

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1063/96

(51) Int.Cl.⁶ : C12P 5/02

(22) Anmeldetag: 17. 6.1996

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1998

(45) Ausgabetag: 25. 6.1999

(56) Entgegenhaltungen:

AT 368549B AT 339849B DE 3211888A1

(73) Patentinhaber:

BAUER FRIEDRICH ING.
A-3373 KEMMELBACH, NIEDEROESTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

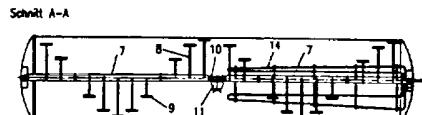
BAUER FRIEDRICH ING.
KEMMELBACH, NIEDEROESTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM FERMENTIEREN ORGANISCHEN MATERIALS

(57) Verfahren zur Fermentation organischen Materials unter Erzeugung von Biogas und Vorrichtung zu dessen Durchführung.

Organisches Material wird homogenisiert in einer Ppropfenströmung geführt. Ohne Vermengung mit nachgeschicktem Frischmaterial wird das auf Reaktionstemperatur erwärmte Material portionsweise abgearbeitet und zusammen mit Biogas ausgebracht. Die Veränderung des prozentuellen Biogasanteiles dient als Steuerparameter für den Reaktionsprozeß.

Die Durchführung erfolgt in einem liegenden Rohrfermenter (2), in dem ein mit einer Heizung (14) gekoppeltes, achszentrales Rührwerk (7,8,9) zur Erzeugung einer kontinuierlichen Ppropfenströmung angeordnet ist. Im austragseitigen oberen Bereich des Rohrfermenters (2) ist ein Dorn (4) zum gemeinsamen Austrag von Biogas und fermentiertem Substrat vorgesehen. Als Steuerparameter zur Beschickung der Vorrichtung dient ein Sensor (13) zur Bewegungskontrolle des Rührwerkes (7,8,9).



B
AT 405 185

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fermentation organischen Materials unter Erzeugung von Biogas, wobei organisches Material mit flüssigen und festen Anteilen am Anfang einer Reaktionsstrecke eingebracht, über die Reaktionsstrecke durchmengt und am Ende derselben wieder ausgebracht wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, wobei die Reaktionsstrecke ein liegender Rohrfermenter mit einem in seinem unteren Anfangsbereich angeordneten Eintrag und einem im oberen Endbereich angeordneten Austrag für das organische Material ist, mit einer Heizung einem Rührwerk sowie einem Gasabzug.

5 Im Bereich der Nutzbarmachung von Energiepotentialen aus regenerativen Energiequellen ist die Erzeugung von Biogas bekannt.

10 Beim biologischen Abbau organischer Stoffe unter Abwesenheit von Sauerstoff werden hochmolekulare organische Verbindungen, wie Fette, Kohlenhydrate usw. durch anaerobe Vergärung mit Hilfe von speziellen Bakteriengemeinschaften in niedermolekulare Verbindungen zerlegt oder umgewandelt. Bei diesem Prozeß entsteht ein wasser dampfgesättigtes Mischgas, das sogenannte Biogas, das im wesentlichen aus Methan und Kohlendioxid besteht. Dieses Biogas ist als Energieträger gut nutzbar.

15 Neben dem Biogas fällt als Endsubstrat der Biodünger als Flüssigprodukt an. Der Biodünger ist nitratfrei. Der beinhaltete Stickstoff kann von den Pflanzen direkt aufgenommen werden.

Schon während der Lagerung biogener Reststoffe in den Behältern der Verursacher bilden sich organische Säuren. Nach erfolgter Zerkleinerung der Reststoffe als Vorbereitung für die Fermentation verstärkt sich dieser Prozeß noch. Diese Säurebildung ist bereits eine erste Stufe des mikrobiellen Abbaus.

20 Die bekannte Weiterverarbeitung biologischer Reststoffe wie Gülle, Küchenabfälle, Streu, usw. durch Fermentation vermeidet die bestehenden Geruchsimmissionen, produziert nährstoffreichen, leicht verteilbaren Dünger und dezimiert Krankheitserreger und Unkrautsamen. Am Schluß der Abbaukette stehen die Methanbakterien, die das gewünschte Biogas liefern. Allerdings gestatten die bekannten Verfahren nur einen geringen Anteil an festen Stoffen im abzuarbeitenden Material. Ein zu hoher Anteil an Feststoffen 25 kann sowohl den Fermenter als auch die Vorgruben verstopfen. Zur Zeit können auch sämtliche Verpressungen biogener Fruchtstoffe nicht behandelt werden. Darüberhinaus bieten die bekannten Verfahren keine Durchmischungskontrolle während des laufenden Prozesses. Es müssen daher regelmäßig Proben gezogen werden. Man verwendet dafür sogenannte Tagesbehälter, die auf den Prozentanteil Trockensubstanz untersucht werden. Nach der entsprechenden Analyse wird dem Reaktor im allgemeinen Frischwasser 30 beigemengt.

Die bekannten Verfahren dienen also im wesentlichen der Weiterverarbeitung von Gülle, Kot und Tiefstreu. Das Material wird dabei in einem Reaktor auf Reaktionstemperatur erhitzt und gegebenenfalls gerührt. Dem sich verändernden spezifischen Gewicht wird dabei kaum Rechnung getragen, da der Austrag der Flüssigkeit im noch nicht abgearbeiteten Bereich des Materials vorgesehen ist. Der Wirkungsgrad liegt 35 daher auch bei maximal 60%.

Ein Verfahren zur biologischen Verarbeitung eines Festkörper-Flüssigkeitsgemisches und ein Reaktor zur Durchführung des Verfahrens ist aus der AT-PS 368.549 bekannt. Das Medium erreicht bei diesem Verfahren allerdings nicht die notwendige Verweilzeit, um einen vollständigen Abbau der Kohlenstoffe zu erzielen. Durch ständiges Rühren im Schlammbett gelangt frische Flüssigkeit in den Endbereich, was eine 40 kontinuierliche Ppropfenströmung verhindert, und damit auch eine vollständige Abarbeitung des Materials.

45 Die DE-A1 32 11 888 zeigt eine Vorrichtung zur anaeroben Vergärung organischen Materials. Die Heizung des Materials erfolgt aufwendig über einen Gegenstrommantel, der den Reaktor in Bodennähe durchsetzt. Daraus resultiert eine uneinheitliche Erwärmung des Materials und wiederum kein homogener Abbau.

Weiters ist eine Einrichtung zur Erzeugung von Gärgas aus landwirtschaftlichen Abfallprodukten aus der AT-PS 339.849 bekannt. Diese Erfindung verwendet einen herkömmlichen Reaktor und Solar- bzw. Windkraftanlagen zur Erzeugung einer konstanten Reaktortemperatur.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren vorzusehen, das die Nachteile der bekannten Verfahren vermeidet, eine einfache Durchmischungskontrolle sowie eine maximale Abarbeitung des Materials zuläßt 50 und den Wirkungsgrad erhöht.

Die Erfindung löst die Aufgabe dadurch, daß homogenisiertes Material über die Reaktionsstrecke in einer Ppropfenströmung geführt wird, daß die Beschickung der Reaktionsstrecke portionsweise erfolgt, daß jede Portion ohne weitere Vermengung mit nachgeschicktem Frischmaterial einheitlich abgearbeitet wird, daß jeder Ppropfen über die gesamte Reaktionsstrecke kontinuierlich durchmengt und im Eintrittsbereich in 55 die Reaktionsstrecke auf Reaktionstemperatur erwärmt wird, daß das abgearbeitete Material und das Biogas im Endbereich der Reaktionsstrecke gemeinsam ausgebracht werden und daß die Veränderung des prozentuellen Biogasanteiles detektiert und als Steuerparameter für den kontinuierlich ablaufenden Reaktionsprozeß verwendet wird.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß das organische Material zur anaeroben Gärung auf einem stabilen, mesophilen Temperaturbereich zwischen 35 °C und 54 °C gehalten wird.

Bei höherer Prozeßtemperatur, also im Bereich um die 50 °C, erhöht sich auch die Gasproduktion. Darüberhinaus erzielt man dabei durch höhere Bakterienverringerung auch eine bessere Hygienisierung.

5 Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß nach Erwärmung auf Prozeßtemperatur sich der Reaktionsprozeß im wesentlichen selbst aufrecht erhält.

Eine Stützheizung ist nur noch bei ungünstigen Außenverhältnissen, beispielsweise zu geringer Isolierung des Reaktors, notwendig.

10 Ein anderes, weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß zu fermentierendes Material durch das Schlammbett im Eintrittsbereich der Reaktionsstrecke eingebracht wird.

Eine spezielle Überimpfung erübrigts sich dadurch.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß der im Reaktionsprozeß nicht verwertbare Anteil an festem Material im Eintrittsbereich der Reaktionsstrecke gesammelt und abgeschieden wird.

15 Dieser Anteil muß daher nicht mitgeschleppt werden und kann somit auch kein Verstopfen des Reaktors bewirken. Durch das Abscheiden der nicht verwertbaren Stoffe, auch Grit genannt, erfolgt eine scharfe Trennung von beispielsweise eingebrachtem Glas, Metall, Sand oder Stein vom Flüssiganteil.

20 Es ist auch Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu schaffen, wobei die Reaktionsstrecke ein liegender Rohrfermenter mit einem in seinem unteren Anfangsbereich angeordneten Eintrag und einem im oberen Endbereich angeordneten Austrag für das organische Material ist, mit einer Heizung, einem Rührwerk sowie einem Gasabzug.

Reaktoren zur Erzeugung von Biogas durch anaerobe Vergärung von Gülle oder Festmist sind seit langem bekannt. Diesen bekannten Fermentern ist gemeinsam, daß sie nur eine schlechte Kontrolle des Prozeßvorganges zulassen und diese darüberhinaus meist auch umständlich ist.

25 Grundsätzlich können die Fermentertypen in vollständig vermischt Fermenter und Ppropfenströmer eingeteilt werden.

Bekannte Rohrfermenter weisen den Eintrag des zu fermentierenden Materials im oberen und dessen Austrag des im unteren Bereich des Reaktorrohres auf. Der Dom zur Entnahme des Biogases befindet sich an der Rohroberseite. Durch diese Anordnung des Eintrages und des Austrages arbeiten die Reaktoren gegen die "Abarbeitungsdiagonale" des Materials, welche unter Berücksichtigung der Änderung des spezifischen Gewichtes über die Prozeßdauer von unten nach oben läuft, da sich das abgearbeitete Material in dieser Zeit nach oben bewegt. Das Heizwerk erstreckt sich meist über den gesamten Bodenbereich, was einer homogenen Abarbeitung des Material ebenfalls entgegenwirkt. Weiters sind die bekannten Fermenter auch nicht geeignet, höhere Feststoffanteile zu verarbeiten. Solche führen meist zu Verstopfung des Reaktors. Es entstehen Schwimmdecken und Sinkschichten. Faulraumüberlastung ist die Folge.

35 Die Durchmischungskontrolle der bekannten Fermenter gestaltet sich ebenfalls schwierig und muß im allgemeinen durch sogenannte Tagesbehälter erfolgen, in welchen der prozentuelle Anteil an Trockensubstanz festgestellt wird. Nach Analyse wird entschieden, wieviel Anteil an Frischwasser dem Reaktor beigemengt wird, um den Prozeß weiter reibungsfrei ablaufen zu lassen.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile der bekannten Rohrfermenter zu vermeiden.

40 Die Erfindung löst die Aufgabe dadurch, daß der Eintrag im unteren Anfangsbereich und der Austrag im oberen Endbereich des Rohrfermenters angeordnet ist, daß das Rührwerk achszentral über die gesamte Reaktionsstrecke zur Erzeugung einer kontinuierlichen Ppropfenströmung angeordnet ist, daß die Heizung an das Rührwerk gekoppelt ist und sich mit diesem dreht, daß austragseitig im oberen Bereich des Rohrfermenters ein Dom zum gemeinsamen Austrag von Biogas und fermentiertem Substrat angeordnet ist, 45 daß ein Sensor zur Bewegungskontrolle des Rührwerkes als Steuerparameter zur Beschickung der Vorrichtung vorgesehen ist und daß der Rohrfermenter zur Austragseite hin gegenüber der Horizontalen leicht nach oben geneigt angeordnet ist.

Die Anordnung des Eintrages und des Austrages kommt hier der Bewegung des Materials durch die Veränderung des spezifischen Gewichtes entgegen. Die Verlaufsrichtung liegt in der "Abarbeitungsdiagonale". Die Heizung dreht sich mit dem Rührwerk und ermöglicht damit eine homogene Erwärmung und Durchmischung des Materials, auch bei oftmals schwer mischbaren Chargen. Das so erzielte homogene Gefüge wird im Laufe seiner Abarbeitung bezogen auf den Kohlenstoff immer reiner. Dieser Anteil geht in Methan weg.

Der Austrag des Flüssigsubstrates sowie des Biogases erfolgt örtlich gemeinsam am Ende der 55 Abarbeitungsstrecke.

Es kann bis 15% organische Trockensubstanz zugeführt werden, wovon 2 - 4% wieder ausgetragen werden.

- Durch die Bewegungskontrolle des Rührwerkes ist ein reibungsfreier Prozeßablauf ohne die Verstopfungsgefahr des Fermenters durch einen zu hohen Feststoffanteil gewährleistet. Ein solcher wird durch die verringerte Umdrehung bzw. erhöhte Stromaufnahme sofort festgestellt und in Folge die Einbringung von Flüssigkeit aus der Güllegrube in den Reaktor eingeleitet.
- 5 Diese Anordnung schafft auch ein geschlossenes System. Es ist nicht nötig, externes Frischwasser beizumengen.
- Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß sich die Heizung von der Eintrittsseite des Reaktors bis über maximal 50% der Reaktionsstrecke erstreckt.
- 10 Durch die kombinierte Anordnung Rührwerk/Heizung und das Rotieren der Heizung ist es lediglich notwendig, die Heizung über einen kurzen Bereich, in dem das Erhitzen des biogenen Materials auf Prozeßtemperatur auch tatsächlich sinnvoll ist, vorzusehen. Dieser Bereich liegt vorteilhafterweise zwischen 30 und 50% der Reaktionsstrecke.
- 15 Ein anderes, weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß die Heizung ein geschlossenes Rohrsystem ist, das zwischen dem Rührwerk verlaufend angeordnet ist.
- 10 Diese Ausbildung hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt und ist konstruktiv einfach durchführbar.
- Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß das Rührwerk eine Reaktorwelle mit aufgesetzten Paddeln und Rührschaufeln im Bereich der Reaktorwand ist.
- 20 Weiters ist es ein Merkmal der Erfindung, daß die Paddel über die Längserstreckung der Reaktorwelle in gleichem Abstand angeordnet sind und daß die aufeinander folgenden Paddel radial gegeneinander fortlaufend um einen gleichbleibenden Winkel versetzt angeordnet sind, wodurch eine Schraubenlinie gebildet ist.
- 25 Durch diese konstruktive Ausgestaltung der Erfindung ist gewährleistet, daß der abzuarbeitende Ppropfen kontinuierlich weitergeschoben wird, was wiederum einer vollständigen Abarbeitung des biogenen Material dienlich ist und damit den Wirkungsgrad erhöht.
- In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der gleichbleibende Winkel ein ganzer Teiler von 360°, vorzugsweise ein Winkel von 30 - 45° ist.
- 30 Eine hohe Steigung der Schraube erweist sich als vorteilhaft.
- Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß die Rührschaufeln in Transportrichtung zur Reaktorwand hin leicht geneigt angeordnet sind, zum kontinuierlichen Weiterschieben des Materialppropfens.
- 35 Durch die Schrägstellung der Schaufeln wird dieser Vorgang einerseits noch unterstützt, anderseits wird dadurch auch sicher vermieden, daß von der Pumpe nachgespeistes Material sich irgendwo im Reaktor verteilt. Das Material kann nicht zurückgedrückt werden und wird in Richtung Reaktorende ohne Beeinflussung durch zirkulierendes Frischmaterial immer vergorener. Eine kontinuierliche Bewegung des Ppropfens ist also gewährleistet, was auch eine Steigerung des Wirkungsgrades mit sich bringt.
- Die Schrägstellung der Schaufeln wirkt auch einer eventuellen Klumpenbildung an der Reaktorwand entgegen, da sich keine Fettschicht anlegen kann.
- 40 Ein anderes, weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß ein Temperaturfühler zur Regelung der Heiztemperatur vorgesehen ist.
- Dieser Sensor dient im Zusammenspiel mit der Biogasproduktion zur Regelung der Heiztemperatur. Vorzugsweise läuft der Prozeß bei einer anaeroben Temperatur von etwa 37°C ab.
- 45 Die Temperatur kann bis etwa 54°C gesteigert werden, was eine noch bessere Gasausbeute bewirkt. Darüberhinaus verbessert sich dabei die Hygienisierung durch stärkere Verringerung der Bakterien. Die Heizung ist im allgemeinen nur für den Prozeßstart notwendig. Nach einer gewissen Zeit hält sich der Prozeß selbst aufrecht. Es ist nur noch gelegentlich eine Stützheizung notwendig.
- 50 Die thermische Überwachung erweist sich allerdings bei thermisch nicht vorhersehbaren Außeneinflüssen als sehr vorteilhaft.
- Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß im Bereich des Eintrages eine Einrichtung zur Ausbringung unverarbeiteter fester Materialien vorgesehen ist.
- Das in den Reaktor eingebrachte vorbearbeitete Material kann Glas, Metall, Steine und andere ähnliche nicht verarbeitbare Materialien beinhalten. Diese Materialien sinken zufolge ihres spezifischen Gewichtes zu Boden und sammeln sich, auch wegen der leichten Schrägstellung des Reaktors im Eintragsbereich. Dort werden sie über eine gesonderte Ausbringung zweimal täglich abgesaugt.
- 55 Ein anderes, weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß der Sensor zur Bewegungskontrolle des Rührwerkes dessen elektrischen Widerstand mißt.
- Bei einem zu hohen prozentuellen Anteil an Trockensubstanz muß von außen Flüssigkeit in den Prozeß eingebracht werden, solange, bis der gewünschte prozentuelle Anteil wieder erreicht ist. Detektiert der Sensor einen zu hohen elektrischen Widerstand, schaltet er das Rührwerk zwischenzeitlich gegebenenfalls

ab. Der Sensor gibt bei einer detektierten zu hohen Stromaufnahme durch das Rührwerk ein Signal an die Güllegrube, von der über eine Pumpleitung Flüssigprodukt in den Reaktor geleitet wird. Es kann somit zu keinem Verstopfen des Fermenters kommen.

Es ist auch ein Merkmal der Erfindung, daß das Rührwerk über einen externen Getriebemotor
5 angetrieben wird und daß der Getriebemotor durch einen Frequenzumrichter angesteuert ist.

Das Rührwerk wird durch diesen Getriebemotor intermittierend bewegt. Es ist ein Sanftanlauf, ein Vor-/Rücklauf oder auch ein Schaukeln möglich.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, daß der Dom zum Austrag des Biogases mit einem Siphon
10 als Austrag für das fermentierte Substrat verbunden ist.

Am Ende der Abarbeitungsstrecke wird im oberen Endbereich des Reaktors das erzeugte Biogas über
den Dom abgenommen. Das flüssige Endsubstrat wird ebenfalls in diesem Bereich aus dem Dom über
einen Siphon ausgebracht. Das ausgeogene Material wird anschließend in einen Nachfermenter geleitet.

Ein abschließendes Merkmal der Erfindung ist es, daß ein Detektor zur Messung des prozentuellen
Anteiles an Biogas als Steuerparameter zur Beschickung der Vorrichtung vorgesehen ist.

Bei Absinken des prozentuellen Gasanteiles wird nachgespeist. Die Pumpe der Vorgrube drückt das
Substrat in den Fermenter. Dadurch wird abgearbeitetes Material aus dem Fermenter in den Nachfermenter
weitergeleitet. Dieser Vorgang wird also über den erzeugten Gasdurchfluß gesteuert, wodurch ein kontinuierlicher Prozeß aufrecht erhalten werden kann.

Durch diesen Steuerparameter können chemische Proben entfallen.

20 Vorteilhaft gegenüber bekannten Reaktoren ist auch der geringe Wassereinsatz, da nur geringe
Klärmengen aus der Vorgrube benötigt werden. Ein Einsatz des Reaktors in wasserarmen Gebieten ist
daher problemlos möglich.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels unter Zuhilfenahme der angeschlossenen
Zeichnung näher beschrieben.

25 Es zeigen

Fig.1 eine Seitenansicht der erfundungsgemäßen Vorrichtung;

Fig.2 einen Längsschnitt gemäß Linie A-A durch die erfundungsgemäße Vorrichtung nach Fig.1;

Fig.3 ein Detail der erfundungsgemäßen Vorrichtung;

Fig.4 einen Schnitt gemäß Linie B-B durch die erfundungsgemäße Vorrichtung nach Fig.3; und

30 Fig.5 das Anlagenschema einer Biogasanlage unter Verwendung der erfundungsgemäßen Vorrichtung.

Figur 1 zeigt den auf zwei Stützlagern 1a, 1b ruhenden Rohrfermenter 2 in Seitenansicht. Der Rohrfermenter 2 ist gegenüber seinem Endbereich in einer leicht nach oben geneigten Schräglage angeordnet. Das zu verarbeitende biogene Material wird über den im unteren Bereich des Rohrfermenters 2 angeordneten Eintrag 3 eingebracht. Das fermentierbare Material taucht in diesem Bereich durch das 35 Schlammbett und benötigt daher keine zusätzliche spezielle Überimpfung mehr. Der die Propfenströmung begünstigende Rohrfermenter 2 wird zur Vermeidung von Schwimmdecken und Sinkschichten komplett bis in den Dom 4 gefüllt.

Fig. 1 zeigt weiters einen Sammelraum 5 für den nicht verarbeitbaren Grit, der im Zuge der Homogenisierung des biogenen Materials zu Boden sinkt und sich in diesem Bereich sammelt. Der Grit 40 wird mehrmals täglich über eine als Abzugstutzen ausgebildete Einrichtung 6 zur Ausbringung der unverarbeiteten festen Materialien abgesaugt.

Das in Fig.2 dargestellte Rührwerk umfaßt eine Reaktorwelle 7 sowie eine Vielzahl in diese eingesetzte Paddel 8 mit Rührschaufeln 9. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig.2 ist die Reaktorwelle 7 zweigeteilt und die Kupplung 10 der beiden Teile über ein Stützlager 11 abgestützt.

45 Wie oft die Reaktorwelle 7 geteilt ist, hängt von der zu verarbeitenden Menge und damit der Größe des Reaktors ab. Angetrieben wird das Rührwerk durch einen in Fig. 1 dargestellten Getriebemotor 12, der über einen nicht dargestellten Frequenzumrichter angesteuert wird. Dieser Antrieb ermöglicht ein sanftes Durchmischen des Rohrfermenter-inhaltes. Das Rührwerk kann intermittierend bewegt werden für einen Sanftanlauf, einen Vor-/Rücklauf, ein Schaukeln usw.

50 Die in die Reaktorwelle 7 eingesetzten Paddel 8 sind derart versetzt angeordnet, daß die Verbindung ihrer die Rührschaufeln 9 tragenden Endbereiche eine fiktive Schraubenlinie bildet.

Die Versetzung erfolgt sowohl in Längserstreckung als auch radial bezogen auf die Reaktorwelle in jeweils gleichen Schritten. In der Darstellung gemäß Fig.2 umfaßt die symmetrische radiale Versetzung 10 Schritte. Jedes Paddel 8 ist gegenüber dem vorherigen um einen gleichbleibenden Winkel von 36° versetzt 55 angeordnet. Ideal ist eine Versetzung von 10 - 12 Schritten und somit ein Versetzungswinkel von 30° - 36°. Mit Hilfe dieses Versetzungswinkels kann die Steigung der Schraube festgelegt werden. Jeder beliebige Winkel ist möglich. Die im Endbereich der Paddel 8 aufgesetzten Rührschaufeln 9 sind in Transportrichtung des Materials leicht zur Reaktorinnenwand hin geneigt. Dadurch wird das kontinuierliche Weiterschieben

des Materialpropfens unterstützt. Die Schrägstellung der Rührschaufeln 9 wirkt auch einer Klumpenbildung des Materials entgegen. Es kann sich auch keine bspw. Fettschicht an der Reaktorinnenwand anlegen. Darüberhinaus vermeidet diese Ausbildung, daß nachgeschicktes Material sich beliebig im Rohrfermenter 2 verteilt und den Abarbeitungsprozeß stört. Das Rührwerk bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 3 bis 4 5 U/min. Weiters ist ein Sensor 13 im Bereich der Reaktorwelle 7 vorgesehen, der der Bewegungskontrolle des Rührwerkes dient. Der Sensor 13 dient als Steuerparameter zur Beschickung der Vorrichtung. Er mißt den elektrischen Widerstand bzw. die Änderung der Stromaufnahme des Rührwerkes. Falls notwendig, also bspw. bei einem zu hohen Feststoffanteil des biogenen Materials, signalisiert der Sensor 13 eine Meldung 10 an die nicht dargestellte Vorgrube, und flüssiges Material wird in den Reaktionsraum des Rohrfermenters 2 zugegeben. Es ist eine stufenweise Beschickung möglich. Zur Vermeidung von Schwimmdecken und 15 Schwimmschichten ist der Rohrfermenter 2 stets bis in den Dom 4 hinein gefüllt. An das Rührwerk ist etwa im ersten Drittel des Rohrfermenters 2 eine Heizung 14 gekoppelt, welche als Heizschlange ausgebildet ist. Die Heizung 14 rotiert durch diese konstruktive Ausgestaltung mit dem Rührwerk. Zur Kontrolle und Steuerung der Prozeßtemperatur ist ein Temperaturfühler 15 an der Reaktorwand vorgesehen. Die Heizung 20 dient im wesentlichen dem Prozeßanlauf. Sinkt die Prozeßtemperatur, welche im Bereich zwischen 35 °C und 54 °C gehalten wird, beispielsweise durch schlechte Isolierung des Rohrfermenters 2, muß nach 25 Information durch den Temperaturfühler 15 nachgeheizt werden.

Fig.3 zeigt den Endbereich des Rohrfermenters 2 mit dem Dom 4 in vergrößerter Darstellung.

Der Dom 4 dient dem Abzug des Biogases. Er umfaßt integriert einen Siphon 16, aus dem das 20 vergorene Endsubstrat in einen nicht dargestellten Nachfermenter geleitet wird. In diesem Nachfermenter wird das geruchsneutrale, nährstoffreiche Material weiter fermentiert. Seine Überschußwärme kann sinnvoll genutzt werden. Bei Düngermangel kann aus dem nicht dargestellten Nachfermenter Material direkt bezogen werden. Es fließt über einen siphonartigen Überlauf direkt in die Güllegrube.

Der Siphon 16 trennt das flüssige Endprodukt vom Biogas.

Fig.4 zeigt einen Schnitt entlang der Linie B-B in Fig.3 in schematischer Darstellung ohne Rührwerk. 25 Insbesondere ist hier die konstruktive Ausgestaltung des Siphons 16 gut dargestellt.

Das vollständig abgearbeitete Material wird hier in Gasanteil und Flüssiganteil getrennt. Zur Messung des prozentuellen Anteiles an Biogas ist ein weiterer Detektor 17 im Bereich des Domes 4 vorgesehen. Der Detektor 17 dient als Steuerparameter zur Beschickung des Rohrfermenters 2. Bei Absinken des produzierenden Gasanteiles erfolgt eine Nachspeisung des Rohrfermenters 2. Eine nicht dargestellte Pumpe der Vorgrube drückt das Substrat in den Rohrfermenter 2. Dadurch wird vom Rohrfermenter 2 Material in den 30 nicht dargestellten Nachfermenter gedrückt.

Durch die beschriebene konstruktive Ausgestaltung kann ein kontinuierlicher Prozeß aufrecht erhalten werden. Im allgemeinen wird der Prozeß gaskonstant gefahren. Bei schwierigem Material, bspw. bei 35 Schaumbildung, muß materialabhängig gesteuert werden. Für den Fall einer befürchteten Übersäuerung muß daher alle paar Stunden Material nachgegeben werden. Bei Nachspeisung durch die Pumpe beginnt sich das Rührwerk wieder zu drehen. Die Abarbeitung einer Füllung erstreckt sich über den Zeitraum von 18 bis 24 Tagen. Sämtliche Verpressungen auch biogener Fruchtstoffe können verarbeitet werden.

Fig.5 zeigt das Anlagenschema einer vollständig ausgeführten Biogasanlage mit zwei Rohrfermentern 2.

40

Patentansprüche

1. Verfahren zur Fermentation organischen Materials unter Erzeugung von Biogas, wobei organisches Material mit flüssigen und festen Anteilen am Anfang einer Reaktionsstrecke eingebracht, über die Reaktionsstrecke durchmengt und am Ende derselben wieder ausgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß homogenisiertes Material über die Reaktionsstrecke in einer Ppropfenströmung geführt wird, daß die Beschickung der Reaktionsstrecke portionsweise erfolgt, daß jede Portion ohne weitere Vermengung mit nachgeschicktem Frischmaterial einheitlich abgearbeitet wird, daß jeder Ppropfen über die gesamte Reaktionsstrecke kontinuierlich durchmengt und im Eintrittsbereich in die Reaktionsstrecke auf Reaktionstemperatur erwärmt wird, daß das abgearbeitete Material und das Biogas im Endbereich der Reaktionsstrecke gemeinsam ausgebracht werden und daß die Veränderung des prozentuellen Biogasanteiles detektiert und als Steuerparameter für den kontinuierlich ablaufenden Reaktionsprozeß verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das organische Material zur anaeroben Gärung auf einem stabilen, mesophilen Temperaturbereich zwischen 35 °C und 54 °C gehalten wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach Erwärmung auf Prozeßtemperatur sich der Reaktionsprozeß im wesentlichen selbst aufrecht erhält.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zu fermentierendes Material durch das Schlammbett im Eintrittsbereich der Reaktionsstrecke eingebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der im Reaktionsprozeß nicht verwertbare Anteil an festem Material im Eintrittsbereich in die Reaktionsstrecke gesammelt und abgeschieden wird.
- 10 6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 5, wobei die Reaktionsstrecke ein liegender Rohrfermenter mit einem in seinem unteren Anfangsbereich angeordneten Eintrag und einem in oberen Endbereich angeordneten Austrag für das organische Material ist, mit einer Heizung, einem Rührwerk sowie einem Gasabzug, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Heizung (14) an das achszentral angeordnete Rührwerk (7,8,9) zur Erzeugung einer kontinuierlichen Ppropfenströmung gekoppelt ist und sich mit diesem dreht, daß austragseitig im oberen Bereich des Rohrfermenters (2) ein Dom (4) zum gemeinsamen Austrag von Biogas und fermentiertem Substrat angeordnet ist, und daß ein Sensor (13) zur Bewegungskontrolle des Rührwerkes (7, 8, 9) als Steuerparameter zur Beschickung der Vorrichtung vorgesehen ist.
- 20 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Heizung (14) von der Eintrittseite des Rohrfermenters (2) bis über maximal 50% der Reaktionsstrecke erstreckt.
8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Heizung (14) ein geschlossenes Rohrsystem ist, das zwischen dem Rührwerk (7, 8, 9) verlaufend angeordnet ist.
- 25 9. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rührwerk (7, 8, 9) eine Reaktorwelle (7) mit aufgesetzten Paddeln (8) und Rührschaufeln (9) im Bereich der Reaktorwand ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Paddel (8) über die Längserstreckung der Reaktorwelle (7) in gleichem Abstand angeordnet sind und daß die aufeinander folgenden Paddel (8) radial gegeneinander fortlaufend um einen gleichbleibenden Winkel versetzt angeordnet sind, wodurch eine Schraubenlinie gebildet ist.
- 30 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der gleichbleibende Winkel ein ganzer Teiler von 360° ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der gleichbleibende Winkel 36° , vorzugsweise 30° ist.
- 40 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum kontinuierlichen Weiterschieben des Materialpropfens die Rührschaufeln (9) in Transportrichtung zur Reaktorwand hin leicht geneigt angeordnet sind.
14. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Temperaturfühler (15) zur Regelung der Heiztemperatur vorgesehen ist.
- 45 15. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Bereich des Eintrages (3) eine Einrichtung (5, 6) zur Ausbringung unverarbeiteter fester Materialien vorgesehen ist.
- 50 16. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sensor (13) zur Bewegungskontrolle des Rührwerkes (7, 8, 9) dessen elektrischen Widerstand mißt.
17. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rührwerk (7, 8, 9) über einen externen Getriebemotor (12) angetrieben wird.
- 55 18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Getriebemotor (12) durch einen Frequenzumrichter angesteuert ist.

AT 405 185 B

19. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Dom (4) zum Austrag des Biogases mit einem Siphon als Austrag (16) für das fermentierte Substrat verbunden ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Detektor (17) zur Messung des prozentuellen Anteiles an Biogas als Steuerparameter zur Beschickung der Vorrichtung vorgesehen ist.

5

Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

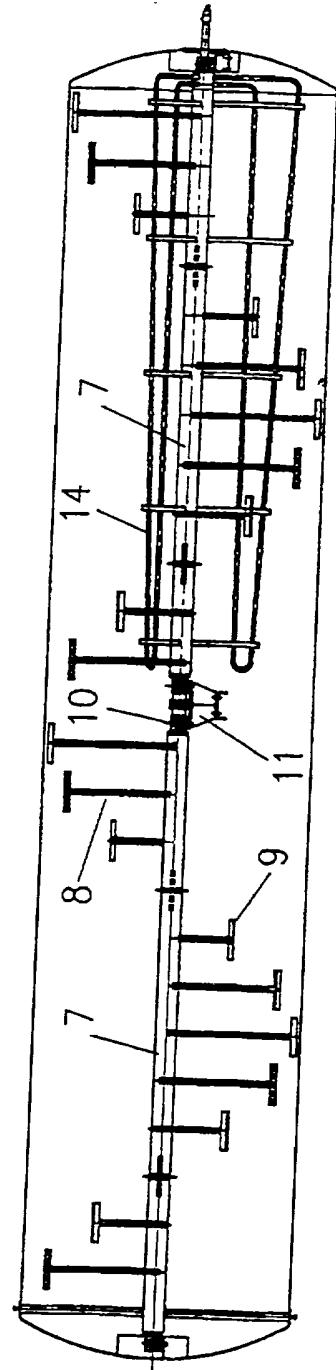
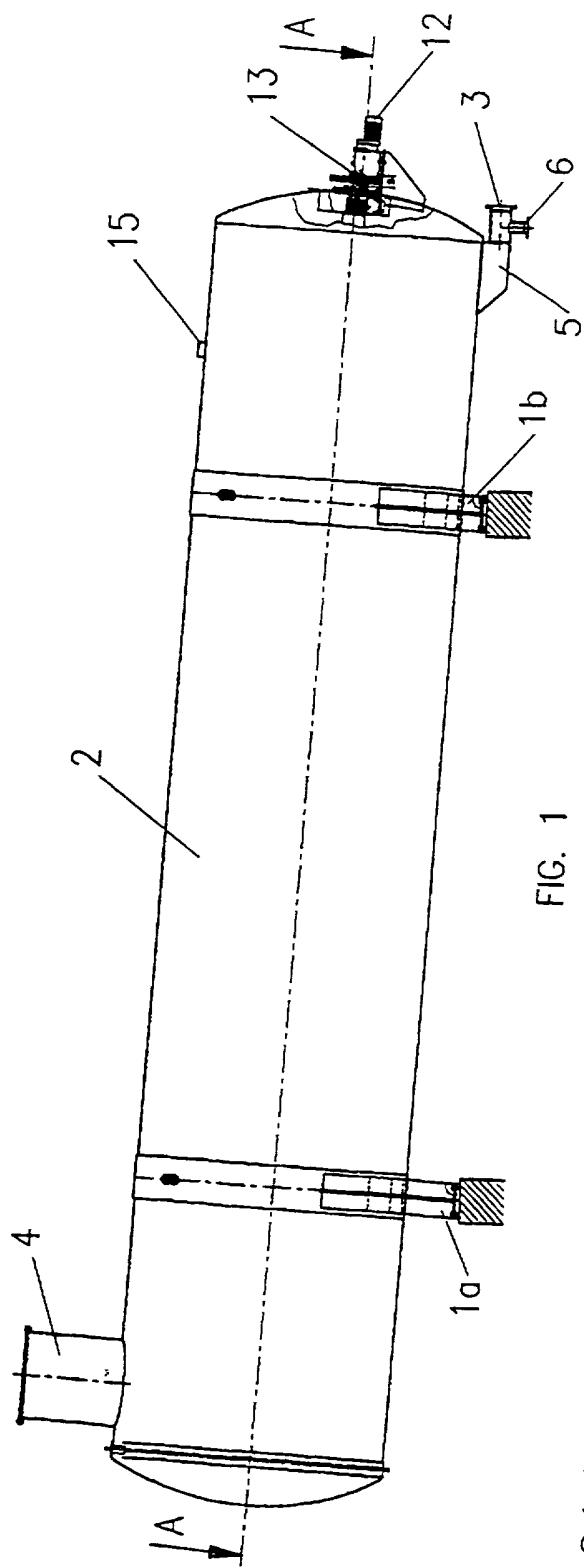
35

40

45

50

55



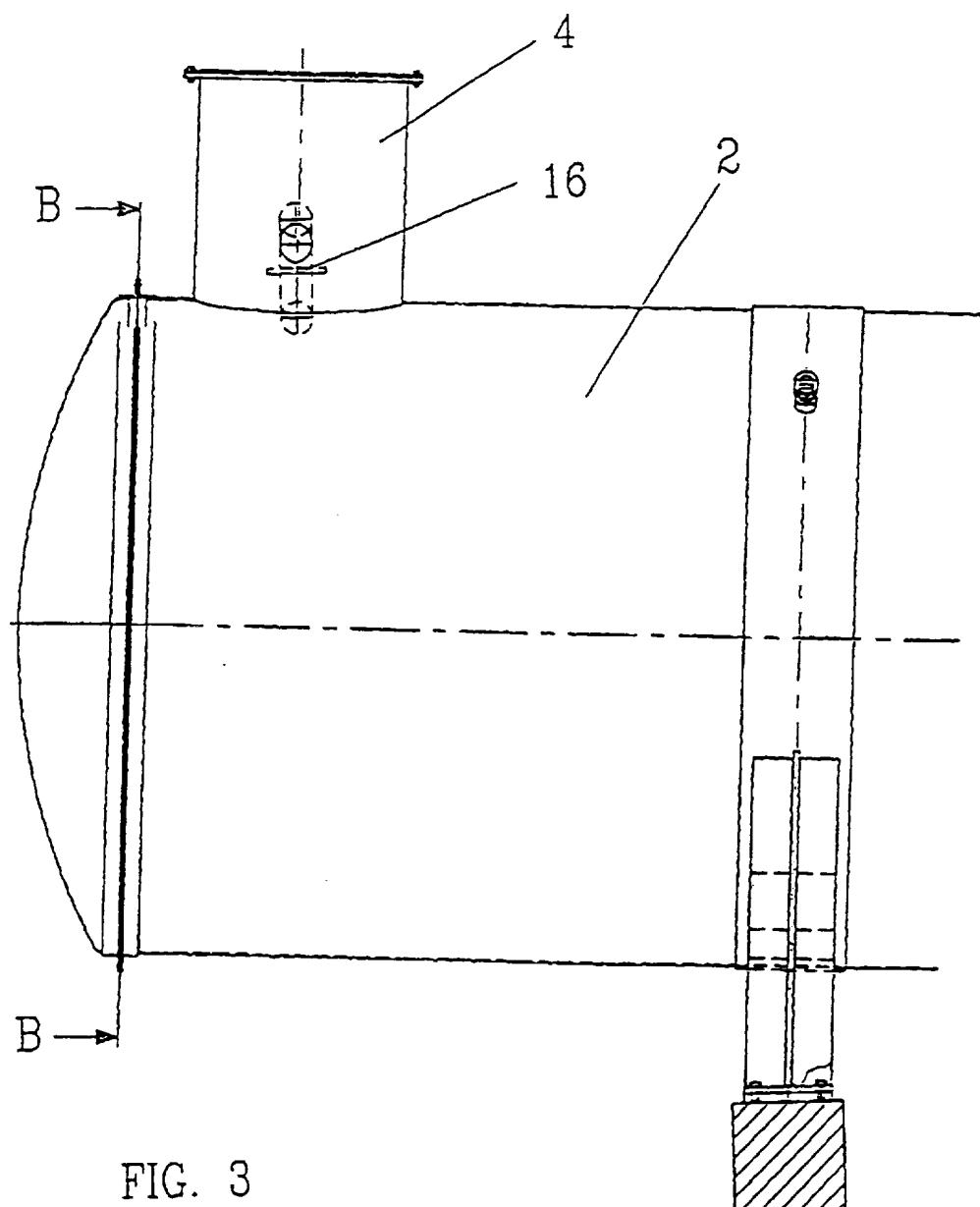


FIG. 3

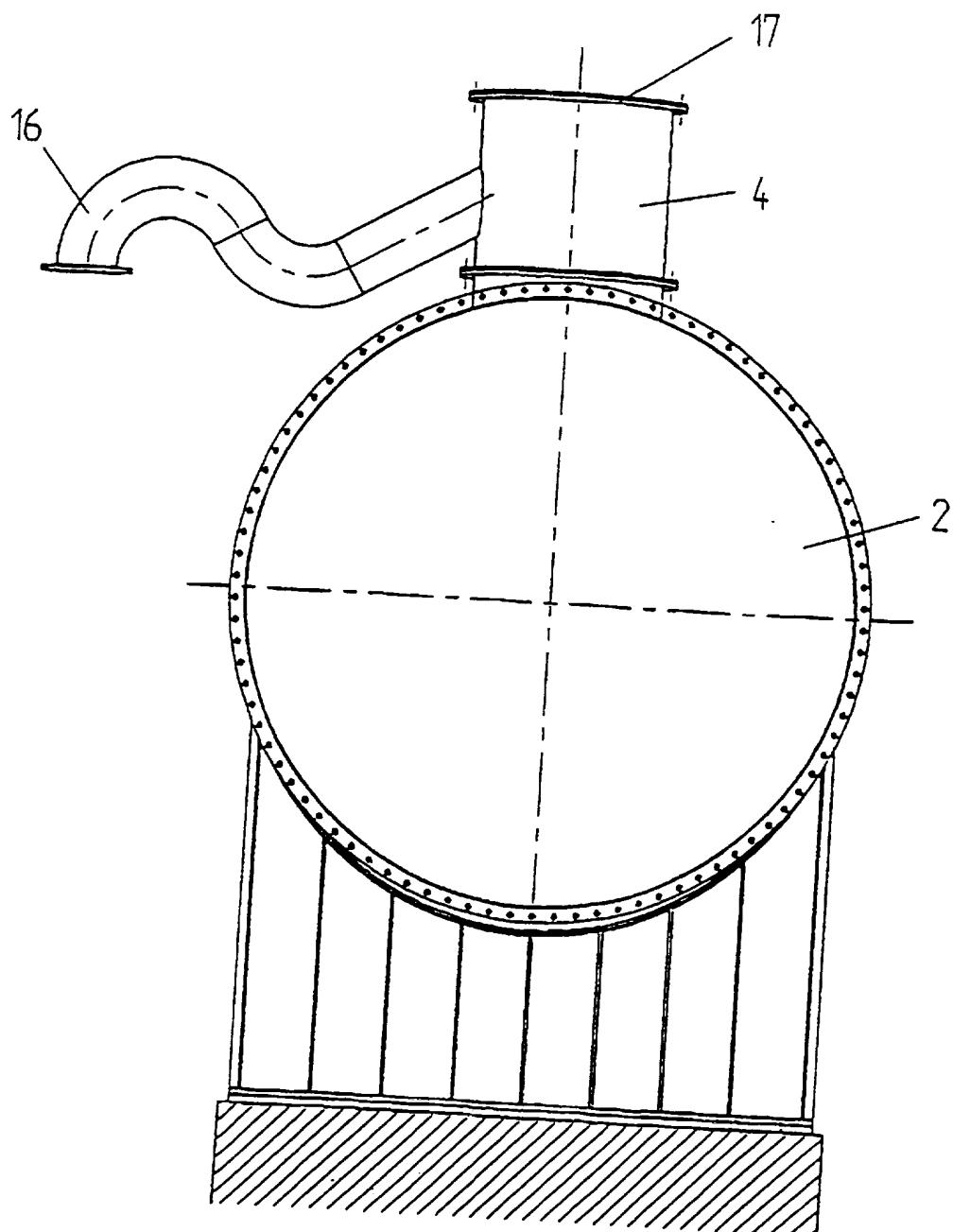
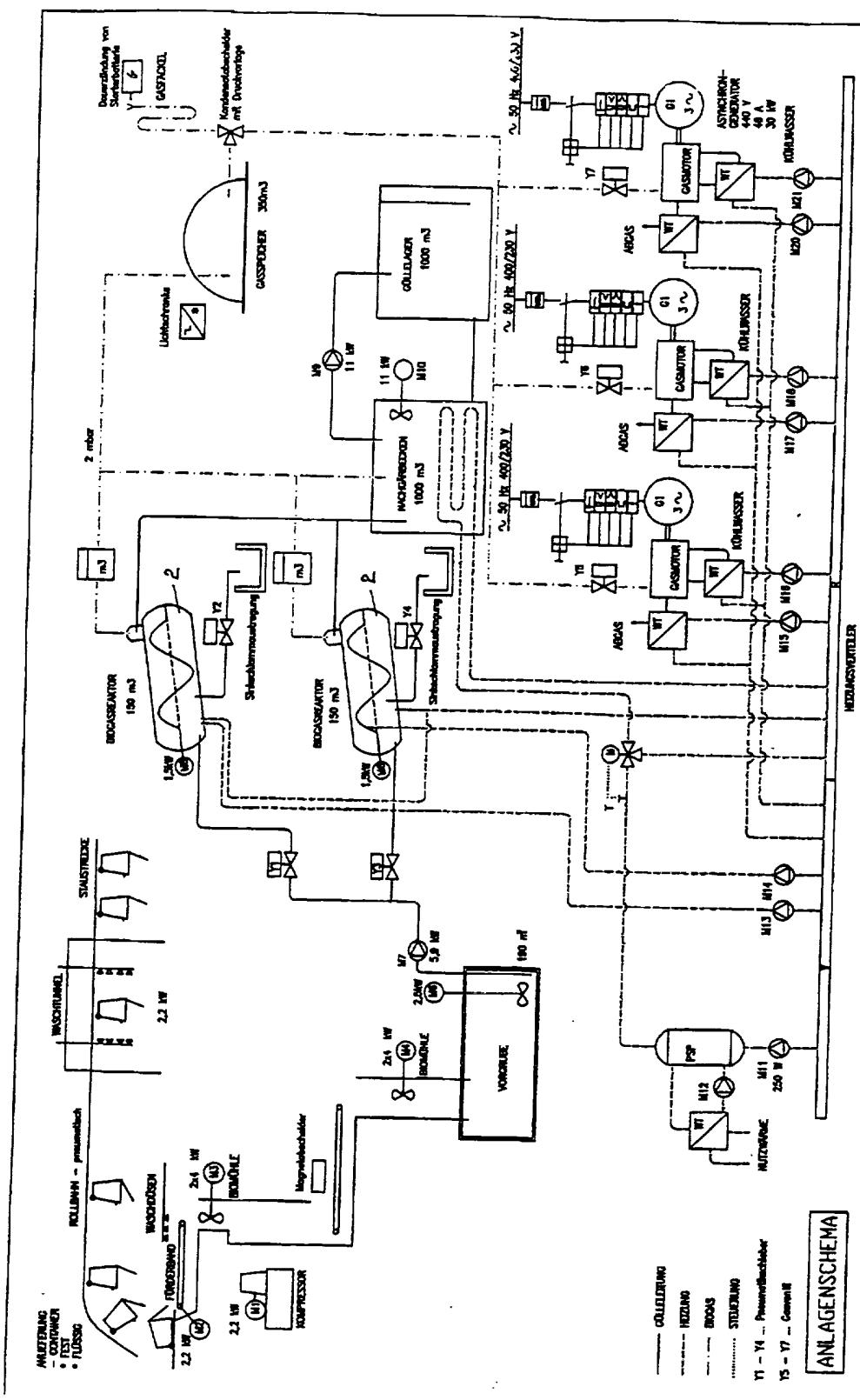


FIG. 4



5
FIG