

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1704/89

(51) Int.Cl.⁵ : **C02F 11/04**

(22) Anmeldetag: 13. 7.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1994

(45) Ausgabetag: 27.12.1994

(30) Priorität:

13. 7.1988 DE (U) 8808967 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

DD-PS 138538 DE-OS3414999 FR-PS2498589
"LEHR- UND HANDBUCH DER ABWASSERTECHNIK, BD III,
2. AUFLAGE, VON WILHELM ERNST UND SOHN, BERLIN,
MÜNCHEN, DÜSSELDORF, SEITEN 499 - 502"

(73) Patentinhaber:

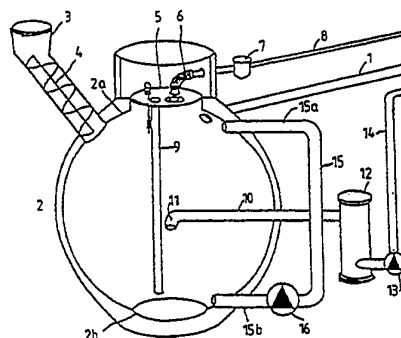
GEBAUER HERBERT DIPL.ING.
A-1130 WIEN (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNGEN ZUM ERZEUGEN VON ZU HEIZZWECKEN NUTZBAREM BIOGAS

(57) Zum Erzeugen von zu Heizzwecken nutzbarem Biogas aus gegebenenfalls feststoffhaltigen Abwässern und aus organischen Abfällen, wird vorgeschlagen, Abwässer und Abfälle in einer ersten Stufe in zumindest einem, vorzugsweise eiförmigen, mit bakterienhaltigem Schlamm und einer fluiden Phase teilweise gefüllten Behälter einer Feststoff-Vergärung zum biologischen Abbau der organischen Stoffe durch Umwälzen des Behälterinhaltes, Flotation und Sedimentation zu unterwerfen, wobei die Umwälzung des Behälterinhaltes zur Phasentrennung, während der sich eine ausgedehnte Trübwasserzone bildet, flotierende Feststoffe aufschwimmen und sedimentierende Feststoffe sich absetzen, unterbrochen wird.

Aus dem Behälter werden Biogas und nach der Phasentrennung Trübwasser aus der entstandenen Trübwasserzone als Reaktionsprodukte abgezogen und der nach der Vergärung sich mit der Zeit ansammelnde mineralische Schlamm entfernt.

Das aus der ersten Stufe abgezogene Trübwasser wird einer Befreiung von Inhaltsstoffen unterzogen, welche gegebenenfalls eine zweite Stufe mit einem weiteren biologischen Abbau in zumindest einem, mit einem Festbett versehenen Behälter umfaßt, aus dem Biogas und Trübwasser als Reaktionsprodukte abgezogen werden und das Trübwasser über Filter und/oder Hydrozyklone zu Brauchwasser aufgereinigt wird.



Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zum Erzeugen von zu Heizzwecken nutzbarem Biogas aus gegebenenfalls feststoffhaltigen Abwässern, wie z.B. häusliche Abwässer, Schlachthofabwässer od. dgl., und aus organischen Abfällen, wie z.B. Haushaltsabfällen, Gartenabfällen, Laub und Rasenschnitt, Schlachthofabfällen od. dgl..

5 Aus der Biogaserzeugung in landwirtschaftlichen Betrieben ist eine biologische Humus- und Gasanlage (System Schmidt-Eggerglüss) für Großbetriebe mit 100 ha landwirtschaftlicher Wirtschaftsfläche oder mit über 50 Großvieheinheiten oder mit 100 m³ benötigtem Faulrauminhalt bekannt. (Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, Band III, 2. Aufl., von Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, München, Düsseldorf, Seite 499 - 502) Bei dieser Anlage wird Düngeschlamm-Silo, Strohhäcksel, Stallmist, Horn, Gemüseabfälle und
10 Kartoffelkraut in einem Mischbehälter mit dem Überlauf aus zwei Faulraumbehältern vermischt und als Mischung von einer Zentralpumpe aus dem Mischbehälter abgesaugt und in drei Faulraumbehälter von unten, über in der Behältermittelachse angeordnete Zentralrohre und über entlang dieser axial verschiebbare Spülköpfe eingepreßt. Die Mischung strömt in den jeweiligen Faulraumbehälter aus den radialen Austrittsdüsen der auf- und abbewegbaren Spülköpfen radial nach außen gegen die Behälterwand, wobei durch die
15 Axialerstreckung der Spülköpfe in der unteren Behälterhälfte mit dem kegeligen Behälterboden keine Durchmischung des Faulgutes möglich ist. Das Faulgut wird mit Hilfe der Zentralpumpe über seitliche, im Kegelboden der drei Behälter mündende Rohre abgezogen und einer Tankstelle für Düngeschlamm zugeführt. Durch ein etwa in der unteren Hälfte zweier Faulbehälter angeordnetes gemeinsames U-Rohr gelangt ein undefinierbarer Anteil des Faulgutes dieser beiden Behälter zum Überlauf, der in den Mischbehälter zurückgeführt und mit frischem vergärbarem Material vermischt wird. Das erzeugte Biogas wird
20 entweder über einen Gasbehälter, Gaskompressor, Gasspeichertasche als Hochdruckgas einer Gastankstelle als Treibgas für Traktoren zugeführt oder als Niederdruckgas für elektrische Energie, zum Kochen, Heizen, Dämpfen, Trocknen, Beregnen und Dreschen verwendet.

Aus der Biogaserzeugung in landwirtschaftlichen Betrieben ist weiters eine Gärkanalanlage (System Darmstadt) für Kleinbetriebe mit 7 bis 8 Großvieheinheiten bekannt. (Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, Band III, 2. Aufl., von Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, München, Düsseldorf, Seite 499 - 502). Bei dieser Gärkanalanlage ist ein, mit seinem Eintragsende im Stall endender, waagrechter, beheizbarer Gärkanal mit einer den Gärkanalinhalt zu seinem Austrittsende transportierenden horizontalen Rührwelle vorgesehen, an dessen Austragsende die festen Anteile täglich entnommen und oberirdisch zum Abtransport gestapelt werden, während die flüssigen Anteile über ein Steigrohr in eine Jauchegrube ausgetragen und von dort in einen Güllewagen zum Abtransport eingebracht werden. Das im Gärkanal erzeugte Biogas
30 wird in einen Gasbehälter eingebracht.

Aus der DD-PS 138 538 ist eine Schlammumwälzung in einem Faulbehälter einer Abwasserbehandlungsanlage bekannt, bei welcher ein kleiner Teil des im Faulbehälter befindlichen Schlammes durch ein
35 seitliches in den Schlamm hineinreichendes Entnahmerohr aus dem Faulbehälter abgezogen und in einer äußeren, mit einer Umwälzpumpe versehenen Umlaufleitung in einem Steigrohr bis auf eine für die Gasansaugwirkung ausreichende Höhe über das obere Schlammniveau des Faulbehälters hochgepumpt und durch ein mit verengtem Querschnitt versehenes Fallrohr wieder von oben in den Faulbehälter eingebracht wird. Dieses Fallrohr mündet auf mittlerer Höhe des Behälters und auf mittlerer Höhe eines, im
40 Behälter zentral angeordneten und am oberen Schlammniveau mündenden, vertikalen Schlammförderrohres über einen bogenförmigen nach oben gekrümmten Krümmer in das Schlammförderrohr, um in diesem durch die Einleitung von Faulgas eine aufsteigende Strömung des Gas-Schlammgemisches zu erzeugen, die ein Vielfaches der von der Pumpe umgewälzten Schlammmenge vom Boden des Behälters in das vertikale Schlammförderrohr am unteren Ende einsaugt und am oberen Ende aus dem Schlammförderrohr
45 herausdrückt. Solche Einrichtungen zur Faulschlammumwälzung werden bei kommunalen Kläranlagen zum Abbau des Überschussschlammes durch Schlammfäulung bei der Klärschlamm Entsorgung eingesetzt.

Aus der DE-OS 34 14 999 ist ein unter anaeroben Bedingungen betriebener, im wesentlichen von oben nach unten durchströmter Festbett-Reaktor mit einer äußeren, mit einer Umwälzpumpe versehenen Umlaufleitung und mit inneren das Festbett durchsetzenden Steigrohren bekannt. Die Umlaufleitung tritt am
50 unteren Reaktorende vertikal nach unten aus, ist außen bis über die Behälteroberkante nach oben geführt und mündet am oberen Reaktorende vertikal nach unten wieder ein. Das Abwasser durchrieselt das Festbett von oben nach unten und ein Teil des Abwassers wird durch die im Festbett eingelagerten, zum Teil spiralig gewundenen Steigrohre von unten nach oben zu Überlaufrinnen geführt, von wo das Abwasser den Reaktor verlassen kann.

55 Aus der FR-PS 2 498 589 ist die Behandlung von Weindestillationsschlempe in einem zwei oder mehrstufigen -Verfahren mit Trennung der Gärung in eine Säurephase und eine Methanphase bekannt. Dabei werden Festbett-Reaktoren verwendet, bei denen ein Teil des Festbettes über den Flüssigkeitsspiegel hinausragt, sodaß ein aus der Aerobtechnik bekannter Rieselskörper entsteht, der von oben über eine, im

oberen Teil des Behälters angeordnete Rieselvorrichtung mit am unteren Reaktorende vertikal nach unten abgesaugtem und in einer äußeren Umlaufleitung über eine Pumpe und einen Wärmetauscher hochgeforderten Schlamm beschickt wird. Der Schlamm wird beim Durchtritt durch das Festbett von den auf den Festbettelementen angeordneten Bakterien abgebaut. Im Kopfteil des Behälters ist eine Überlaufrinne für
 5 den Abwasserübertauf vorgesehen. In der zweiten Stufe ist ein Gaseinpreßrohr vorgesehen, durch welches zum Entschlammten Gas im Gegenstrom in das Festbett einpreßt wird. Die Weindestillationsschlempe wird in einer Anlage behandelt, die im wesentlichen aus Neutralisations- und Mischbehälter, Versäuerungsbehälter, Methangärungsbehälter, Dekanter und Gasbehälter besteht.

Aufgabe der Erfindung ist es, verbesserte, auch im häuslichen Bereich anwendbare Verfahren und
 10 Vorrichtungen der eingangs genannten Art anzugeben.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß (a) Abwässer und Abfälle in einer ersten Stufe in zumindest einem, im wesentlichen rotationssymmetrischen, vorzugsweise eiförmigen, mit bakterienhäftigem Schlamm und einer fluiden Phase teilweise gefüllten Behälter auf Füllstandshöhe eingebracht und im Behälter einer Feststoff-Vergärung zum biologischen Abbau der organischen Stoffe durch Umwälzen des
 15 Behälterinhaltes unterworfen werden, wobei zwecks Sedimentation und Flotation die Umwälzung des Behälterinhaltes zur Phasentrennung, während der sich eine ausgedehnte Trübwasserzone bildet, flotierende Feststoffe aufschwimmen und sedimentierende Feststoffe sich absetzen, unterbrochen wird, daß (b) aus dem Behälter Biogas und nach der Phasentrennung Trübwasser aus der entstandenen Trübwasserzone als Reaktionsprodukte abgezogen werden und der sich nach der Vergärung mit der Zeit ansammelnde
 20 mineralische Schlamm entfernt wird, und daß (c) das aus der ersten Stufe abgezogene Trübwasser einer Befreiung von Inhaltsstoffen unterzogen wird, welche gegebenenfalls eine zweite Stufe mit einem weiteren biologischen Abbau in zumindest einem, mit einem Festbett versehenen Behälter umfaßt, aus dem Biogas und Trübwasser als Reaktionsprodukte abgezogen werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden die in den Abwässern bzw. Abfällen enthaltenen
 25 organischen Substanzen bis auf den Mineralstoffanteil vergoren bzw. abgebaut und die organische Restbelastung des abgezogenen Trübwassers auf ein Minimum reduziert. Dabei wird die flüssige Phase möglichst rasch durch die erste Stufe geschleust und nur die organische Phase für die Vergärung bzw. für den bakteriellen Abbau zurückgehalten. Dabei können auch höhere Feststoff-Frachten in der ersten Stufe vergoren werden. Die erfindungsgemäße Verfahrensführung ermöglicht eine Anpassung der Biogasausbeute an unterschiedliche Vergärungs- und Gasgewinnungs-Bedürfnisse. Beim erfindungsgemäßen Verfahren
 30 wird die Abwasser- und/oder Abfallzufuhr während des Trübwasserabzugs unterbrochen, sodaß die Belastung des abgezogenen Trübwassers verringert wird. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die nicht vergorene bzw. nicht abgebaute organische Substanz rezykliert, um die vollständige Aufarbeitung der organischen Materie zu gewährleisten.

Um ein störungsfreies Umwälzen des Behälterinhaltes und eine Verringerung der Verstopfungsgefahr durch sich ansammelnde Feststoffe zu erreichen wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der Behälterinhalt beim Umwälzen zuerst auf Füllstandshöhe tangential aus dem Behälter abgezogen, zum Aufwühlen des Schlammes im Bodenbereich des Behälters gegenläufig tangential wieder eingeleitet wird und nachfolgend in der Gegenrichtung umgewälzt wird.
 35

Um die Vermischung der Bakterienmasse mit der abzubauenen Biomasse zu verbessern wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der Behälterinhalt während des Umwälzens durch die Umwälzpumpe homogenisiert wird.
 40

Weiters kann zur besseren Durchmischung von Abfällen und Abwässern erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß die im Behälterinhalt vorhandenen Feststoffe während des Umwälzens durch die Umwälzpumpe
 45 zerkleinert werden.

Weiters kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß das aus der ersten Stufe abgezogene Trübwasser zur Befreiung von Inhaltsstoffen durch ein oder mehrere Hydrozyklone zur Abscheidung von mitgerissenen Feststoffen geleitet wird, bevor es zur weiteren Befreiung von Inhaltsstoffen einer zweiten Stufe zugeführt wird. Diese Verfahrensführung erlaubt es, die Qualität des Trübwassers zu erhöhen. Weiters kann dadurch
 50 die zweite Stufe weitgehend ohne Feststoffe betrieben und die Gefahr einer Verstopfung eines Festbettes in der zweiten Stufe auf ein Minimum reduziert werden.

Eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß das aus der ersten Stufe abgezogene Trübwasser in der zweiten Stufe zur weiteren Befreiung von Inhaltsstoffen in zumindest einen, im wesentlichen rotationssymmetrischen, vorzugsweise eiförmigen, mit einem Festbett versehenen Behälter
 55 eingebracht und umgewälzt wird, wobei das Gemisch aus Trübwasser und Bakterien Schlamm am oberen Schlammspülraum aus dem Behälter, vorzugsweise tangential, abgezogen und dem Behälter im unteren Schlammspülraum, vorzugsweise tangential, wieder zugeführt wird, bevor die Umwälzung unterbrochen und das gereinigte Trübwasser abgezogen wird. Diese Variante ist für Abwässer mit hohem Feststoffanteilen,

wie z.B. Schlachthofabwässer mit den Magen- und Darminhalten der Schlachttiere, vorgesehen, für welche die erste Stufe alleine nicht ausreicht. Durch das tangentielle Abziehen des Gemisches aus Trübwasser und Bakterien Schlamm aus dem oberen Schlammspülraum und das tangentielle Einleiten dieses Gemisches in den unteren Schlammspülraum wird auch in der zweiten Stufe eine drehende Umwälzung in den Schlamm-

5 spülräumen erzielt.

Weiters kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß das aus der zweiten Stufe abgezogene Trübwasser von mitgerissenen Biomasseresten in einem oder mehreren Rückspülfiltern gereinigt und die im Rückspülfilter abgeschiedene Biomasse in die erste Verfahrensstufe rückgeführt wird. Auf diese Weise werden die abgeschiedene biologisch aktive Masse bzw. die Bakterien zur Aktivierung der Gärung bzw. des

10 Abbaues in der ersten Stufe genutzt.

Weiters kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß das Filtrat des Rückspülfilters zur Abscheidung des Restbakteriengehalts und der Geruchsstoffe sowie zur Anhebung des Trübwassers auf Brauchwasserqualität in einem oder mehreren Textilwickelfiltern mit Aktivkohlegehalt bzw. bakteriendichten Filtern filtriert wird.

15 Weiters kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß das aus der ersten Stufe abgezogene Trübwasser zur weiteren Befreiung von Inhaltsstoffen direkt einer zumindest zweistufigen Filtration unterzogen wird, wobei die in der ersten Filtrationsstufe abgeschiedene Feststoffphase in die erste Verfahrensstufe rückgeführt wird.

Weiters kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß das aus den Behältern abgezogene Biogas in

20 Kondensatabscheidern und Filtern gereinigt und zur Verbrennung konditioniert wird.

Weiters schlägt die Erfindung einer Vorrichtung zum Erzeugen von zu Heizzwecken nutzbarem Biogas aus gegebenenfalls feststoffhaltigen Abwässern, wie z.B. häusliche Abwässer, Schlachthofabwässer od. dgl., und aus organischen Abfällen, wie z.B. Haushaltsabfällen, Gartenabfällen, Laub und Rasenschnitt, Schlachthofabfällen od. dgl., vor, welche Vorrichtung dadurch gekennzeichnet ist, daß zumindest ein mit

25 einem Abwasserzulauf, einem Abfalleinfüllstutzen, einem Biogasabzugsrohr und einem Trübwasserabzugsrohr versehener, mit bakterienhaltigem Schlamm und einer fluiden Phase teilweise gefüllter, im wesentlichen rotationssymmetrischer, vorzugsweise eiförmiger Behälter vorgesehen ist, welcher zur Erzeugung einer im Behälter kreisenden, spiralförmigen Wirbelströmung mit einer außenliegenden, im Bereich der Füllstandshöhe und im Bereich des Bodens gegenläufig tangential in den Behälter mündenden Umpumpleitung

30 versehen ist, in welcher zumindest eine Feststoffe zerkleinernde Umwälzpumpe mit umkehrbarer Förderrichtung angeordnet ist, und daß dem Behälter gegebenenfalls zumindest ein Filter zum Abscheiden von Feststoffen aus dem abgezogenen Trübwasser nachgeordnet ist. Diese Vorrichtung ist insbesondere zur Durchführung des einstufigen Verfahrens vorgesehen.

Zum Einbringen der Abfälle in den Behälter kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß der Abfallein-

35 füllstutzen im oberen Bereich des Behälters schräg nach oben verläuft, einen elektrisch betätigbaren Spiralelevator zur Abwärtsförderung der Biomasse und Gasdichtheit besitzt.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung besteht darin, daß der Behälter ein Rohr zum Abziehen von mineralischem oder Überschußschlamm besitzt, welches mittig im Behälter bis knapp über den Behälterboden nach unten verläuft und am Behälterdeckel befestigt ist.

40 Ferner besteht ein weiteres Merkmal der Erfindung darin, daß das am Ende mit einem Sieb versehene Trübwasserabzugsrohr auf halber Höhe in die Mitte des Behälters hineinreicht und in der Behälterwand und/oder im Behälterdeckel befestigt ist.

Weiters kann der Behälter erfindungsgemäß mit einer Leckage-Warneinrichtung auf Drinckverlustbasis ausgerüstet sein, die einen Austritt von Gas und/oder Flüssigkeit von vorherein ausschließt.

45 Zur Temperierung kann der Behälter erfindungsgemäß über eine mehrschalige Wand verfügen, die einen Hohlraum für das Durchströmen mit einem Temperiermedium besitzt. Dabei kann die Behälterwand vorteilhafterweise aus einer tragenden, wasserdurchlässigen Innenwand aus mit Kunstharz verbundenen Kieseln oder Polymerbeton und aus wenigstens einer Kunststoffinnenwand und einer Kunststoffaußenwand bestehen.

50 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird eine Vorrichtung zum Erzeugen von zu Heizzwecken nutzbarem Biogas aus gegebenenfalls feststoffhaltigen Abwässern, wie z.B. häusliche Abwässer, Schlachthofabwässer od. dgl., und aus organischen Abfällen, wie z.B. Haushaltsabfällen, Gartenabfällen, Laub und Rasenschnitt, Schlachthofabfällen od. dgl., vorgeschlagen welche dadurch gekennzeichnet ist, daß eine erste Stufe mit zumindest einem mit einem Abwasserzulauf, einem Abfalleinfüllstutzen, einem Biogasab-

55 zugsrohr und einem Trübwasserabzugsrohr versehenen, mit bakterienhaltigem Schlamm und einer fluiden Phase teilweise gefüllten, im wesentlichen rotationssymmetrischen, vorzugsweise eiförmigen Behälter vorgesehen ist, welcher zur Erzeugung einer im Behälter kreisenden, spiralförmigen Wirbelströmung mit einer außenliegenden, im Bereich der Füllstandshöhe und im Bereich des Bodens gegenläufig tangential in

den Behälter mündenden Umpumpleitung versehen ist, in welcher zumindest eine Feststoffe zerkleinernde Umwälzpumpe mit umkehrbarer Förderrichtung angeordnet ist, und daß der ersten Stufe zum weiteren Aufbereiten des aus der ersten Stufe abgezogenen Trübwassers zumindest ein Hydrozyklon zur Abscheidung von mitgerissenen Feststoffen und eine zweite Stufe nachgeordnet ist, welche zumindest einen mit
 5 einem Wasserzulauf, einem Biogasabzugsrohr, einem Trübwasserabzugsrohr und einem Festbett versehenen, im wesentlichen rotationssymmetrischen, vorzugsweise eiförmigen Behälter umfaßt, welcher mit einer außenliegenden, mit zumindest einer Umwälzpumpe versehenen, mit dem einem Ende tangential in den oberhalb des Festbettes vorgesehenen Schlammspülraum und mit dem anderen Ende gegenläufig tangential in den unterhalb des Festbettes vorgesehenen Schlammspülraum mündenden Umpumpleitung versehen
 10 ist, und daß der zweiten Stufe zumindest ein Filter zum Abscheiden von Feststoffen aus dem, aus der zweiten Stufe abgezogenen Trübwasser nachgeordnet ist. Diese Vorrichtung ist insbesondere zur Durchführung des zweistufigen Verfahrens vorgesehen.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung kann der zwischen erster und zweiter Stufe angeordnete Hydrozyklon mit einer zum Abwasserzulauf der ersten Stufe führenden Biomasserückführleitung versehen
 15 sein.

Weiters kann erfindungsgemäß zum Abscheiden von Feststoffen aus dem abgezogenen Trübwasser ein rückspülbares Filter vorgesehen sein, das über eine Biomasserückführleitung mit dem Abwasserzulauf der ersten Stufe verbunden ist.

Schließlich besteht ein weiteres Merkmal der Erfindung darin, daß dem rückspülbaren Filter ein
 20 Textilwickelfilter mit Aktivkohlegehalt zum Aufbereiten des Trübwassers auf Brauchwasserqualität nachgeschaltet ist.

Nachstehend wird die Erfindung an einigen Beispielen anhand der Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen: Fig.1 schematisch eine Biogasanlage für ein einstufiges Verfahren, Fig.2 ein Verfahrensschema eines einstufigen Verfahrens für Häuser mit Gartenanlagen, Fig.3 schematisch eine Biogasanlage
 25 für ein einstufiges Verfahren für Mehrfamilienhäuser, Fig.4 schematisch eine Biogasanlage für ein einstufiges Verfahren für eine Kleingartensiedlung, Fig.5 eine Variante für einen Querschnitt durch eine Behälterwand, Fig.6 schematisch einen Behälter für die erste Verfahrensstufe, Fig.7 schematisch einen Behälter für die zweite Verfahrensstufe und Fig.8 ein Verfahrensschema eines zweistufigen Verfahrens für Schlachthöfe.

In Fig. 1 ist eine Biogasanlage für ein einstufiges Verfahren zum Erzeugen von zu Heizzwecken nutzbarem Biogas aus feststoffhaltigen häuslichen Abwässern und aus organischen Abfällen, wie Haushaltsabfälle Gartenabfälle, Laub, Rasenschnitt, etc., schematisch dargestellt.

Die vom Haushalt kommenden, gesammelten Abwässer aus dem Küchen- und WC-Bereich werden über einen Abwasserzulauf 1 einem, im Garten unterirdisch angeordneten, eiförmigen Behälter 2 zugeführt,
 35 der in Polymerbetonbauweise und mit Kunststoffinnenbeschichtung ausgeführt ist. Der als Reaktor für die erste Stufe des Verfahrens ausgebildete Behälter 2 kann ein Reaktorvolumen zwischen etwa 2,5 m³ und 15 m³ aufweisen. Zur Anpassung des Reaktorvolumens an den jeweiligen Abwasseranfall können Behälter mit festgelegten Abstufungen ihres Volumens zwischen 2,5 m³ und 15 m³ verwendet werden. Für einen noch größeren Abwasseranfall können mehrere Behälter 2 eingesetzt werden.

Die organischen Abfälle werden dem Behälter 2 über einen Abfalleinfüllstutzen 3 zugeführt, der mit einem von einem Elektromotor angetriebenen Spiralelevator 4 ausgerüstet ist. Sowohl der Abwasserzulauf 1 als auch der Abfalleinfüllstutzen 3 münden am Behälterkopf 2a in den Behälter 2. Das im Behälter 2 erzeugte Biogas wird über ein mit dem Deckel 5 des Behälters 2 verbundenes Biogasabzugsrohr 6 abgeleitet und über eine mit dem Biogasabzugsrohr 6 verbundene und mit einem Kondensatopf 7
 45 versehene Biogasleitung 8 einem, nicht dargestellten, Heizkessel im Haus zugeführt. Am Behälterdeckel 5 ist ein Rohr 9 zum Abziehen von mineralischem oder Überschußschlamm befestigt, welches im Behälter 2 mittig vom Behälterdeckel 5 bis knapp über den Behälterboden 2b nach unten verläuft. Auf halber Höhe des Behälters 2 ist ein Trübwasserabzugsrohr 10 angeordnet, welches in den Behälter 2 bis in dessen Mitte hineinreicht und dort in einem nach unten gekrümmten Krümmer 11 endet. Das Trübwasserabzugsrohr 10
 50 führt aus dem Behälter 2 heraus zu einem Querstromfilter 12, an das eine mit einer Rückspülpumpe 13 versehene Trübwasserleitung 14 anschließt. Außerhalb des Behälters 2 ist eine Umpumpleitung 15 vorgesehen, in der eine Rotor- bzw. Drehkolben-Umwälzpumpe 16 angeordnet ist und die im Bereich des Behälterkopfes 2a und des Behälterbodens 2b über jeweils tangential zum Behälter 2 verlaufende Rohrstutzen 15a bzw. 15b in den Behälter 2 mündet.

Bei einer Behältergröße von 10 Kubikmetern Bruttovolumen ist auf Höhe des oberen, im Bereich des Behälterkopfes 2a angeordneten Rohrstutzens 15a der Umpumpleitung 15 eine entsprechende Fördergeschwindigkeit nötig, um eine tangentielle Strömung zu erreichen und eine Strudelbewegung im Behälter 2 einzuleiten. Werden geringere Rohrdurchmesser eingesetzt, ist eine reduzierte Förderleistung der Pumpe

16 möglich. Dadurch kann die Leistung des die Pumpe 16 antreibenden Motors (Verbrennungs- oder E-Motor) reduziert sowie eine Kostenreduktion durch Einsatz von Pumpen mit geringerer Kapazität erreicht werden. Diese Maßnahme ist jedoch im direkten Zusammenhang mit dem umzupumpenden Substrat bzw. dem Feststoffgehalt im Reaktorvolumen zu betrachten und entsprechend zu berücksichtigen.

5 Eine weitere Senkung der Pumpenförderleistung kann durch den Einbau von düsenwirksamen Konusen am oberen und unteren Rohrstutzen 15a, 15b der Umpumpleitung 15 erreicht werden. Diese Möglichkeit der Reduktion der Pumpenkapazität steht in starker Abhängigkeit von dem zu fördernden Medium und dessen Feststoffgehalt. Eine Viskositätsmessung des Mediums ist daher bei diesen Einbauten erforderlich.

Der Behälter 2 soll in erster Linie in der anaeroben Abwassertechnologie eingesetzt werden, wodurch
10 ein größerer Rohrquerschnitt (d.h. DN 100) zwecks eines unbehinderten Feststofftransportes empfohlen wird. Der Rohrdurchmesser muß in Abhängigkeit vom Feststoffgehalt bzw. der Viskosität des gepumpten Fluids gewählt werden und ist im Einzelfall speziell zu ermitteln.

Beschreibung des einstufigen Verfahrens:

Ständig anfallende Biomasse aus häuslichen Abfällen wird in einem im Abflußrohr eingebauten
15 Shredder zerkleinert und mit den Küchenspülwässern einem Bioreaktor 2 bzw. einer Biogasanlage zugeführt. Desgleichen werden die Fäkalien und damit verbundenen Abwässer dem Reaktor 2 in geshreddeter Form zugeführt.

Der außerhalb des Hauses ständig anfallende Grasschnitt wird über einen seitlich angebrachten Einfüllstutzen 3 mit einem Spiralelevator 4 in den Reaktor 2 eingepreßt. Laub, Heckenschnitt und andere
20 Biomasse werden vor Einpressung mit einem Gartenshreder vorzerkleinert und erst dann dem Reaktor 2 zugeführt.

Der Betrieb des Reaktors 2 soll teils im Umpumpbetrieb, teils im stehenden Betrieb (d.h. Sedimentationsbetrieb) und teils im Substratzufuhr-/Trübwasserabzugs-Betrieb erfolgen. Damit soll einerseits eine ausreichende Substratdurchmischung, andererseits eine Anpassung der Gasentwicklung an den Gasbedarf
25 sowie eine Trübwasserentnahme zur Brauchwasserverwendung erfolgen.

Der Reaktorbetrieb im Umpumpzustand ist dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktorinhalt am Boden des Reaktors 2 tangential über eine selbstansaugende, zerkleinernde Pumpe 16 abgezogen wird und mit entsprechender Umpumpgeschwindigkeit dem Reaktor 2 in der Höhe des Substrateinlaufstutzens 1 (d.h. auf Füllstandhöhe) tangential wieder zugeführt wird. Dadurch soll eine Drehbewegung des Reaktorinhalts
30 erfolgen, sodaß einerseits durch das rasche tangential-e Einstromen eine sich möglicherweise bildende Schwimmdecke zerstört wird und andererseits durch die Strudelbewegung im Reaktor 2 die noch feststoffartige Biomasse in den Fermenter eingerührt und somit mit den Bakterien gut vermischt wird.

Es soll hier eine möglichst ideale Vermischung der Bakterienmasse mit der Biomasse erfolgen und durch die Schergeschwindigkeit eine Ablösung der bereits gebildeten Gasbläschen von den Feststoffen, durch die Schergeschwindigkeit eine Ablösung der bereits gebildeten Gasbläschen von den Feststoffen,
35 d.h. eine Entgasung stattfinden. Durch die intensive Rührbewegung soll die Gasausbeute in der Zeiteinheit gesteigert werden, um kurzfristig an den Gasbedarf angepaßt werden zu können. Sobald kein Gasbedarf besteht, wird die Pumpe 16 in der Umpumpleitung 15 abgeschaltet und der Sedimentationsbetrieb im Reaktor 2 eingeleitet. Dieser verfolgt auch den Zweck, eine Trennung von Trübwasser und Feststoffen vorzunehmen. Tatsächlich wird eine Trennung in drei Phasen vorgenommen: in die schwimmdeckenbildende
40 flotierenden Feststoffe, in die sedimentierende Phase, d.h. in die absetzbaren Feststoffe und in eine über die Reaktorhöhe sehr ausgedehnte Trübwasserzone. Nach erfolgter Sedimentation wird über das in der Mitte des Reaktors 2 angebrachte Trübwasserabzugsrohr 10 Trübwasser abgezogen, sobald in den Reaktor 2 neues Substrat oder Abwässer eingebracht werden.

Die Regelung des Reaktors 2 erfolgt über die Messung der Füllstandshöhe. Der Trübwasserablauf wird
45 über das mit kolloidalem Material gefüllte Querstromfilter 12 geleitet, um eine weitere Trennung von Feststoffen, Bakterienmasse und gefiltertem Wasser vorzunehmen. Durch die Rückspülpumpe 13 werden die gefilterten Feststoffe und die gefilterte Bakterienmasse in den Reaktor 2 rückgespült. Dadurch wird im Reaktor 2 einerseits eine ausreichende Methan-Bakterienkonzentration zur Feststoff-Vergärung konstant gehalten bzw. sogar angereichert, was zur Stabilisierung des Gärprozesses beiträgt. Andererseits werden
50 nicht abgebaute bzw. nicht in Gas umgewandelte Feststoffe dem Reaktor 2 wieder zugeführt und tragen zur gesteigerten Biomasseverwertung und bei vollständiger Ausgasung der Biomasse zur gesteigerten Gasproduktion bei. Der Gärprozeß verfolgt als Hauptziel die Endvergärung, d.h. die vollständige Ausgasung der Biomasse und deren Mineralisierung sowie die Abtrennung von Wasser in Brauchwasserform.

Das Brauchwasser, das durch die Filtration entsteht, wird durch die installierte Rückspülpumpe
55 rückgeleitet und als Toiletten-Spülwasser wiederverwendet. Um einen noch möglichen schädlichen Keimgehalt des Brauchwassers herabzusetzen, kann eine nachgeschaltete UV-Behandlung vorgenommen werden.

Der Überschuß an Brauchwasser wird einem Gartenbewässerungssystem zugeleitet. Durch diese Bewässerung soll der Garten-Biomasseanteil, d.h. die Beschleunigung des Graswuchses und anderen

Pflanzen erhöht werden. Dadurch würde auch für die Methangärung mehr Biomasse zur Verfügung stehen und zur gesteigerten Gasproduktion beitragen.

Der Reaktor 2 selbst ist in Erdbauweise erstellt. Die Erdbauweise wird aus folgenden Gründen gewählt:

- (a) Abwässer werden meist unter Erdniveau abgeleitet, d.h. es entfällt das Hochpumpen, (b) die Wintertauglichkeit der Anlage, d.h. Verhinderung des Einfrierens von Anlage und Anlagenteilen (wie z.B. Pumpen) wird erreicht, (c) die Wärmeabstrahlverluste von Behälter und Rohren, die durch Witterungseinflüsse (Wind, Regen, Schnee) bedingt sind, werden herabgesetzt, (d) der Explosionsschutz ist bei Erdbauweise erhöht, (e) die Wärmedämmung der Anlage ist größervolumig und daher besser möglich, wobei die intensive Isolierung von Anlage und Rohren zur Verringerung der Temperierungsenergie beiträgt.

- Die Isolation der Anlage wird durch Einpacken der Anlage in unverrottbare, wasserundurchlässige Baufolie und eine dicke Schüttung von Kieselgur, Bentonit oder anderen hochporösen Dämm-Materialien erreicht. Die Abwasserrohre werden zur Isolation in Betonrohren, die in Folie und Dämmschüttung eingelagert sind, geführt und sollen die Wärmeabstrahlverluste des der Anlage gelegentlich zugeführten Warmwassers verhindern.

- Wenn der Reaktor 2 vom Sedimentations- bzw. Trübwasserabzugsbetrieb auf Umpumpbetrieb geschaltet werden soll, läuft die Pumpe 16 zuerst im Rückwärtslauf an, um die sedimentierten Feststoffe aufzuwirbeln. Der Sinn dieser Maßnahme ist die Verminderung einer sehr wahrscheinlich eintretenden Verstopfung der Umpumpleitung 15 bei sofortigem Umpumpbetrieb, welcher somit entgegengewirkt wird.

- Bei Umpumpbetrieb der Anlage wird durch diese Pumpe 16 mit Vorwärts- und Rückwärtslauf die intensive, rührende Durchmischung der im Reaktor 2 vorhandenen Bakterien-Mischkultur mit den eingebrachten Feststoffen, d.h. der rasche und direkte Kontakt mit der zu vergärenden Biomasse, gewährleistet. Andererseits soll durch die intensive Rührbewegung das Abdifflundieren der Gasbläschen von der Oberfläche der Methanbakterien bzw. der Bakterienagglomerate und somit eine rasche Vergärung der Biomasse ermöglicht werden.

- Ziel des Verfahrens ist es, zu zeigen, daß durch rasches Entfernen der Gasbläschen bzw. des Endprodukts der Methanbakterien - dem Biogas - die Stoffwechselaktivität der Bakterien gesteigert und die Gasproduktivität in der Zeiteinheit erhöht werden kann. Darüberhinaus soll damit eine rasche Anpassung an den sprunghaft ansteigenden Gasbedarf, der durch plötzliches, thermostatisch geregeltes Einschalten des Heizkessels hervorgerufen wird, abgesichert werden. Die Grundlagen dazu sind die durch Biomasserückführung hohe Bakterienmassekonzentration im Reaktor und die Speicherung von Biogas während der Sedimentationsphase im ganzen Reaktorvolumen. Dadurch kann auch ein externer Gasspeicher u.U. entfallen. Das entstehende Biogas wird über eine Edelstahlleitung nach Kondensation, Reinigung über Kornpost- und Aktivkohlefilter und Passieren gastechnischer Regelorgane, wie Unterdruck-, Überdruck- und Detonationssicherungen einem Heizkessel oder wahlweise einem Warmwasserboiler zur Verbrennung zugeführt.

- Die Regeltechnik der Anlage über Unterdrucksicherung, über Heizkesselthermostat, über Niveauregler bei Abwasser- und Substratzu- und -abführung sowie bei Stillstand der Anlage muß durch mindestens drei Regelkreise auf die einzelnen Betriebszustände abgestimmt werden, um einen Automatisierungsgrad zu erreichen.

- Die Erfassung der analytischen Parameter soll über pH- und Essigsäure-selektive Elektroden, Redox-Sonden und Temperaturmeßeinrichtungen erfaßt werden; es soll aber der Verzicht auf verschiedene Meßeinrichtungen erfolgen, sobald die Entwicklungsphase und die Funktionstüchtigkeit des Anlagen-Prototyps abgeschlossen bzw. erreicht ist. Ziel ist es, die Investitionskosten für die Betreiber möglichst gering zu halten.

- Die Aufgabe einer annähernd idealen Rührung des Reaktorinhalts wird durch die Eiform des Behälters 2 und im wesentlichen durch die außenliegende Rotorumwälzpumpe und die tangential in den Behälter 2 einmündende Umpumpleitung 15 erreicht. Ein spezifisches Kriterium ist die sowohl am Reaktorboden 2b als auch am Reaktorkopf 2a tangentiale und gegenläufige Anordnung von Zu- und Ablaufrohr 15a, 15b der Umpumpleitung 15 am Behälter 2. Die tangentiale Strömung wird am Reaktorkopf 2a sowie am Reaktorboden 2b durch den sich ständig verringenden Behälterdurchmesser wesentlich erhöht bzw. begünstigt.

- Da Feststoff-Flüssig-Lösungen eine Neigung zur Entmischung durch Sedimentation und durch Flotation zeigen, wird durch die erhöhte tangentiale Strömungsgeschwindigkeit am Reaktorzu- und Ablauf eine Schwimmdeckenbildung herabgesetzt und die Feststoffeinmischung beim Einbringen von Feststoffen am Reaktorkopf 2a hinaufgesetzt. Am Reaktorboden 2b wird durch die erhöhte Tangentialströmung der Sedimentation der zu suspendierenden Feststoffe entgegengewirkt.

- Durch eine Umkehrbarkeit der Drehrichtung der eingesetzten Umwälzpumpe 16 kann der Reaktor 2 in gegenläufiger, bei dennoch tangentialer Strömungsrichtung umgepumpt werden. Dadurch wird vor allem bei intermittierendem Umwälzbetrieb die Verstopfungsgefahr der Umpumpleitung 15 durch die am Reaktorauslauf sedimentierten Feststoffe minimiert. Durch die entgegengesetzte Drehrichtung der Pumpe 16 wird die

tangentiale Strömung ausgehend vom Behälterboden 2b zum Behälterkopf 2a und somit eine Aufschlammung im Reaktor 2 bzw. auch eine Entgasung des Sedimentationsschlammes erreicht.

Ziel dieser Tangential-Gegenlauf-Rührtechnik ist es, eine verbesserte Effektivität in der Durchmischung des Reaktorinhalts und eine verbesserte Störungsfreiheit bei permanentem und intermittierendem Betrieb zu erhalten.

Die zugrundeliegende Aufgabe bezieht sich auf eine störungsfreie Rührtechnik durch den Einsatz eines beinahe ideal geformten Reaktors, der sowohl in Hoch- als auch Tiefbau bzw. Erdbauweise verlegbar ist und durch ein außenliegendes Umpumpsystem gerührt wird.

Das Umpumpsystem besteht aus einer Rotor- bzw. Drehkolbenpumpe 16, die in ihrer Drehrichtung umkehrbar ist. Um eine Verbesserung in der Durchmischung des Reaktors zu erreichen, werden die zu- und abführende Umpumpleitung am Reaktorkopf sowie am Reaktorboden gegenläufig tangential angeordnet. Durch diese beidseitige tangentiale Anordnung der Umpumpleitung kann im Zusammenwirken mit der Rotorpumpe eine strudelförmige Rührbewegung eingeleitet werden. Dadurch können die in den Reaktor eingebrachten Feststoffanteile durch den Strudel auf das Reaktorvolumen schneller und besser verteilt werden. Da im Reaktor keine Einbauteile vorhanden sind, wird die Strömung weder gestört noch behindert. Bei dennoch optimaler Rührung ergibt sich für die in der Lösung enthaltene Mikroorganismenkultur eine geringe Scherbelastung. Ein weiterer Vorteil besteht in der tangentialen Strömung, die die eingebrachten Feststoffe besser und gleichmäßiger auf das Reaktorflüssigvolumen verteilt. Durch die außenliegende Pumpe ergibt sich darüberhinaus eine verbesserte Möglichkeit zur Wartung des Rührorgans.

Durch die Umkehr der Drehrichtung der Pumpe wird eine störungsfreie Rührung und eine Herabsetzung der Verstopfungsgefahr durch sich im Reaktorauslauf ansammelnde Feststoffe ermöglicht. Durch den tangentialen Rohrauslauf und die Gegenläufigkeit der Rohranschlüsse kann das Reaktorsystem rückläufig, d.h. in entgegengesetzter Strömungsrichtung ebenso eingesetzt werden.

Der Reaktor 2 selbst muß im Volumen auf den Abwasseranfall angepaßt werden. Im gegenständlichen Fall wird ein 10 Kubikmeter-Reaktor 2 eingesetzt, der eine Speicherung des Abwasseranfalls eines Zwei-Personen-Haushalts bis zu 30 Tagen hydraulischer Verweilzeit ermöglicht. Darüberhinaus soll durch das größere Volumen eine geringere Feststoffkonzentration im Reaktorvolumen, d.h. eine niedrigere Raumbelastung, resultieren, die eine Totalvergärung der organischen Substanz durch eine längere Feststoffverweilzeit ermöglicht.

Die Füllung des Reaktorinhalts bei Anwendung in der häuslichen Anaerobtechnologie soll sich aus häuslichen Abwässern, Fäkalinhaltsstoffen und Gartenbiomasse zusammensetzen.

Die häuslichen Abwässer setzen sich aus Toilettenspülwässern und darin enthaltenen Fäkalien, Urin und Toilettenpapier, aus Waschwässern mit darin enthaltenen Seifenlösungen und biologisch abbaubaren Küchen- und Haushaltsreinigern und aus Küchenspülwässern mit darin enthaltenem bereits geshreddertem organischem Küchenabfall zusammen.

Die Gartenbiomasse besteht in der Hauptsache aus Rasenschnitt, wie er nach dem Rasenmähen anfällt, und geshreddertem Laub von Obst- und Laubbäumen. Weitere Bestandteile der Gartenbiomasse sind Blüten, Samen und Früchte in verdorbenem und unverdorbenem Zustand, Blumenschnitt und weiterer Grünschnitt sowie durch Vertikutieren erhaltene Moosanteile aus den Rasenflächen.

Die Zusammenführung der Abwässer und die Shreddung der Abfall- und Fäkalbiomasse haben den Sinn der besseren Umpumpbarkeit und des besseren biologischen Abbaus im Reaktor 2. Die Zusammensetzung der Fäkalinhaltsstoffe ist im Durchschnitt auf etwa 0,5 kg pro Einwohner und Tag praktisch festgelegt. Variabel kann nur die Zugabe des organischen Haushaltsabfalls und der Gartenbiomasse gehalten werden. Diese Zugabe wird in Abhängigkeit vom Gasbedarf für die Raumheizung entsprechend den Monaten der kalten Jahreszeit gezielt gesteuert.

Die Zugabe von Garten- und Haushaltsabfall erfolgt überdies getrennt. Während der organische Haushaltsmüll über die normalen Abflußkanäle dem Reaktor 2 zugeleitet wird, kann die Gartenbiomasse nur über den am Reaktor 2 angebrachten Einfüllstutzen 3 und einen mit E-Motor angetriebenen Spiralelevator 4 in den Reaktor 2 eingebracht werden.

Die Zugabe der Substrate muß sich nach Richtlinien des C/N-Verhältnisses mit Mischungen zwischen 5:1 und 25:1 in erster Linie orientieren. Die Stickstoffgaben stammen dabei hauptsächlich aus den Fäkalstoffen, die Kohlenstoffanteile überwiegend aus den Gartenbiomassen. In zweiter Linie orientiert sich die Zugabe an vergärbare organischer Substanz am jahreszeitlichen Gasbedarf für Wohnraumheizung. Dies hat zur Folge, daß im Sommer entstehende Gartenbiomasse in Kompostern für den im Winter erhöhten Heizbedarf gestapelt wird.

Für den Heizbedarf von 20 Kubikmeter Biogas sind, bei einer Gasproduktivität der organischen Substanz von 0,7 Kubikmetern, etwa 28 kg organische Trockenmasse erforderlich. D.h., im Falle des Einsatzes von Grasschnitt müssen dementsprechend bis zu etwa 140 kg Biomasse dem Reaktor 2

zugeführt werden, wenn eine Raumbeheizung angestrebt wird. Dies entspricht einer 1,4%-igen Lösung bezogen auf ein Reaktorvolumen von 10 Kubikmetern.

Die Reaktorbelastung kann bis auf etwa 6% Feststoffgehalt ansteigen.

Um die Umpumpbarkeit des Reaktorinhalts bei noch höheren Feststoffkonzentrationen (bis zu 10% Feststoffgehalt) zu gewährleisten, dient das bereits vorgestellte tangential Umpumpsystem.

Beschreibung des einstufigen Verfahrens für Kleingärten:

Das gesamte Abwasser sowie die darin enthaltenen Fäkalstoffe der Kleingartenanlage werden durch eine interne Kanalisation 17,18 einer Biogasanlage 19 zugeführt. (Fig. 3)

Der organische Hausmüll wird nach Zwischenlagerung in einem Kompostbehälter (D) quantitativ über einen Spiralelevator 20 der Biogasanlage 19 zugeführt. Die Gartenabfälle wie Grasschnitt (A), Laub (C), Heckenschnitt (B), verdorbene Früchte etc. werden ebenso über den Elevator 20 in quantitativer Weise dem Biogasreaktor 21 zugeführt. Laub und Heckenschnitt sowie grob strukturierte Biomassen z.B. aus dem organischen Hausmüll müssen vor der Reaktorzuführung durch einen Gartenshreder (E) in eine möglichst zerkleinerte Form gebracht werden, um den Betrieb der Anlage zu erleichtern. Die quantitative Zuführung aus den Abfällen soll zehn Prozent des Reaktorvolumens nicht übersteigen. Daher muß eine Wägung der zuzuführenden Biomassen mit Ausnahme der Fäkalstoffe erfolgen.

Im Biogasreaktor 21 werden die Fäkalstoffe, Garten- und Küchenabfälle durch eine Umpumpleitung 22 und eine Umwälzpumpe 23 tangential umgerührt. Somit erfolgt der raschere Kontakt der Abfallbiomasse mit der anaeroben Bakterienpopulation, die als Vorlage aus Faulanlagen bereits in den Reaktor 21 eingebracht wurde oder durch allmähliche Kultivierung über etwa drei bis vier Wochen im Reaktor 21 herangezüchtet wurde.

Durch Sauerstoffabschluß erfolgt die Vergärung der unterschiedlichen organischen Substanzen. Diese werden unter unterschiedlichen Verweilzeiten im Reaktor 21 abgebaut. Als Endprodukte dieses Abbaus bildet sich ein Gasgemisch aus vorwiegend CH_4 und CO_2 , Wasser und ein mineralischer Schlamm. Das Gas wird zur Temperierung der Anlage und zu Heizzwecken genutzt.

Die Vergärung selbst wird durch intermittierendes Umpumpen intensiviert. In erster Linie durch eine tangentiale Rührung; in zweiter Linie durch eine Pumpe 23 mit Schneid- und Homogenisiereffekt und drittens durch den intermittierenden Betrieb, der für die Bakterienpopulation wachstumsfördernd wirkt.

Eine Überfüllung der Anlage wird durch einen Elektrodenkontakt 24 verhindert. Der Kontakt wird noch unterhalb des maximal zulässigen Niveaus ausgelöst, sodaß es noch möglich ist, eine begrenzte Abwassermenge zuzuführen. Eine Zufuhr von weiterer organischer Biomasse muß jedoch unterbleiben. Grund dafür ist die durch den Kontakt 24 ausgelöste Abschaltung der Pumpe 23 bzw. die Einstellung des Umpumpbetriebes. Durch die Abschaltung der Pumpe 23 erfolgt ein Übergang zum Flotations- und Sedimentationsbetrieb. Die Flotation und Sedimentation wird zur Vorklärung des Reaktorinhalts genutzt. Der Zweck liegt in der Schaffung einer Trübwasserzone zwischen Flotat und Sediment. Das gebildete Trübwasser wird durch ein in die Anlage mittig eingebrachtes Ablaufrohr 25 abgezogen. Damit keine Feststoffe oder größeren Teilchen übergehen, wird dem Rohr ein nach unten gerichteter Krümmer 26 und ein grobmaschiges Sieb vorgeschaltet. Das Trübwasser gelangt auf einen automatisch arbeitenden Rückspülfilter 27, der die mitgerissenen Feststoffpartikel und die grobdispers verteilten Teilchen zurückhält und nach erfolgter Filterbelegung mittels einer Rückspülpumpe 28 wieder in den Reaktor eingebracht werden.

Zweck dieser Maßnahme ist die weitere Filtration und Klärung des Trübwassers, die Rückführung noch nicht abgebauter Substanz sowie - als wesentlicher Faktor - die Rückführung der ausgeschwemmten Bakterien. Das Trübwasserfiltrat gelangt auf einen Textilwickelfilter (nicht dargestellt), der die verbleibenden suspendierten Stoffe sowie restliche Bakterien zurückhält. Durch den zusätzlichen Aktivkohlegehalt des Filters soll eine Geruchsbindung erreicht werden, soweit dies nicht im Biogasreaktor 21 und durch den Rückspülfilter 27 erreicht wurde. Der Textilwickelfilter ist entnehmbar und kann entweder durch ein neues Filterelement ersetzt oder mit Wasser gereinigt und wiederverwendet werden. Das Spülwasser mit der organischen Fracht wird über die interne Kanalisation 17,18 oder über den Elevator 20 wieder in die Biogasanlage 19 eingebracht und dem Abbau unterworfen. Das Filtrat dieser zweiten Filtrationsstufe erreicht Brauchwasserqualität und kann in erster Linie für Gartenbewässerungszwecke und zum zweiten für die Toilettenspülung wiederverwendet werden.

Da der Brauchwasseranfall oft geringer sein wird als erforderlich, ist eine Koppelung über ein druckabhängiges Ventil mit einem Wasserzulauf notwendig. Dadurch wird der Brauchwasserbedarf zu Spitzenzeiten, wie z.B. zum Wochenende, ausgeglichen. Der interne Ausgleich erfolgt über Brauchwasserspeicherbecken.

Die Brauchwasserabgabe muß in quantitativer Weise zur Abwasserzufuhr geregelt werden. Um dies zu erreichen, wird das Brauchwasser zum Teil durch Rieselschläuche zwecks Bewässerung in den Boden eingebracht und damit ein Abwasserstau vermieden.

Das in der Anlage entstandene Biogas wird über Kondensatabscheider 29, gastechische Regelorgane und Filtration zur Nutzung in Brennern aufbereitet. In erster Linie muß die zur Temperierung der Anlage erforderliche Wärmemenge über eine Gastherme sichergestellt werden. In weiterer Folge kann das überschüssige Biogas bei fehlendem Verwendungszweck abgefackelt werden. Sinnvollerweise kann es über
5 eine Gasleitung 30 einem Verbraucher 31 innerhalb oder außerhalb der Kleingartenanlage zur Nutzung für Brauchwassererwärmung oder für Wohnraumheizwecke zugeführt werden.

Der in der Anlage 19 gebildete mineralische Schlamm wird in einer nach der zugeführten Menge an Feststoffen abhängigen Zeitspanne über ein bis an den Boden des Reaktors reichendes Abzugsrohr 32 entfernt. Um eine gesicherte Entsorgung zu erreichen, kann dieser Mineralschlamm einem ausschließlich
10 für diesen Zweck bestehenden Kompostbehälter beigegeben werden. Da der Schlamm weitestgehend entseucht und ausgefault ist, wird durch ihn eine Verbesserung des Kompostes aufgrund der mineralischen Anteile erreicht.

In Fig. 4 ist eine Müll- und Abwasserentsorgung von Kleingartensiedlungen schematisch dargestellt.

Unter (A) sieht man eine der häufigsten Tätigkeiten von Gartenbesitzern, nämlich das Rasenmähen. Der
15 Anfall von Grasschnitt ist dabei über das gesamte Jahr hin nicht unerheblich und überdies weiß oft jeder nicht so recht, wohin damit. Meistens landet der Grasschnitt in der Mülltonne. Eine schlechte Kompostierbarkeit ist bei Grasschnitt obendrein gegeben, so daß eine andere Verwertung sinnvoll wäre. Unter (B) sieht man, daß auch Heckenschnitt, unter (C) auch eine unliebsame Menge Laub jahrein jahraus anfällt. Darüberhinaus gibt es noch eine Menge anderer Gartenabfälle. Laub und Heckenschnitt werden, um die
20 problemlosere Verarbeitung zu gewährleisten, über einen Gartenshreder (D) zerkleinert.

Was die Anlage betrifft, so werden über eine Zuführeinrichtung 33 Rasenschnitt, Laub und die anderen Gartenabfälle portionsweise zugeführt. Da natürlich nicht alle Gartenabfälle auf einmal zugeführt werden können, ist ein Zwischenlager (E) in Form von Kompostbehältern vorgesehen.

Über die Abwassersammelleitung 34 und die Hauptsammelleitung 35 werden die Fäkalabwässer in die
25 Biogasanlage 36 in vorgegebenen Mengen eingebracht.

Im Behälter 37 werden unter Sauerstoffausschluß die Abfälle und das Abwasser durch eine bereits vorhandene Bakterienmischkultur in mehreren Stufen zu niedermolekularen Bestandteilen abgebaut. Um den Abbauprozess zu intensivieren, wird durch eine Umwälzleitung 38 der Behälterinhalt umgepumpt und vermischt und durch die Pumpe 39 zerkleinert, um den Bakterien die Arbeit zu erleichtern und den Abbau
30 der Abfälle und des Abwassers zu beschleunigen. Ergebnis dieses Abbaus ist ein Gasgemisch, sogenanntes Biogas, das überwiegend aus Methan und einem Anteil CO₂ besteht. Dieses über die Leitung 40 abgeleitete Gas kann, ähnlich wie Erdgas, gereinigt und verbrannt werden. Eine sinnvolle Nutzung kann beispielsweise in Gasthermen zur Brauchwassererwärmung erfolgen.

Da in Gartenanlagen Mitglieder sehr häufig ganzjährig wohnen, kann dieser Nebeneffekt bei der Müll-
35 und Abwasserentsorgung entweder in sozialer Weise oder auch in ökonomischer Weise von wenigstens einem Mitglied genutzt werden.

Der Behälterinhalt selbst wird nicht ständig umgewälzt, weil auch auf einen Kläreffekt bei dieser Anlage abgezielt wird. Bei Stillstand der Pumpe 39 wird eine Sedimentations- und Flotationsphase eingeleitet, d.h. die schweren Stoffe setzen sich ab und die leichteren Stoffe schwimmen auf. Dadurch bildet sich eine über
40 die Höhe weit ausgedehnte Trübwasserzone. Durch ein in der Mitte des Behälters 37 angeordnetes Rohr 41 wird das Trübwasser abgezogen und über ein Filter 42 geleitet, das die noch im Wasser befindlichen Verunreinigungen zurückhält. Die filtrierte Restverunreinigung wird dem Behälter 37 durch einen Rückspülvorgang wieder zugeführt. Das gereinigte Abwasser steht nun bei 43 als Brauchwasser zur Verfügung und kann sinnvollerweise zur Gartenbewässerung eingesetzt werden.

Beschreibung des zweistufigen Verfahrens: Schlachthofabfall und -abwasser inklusive von Magen- und
45 Darminhalten aus den Schlachttieren werden über einen Abwasserkanal einer zweistufigen Biogasanlage zugeführt. Die in Fig. 8 dargestellte Anlage besteht in der ersten Stufe aus Biogasmodulen 44 zur Feststoffvergärung gemäß Fig. 6 und in der zweiten aus Biogasmodulen 45 gemäß Fig. 7, die mit Festkörpern wie Basalt in unterschiedlicher Körnung, Bentonit, Kieselgur, Glassinterkörpern etc. beschickt
50 sind.

Das Abwasser und die Abfallstoffe werden den in einer Reihe angeordneten Behältern der als Feststoff-Reaktoren ausgebildeten Biogasmodule 44 der ersten Stufe über eine Abwasserleitung 46 zugeführt. Die Zuführung erfolgt taktweise, d.h. es wird ein Behälter nach dem anderen befüllt. Nach Befüllung eines Behälters beginnt die Umwälzung in tangentialer Form und der Abbau der Feststoffe. Die Regelung der
55 Befüllung wird durch Druckluftventile, Niveauregler und Schwanenhals bewerkstelligt.

Bei dem stattfindenden intermittierenden Betrieb wird das bei Flotations- und Sedimentationsbetrieb entstehende Trübwasser über die Hydrozyklonpumpen abgezogen und über Hydrozyklone 47 geführt, um eine Feststoffabscheidung von mitgerissenen Feststoffpartikeln zu erreichen. Am Auslauf 47a des Hydrozy-

klons wird die Biomasse wieder in die Abwasserleitung rückgeführt. Die gelösten Bestandteile werden im Überlauf 47b des Hydrozyklons 47 abgeführt. Das von Feststoffen befreite Trübwasser gelangt nun in die zweite Stufe der Anlage.

Die als Festkörper-Reaktoren ausgebildeten Biogasmodule 45 der zweiten Stufe enthalten jeweils einen sogenannten Festkörper, der vom Wasser von unten nach oben durchströmt wird. Eine verstärkte Strömungsgeschwindigkeit wird durch die Umpumpleitung 48 erreicht. Dadurch erfolgt ein etwa sieben- bis sechzehnfach beschleunigter Abbau der gelösten Wasserinhaltsstoffe.

Das weitestgehend abgebaute Wasser der zweiten Stufe wird als Trübwasser über ein in den Festkörper reichendes Rohr 49 abgezogen. Sinn dieser Maßnahme ist die Verhinderung einer übermäßigen Weiterführung von Bakterien Schlamm. Dieser wird am oberen Schlammspülraum 50 tangential über die Umpumpleitung 48 abgezogen und dem Reaktor am unteren Einlaufstutzen 51 wieder zugeführt. Das abgezogene Trübwasser gelangt auf einen Rückspülfilter 52 (Fig. 8). Hier erfolgt eine Trennung von Bakterienbiomasse und flüssigem Medium. Der Filterkuchen wird durch eine automatisch arbeitende Rückspüleinrichtung des Rückspülfilters 52 der Abwasserteitung 46 zur ersten Stufe zugeführt. Zweck ist die verbesserte Beimpfung der ersten Stufe mit überschüssig gebildeten Bakterien und der verstärkte und stabilere Abbau der Abfallbiomasse. Das Filtrat wird einem Textilwickelfilter 53 mit Aktivkohlegehalt zugeführt und dort von der Restverunreinigung befreit. Als Filtrat entsteht Brauchwasser 54, das im Schlachthofbereich z.B. zum Spülen der Viehboxen eingesetzt werden kann.

Das Verfahrensschema wird in vereinfachter Form abwasserseitig in Fig. 8 dargestellt.

Ein als Festbett-Reaktor ausgebildetes Biogasmodul 45 ist in Fig. 7 dargestellt. Es besitzt einen ober- oder unterirdisch verlegbaren Behälter 55 mit einem Festbett 56, einem oberhalb des Festbettes 56 angeordneten oberen Schlammspülraum 50 und einem, unterhalb des Festbettes 56 angeordneten unteren Schlammspülraum 57 sowie einem Niveauregler 58. Die Umpumpleitung 48 enthält eine Umwälzpumpe 59 und ist mit dem oberen Schlammspülraum 50 über einen Rohrstutzen 48a tangential verbunden und über den Einlaufstutzen 51 mit dem unteren Schlammspülraum 57 verbunden. Aus dem Biogasmodul 45 wird das Trübwasser über das mittige angeordnete Abzugsrohr 49 abgezogen und das Biogas über die mit einem Gaskondensator 60 versehene Gasleitung 61 abgeleitet.

Ein als Feststoff-Reaktor ausgebildetes Biogasmodul 44 ist in Fig. 6 dargestellt. Es besitzt einen ober- oder unterirdisch verlegbaren Behälter 62 mit einem Behälterkopf, an dem eine Abwasserzulaufleitung 46 einmündet, ein Niveauregler 63 vorgesehen ist und von dem eine, mit einem Gaskondensator 64 versehene Gasleitung 65 wegführt. Am Behälterkopf ist ein Schlammabzugsrohr 66 angebracht. Auf halber Höhe des Behälters 62 reicht ein Trübwasserabzugsrohr 67 bis in die Mitte des Behälters 62. Die für die Umwälzung des Behälterinhaltes vorgesehene außenliegende Umpumpleitung 68 enthält eine Umwälzpumpe 69 und mündet am Behälterkopf und am Behälterboden in den Behälter 62.

Ein Querschnitt einer isolierten Polywand für einen der Behälter ist in Fig. 5 gezeigt. Der Behälter besteht, von innen nach außen gesehen, aus einem Innentank (a) aus glasfaserverstärktem Kunststoff, der mittels eines individuellen Spezialharzes auslegbar ist, einer tragenden Wand (b) aus Polymerbeton mit kunsthartzgebundenen Kieselsteinen, bis 40 t belastbar, und aus einem Außentank (c) aus gegen aggressives Erdreich und Grundwasser unempfindlichem, glasfaserverstärktem Kunststoff. An den Außentank (c) schließt nach außen eine Isolierung (d) an. Im Polymerbeton der tragenden Wand (b) sind Hohlräume (e) für die Aufnahme eines Heizmediums und zur Leckage-Überwachung vorgesehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen von zu Heizzwecken nutzbarem Biogas aus gegebenenfalls feststoffhaltigen Abwässern, wie z.B. häusliche Abwässer, Schlachthofabwässer od. dgl., und aus organischen Abfällen, wie z.B. Haushaltsabfällen, Gartenabfällen, Laub und Rasenschnitt, Schlachthofabfällen od. dgl., **dadurch gekennzeichnet, daß**

(a) Abwässer und Abfälle in einer ersten Stufe in zumindest einem, im wesentlichen rotationssymmetrischen, vorzugsweise eiförmigen, mit bakterienhaltigem Schlamm und einer festen Phase teilweise gefüllten Behälter auf Füllstandshöhe eingebracht und im Behälter einer Feststoff-Vergärung zum biologischen Abbau der organischen Stoffe durch Umwälzen des Behälterinhaltes unterworfen werden, wobei zwecks Sedimentation und Flotation die Umwälzung des Behälterinhaltes zur Phasentrennung, während der sich eine ausgedehnte Trübwasserzone bildet, flotierende Feststoffe aufschwimmen und sedimentierende Feststoffe sich absetzen, unterbrochen wird

(b) aus dem Behälter Biogas und nach der Phasentrennung Trübwasser aus der entstandenen Trübwasserzone als Reaktionsprodukte abgezogen werden und der sich nach der Vergärung mit der Zeit ansammelnde mineralische Schlamm entfernt wird, und

(c) das aus der ersten Stufe abgezogene Trübwasser einer Befreiung von Inhaltsstoffen unterzogen wird, welche gegebenenfalls eine zweite Stufe mit einem weiteren biologischen Abbau in zumindest einem, mit einem Festbett versehenen Behälter umfaßt, aus dem Biogas und Trübwasser als Reaktionsprodukte abgezogen werden.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Behälterinhalt beim Umwälzen zuerst auf Füllstandshöhe tangential aus dem Behälter abgezogen, zum Aufwühlen des Schlammes im Bodenbereich des Behälters gegenläufig tangential wieder eingeleitet und nachfolgend in der Gegenrichtung umgewälzt wird.

10

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Behälterinhalt während des Umwälzens durch die Umwälzpumpe homogenisiert wird.

15

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die im Behälterinhalt vorhandenen Feststoffe während des Umwälzens durch die Umwälzpumpe zerkleinert werden.

20

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aus der ersten Stufe abgezogene Trübwasser zur Befreiung von Inhaltsstoffen durch ein oder mehrere Hydrozyklone zur Abscheidung von mitgerissenen Feststoffen geleitet wird, bevor es zur weiteren Befreiung von Inhaltsstoffen einer zweiten Stufe zugeführt wird.

25

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aus der ersten Stufe abgezogene Trübwasser in der zweiten Stufe zur weiteren Befreiung von Inhaltsstoffen in zumindest einen, im wesentlichen rotationssymmetrischen, vorzugsweise eiförmigen, mit einem Festbett versehenen Behälter eingebracht und umgewälzt wird, wobei das Gemisch aus Trübwasser und Bakterien-
schlamm am oberen Schlammspülraum aus dem Behälter, vorzugsweise tangential, abgezogen und dem Behälter im unteren Schlammspülraum, vorzugsweise tangential, wieder zugeführt wird, bevor die Umwälzung unterbrochen und das gereinigte Trübwasser abgezogen wird.

30

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aus der zweiten Stufe abgezogene Trübwasser von mitgerissenen Biomasseresten in einem oder mehreren Rückspülfiltern gereinigt und die im Rückspülfilter abgeschiedene Biomasse in die erste Verfahrensstufe rückgeführt wird.

35

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Filtrat des Rückspülfilters zur Abscheidung des Restbakteriengehalts und der Geruchsstoffe sowie zur Anhebung des Trübwassers auf Brauchwasserqualität in einem oder mehreren Textilwickelfiltern mit Aktivkohlegehalt bzw. bakterien-
dichten Filtern filtriert wird.

40

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aus der ersten Stufe abgezogene Trübwasser zur weiteren Befreiung von Inhaltsstoffen direkt einer zumindest zweistufigen Filtration unterzogen wird, wobei die in der ersten Filtrationsstufe abgeschiedene Feststoffphase in die erste Verfahrensstufe rückgeführt wird.

45

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aus den Behältern abgezogene Biogas in Kondensatabscheidern und Filtern gereinigt und zur Verbrennung konditioniert wird.

50

11. Vorrichtung zum Erzeugen von zu Heizzwecken nutzbarem Biogas aus gegebenenfalls feststoffhaltigen Abwässern, wie z.B. häusliche Abwässer, Schlachthofabwässer od. dgl., und aus organischen Abfällen, wie z.B. Haushaltsabfällen, Gartenabfällen, Laub und Rasenschnitt, Schlachthofabfällen od. dgl., insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein mit einem Abwasserzulauf (1), einem Abfalleinfüllstutzen (3), einem Biogasabzugsrohr (6) und einem Trübwasserabzugsrohr (10) versehener, mit bakterienhaltigem Schlamm und einer fluiden Phase teilweise gefüllter, im wesentlichen rotationssymmetrischer, vorzugsweise eiförmiger Behälter (2) vorgesehen ist, welcher zur Erzeugung einer im Behälter (2) kreisenden, spiralförmigen Wirbelströmung mit einer außenliegenden, im Bereich der Füllstandshöhe und im Bereich des Bodens gegenläufig tangential in den Behälter mündenden Umpumpleitung (15) versehen ist, in welcher zumindest eine Feststoffe zerkleinemde Umwälzpumpe (16) mit umkehrbarer Förderrich-

55

tung angeordnet ist, und daß dem Behälter (2) gegebenenfalls zumindest ein Filter (12) zum Abscheiden von Feststoffen aus dem abgezogenen Trübwasser nachgeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abfalleinfüllstutzen (3) im oberen Bereich des Behälters (2) schräg nach oben verläuft, einen elektrisch betätigbaren Spiralelevator (4) zur Abwärtsförderung der Biomasse und Gasdichtheit besitzt.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Behälter (2) ein Rohr (9) zum Abziehen von mineralischem oder Überschußschlamm besitzt, welches mittig im Behälter (2) bis knapp über den Behälterboden (2b) nach unten verläuft und am Behälterdeckel (5) befestigt ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das am Ende mit einem Sieb versehene Trübwasserabzugsrohr (10) auf halber Höhe in die Mitte des Behälters (2) hineinreicht und in der Behälterwand und/oder im Behälterdeckel befestigt ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Behälter (2) mit einer Leckage-Warkeinrichtung auf Druckverlustbasis ausgerüstet ist, die einen Austritt von Gas und/oder Flüssigkeit von vornherein ausschließt.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Behälter über eine mehrschalige Wand verfügt, die einen Hohlraum für das Durchströmen mit einem Temperiermedium besitzt.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Behälterwand aus einer tragenden, wasserdurchlässigen Innenwand aus mit Kunstharz verbundenen Kieseln oder Polymerbeton und aus wenigstens einer Kunststoffinnenwand und einer Kunststoffaußenwand besteht.
18. Vorrichtung zum Erzeugen von zu Heizzwecken nutzbarem Biogas aus gegebenenfalls feststoffhaltigen Abwässern, wie z.B. häusliche Abwässer, Schlachthofabwässer od. dgl., und aus organischen Abfällen, wie z.B. Haushaltsabfällen, Gartenabfällen, Laub und Rasenschnitt, Schlachthofabfällen od. dgl., insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine erste Stufe mit zumindest einem mit einem Abwasserzulauf (1,46), einem Abfalleinfüllstutzen (3), einem Biogasabzugsrohr (6,65) und einem Trübwasserabzugsrohr (10,67) versehenen, mit bakterienhaltigem Schlamm und einer fluiden Phase teilweise gefüllten, im wesentlichen rotations-symmetrischen, vorzugsweise eiförmigen Behälter (2,62) vorgesehen ist, welcher zur Erzeugung einer im Behälter (2,62) kreisenden, spiralförmigen Wirbelströmung mit einer außenliegenden, im Bereich der Füllstandshöhe und im Bereich des Bodens gegenläufig tangential in den Behälter (2,62) mündenden Umpumpleitung (15,68) versehen ist, in welcher zumindest eine Feststoffe zerkleinernde Umwälzpumpe (16,69) mit umkehrbarer Förderrichtung angeordnet ist, und daß der ersten Stufe zum weiteren Aufbereiten des aus der ersten Stufe abgezogenen Trübwassers zumindest ein Hydrozyklon (47) zur Abscheidung von mitgerissenen Feststoffen und eine zweite Stufe nachgeordnet ist, welche zumindest einen mit einem Wasserzulauf, einem Biogasabzugsrohr (61), einem Trübwasserabzugsrohr (49) und einem Festbett (56) versehenen, im wesentlichen rotationssymmetrischen, vorzugsweise eiförmigen Behälter (55) umfaßt, welcher mit einer außenliegenden, mit zumindest einer Umwälzpumpe (59) versehenen, mit dem einem Ende (48a) tangential in den oberhalb des Festbettes (56) vorgesehenen Schlammspülraum (50) und mit dem anderen Ende (51) gegenläufig tangential in den unterhalb des Festbettes (56) vorgesehenen Schlammspülraum (57) mündenden Umpumpleitung (48) versehen ist, und daß der zweiten Stufe zumindest ein Filter (53) zum Abscheiden von Feststoffen aus dem, aus der zweiten Stufe abgezogenen Trübwasser nachgeordnet ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zwischen erster und zweiter Stufe angeordnete Hydrozyklon (47) mit einer zum Abwasserzulauf (46) der ersten Stufe führenden Biomasserückführleitung versehen ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Abscheiden von Feststoffen aus dem abgezogenen Trübwasser ein rückspülbares Filter vorgesehen ist, das über eine Biomasserückführleitung mit dem Abwasserzulauf der ersten Stufe verbunden ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem rückspülbaren Filter ein Textilwickelfilter mit Aktivkohlegehalt zum Aufbereiten des Trübwassers auf Brauchwasserqualität nachgeschaltet ist.

5

Hiezu 6 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

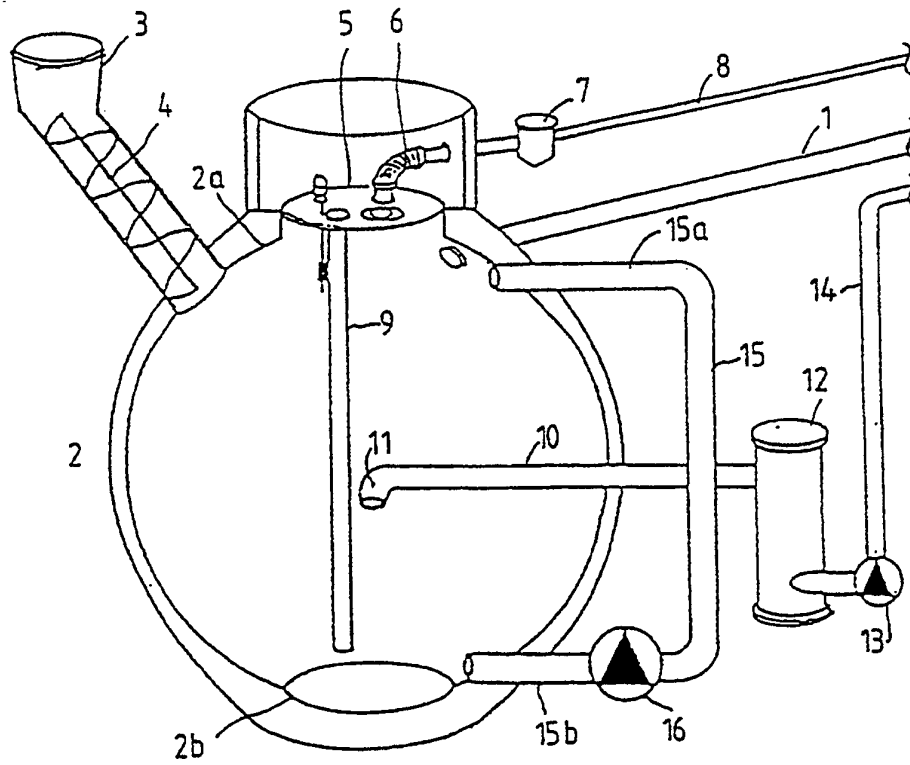


Fig. 1

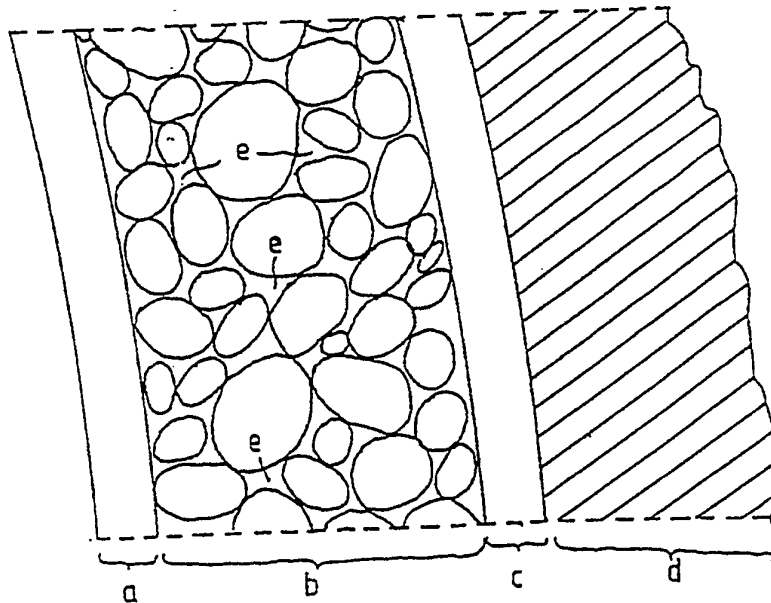


Fig. 5

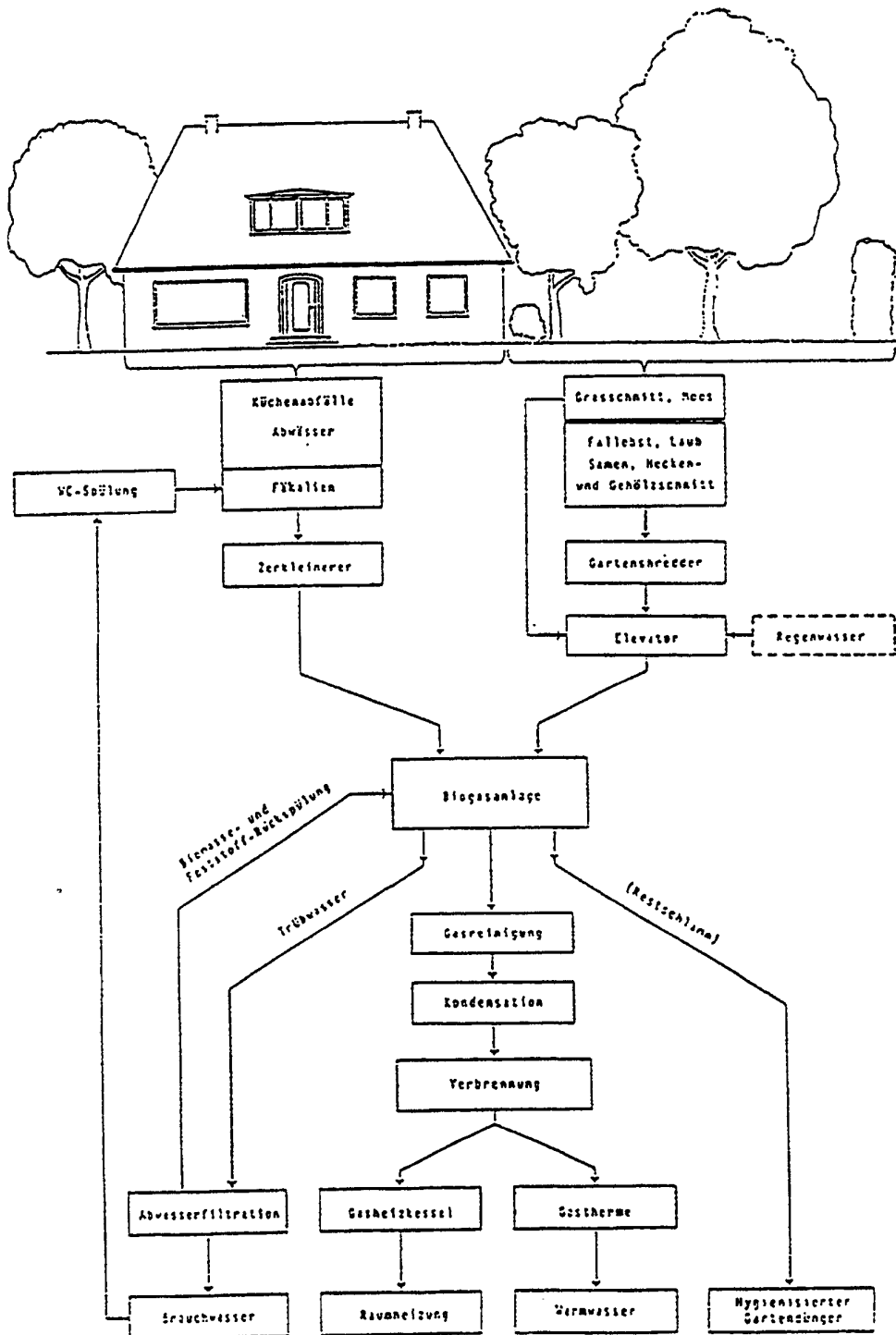


Fig. 2

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

Patentschrift Nr. AT 398 563 B

Ausgegeben
Blatt 3

27.12.1994

Int. Cl.⁵: C02F 11/04

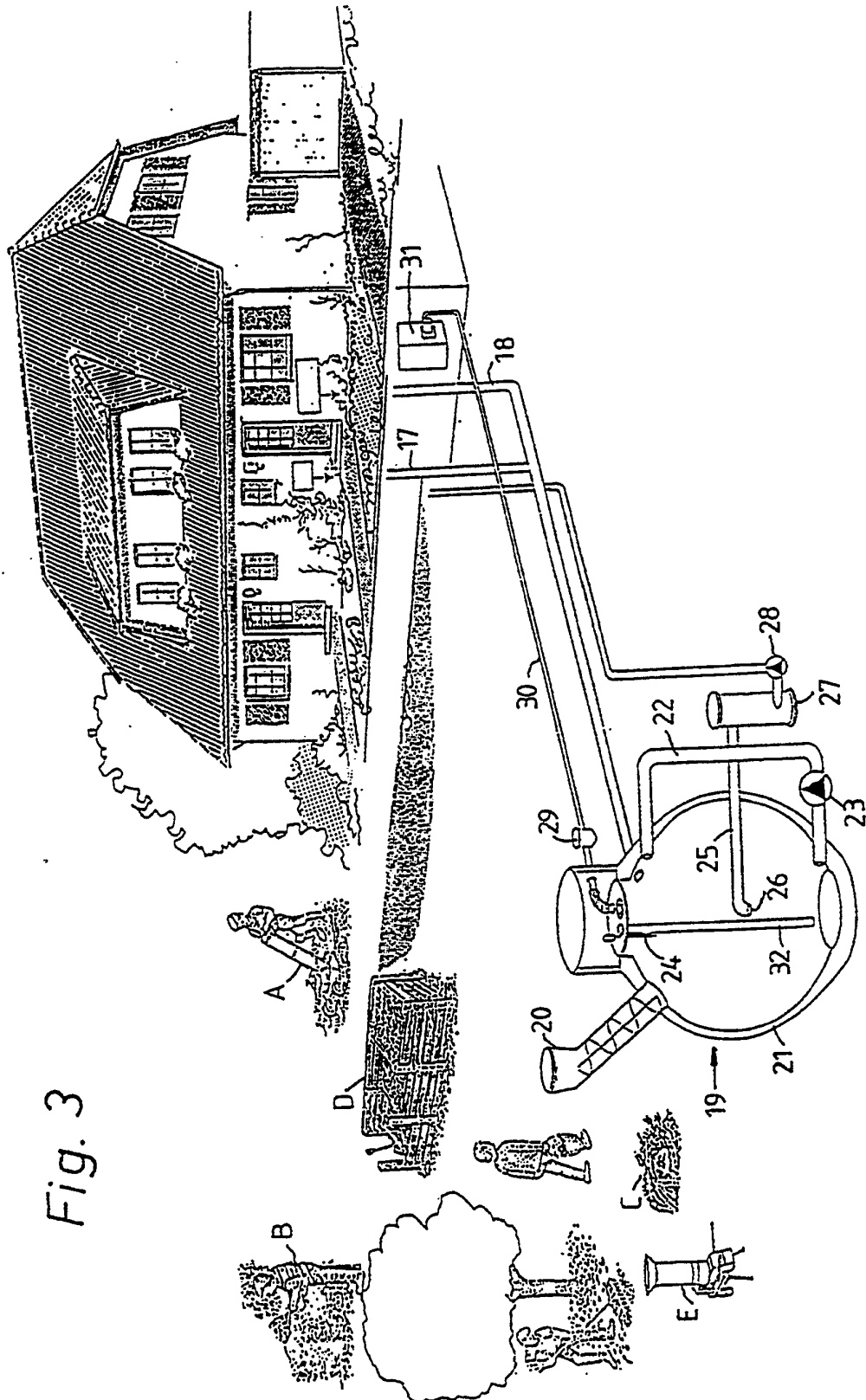
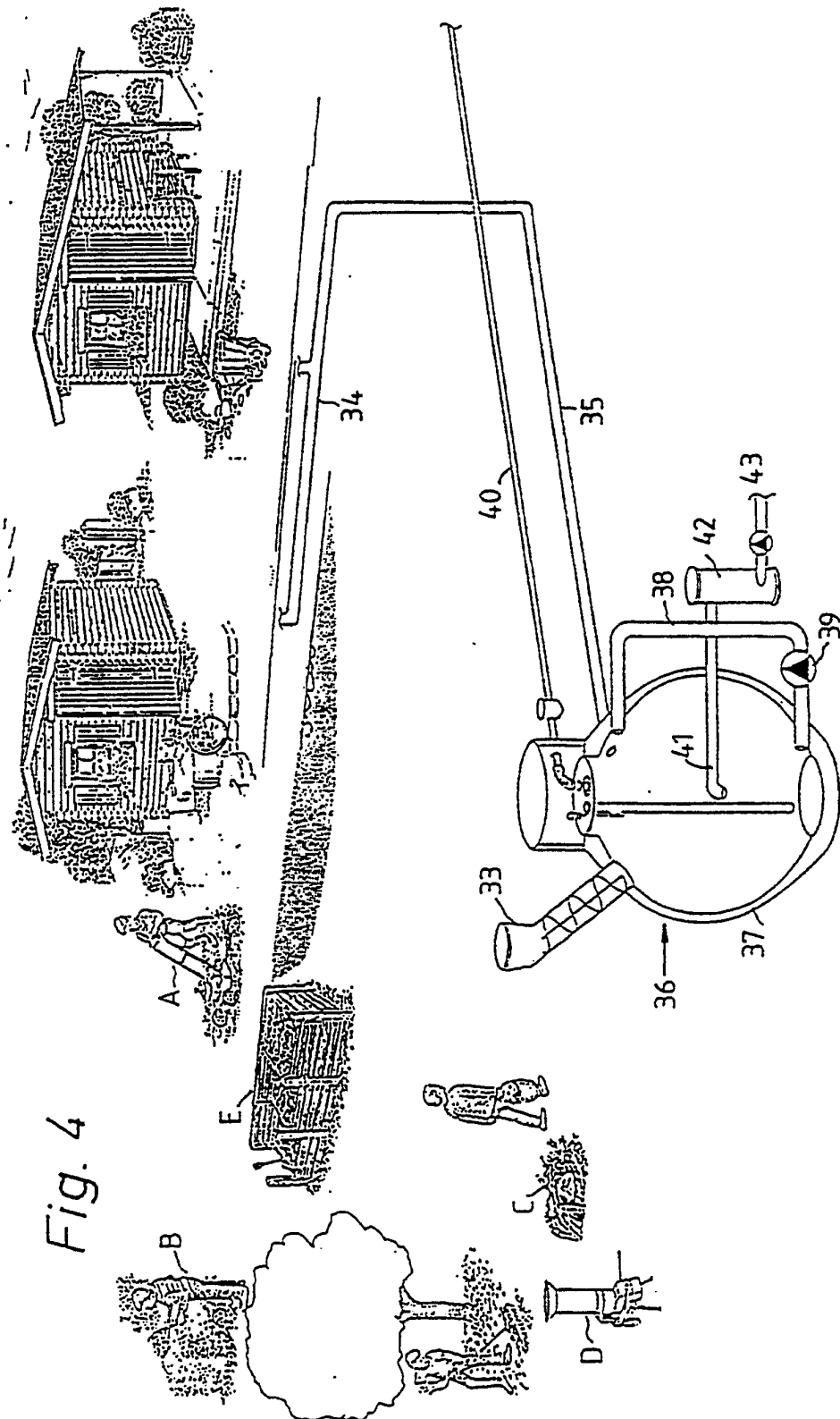


Fig. 3



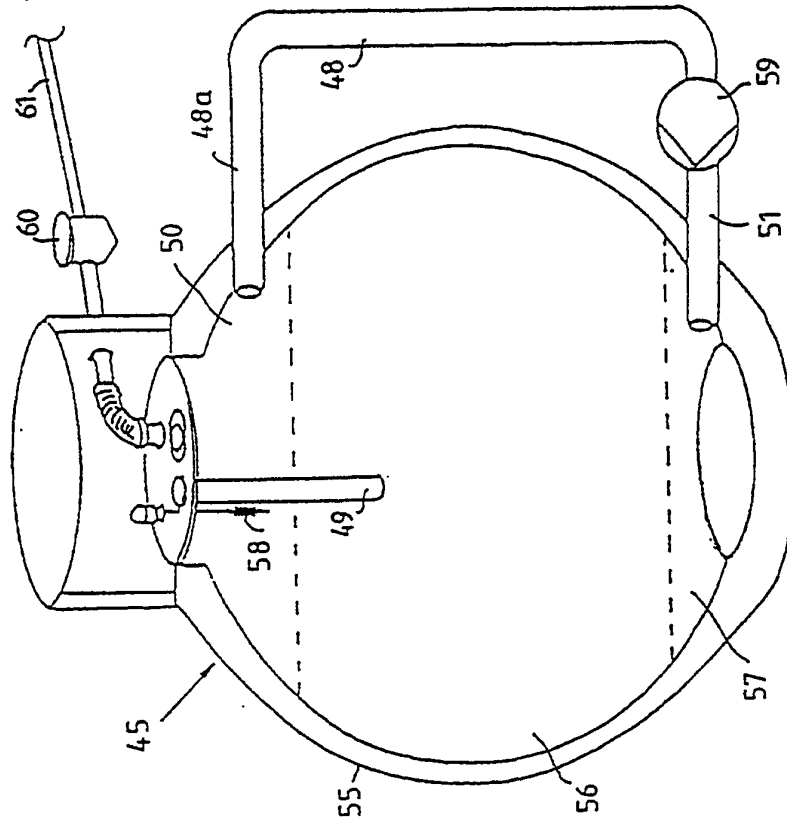


Fig. 7

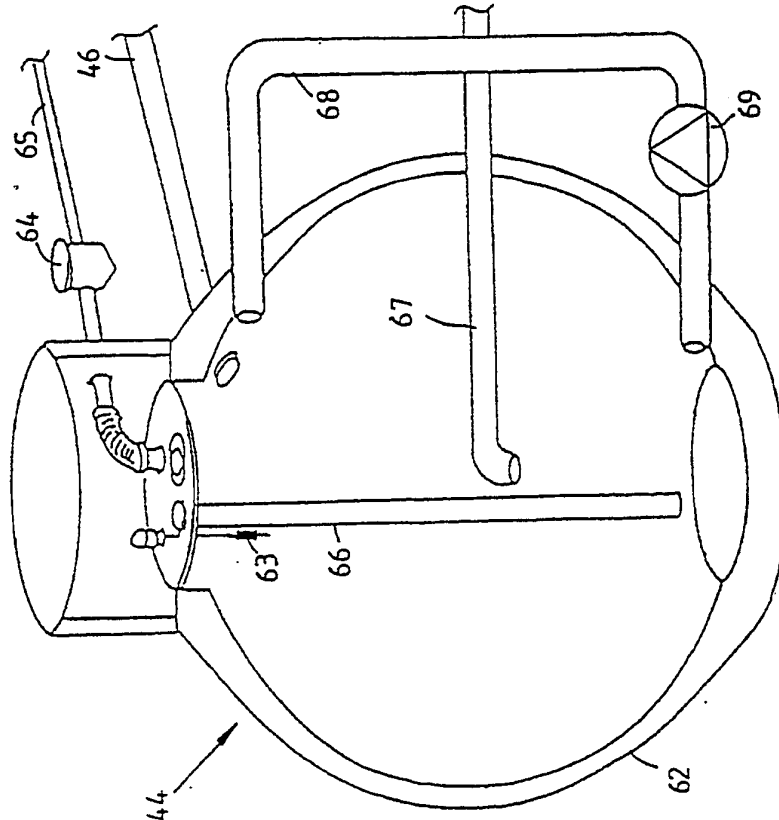


Fig. 6

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

Patentschrift Nr. AT 398 563 B

Ausgegeben
Blatt 6.

27.12.1994

Int. Cl.⁵: C02F 11/04

Fig. 8

