertragungssysteme und Fundament).

Für die Substratklassen 1.1 bis 1.3 ist darüberhinaus der Einfluß der Frischschlammrückführung zu beachten.

Deshalb ist ein Vergleich dieser mit unterschiedlicher Prozeßführung betriebenen Anlagen nur auf der Basis DM/kW bereitstellbare Leistung möglich, wozu nicht nur der vom Reaktionsvolumen abhängige Investitionsbedarf sondern auch die von der Prozeßführung bestimmte Reaktorleistungsfähigkeit bekannt sein müssen.

Derartige Angaben, insbesondere über die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Reaktorbauweisen, liegen noch nicht vor. Deshalb ist eine Reaktorauswahl nach rein rationellen Gesichtspunkten derzeit nicht in allen Fällen möglich.

**Tafel 1:** Eignung ausgewählter nach dem Durchflußprinzip arbeitende Reaktortypen zur Behandlung unterschiedlicher Substrate sowie deren Bewertung nach den Gesichtspunkten "Kostengünstige Bauweise" und "Antriebsenergiebedarf"

		Reaktortypen*									
		1 a	1 b	1c	2	3	4 a	4 b	5	6	7
Substratklassen	1.1	•	x	x	•	?	x	x	x	x	?
	1.2	?	?	?	•	?	(x) <sup>1</sup>	x	?	?	-
	1.3	?	(x) <sup>2</sup>	(x) <sup>2</sup>	-	?	(x) <sup>2</sup>	(x) <sup>2</sup>	?	?	-
	2.1	o	x	x	o	?	x	x	?	?	-
	2.2	o	x	x	o	x	x	x	x	x	(x) <sup>3</sup>
	2.3	?	x	?	?	?	(x) <sup>1</sup>	x	?	(x) <sup>1</sup>	-

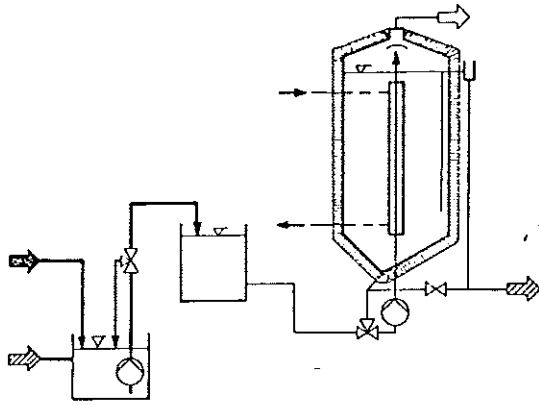
1. Substrate, bei denen eine Schlammrückführung von Einfluß auf die Anlagenleistung ist.
  - 1.1 Dünflüssig mit geringer Neigung zur Schwimmschichten- und Sinkschichtenbildung (Schweineflüssigmist).
  - 1.2 Dünflüssig mit ausgeprägter Schwimmschichten- und geringer Sinkschichtenbildung (Schweinemist mit Stroh; Schweinemist mit Rinderflüssigmist).
  - 1.3 Dünflüssig mit Schwimmschichten- und ausgeprägter Sinkschichtenbildung (Hühnerflüssigmist).

2. Substrate, bei denen eine Schlammrückführung ohne Einfluß auf die Anlagenleistung ist.
  - 2.1 Dünflüssig mit ausgeprägter Neigung zur Schwimm- und durchschnittlicher Sinkschichtenbildung (Kälberflüssigmist, verdünnter Rinderflüssigmist).
  - 2.2 Dickflüssig ohne Schwimmdecken und mit geringer Sinkschichtenbildung (unverdünnter Rinder- und Bullenflüssigmist).
  - 2.3 Dickflüssig mit geringer Neigung zur Schwimmdecken- und Sinkschichtenbildung (Rinder- oder Bullenflüssigmist mit Stroh).

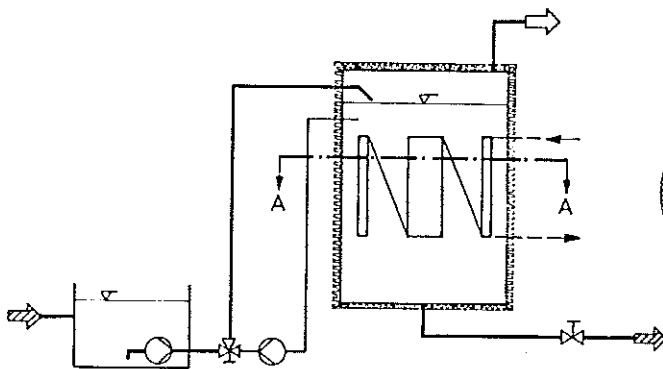
- \* vgl. Bild 1 a bis Bild 7
- x erfahrungsgemäß geeignet;
  - x wird als geeigneter Bereich angesehen
  - erfahrungsgemäß geeignet; aber bei geg. Substratklasse vergleichsweise hoher Antriebsbedarf
  - o wird als geeigneter Bereich angesehen aber bei geg. Substratklasse vergleichsweise hoher Antriebsbedarf;
  - wird als ungeeignet angesehen;
  - ? ungeklärter Einsatzbereich;

- ( )<sup>1</sup> geeignet bis zu etwa 4 cm Häcksellänge des Strohs;
- ( )<sup>2</sup> geeignet nur bei spezieller Rührwerks- oder Reaktorausbildung zum Sandaustrag;
- ( )<sup>3</sup> geeignet nur bei hoher Trockensubstanz-Konzentration im Zulauf und alljährlichem Sinkschichtenaustrag;

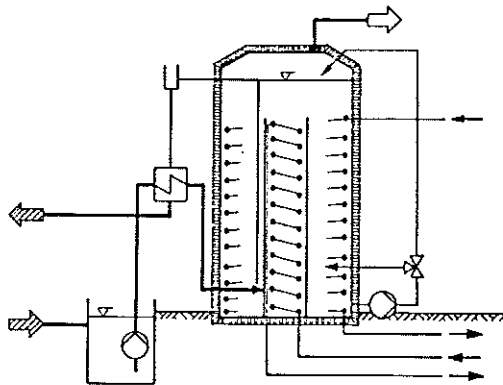
- bei geg. Substratart minimaler bautechnischer Aufwand
- bei geg. Substratart verglichen mit Bauform 4 a geringerer bautechnischer Aufwand
- Reaktoren, die von Anlagen mit Schlammrückführung und Frischschlammbeimpfung in ihrer Leistung bei gleichen Substratgegebenheiten abweichen



a 50 m<sup>3</sup> Reaktionsvolumen;  
Wärmeeintrag über einen  
zentral installierten  
Doppelmantelrohrwärme-  
tauscher (System Agro-  
Fermenttechnik)

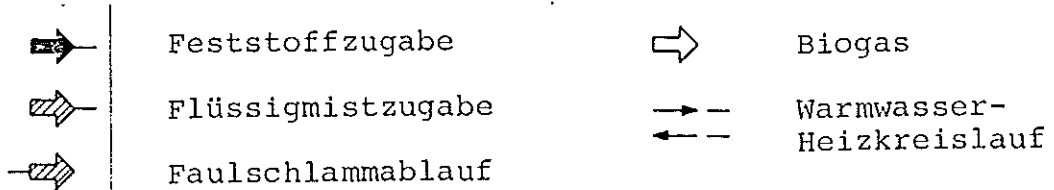


b 120 m<sup>3</sup> Reaktionsvolumen;  
Wärmeeintrag mittels groß-  
flächig im Faulrauminneren  
angebrachter Heizplatten



c 95 m<sup>3</sup> Reaktionsvolumen;  
Wärmeeintrag mit Vorerwär-  
mung des Substrates in ei-  
nem Reaktorinnenkern über  
wendelartig an den Mantel-  
flächen angebrachten Heiz-  
schlangen (System Öko-  
therm)

**Bild 1:** Zylindrische in vertikaler Haupttrichtung durchströmte  
Reaktoren mit hydraulischer Umwälzung



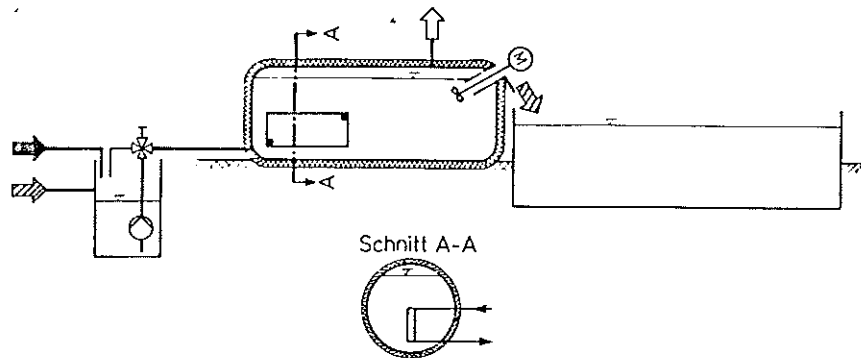


Bild 2: Zylindrischer in horizontaler Haupttrichtung durchflossener Reaktor mit mechanischer Umwälzung durch einen schnellaufenden (2900 U/min) Propellerührer; 60 m<sup>3</sup> Faulrauminhalt; Wärmeeintrag mittels Plattenwärmetauscher

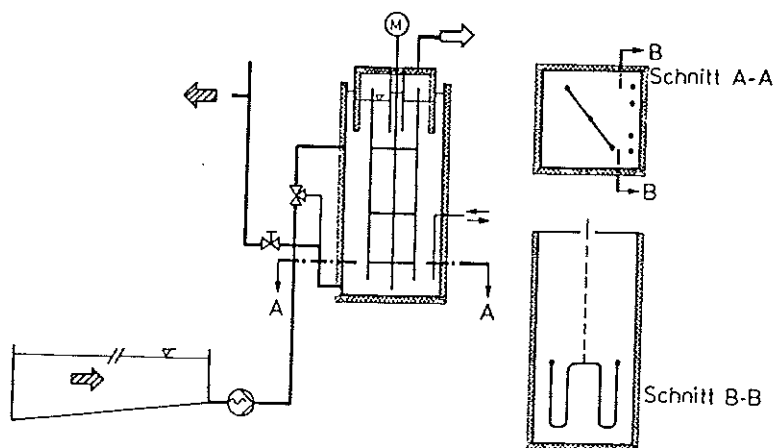
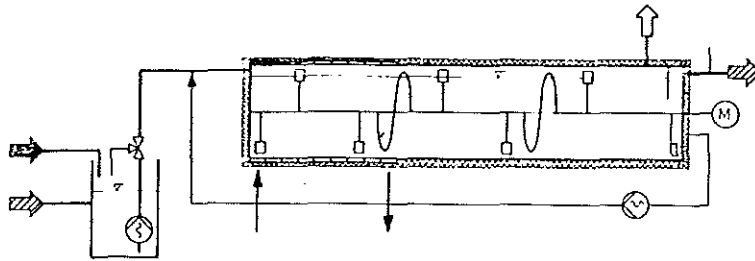
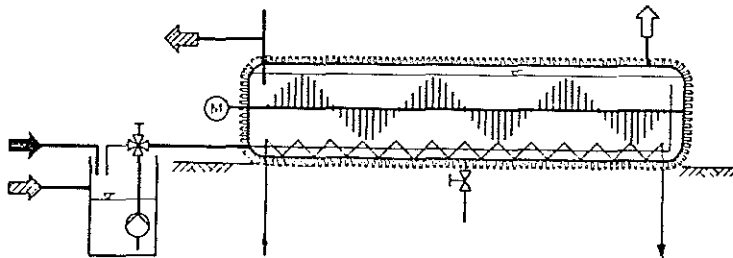


Bild 3: Kubischer in vertikaler Haupttrichtung durchflossener Reaktor mit mechanischer Umwälzung durch einen um eine vertikal stehende Achse langsam rotierenden (2 U/min) Gitterührer; 42 m<sup>3</sup> Reaktionsvolumen; Wärmeeintrag über eine 'W'-förmig verlegte Heizschlange



- a  $62 \text{ m}^3$  Reaktionsvolumen; Wärmeeintrag im ersten Drittel des Einlaufbereichs der Anlage durch eine doppelwandige spiralförmig durchflossene Mantelinnenfläche; Faulraum dreifach gekammert; Schlammrücknahme über eine extern angeordnete Pumpe; Rührfrequenz  $1,5 \text{ U/min}$  (System Lipp)



- b  $60 \text{ m}^3$  Reaktionsvolumen; Wärmeeintrag mit Vorwärmung des Substrates in einer im Faulraum auf NW 200 erweiterten Zuführungsleitung über schlaufenartig im Reaktorbodenbereich angeordnete Heizschlangen; Rührfrequenz  $3 \text{ U/min}$

Bild 4: Zylindrische in horizontaler Hauptrichtung durchströmte Reaktoren mit einem langsam um eine in der gleichen Richtung gelagerte Achse rotierenden mechanischen Rührwerk



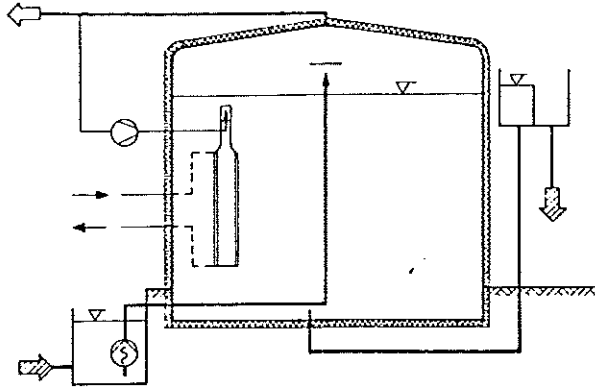


Bild 5: Zylindrischer in vertikaler Hauptrichtung durchflossener Reaktor mit pneumatischer Umwälzung des Faulrauminhaltes über drei im Reaktor in gleichem Abstand zueinander angeordnete Mammutpumpen, deren Mantel zum Wärmeeintrag doppelt ausgebildet ist; Reaktionsvolumen  $490 \text{ m}^3$  (System Henze-Harvestore)

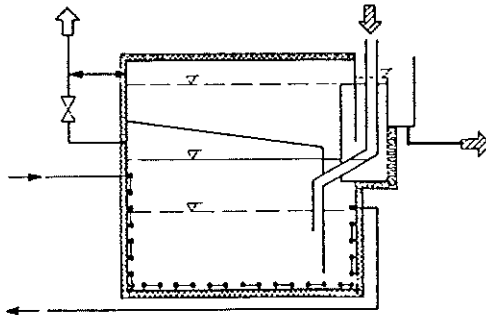


Bild 6: Vereinfachte Darstellung eines kubischen in drei Gärkammern untergliederten Faulbehälters mit einer durch periodischen Gasdruckausgleich zwischen den verschiedenen Kammern induzierten Umwälzung; Reaktionsvolumen  $250 \text{ m}^3$ ; Wärmeeintrag über im Bereich der benetzten Wandflächen der Hauptgärkammer in der Wandung verlegte Heizschlangen (System Manahl)

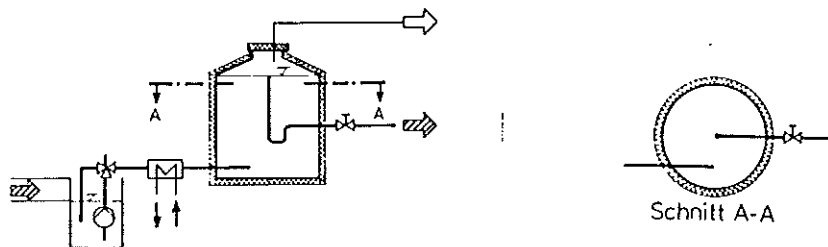


Bild 7: Zylindrischer in vertikaler Hauptrichtung durchströmter Reaktor, ohne Rührvorrichtung; Reaktionsvolumen  $20 \text{ m}^3$ ; Wärmeeintrag ausschließlich durch Vorerwärmung in einem der Anlage vorgeschalteten Doppelmantelrohrwärmetauscher

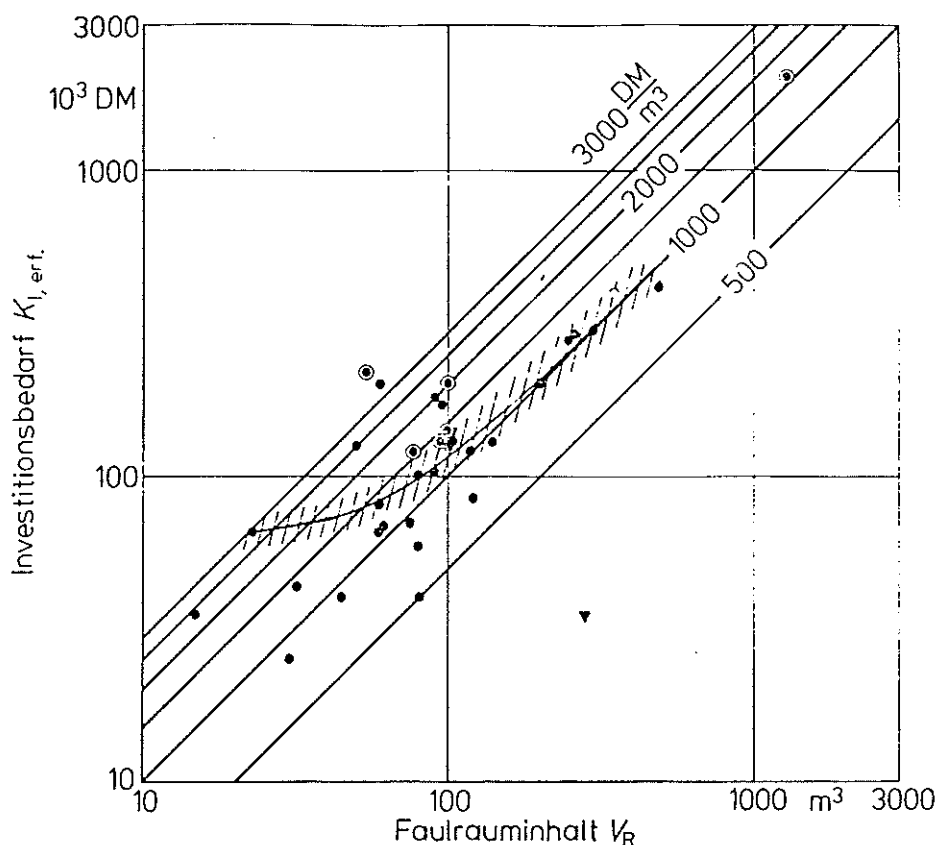
### 3.3 Stallsystem

Bei bestehenden Ställen ist der Planer in seinen Möglichkeiten zur Kostenreduktion oftmals sehr stark eingeschränkt, da er sich häufig mit ungünstigen baulichen Zuordnungen auseinandersetzen hat. In der Regel belastet dann der hohe Infrastrukturkostenbedarf zur Anlagenanbindung an den betrieblichen Stoff- und Energiefluß den Investitionsbedarf in starkem Maße. Am vorteilhaftesten lassen sich Durchflußanlagen errichten. Daneben ist an die Umwandlung bestehender Behälter wie z.B. von Lagerbehältern in Biogasanlagen zu denken. Sie eignen sich sowohl für den Niedertemperatur- als auch für den mesophilen Betrieb, wobei zu beachten ist, daß durch den damit verbundenen Verlust an Lagerraum der Ablauf der Gülleausbringung u.U. nachteilig beeinflusst werden kann. Am ehesten dürfte eine Umrüstung von Lagerbehältern in nach dem Speicherverfahren arbeitende Biogasanlagen sinnvoll sein.

Wesentlich mehr Möglichkeiten zur Kostenreduktion sind bei Stallneubaumaßnahmen größeren Umfangs möglich, da hier die Anlagen baulich in das gesamte Stallentmistungssystem integriert werden können. Hierdurch lassen sich sowohl auf der Bausubstanz- als auch auf der Aggregatenseite erhebliche Einsparungen erzielen, da beispielsweise die in die Flüssigmistkette integrierte Pumpe auch zum Betrieb der Biogasanlage eingesetzt werden kann. Auch läßt sich der Wärmehaushalt der Anlagen günstiger gestalten, da mit verhältnismäßig geringem Aufwand das Substrat im Stallneubau wie in der Vorgrube durch Wärmedämmmaßnahmen vor einer starken Abkühlung bewahrt werden kann. Neben der konventionellen mesophilen Biogasanlage, die außerhalb des Stalles zwischen der Vorgrube und dem Lagerbehälter angeordnet wird, kann im Falle der Warmaufstallung der Tiere (z.B. Mastschweine), die Anlage auch nach dem Speicherverfahren unbeheizt direkt unter dem Stall betrieben werden. Die bisherigen Erfahrungen sind positiv.

### 3.4 Fertigungsweise in Abhängigkeit von der Reaktorgröße und derzeitige Kostensituation

Betrachtet man die anhand einer Erhebung [ 5 ] festgestellte derzeitige Kostensituation für mesophile Biogasanlagen, deren Gas ausschließlich zur Wärmebereitstellung eingesetzt wird, so ergibt sich (Bild 8 ), daß Biogasanlagen bereits zu Preisen von DM 1.000,- pro  $m^3$  Faulraumvolumen gebaut werden können. Wegen des bei kleineren Anlagen hohen Fixkostenanteils, der sich im wesentlichen aus Infrastrukturkosten zusammensetzt, ist allerdings bei industriell gefertigten Anlagen und einem Faulrauminhalt von weniger als  $100 m^3$  ein erheblicher Kostenanstieg zu verzeichnen. Diesem kann nach den bisherigen Erfahrungen nur dann entgegengewirkt werden, wenn Landwirte ihre Anlage zusammen mit Ingenieurbüros unter voller Ausschöpfung der betrieblichen Möglichkeiten planen und erstellen. Demgegenüber liegt der auf das Faulraumvolumen bezogene Investitionsbedarf von Kaltanlagen, die bei etwa  $15^\circ C$  betrieben und auf 100 Tage Aufenthaltszeit ausgelegt werden, nach den bisherigen Erfahrungen bei  $300 DM/m^3$ .



**Bild 8:** Investitionsbedarf landwirtschaftlicher Biogasanlagen unterschiedlicher Faulraumgröße

- ▼ Kaltanlagen (ca. 15 bis 20° C)
- bei 35° C betriebene Anlagen
- ⊙ wie vor, jedoch Gasverwertung mittels Gasmotor
- //// Kostenband für industriell gefertigte Anlagen neueren Typs

#### 4. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Aus dem Vorstehenden läßt sich ersehen, daß, nachdem das Biogasverfahren seit etwa 3 Jahren erneut in der Landwirtschaft Eingang gefunden hat, erste Ansätze zur kostengünstigen Gestaltung von Biogasanlagen zu erkennen sind. Dabei ergeben sich in Abhängigkeit von den jeweiligen betrieblichen Gegebenheiten unterschiedliche optimale Lösungen. Hierbei kann davon ausgegangen werden, daß es sich bei diesen Ausführungen nicht um am Ende einer langen Entwicklungskette stehende ausgereifte Lösungen handelt. Vielmehr steht man am Anfang. Die Entwicklung ist derzeit noch sehr stark im Fluß, wobei zum genauen Systemvergleich unzureichende Kosten- und Anlagenleistungsdaten vorliegen. Es ist jedoch zu erwarten, daß zukünftige Untersuchungen eine gewisse Transparenz in den Anlagenmarkt bringen werden und sich so die jeweils günstigen Entwicklungsrichtungen klarer abzeichnen werden.

Hieraus ist zu folgern, daß auch bei weiterem Anstieg der Baupreise ein relativer Rückgang des Investitionsbedarfs für Biogasanlagen durch Weiterentwicklung kostengünstiger Bauweisen zu erwarten ist, was sich auf die Ausbreitung des Verfahrens vorteilhaft auswirken wird.

### Schrifttum

- [1] Kloss, R.: Planung von Biogasanlagen zur Energiebereitstellung am Beispiel eines Schweinemastbetriebes. Grundl. Landtechnik Bd. 31 (1981) Nr. 2, S. 64/74.
- [2] Hong, C.M.<sup>\*)</sup>, Koh, M.T.<sup>\*)</sup>, Chow, T.Y.<sup>\*)</sup>, Tsai, P.H. and King-Thom Chung: Utilization of Hog Wastes in Taiwan through Anaerobic Fermentation. Paper presented at the seminar on Agribusiness Systems for Integrated Crop-Livestock-Fish Farming, Los Banos, Laguna, Philippines, 19-25 November 1979 [27 p., 16 ref., 6 tab., 5 fig.).  
  
<sup>\*)</sup> Taiwan Livestock Research Institute, Hsin-Hua, Tainan, Taiwan 712, Republic of China.
- [3] Institut für Technologie: Zwischenbericht über die Durchführung des F.- u. E.-Vorhabens 'Gestaltung und Beeinflussung des anaeroben Prozesses zur Gewinnung von Biogas und Dünger' PTB 8158 Kr/Wa/SE 2000 Braunschweig, März 1982.
- [4] Westkämper, H. u. J. Sanides: Bau und Betrieb einer Biogasanlage in Paderborn-Sande. Bericht für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, 1982.
- [5] Baader, W. u. R. Kloss: Assessment of biogas-installations in the Federal Republic of Germany. - Bericht zum EEC-Project ES-E-R-051-D (N) für die Kommission der Europäischen Gemeinschaft, Braunschweig, 1982.



Auszug aus der Broschüre (R. Kloss)

2. FACHGESPRÄCH BIOGAS  
BRAUNSCHWEIG

Verfahrenstechnik der Biogaserzeugung aus  
landwirtschaftlichen Roh- und Abfallstoffen  
- Erkenntnisse aus Forschung und Praxis -

13. und 14. Oktober 1982

in der Bundesforschungsanstalt für Landwirt-  
schaft, Braunschweig-Völkenrode (FAL)

Veranstalter:

Institut für Technologie der FAL

INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL)