

# Gestaltungsmöglichkeiten für den Bau von landwirtschaftlichen Biogasanlagen<sup>1)</sup>

Während der letzten Jahre haben sich verschiedene wissenschaftliche Institute eingehend mit dem Problem der Biogasgewinnung in der Landwirtschaft befaßt und die bereits vorhandenen Anlagen kritisch untersucht. Es erscheint angebracht, gewisse Schlußfolgerungen aus diesen Untersuchungen schon jetzt darzulegen, damit beim Bau neuer Versuchsanlagen die erkannten Gesetzmäßigkeiten und Gestaltungsmöglichkeiten berücksichtigt werden können. Besonders im Hinblick auf noch ausstehende Untersuchungen verschiedener Teilgebiete der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung gewinnt die Berücksichtigung bereits gewonnener Erfahrungen und technisch-wissenschaftlicher Ergebnisse beim Bau von Versuchsanlagen für Sonderuntersuchungen an Bedeutung, weil sonst die wissenschaftlichen Bearbeiter eines bestimmten Fachgebietes zu stark mit der Inbetriebhaltung der Versuchsanlage belastet werden und nur ungenügend an den speziellen wissenschaftlichen Untersuchungen arbeiten können.

## 1 Die verschiedenen Bauarten von landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Seit dem erneuten Aufgreifen des Gedankens, aus landwirtschaftlichen Abfallstoffen organischer Natur Biogas zu erzeugen, sind nach dem Jahre 1945 von mehreren Maschinenfabriken und landtechnischen Instituten verschiedene Bauarten von Biogasanlagen entwickelt worden. Die Bezeichnungen, unter denen diese Bauarten bekannt wurden, sind zur Kennzeichnung verschiedener Verfahrensmöglichkeiten der

- a) mechanische Schwimmdeckenzerstörung und Durchmischung
- b) hydraulische Schwimmdeckenzerstörung und Durchmischung und
- c) pneumatische Schwimmdeckenzerstörung und Durchmischung<sup>2)</sup> vorzunehmen.

Unter Zugrundelegung dieser Vorschläge sollen nachstehend die Hauptbauarten von landwirtschaftlichen Biogasanlagen kurz erläutert und kritisch miteinander verglichen werden.

### 1.1 Biogasanlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes

Biogasanlagen, die Stallmist und andere organische Stoffe in pumpfähiger Aufbereitung ausfäulen, besitzen gegenüber den Anlagen mit Ausfäulung nicht pumpfähigen Faulgutes (z. B. Stallmist bei natürlichem Feuchtigkeitsgehalt) einige entscheidende Vorteile. Entgegen den bisherigen Verfahren der Stallmistwirtschaft wird die Jauche zusammen mit dem Mist behandelt und bei der Bauart nach SCHMIDT-EGGERSGLÜSS (Bild 1) und der Bauart Berlin (Bild 2) auch nach dem Faulprozeß zusammen gelagert und ausgefahren. Das führt zu einer vorteilhaften Konzentration der Stallmistarbeitskette

<sup>2)</sup> Die Schwimmdeckenzerstörung erfolgt im eigentlichen Sinne bei diesem Verfahren ebenfalls mechanisch, allerdings durch unbewegliche Einrichtungen (s. Abschnitt 1.13). Da jedoch die Bewegung der Schwimmdecke durch Entspannung und Druckerhöhung eines Gasspeicherraumes erfolgt, kann die gewählte Kennzeichnung „pneumatische Schwimmdeckenzerstörung“ unter Berücksichtigung dieses Hinweises als Unterscheidungsmerkmal beibehalten werden.

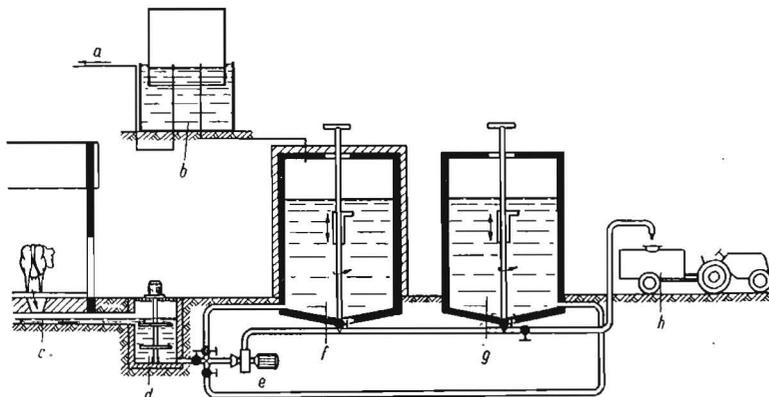


Bild 1. Schema einer Biogasanlage mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und hydraulischer Schwimmdeckenzerstörung (Bauart SCHMIDT-EGGERSGLÜSS)  
a Biogas, b Gasbehälter, c Stallanlage mit Schwimmdecke, d Mischgrube, e Zentralpumpe, f Faulraum, g Düngeschlamm-Silo, h Düngeschlamm-Anhänger

Biogasgewinnung in der Landwirtschaft – den grundsätzlichen Unterscheidungsmerkmalen der Bauarten – nicht geeignet.

Nach eingehenden Beratungen empfehlen die technisch-wissenschaftlichen Bearbeiter der Forschungsaufträge „Biogas“ bei der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zukünftig bei der Kennzeichnung von landwirtschaftlichen Biogasanlagen grundsätzlich zu unterscheiden in:

1. Biogasanlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und
2. Biogasanlagen mit Ausfäulung nicht pumpfähigen Stallmistes.

Ein weiteres Merkmal zur Kennzeichnung und auch gleichzeitig zur teilweisen Beurteilung ist das zur Verwendung kommende Verfahren der Schwimmdeckenzerstörung in Biogasanlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes. Hierzu wird empfohlen, eine Unterscheidung in:

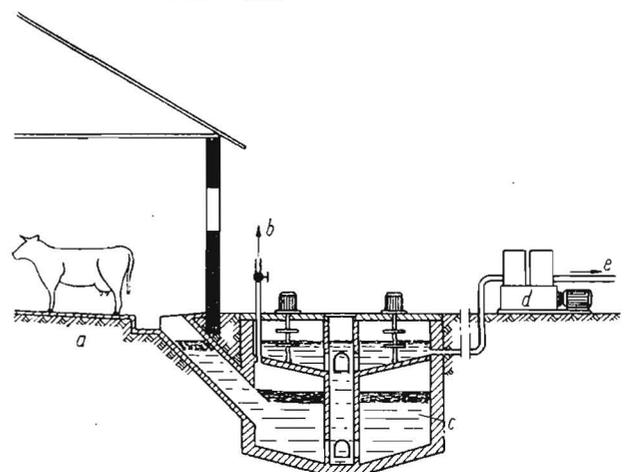


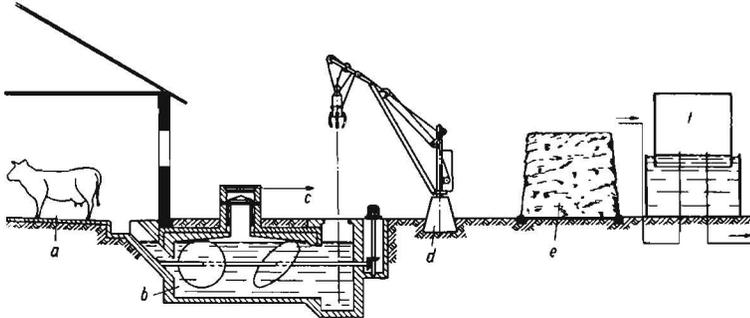
Bild 2. Schema einer Biogasanlage mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und pneumatischer Schwimmdeckenzerstörung (Bauart Berlin)  
a Stallanlage, b Biogas, c Faulraum mit Gasspeicher und Düngeschlamm aufbewahrung, d Güllepumpe, e Gülleleitung zum Feld

\*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. ROSEGER).

<sup>1)</sup> Ergänzung zu den Aufsätzen: ROSEGER/NEULING, Die Versuchsanlage zur Humus- und biologischen Gasgewinnung an der TH Dresden. Deutsche Agrartechnik (1958) H. 4, S. 147 bis 149, und Wege zur Berechnung landwirtschaftlicher Biogasanlagen. Deutsche Agrartechnik (1957) H. 1, S. 14 bis 17.

und zur Verringerung von Hilfsmitteln und Maschinen in dieser Arbeitskette.

Es hat sich bei der Biogasgewinnung allgemein als zweckmäßig erwiesen, das Faulgut künstlich je nach der Faulart auf etwa 30° C oder 50° C aufzuheizen. Bei Anlagen mit Ausfäulung nicht pumpfähigen Stallmistes muß aufgeheizte Flüssigkeit (Wasser oder Jauche) durch eine Rieselvorrichtung in den Faulraum gepumpt werden, sie gibt ihre Wärme beim Durchsickern durch die Faulraumfüllung an das Faulgut ab. Der Wasser- oder Jauchesumpf am Boden des Faulraumes kann danach wieder abgelassen und erneut aufgeheizt werden. Im Gegensatz hierzu kann man bei Anlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes die Heizeinrichtungen wesentlich einfacher gestalten. Gut bewährt hat sich bisher das Einblasen von Dampf in die Faulraumflüssigkeit. Die Temperaturverteilung im Faulraum ist außerordentlich gleichmäßig, beson-



**Bild 3.** Schema einer Biogasanlage mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und mechanischer Schwimmdeckenzerstörung (Bauart Darmstadt)  
a Stallanlage, b Faulraum, c Biogas, d Dunggreifer, e Stapelmistplatte für ausgefäulten Stallmist, f Gasbehälter

ders wenn nach der Aufheizperiode die Schwimmdecken zerstört werden und das Faulgut sich dabei durchmischt. Nachteilig ist bei Anlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes die unerwünschte Bildung von Schwimmdecken im Faulraum durch die Differenz der spezifischen Gewichte von abgeschwemmtem Stallmist und Faulwasser. Zum einwandfreien Betrieb sind Vorrichtungen zur Zerstörung der Schwimmdecken notwendig, um eine gleichmäßige Ausfäulung und Ausbringung des Faulgutes zu gewährleisten.

Ein weiterer Nachteil ergibt sich bei den Anlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Faulgutes durch den notwendigen größeren Faulraumbedarf. Die Faulraumleistungen ( $\text{Nm}^3$  erzeugtes Gas je  $\text{m}^3$  Nettofaulraum) liegen unter sonst gleichen Bedingungen bei Anlagen mit Ausfäulung nicht pumpfähigen Stallmistes wesentlich günstiger als bei Anlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes, weil sich aus der Faulraum beanspruchenden Jauche und dem Schmutzwasser keine nennenswerten Gasmengen erzeugen lassen.

#### 1.11 Biogasanlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und mechanischer Schwimmdeckenzerstörung

Die bekannteste Bauart einer Biogasanlage, in der pumpfähiger Stallmist bei mechanischer Schwimmdeckenzerstörung ausgefäult wird, ist die Anlage des Bauern BERTALOTH in Rohrbach bei Darmstadt. Ursprünglich von IMHOFF [1] für einen Gutsbetrieb in Schondorf/Bayern entwickelt, wurde diese Anlage auf Anregung von REINHOLD [2] gebaut und von BERTALOTH nach seinen Erfahrungen während eines mehrjährigen Probebetriebes verbessert.

Bild 3 zeigt schematisch den Aufbau dieser Anlage. Der Stallmist wird vorteilhaft direkt aus dem Stall in die Einwurföffnung des Faulraumes geschoben und unter die Tauchwand gedrückt. Im Stall anfallende Jauche und das Schmutzwasser fließen dem Faulraum kontinuierlich zu. Die Schwimmdecke im Faulraum wird täglich zwei- oder dreimal durch ein mechanisches Speichenrührwerk zerstört. Das ursprünglich von Imhoff vorgesehene Scheibenrührwerk hat sich nicht bewährt und mußte durch ein elektromotorisch angetriebenes Speichenrührwerk ersetzt werden.

Gleichzeitig mit dem Zerstören der Schwimmdecke wird der gärende Mist durch den Faulraum gefördert. Bei längerem und öfterem Aufrühren der Schwimmdecke wird die Förderung beschleunigt und damit die Verweilzeit des Faulschlammes entsprechend kürzer. Der ausgefäulte Mist wird an der Entnahmeöffnung mit einem Greifer entnommen und auf einer normalen Stapelmistplatte bis zur Verwendung als Dünger gelagert. Die überschüssige Jauche im Faulraum kann durch einen Überlauf in eine Jauchegrube ablaufen.

Der Faulschlamm im Faulraum wird durch Einblasen von Dampf auf durchschnittlich 26° C erwärmt. Ursprünglich hoffte man, ohne Wärmedämmung der Faulraumwände auszukommen. Es zeigte sich jedoch bereits nach kurzer Zeit, daß eine Wärmeisolierung nicht zu umgehen ist, wenn Anlagen dieser Art auch energetisch Vorteile bringen sollen. Das erzeugte Gas wird in einem nassen Niederdruckgasbehälter gesammelt und im Haushalt verbraucht. Im Zusammenhang mit der Erkenntnis, daß arbeitswirtschaftliche Vorteile, d. h. Vereinfachung und Verkürzung der Stallmistarbeitskette, bei Biogasanlagen dieser Art nicht erzielt werden, rechtfertigt man neuerdings den Bau solcher Anlagen durch den Hinweis auf die Erleichterungen bei hauswirtschaftlichen Arbeiten durch Verwendung des erzeugten Biogases [3]. Ein Standpunkt, dem bei Berücksichtigung der doch relativ hohen Bau- und Betriebskosten nicht unbedenklich voll zugestimmt werden kann.

#### 1.12 Biogasanlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und hydraulischer Schwimmdeckenzerstörung

Bereits 1949 konnte die Deutsche Futtermittelkonservierungs-Gesellschaft (Defu) Verden/Aller mehreren Wissenschaftlern und Praktikern eine Biogasanlage mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und hydraulischer Schwimmdeckenzerstörung im praktischen Betrieb vorführen. Die technischen Entwicklungsarbeiten waren an Anlagen dieses Verfahrens (bisher bekannt unter dem Namen „System Schmid-Eggersglüß“) praktisch bis 1950 abgeschlossen [4]. Heute arbeiten mehrere Großanlagen in Westdeutschland nach diesem Verfahren mit überwiegend befriedigenden Ergebnissen. Technisch besonders interessant ist die neuerdings erstmalig vorgenommene Kopplung von städtischer Abwasserwertung und landwirtschaftlicher Biogasanlage [5].

Bei Biogasanlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und hydraulischer Schwimmdeckenzerstörung wird größtenteils der Stallmist über einen Jauche-Schmutzwasser-Kreislauf durch eine Schwemmentmistanlage [6] aus den Stallanlagen abgeschwemmt und in Faulräume gepumpt. Die Faulräume sind aus wasser- und gasdichtem Beton hergestellt und gegen Wärmeverluste isoliert. Der Faulschlamm wird durch Einblasen von Dampf aufgeheizt. Zur Schwimmdeckenzerstörung sowohl in den Faulräumen als auch in den Dünge-schlamm-silos kommt ein Spülkopf zur Anwendung [7].

Von der Zentralpumpe der Biogasanlage wird im Spülkopf ein kräftiger Faulwasserstrahl erzeugt, der die Schwimmdecke gut mit der unter ihr liegenden Flüssigkeit vermischt. Dadurch, daß der Spülkopf drehbar und auch vertikal heb- und senkbar ist, kann die gesamte Faulraumgrundfläche in verschiedenen Höhen – entsprechend der Dicke der Schwimmdecke – bestrichen werden.

Nach dem Ausfäulen wird das Stallmist-Jauche-Schmutzwasser-Gemisch abgepumpt und in die Dünge-schlamm-silos überführt. Hier verbleibt der ausgefäulte Biogasschlamm bis zur Ausfuhr für die Düngung der Felder.

Das erzeugte Gas wird nach Speicherung in nassen Gasbehältern verschiedensten Verbrauchern zugeführt. Bei kleineren Anlagen wird es vorwiegend zum Kochen und zur Raumheizung verwendet, während bei größeren Anlagen (200  $\text{m}^3$  Biogaserzeugung je Tag und mehr) die Nutzung als Brennstoff für Trockenanlagen, zur Elektrizitätserzeugung und als gas-

förmiger Schlepperkraftstoff (nach entsprechender Verdichtung) erfolgt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß diese Bauart in arbeitswirtschaftlicher Hinsicht jeder anderen bisher bekannten Bauart als Großanlage bei vertretbaren Bau- und Betriebskosten überlegen ist. Für Kleinbiogasanlagen scheint dagegen das nachfolgende Verfahren wirtschaftlicher anwendbar.

### 1.13 Biogasanlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und pneumatischer Schwimmdeckenzerstörung

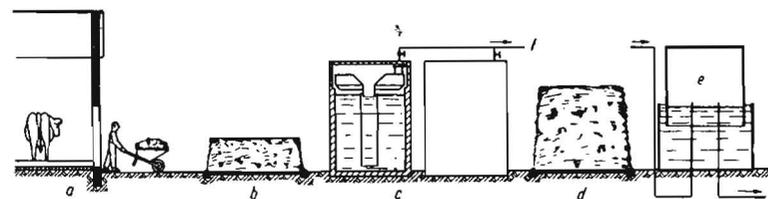
In den letzten Jahren wurde an der Technischen Universität Berlin eine Biogasanlage mit pneumatischer Schwimmdeckenzerstörung entwickelt (bekanntgeworden als „System Berlin“) und auf einem Gutsbetrieb in Jungholz/Tirol probeweise gebaut und betrieben [8].

Der anfallende Stallmist wird vom Stall aus direkt über eine mechanische Entmistungsanlage in den Faulraum eingeschoben. Ebenso fließt die Jauche direkt vom Stall in den Faulbehälter. Die Bildung einer Schwimmdecke wird dadurch vermieden, daß je nach dem Gasverbrauch die Schwimmdecke durch eine fest eingebaute Rechenanlage getrieben wird.

Dadurch, daß das erzeugte Gas im Faulraum selbst gespeichert wird, entsteht während der Zeiten geringen Gasverbrauchs ein Überdruck im Gassammelraum des Faulbehälters, der die Schwimmdecke durch die Rechenanlage nach unten drückt und sie damit zerstört. Bei hohem Gasverbrauch entspannt und verringert sich der Gasspeicherraum. Die Schwimmdecke wird in diesem Fall von der nachdrängenden Faulflüssigkeit von unten wiederum durch die Rechenanlage gedrückt und dadurch zerstört (Bild 2).

Ein besonderes Kennzeichen dieser Bauart liegt in der mit der Schwimmdeckenzerstörung verbundenen Überführung des ausgefäulten Stallmistes und der Jauche in den Speicherbehälter ohne besondere Geräte und Maschinen. Gleichzeitig mit dem Grad der Ausfäulung, d. h. der Höhe des Abbaues organischer Masse, erhöht sich das spezifische Gewicht des Faulgutes. Hierdurch wird es möglich, ausgefäulte Stoffe durch genau zu berechnende Flußgeschwindigkeiten im Faulraum beim Heben und Senken der Schwimmdecke infolge Entspannung oder Druckanstieges im Gasspeicherraum in einem Mittelschacht mitzureißen.

Dieser Mittelschacht endet im Speicherbehälter für Düngeschlamm. Die ausgefäulten Stoffe verbleiben in diesem Speicherbehälter bis zur Ausbringung auf das Feld. Die Beheizung des Faulraumes erfolgt durch eine Warmwasser-Umlaufheizung, die an eine bereits vorhandene Zentralheizung angeschlossen



**Bild 4.** Schema einer Biogasanlage mit Ausfäulung nicht pumpfähigen Stallmistes (Bauart MASSAUX). Beschicken und Entleeren der Faulräume mit Handgeräten oder Krananlage  
a Stallanlage mit Handentmistung oder mechanischer Entmistung, b Mistplatte zur aeroben Vorrotte, c Faulbehälter, d Stapelmistplatte, e Gasbehälter, f Biogasteitung zum Gasbehälter

werden kann. Die Faulraumwände sind seitlich durch eingeschlossene Luftspalten im Mauer- bzw. Betonwerk wärmegeklämt.

Die beschriebene Biogasanlage mit pneumatischer Schwimmdeckenzerstörung und Faulschlammförderung ist speziell als Klein- oder Mittelanlage einzusetzen. Der besondere Vorteil gegenüber anderen Verfahren liegt im Wegfall sämtlicher beweglicher Einrichtungen und Geräte. Die Bedienung wird dadurch wesentlich vereinfacht und eine weitgehende Wartungsfreiheit erzielt.

### 1.2 Biogasanlagen mit Ausfäulung nicht pumpfähigen Stallmistes

Dieses Verfahren ist besonders in Südfrankreich verbreitet und macht von der Selbsterwärmung des Mistes in einer aeroben Vorrotte Gebrauch.

Der Stallmist gelangt anschließend an die aerobe Vorrotte bei natürlichem Feuchtigkeitsgehalt in die Faulräume, deren Wände nach Art zyklotermischer Zellen wärmegeklämt sind. In günstigen Klimaten, wie in Südfrankreich, ist in überwiegender Maße eine zusätzliche Aufheizung nicht notwendig, während man in Deutschland auf Grund der tieferen Jahresmitteltemperaturen auf eine zusätzliche Beheizung durch erwärmte Jauche nicht verzichten kann.

In Frankreich wurde besonders die Bauart MASSAUX [9] bekannt, die aus mehreren zylindrischen Beton-Faulräumen mit relativ geringem Fassungsvermögen von etwa 6 bis 25 m<sup>3</sup> besteht (Bild 4). Der Mist wird nach der aeroben Vorrotte zu meist mit Handgeräten in einen dieser Faulräume geworfen und anschließend nach vollständiger Füllung durch einen Tauchdeckel luftdicht abgeschlossen. Der Faulprozeß läuft durchschnittlich drei Monate, d. h. während dieser Zeit wird nach der Einarbeitungszeit des Faulgutes Biogas gewonnen. Zur kontinuierlichen Gasgewinnung sind also mehrere Behälter notwendig, die wechselweise beschickt werden müssen. Die Entnahme des ausgefäulten Mistes erfolgt größtenteils mit Handgeräten.

Das erzeugte Gas wird in einem Gasbehälter gesammelt und überwiegend im Haushalt verbraucht. Lediglich in zwei Fällen wird das erzeugte Biogas verdichtet und als Schlepperkraftstoff genutzt [10]. Die arbeitswirtschaftlichen Nachteile sind so bedeutend, daß dieses Verfahren sich in Deutschland bisher nicht durchsetzen konnte. Die Beschickung und Entleerung der Faulräume verlangt zur Mechanisierung den Einsatz von Krananlagen, die in den wenigsten kleinbäuerlichen Betrieben, für die diese Anlage geschaffen wurde, zur Verfügung stehen. Ebenfalls ergeben sich stärkere Wärmeverluste der Faulräume durch die größere Anzahl von Behältern – und damit entsprechend einer höheren Wärmedurchgangfläche – als bei anderen kontinuierlich arbeitenden Verfahren.

### 2 Standortwahl von Biogasanlagen

Der wirtschaftlichste Standort einer Biogasanlage ist stark abhängig von der Art und Wahl des Entmistungsverfahrens in den Ställen. Bei der Entmistung mit Handgeräten ist aus arbeitswirtschaftlichen Gründen – d. h. Verringerung des Transportweges des Frischmistes – der Bau der Biogasanlage in unmittelbarer Nähe der Stallanlage oder Dungele zu planen.

Vorteilhaft lassen sich Biogasanlagen mit langgestreckten, liegenden zylindrischen oder prismatischen Faulräumen so anlegen, daß die Einwurföffnungen des Faulraumes im Stallgebäude und die Entnahmeschächte unmittelbar neben der Dungplatte liegen. Nach dieser Anordnung – wie sie besonders bei Biogasanlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und mechanischer Schwimmdeckenzerstörung leicht zu verwirklichen ist – übernimmt der Faulraum gleichzeitig neben der Gaserzeugung auch die Funktion eines Stallmistförderers zwischen Stallanlage und Dungplatte (Bild 3).

Bei Biogasanlagen mit Ausfäulung nicht pumpfähigen Stallmistes nach 1.2 erscheint es günstig, die Anlagen unmittelbar neben der Dungplatte zu errichten. Die Vorrotte kann dann auf der befestigten Dungplatte erfolgen. Eine Vorrotte im Faulraum bei abgenommenen Behälterdeckeln ist nur mit zusätzlichen Einrichtungen möglich, die das sich im Faulraum ablagernde Kohlendioxid ausblasen und damit die aerobe Vorrotte erneut ermöglichen.

Relativ unabhängig von der Anordnung der Stallanlagen können die Standorte von Biogasanlagen mit Ausfäulung pumpfähigen Stallmistes und hydraulischer Schwimmdeckenzer-

störung gewählt werden, wenn die Entmistung der Ställe durch Schwemmmistung erfolgt. Das ist bei Biogasanlagen nach 1.12 fast ausschließlich der Fall. Für den Transport des abgeschwemmten Stallmistes in Rohrleitungen ist der Mehraufwand durch längere Leitungen, sowohl baukostenmäßig als auch energie- und arbeitswirtschaftlich unbedeutend, wenn durch eine günstigere Lage der Biogasanlage in größerer Entfernung andere Vorteile erzielt werden können. So kann oftmals durch geringe Verlängerung der Schwemmmist führenden Leitungen die Biogasanlage aus dem eigentlichen Wirtschaftshof herausgenommen und außerhalb angelegt werden. Damit bleibt die Übersichtlichkeit des Wirtschaftshofes erhalten und der Abtransport des ausgefaulten Düngeschlammes kann erfolgen, ohne daß die Fahrzeuge ständig den Wirtschaftshof überfahren.

Für die Errichtung und den Betrieb von Gasbehältern liegen bindende Vorschriften vor [11]. Danach muß man die Standorte von Niederdruckgasbehältern so wählen, daß gewisse Mindestabstände der Gasbehälter von Gebäuden und Straßen eingehalten werden.

Um jeden Gasbehälter ist eine Sicherheitszone einzuhalten, deren äußere Grenze vom Gasbehälter 15 m nicht unterschreiten soll. Innerhalb dieser Sicherheitszone dürfen keine flammenbildende und funkenerzeugende Geräte verwendet werden. Das Rauchen und der Gebrauch von offenem Feuer und Licht ist durch dauerhafte Verbotstafeln zu untersagen. Innerhalb der Sicherheitszone liegt ein Geländestreifen, der die allseitige Zugänglichkeit des Behälters zur Einleitung aller notwendigen Maßnahmen bei Gefahr sicherstellen soll. Das Gelände der Freizone und die Zufahrtswege dürfen nicht verstellt werden, um die Anfahrt von Katastrophenfahrzeugen zu gewährleisten und die ungehinderte Benutzung von Feuerwehrgeräten zu ermöglichen. Die Breite der Freizone muß bei Behältern bis 5000 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen 6 m betragen. Für Gasbehälter unter 100 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen können Erleichterungen von diesen Vorschriften durch das Ministerium für Schwermaschinenbau gewährt werden.

### 3 Gestaltung von Anlagenteilen

#### 3.1 Faulräume

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, Faulräume im Erdreich einzubetten oder über Terrain zu errichten. In beiden Fällen müssen die Faulraumwände gegen einen hohen Wärmedurchgang wärmegeämmt werden. Betriebserfahrungen an mehreren Biogasanlagen, deren ungedämmte Faulräume man vollständig mit Erde abdeckte, zeigten, daß durch die Erdabdeckung allein keine ausreichende Wärmedämmung zu erzielen war. In allen Fällen wurden die Faulräume dann nachträglich noch gegen zu hohen Wärmedurchgang isoliert. Die Frage der wirtschaftlichsten Aufstellungsart läßt sich also aus den angeführten wärmetechnischen Überlegungen nicht ohne weiteres beantworten.

Die Wahl der Aufstellungsart wird dagegen entscheidend von den Baugrundverhältnissen beeinflusst. Ein hoher Grundwasserstand erzwingt in den überwiegenden Fällen den Bau oberirdischer Faulräume, wenn auf Wirtschaftlichkeit des Baues der Biogasanlage Wert gelegt wird. Selbst bei günstigen Baugrundverhältnissen kann bei größeren Faulraumeinheiten die Notwendigkeit des Ausschachtens und Abtransportes von Erdmassen zur Wahl des oberirdisch angelegten Faulraumes führen, obwohl oberirdisch errichtete Faulräume andererseits aus statischen Gründen eine stärkere Konstruktion bedingen.

Maßgeblich für die Wahl eines oberirdischen Faulraumes kann weiterhin die Überlegung sein, daß sich bei dieser Aufstellungsart Undichtigkeiten der Faulraumwände leichter erkennen lassen als bei unter Terrain liegenden Faulräumen. Diese Überlegung gewinnt besonders an Bedeutung, wenn in nächster Nähe der Faulräume ein Brunnen zur Trinkwasserversorgung angelegt und eine Verlegung des Brunnens, bzw. die Wahl eines anderen Standortes der Faulräume nicht möglich ist. Nach Ansicht der Humanhygiene ist der oberirdischen Aufstellungs-

art in diesen Fällen aus hygienischen Gründen der Vorzug zu geben.

Bei der Errichtung von Biogasanlagen für klein- und mittelbäuerliche Betriebe bestehen oftmals nur geringe Möglichkeiten des Einbaues einer Biogasanlage außerhalb des eigentlichen Wirtschaftshofes. Der Bau oberirdischer Faulräume auf dem Wirtschaftshof führt in fast allen Fällen zu einer ge-

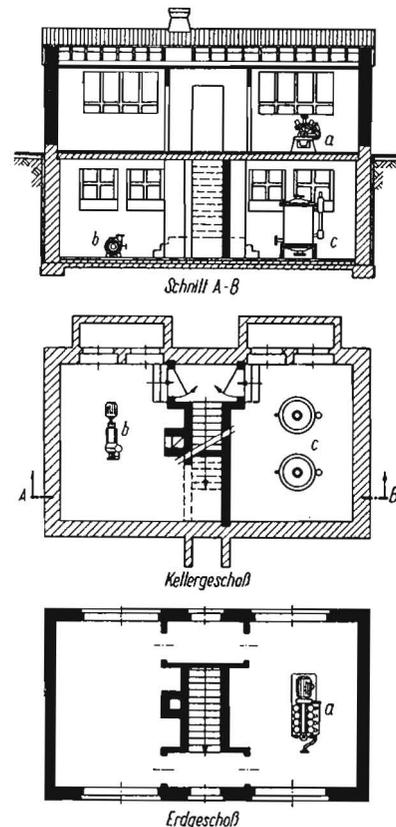


Bild 5. Maschinenhaus für eine Biogasanlage (Entwurf: Dipl.-Ing. MENZEL Dresden)  
a Kältemittelverdichter, b Zentralpumpe, c Wärmetauscher

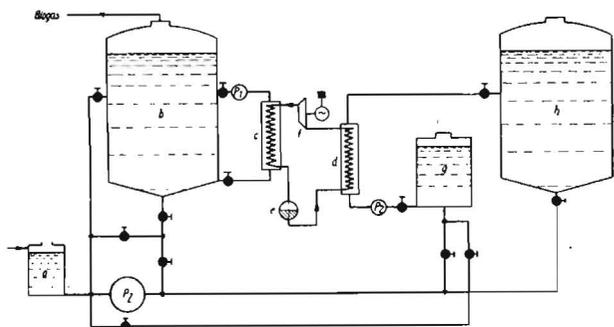
wissen Beengung, so daß aus diesem Grund der Bau im Erdreich eingelassener Faulräume oftmals erwünscht ist. Eine Überfahrbarkeit der Faulraumdecke muß dann gewährleistet sein.

Als Querschnittsform der Faulräume kamen bislang ausschließlich runde oder rechteckige Querschnitte zur Verwendung. Liegende Faulräume werden vorwiegend aus bauwirtschaftlichen Gründen mit rechteckigem oder quadratischem Querschnitt ausgeführt, obwohl sich mit runden Querschnitten in wärmetechnischer Hinsicht für Faulräume günstigere Verhältnisse ergeben [12]. Es bleibt abzuwarten, ob durch die Entwicklung von Betonfertigteilen die bauwirtschaftlichen Nachteile bei Anwendung kreisförmiger Querschnitte für Faulräume nach dem heutigen Entwicklungsstand aufgehoben oder zumindest gemindert werden können.

Stehende Faulräume werden grundsätzlich aus statischen und wärmetechnischen Erwägungen als zylindrische Körper ausgebildet. Zur Erzielung eines günstigen Verhältnisses der Faulraumoberfläche zum Faulrauminhalt soll ein Durchmesser-Höhenverhältnis von  $d:h = 1$  angestrebt werden, um die Wärmedurchgangsfächen und damit die Wärmeverluste gering zu halten. Bei sehr großen Faulräumen (über 200 m<sup>3</sup> Nettovolumen) läßt sich dieses Verhältnis allerdings nicht völlig erreichen, weil die Mittel zur Schwimmdeckenzerstörung nach dem heutigen Entwicklungsstand aus konstruktiven Gründen in ihrer Wirkung auf ausgedehnte und dicke Schwimmdecken nicht sicher, bzw. nur bei unverhältnismäßig hohem Energieaufwand eingesetzt werden können.

Eine Analyse gebauter Faulräume in landwirtschaftlichen Biogasanlagen ergab, daß die Faulräume mittlerer und großer Biogasanlagen aus Stahlbeton als Baustoff hergestellt wurden. Lediglich kleinere Faulräume bis zu 15 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen sind allgemein aus Stahlblech gefertigt. Auch zukünftig dürfte man diese Entwicklungsrichtung beibehalten, weil der Bau kleinerer Faulräume aus Stahlblech günstiger in Maschinenfabriken erfolgen kann als auf der Baustelle in einer Stahlbetonausführung. Stärkere Korrosion der Stahlblechwände durch Faulschlamm kann bei geeignetem Schutz durch Anstriche auf Bitumenbasis sicher vermieden werden. Bei der Konstruktion der Faulräume aus Stahlbeton zeichnet sich in neuerer Zeit das Streben nach vereinfachten Konstruktionen ab. Während man in der Bundesrepublik bei der Herstellung der Stahlbetonfaulräume in immer stärkerem Maße mit Gleitschalungen arbeitet, versucht man bei uns, den Bau von Faulräumen durch Verwendung von Betonfertigteilen wirtschaftlicher zu gestalten und die Bauzeiten zu senken.

Zur Wärmedämmung der Faulrauwände und -decken kann man vorteilhaft Schaumbeton verwenden. Ebenfalls gut bewährt hat sich die Verwendung von Piatherm als Material für die Wärmedämmung bei allerdings etwas höheren Herstellungs- und Baukosten der Faulräume. Der Einschluß von Luftkam-



**Bild 6.** Schema einer Wärmepumpenanlage für Biogasanlagen  
*a* Mischgrube der Schwimmmistung, *b* Faulraum, *c* Verflüssiger, *d* Verdampfer, *e* Ammoniak-Sammelbehälter, *f* Ammoniak-Verdichter, *g* Isolierter Zwischenbehälter, *h* Düngeschlamm-Silo, *P*<sub>1</sub>, *P*<sub>2</sub> Jauche-Umlaufpumpen, *P*<sub>z</sub> Zentralpumpe

mern in den Wänden der Faulräume zur Wärmedämmung wird bei den Bauarten „Massaux“ und „Berlin“ angewendet. Durch noch ausstehende technisch-wissenschaftliche Untersuchungen muß der Beweis einer Wirtschaftlichkeit dieses Dämmverfahrens für Faulräume erbracht werden, wenn mit größerer Anwendung gerechnet werden soll.

### 3.2 Maschinenhäuser und maschinelle Einrichtungen

Der Bau von besonderen Maschinenhäusern für landwirtschaftliche Biogasanlagen ist nur bei Großanlagen üblich. Vorwiegend sind sie bestimmt zur Aufnahme der Pumpen und Heizeinrichtungen. Bei der Projektierung sind die einschlägigen Arbeitsschutzbestimmungen zu beachten.

Bild 5 zeigt den Entwurf eines Maschinenhauses, das neben der Zentralpumpe ein Wärmepumpenaggregat zur Aufheizung des Faulschlammes aufnehmen soll. In den beiden Kellerräumen ist die Aufstellung der Zentralpumpe der Biogasanlage und der Wärmetauscher vorgesehen, während man die darüberliegenden Räume als Bedienungs- und Verdichterraum benutzen kann.

Als Zentralpumpen für Biogasanlagen mit Ausfaltung pumpfähigen Stallmistes und hydraulischer Schwimmdeckenzerstörung werden allgemein Kanalradkreislumpen verwendet. Diese Pumpenart arbeitet nicht selbstansaugend; die Aufstellung muß also so tief erfolgen, daß die Pumpe stets Zulauf aus den Rohrleitungen erhält. Eine Aufstellung über Terrain läßt sich durch technische Hilfsmittel, wie Rücklaufrohrleitungen der Faulräume zur Pumpe, Hilfspumpen usw. zwar erzwingen; im Hinblick auf die einfache Bedienung der Anlage aber sollte allgemein der Zulauf zur Pumpe durch entsprechend tiefe Aufstellung angestrebt werden.

Einer allgemeinen Einführung von Biogasanlagen in die landwirtschaftliche Praxis steht z. Z. noch ein unbefriedigend hoher Eigenwärmebedarf der Anlagen entgegen. Dieser Wärmeaufwand setzt sich zusammen aus der Wärmemenge zur Deckung der Wärmeverluste und der Wärmemenge zum Aufheizen des Frischmistes. Die Wärmeverluste kann man durch gute Wärmedämmung der Faulräume gering halten, während die Aufheizwärmemenge, die vor dem Faulprozeß in den Frischmist eingeleitet wurde, nach dem Ausfaulen mit dem Faulschlamm in die Düngeschlamm-Silos gelangt und hier an die Umgebung niedriger Temperatur abgeführt wird. Über eine Pumpenanlage kann die Wärme des ausgefaulten Schlammes erneut zur Aufheizung des Frischmistes herangezogen werden [13].

Dazu wird der ausgefaulte Schlamm durch einen Ammoniakverdampfer geleitet und gibt seine Wärme an das Ammoniak ab. Das durch die abgegebene Wärme verdampfte Ammoniak wird in einem Verdichter komprimiert und überhitzt. Die Verdampfungs- und Überhitzungswärme wird anschließend im Verflüssiger wiederum an das Frischfaulgas abgegeben (Bild 6).

Im allgemeinen wird das erzeugte Nutzbogas als Brennstoff in Form von Niederdruckgas verbraucht. Bei Verbrauch als Schlepperkraftstoff muß das Gas vorher auf etwa 300 kp/cm<sup>2</sup> verdichtet und in Speicherflaschen gespeichert werden. Die hierzu notwendigen Einrichtungen und der Hochdruckverdichter finden im Maschinenhaus eine günstige Aufstellung. Bei Elektroenergieerzeugung aus Biogas ist die Aufstellung der Gasmaschine und des Generators im Maschinenhaus vorteilhaft, weil in diesem Fall die Bedienung der Biogasanlage und der Stromerzeugungseinrichtungen gemeinsam von einer Arbeitskraft durchgeführt werden kann.

### 3.3 Gasbehälter

Im Gegensatz zur annähernd kontinuierlichen Gaserzeugung erfolgt der Gasverbrauch im allgemeinen unregelmäßig. Eine direkte Entnahme des erzeugten Biogases ist nur möglich, wenn der Faulraum entsprechend ausgebildet ist (Bauart „Berlin“ und Faulräume mit schwimmender Gaslocke). Üblicherweise ist ein Gasbehälter nasser Bauart zwischen Faulraum und Verbraucher geschaltet.

Beim Winterbetrieb ergeben sich an Biogasanlagen oftmals Schwierigkeiten dadurch, daß bei stärkeren Kälteperioden oder lang anhaltenden Frösten die Wasserbecken der Gasbehälter einfrieren, wenn sie nicht zusätzlich beheizt werden. Ausgehend von den ungünstigen Erfahrungen mit nassen Niederdruckgasbehältern an den Biogasanlagen der DDR wurde der Einsatz von trockenen Gasbehältern vorgeschlagen. Hierbei scheiden Behälter der Bauart MAN und KLÖNNE wegen des hohen Bedienungsaufwandes für den Einsatz an landwirtschaftlichen Biogasanlagen aus.

Durch eine neue Gasbehälterkonstruktion – den Wiggins-Gasbehälter – erscheint der Einsatz trockener, wartungsfreier Gasbehälter für Biogasanlagen wirtschaftlich möglich. Die Abdichtung der Gasscheibe gegen die Behälterwand erfolgt durch eine eingeklemmte gummierte Gewebehaut [14]. Versuche mit einem kleineren Wiggins-Gasbehälter zeigten, daß sich bei Anwendung dieser Gasbehälterart zweckentsprechender Konstruktion gegenüber Behältern nasser Bauart sowohl bauliche als auch betriebliche Vorteile ergeben.

## 4 Zusammenfassung

Für Klein- und Großanlagen zur Biogasgewinnung in der Landwirtschaft können verschiedene Verfahren angewendet werden, deren Zweckmäßigkeit von den gegebenen Einsatzverhältnissen abhängig ist. Die Wahl des Gewinnungs-Verfahrens wird von den Standortverhältnissen entscheidend beeinflusst. Relativ unabhängig von bereits bestehenden Stallanlagen kann der Standort von Biogasanlagen mit Ausfaltung pumpfähigen Stallmistes und hydraulischer Schwimmdeckenzerstörung gewählt werden, weil eine notwendige Verlängerung des Transportweges von Schwimmmist durch Verpumpen in Rohrleitungen nur zu sehr geringen Erhöhungen der Bau- und Betriebskosten führt.

Bei der Gestaltung von Anlageteilen sind Bestrebungen nach einfacheren und wirtschaftlicheren Konstruktionen bemerkbar.

(Schluß S. 479)

Mit dieser Konstruktion ist ein Transportmittel geschaffen, das den im Baugewerbe herrschenden Bedingungen besonders gerecht wird. Es können dabei größere Lasten mit geringerem Kraftaufwand bewältigt werden. Durch die besondere Gestaltung der Karre ist es möglich, die Entleerung des Schüttgutes weit vor den Rädern zu ermöglichen. Mit Hilfe der winkelförmigen Ausbildung des Traggestelles kann unter geringem Kraftaufwand die Schüssel in eine senkrechte Lage gestellt werden.

Die Kippkarre ist in Bild 6 in Transportstellung dargestellt. Das als Winkelhebel ausgebildete Trag- bzw. Fahrgestell *a*

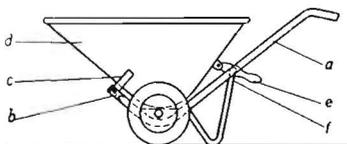


Bild 6. Kippkarre in Transportstellung

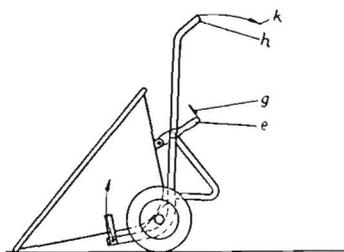


Bild 7. Kippkarre in Kippstellung

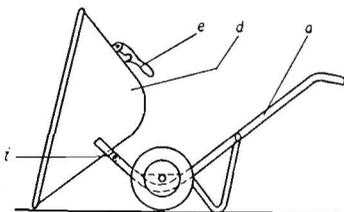


Bild 8. Kippkarre in Entleerungsstellung

besitzt gegenüber der Bedienungsseite eine Schwenkachse *b*. Diese ist über ein Verbindungsstück *c* mit der Schüssel *d* verbunden. Die Schüssel kann mittels der Raste *e* an der am Gestell angeordneten Achse *f* befestigt werden. Zum Zwecke der Entleerung wird, wie Bild 7 zeigt, die Karre gekippt. Die Raste *e* wird in Pfeilrichtung *g* gedrückt, so daß die Verbindung mit dem Traggestell an dieser Stelle gelöst wird. Nunmehr kann der Bedienungsmann durch Niederdrücken des Traggestelles an dem Ende *h* in Pfeilrichtung *k* ein Hochstellen der Schüssel *d* erzielen. In Bild 8 ist die Karre im hochgestellten Zustand, also in Entleerungsstellung, gezeigt. Auf der Schwenkachse *b* ist das Winkelstück *i* angeordnet, das als Anschlag der Schüssel bei Hochstellung dient. Wird das Winkelstück *i* entfernt, so kann die Schüssel über die Senkrechtstellung hinaus gekippt werden.

### 63c 48 „Feststellvorrichtung für Lenkräder landwirtschaftlicher Motorfahrzeuge“

DBR-Gebrauchsmuster Nr. 1727464, geschützt ab 20. April 1956  
DK 629.11.014.5—514.55

Inhaber: Franz Erich LACKNER, Linsenhofen/Neckar

Um auch in der Landwirtschaft rationellere Arbeitsmethoden zur Anwendung bringen zu können, ist es notwendig, den Schlepper und seine Geräte so zu gestalten, daß ein Mann sie bedienen kann.

Hierzu gehört besonders auch das Be- und Entladen von schleppergezogenen Anhängern. Beispielsweise sei hier nur das Entladen von Stallmist und Kunstdünger genannt.

Um dies von einem Bedienungsmann, der gleichzeitig der Schlepperfahrer ist, vornehmen lassen zu können, ist es not-

wendig, daß der Schlepper bei langsamer Geschwindigkeit richtungssicher fährt. Dieser Umstand bedingt, daß das Lenkrad des Schleppers festgestellt bzw. fixiert werden kann.

Gegenstand der Erfindung ist eine Feststellvorrichtung für Lenkräder von Schleppern, die ohne Demontage des Lenk-

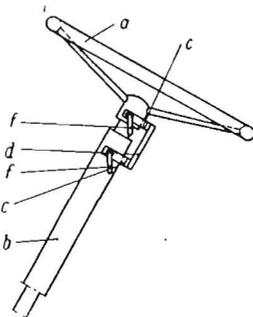


Bild 9. Lenksäule mit Feststellvorrichtungen

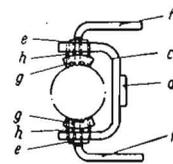


Bild 10. Feststellvorrichtung für Schlepperlenkungen

rades und ohne Bearbeitung oder Veränderung der Lenksäule vom Benutzer selbst angebracht werden kann. In Bild 9 ist ein Lenkrad *a* dargestellt, das in bekannter Weise in der feststehenden Lenksäule *b* drehbar gelagert ist. Die Lenkradfeststellung besteht aus zwei U- oder halbkreisförmig gebogenen Bügeln *c*, die durch einen Steg *d* miteinander verbunden sind. An den Enden der Bügel *c* sind mit Gewinde versehene Augen *e* angebracht, in die ein Gewindeknebel *f* eingesetzt ist. Die Gewindeknebel sind mit einem Spannstück *g*, das an seiner der Lenkung zugekehrten Seite konkav oder prismaförmig ausgebildet ist, verbunden. Bild 10 zeigt die Feststellvorrichtung im einzelnen. Zum Anbau wird die Feststellvorrichtung mit den Bügeln *c* über die Nabe des Lenkrades *a* und der Steuersäule *b* geschoben und durch Anziehen der beiden oberen Gewindeknebel *f* an der Lenkradnabe befestigt. Beim Anziehen der unteren beiden Gewindeknebel werden Lenkrad *a* und Steuersäule *b* fest miteinander verbunden.

A 2849 Pat.-Ing. A. LANGENDORF (KdT)

(Schluß von Seite 471)

Ein Verringern des notwendigen Eigenenergiebedarfes ist Voraussetzung zur Einführung von Biogasanlagen in die landwirtschaftliche Praxis. Der Wärmeaufwand kann durch eine Wärmepumpenanlage vermindert werden. Trockene Gasbehälter der Wiggins-Bauart lassen sich vorteilhaft bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen verwenden und erleichtern deren Winterbetrieb.

### Literatur

- [1] IMHOFF, Karl: Faulgas aus Abfallstoffen. Schondorf (Bayern) 1944 36 Seiten.
- [2] REINHOLD, F.: Neuzeitliche Abwasser- und Abfallstoffverwertung. VDI-Ztschr., Bd. 93 (1951) S. 917 bis 920.
- [3] STAUSS, Walter: Wie steht es um die Klein-Biogasanlage? Dtsch. Landtechn. Ztschr. (1956) H. 3, S. 69 bis 70.
- [4] Defu-Mitteilungen, Verden (Aller) (1951) Januar, H. 9. Herausgeber: Ferdinand SCHMIDT.
- [5] LEYERS, H.: Neue Wege der Landbehandlung und der Humuswirtschaft, Wasser und Nahrung (1955) Nr. 2, S. 55 bis 58.
- [6] ROSEGGER, Sylvester: Neue Wege in der Stallentmistung. Dtsch. Agrartechnik (1955) H. 6, S. 200 bis 203.
- [7] SCHMIDT, Ferdinand, und EGGERSGLÜSS, Walter: Vorrichtung für Sammelbehälter oder Speichersilos von Schwemmentmüllungsanlagen. Gebrauchsmuster der BRD vom 21. Juni 1956, Nr. 1724625; Klasse 45 h/1.
- [8] GÄRTNER, Anneliese, und IKONOMOFF, S. D.: Faulraum (Gasanlage) „System Berlin“. Städtehygiene (1956) S. 110 bis 113.
- [9] MASSAUX, Léonard: Procédé de fermentation de matières organiques et appareils pour sa mise en oeuvre. Brevet d'Invention Nr. 1.017.119, veröffentlicht am 2. Dez. 1952.
- [10] Sitzungsbericht der Academie d'agriculture de France vom 31. Okt. 1956.
- [11] Niederdruckgasbehälter, Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb. TGL 31355:1, Ministerium für Schwerindustrie, April 1954.
- [12] ROSEGGER, Sylvester: Der Entwicklungsstand von Biogasanlagen und Perspektiven für die landwirtschaftliche Praxis. Wissenschaftliche Ztschr. der TH Dresden (1957) H. 2, S. 514 bis 518.
- [13] FRATZSCHER, Wolfgang: Verwendung der Wärmepumpe für eine Biogasanlage. Diplomarbeit. TH Dresden, Fakultät für Maschinenbau, 1956.
- [14] NEULING, Siegfried: Wiggins-Behälter — eine neue Scheibengasbehälterkonstruktion. Energietechnik 7 (1957) H. 10, S. 471. A 2847