



(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 030 482 B4 2005.12.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 030 482.3**
 (22) Anmeldetag: **24.06.2004**
 (43) Offenlegungstag: **18.08.2005**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **22.12.2005**

(51) Int Cl.7: **C02F 11/00**
C02F 11/04, C02F 3/28, C05F 7/00,
C05F 3/00, A01C 3/00

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(66) Innere Priorität:
10 2004 004 199.7 27.01.2004

(74) Vertreter:
Jabbusch und Kollegen, 26135 Oldenburg

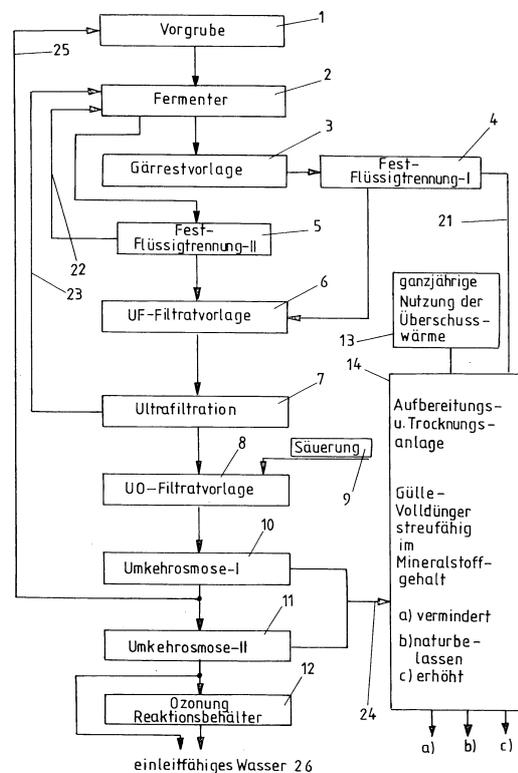
(73) Patentinhaber:
Hitze, Winfried, Prof. Dr.-Ing., 48163 Münster, DE;
Richter, Daniela, Dipl.-Inform., 44263 Dortmund,
DE; Klatt, Thomas, 48480 Spelle, DE

(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 196 13 397 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Aufbereitung von Abwässern aus der Bearbeitung und Aufbereitung von organischen Abfällen, insbesondere von Gülle, mit einem Biogasfermenter**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Aufbereitung von Abwässern aus der Bearbeitung und Aufbereitung von organischen Abfällen, insbesondere von Gülle, mit einem Biogasfermenter (2) mit daran anschließender Ultrafiltration (7) und Umkehrosiose (10, 11), dadurch gekennzeichnet, daß ein bei der Ultrafiltration (7) abgetrennter Schwebtrub in den Biogasfermenter (2) rückgeführt wird.



Beschreibung**Aufgabenstellung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von Abwässern aus der Bearbeitung und Aufbereitung von organischen Abfällen, insbesondere von Gülle, mit einem Biogasfermenter, mit daran anschließender Ultrafiltration und Umkehrosiose.

[0002] In großen Gebieten Deutschlands besteht eine intensive Nutztierhaltung. Damit verbunden sind entsprechende Güllemengen, die als Organoflüssigdünger bisher allein im umliegenden Landwirtschaftsbereich ausgebracht wurden. Gülle hat in der Wasserphase neben den Salzen einen erheblichen Teil an Ammonium-Stickstoff gelöst, der von Bodenbakterien relativ schnell in Nitrat überführt und der damit für die Pflanzen als Stickstoffquelle direkt nutzbar ist. Wird das Gülleangebot jedoch zu groß, so gelangt ein Teil des Nitrates in tiefere Bodenschichten bis in das Grundwasser. Dadurch können Grundwasserunreinigungen entstehen, so daß der jährliche Gülleauftrag pro Hektar gesetzlich begrenzt wurde. Auch vor diesem Hintergrund haben sich in der Vergangenheit verschiedene Verfahren zur Biogasproduktion entwickelt.

[0003] Einerseits ist dies eine Biogasproduktion auf der Basis von organischen Abfällen aus der Lebensmittelindustrie, aus dem Lebensmittelhandel und aus der Gastronomie, ohne und mit Gülleinsatz. Können in den organischen Abfällen Reste tierischer Herkunft, Speisereste etc. nicht hundertprozentig ausgeschossen werden, so muß dieser Teil vor einer Fermenterbeschickung zumindest pasteurisiert, zum Teil sterilisiert werden.

[0004] Die zur Zeit stärkste Verbreitung hat die Biogasproduktion auf der Basis von Gülle und nachwachsenden pflanzlichen Rohstoffen, wobei hier allein nur die Gülle dann pasteurisiert werden muß, wenn im Gülleeinzugsgebiet Tierseuchen drohen oder bereits bestehen.

[0005] Eine andere Art der Biogasproduktion ist die kommunale Biogasproduktion durch bevorzugten Einsatz von Klärschlämmen aus der Abwasseraufbereitung vermischt mit vermahlenem Bioabfall und weiteren Stoffen.

Stand der Technik

[0006] Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus der DE 196 13 397 C2 bekannt. Das dort beschriebene Verfahren zeigt ein Verfahren zum biologischen Reinigen von Abwasser mit zwei hintereinander geschalteten Fermentern, wobei jedem Fermenter ein Zellrückhaltesystem nachgeordnet ist.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Aufbereitung von Abwässern aus der Bearbeitung und Aufbereitung von organischen Abfällen, insbesondere von Gülle, mit einem Biogasfermenter mit daran anschließender Ultrafiltration und/oder Umkehrosiose zu schaffen, bei dem eine Aufbereitung von organischen Abfällen, insbesondere von Gülle, besonders effektiv erfolgen kann.

[0008] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0009] Bei einem Verfahren zur Aufbereitung von Abwässern aus der Bearbeitung und Aufbereitung von organischen Abfällen, insbesondere von Gülle, mit einem Biogasfermenter mit daran anschließender Ultrafiltration und/oder Umkehrosiose ist es erfindungswesentlich, daß ein bei der Ultrafiltration abgetrennter Schwebtrub in den Biogasfermenter rückgeführt wird. Mit diesem Schwebtrub werden anaerobe Methanobakterien wieder in den Biogasfermenter zurückgeführt, wodurch die Biogasproduktion pro Zeiteinheit entsprechend erhöht wird.

[0010] Bevorzugt wird der Schwebtrub direkt in den Biogasfermenter, also ohne Umwege über andere Systeme, zurückgeführt. Dabei ist das Verfahren im Biogasfermenter und den nachfolgenden Schritten bis einschließlich der Ultrafiltration bevorzugt anaerob. Das heißt, daß kein Sauerstoff zugeführt wird, so daß die Methanobakterien aktiv bleiben können und nicht durch Sauerstoff inaktiviert werden. In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung werden die dem Biogasfermenter entnommenen Stoffe mindestens zwei aufeinanderfolgenden mechanischen Trennverfahren unterzogen, wobei eines davon, insbesondere das zweite, als Ultrafiltration mit Rückführung des abgetrennten Schwebtrubs durchgeführt wird. Das erste Trennverfahren ist bevorzugt eine Fest-Flüssigtrennung. Dies kann insbesondere auch mit einem Dekanter oder mit einer in der Wirkung gleichwertigen Gerätekombination erfolgen.

[0011] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird das Abwasser nach der Ultrafiltration und vor Durchführung der Umkehrosiose gesäuert. Der pH-Wert liegt nach der Ultrafiltration in der Größenordnung von 8. Durch Ansäuerung wird erreicht, daß bei dem vorhandenen hohen Ammoniumgehalt die Ammoniakbildung verhindert wird.

[0012] In einer anderen bevorzugten Weiterentwicklung der Erfindung wird dem Biogasfermenter auf mindestens zwei verschiedene Arten Material entnommen. Dabei wird dem Biogasfermenter bevorzugt eine Gärrestvorlage entnommen, die wiederum

mit einer Fest-Flüssigtrennung getrennt wird.

[0013] Die dem Fermenter entnommene Flüssigkeit, insbesondere die dem Fermenter entnommene Gärrestvorlage, die durch eine Fest-Flüssigtrennung getrennt wird, und davon insbesondere ein sogenannter Trübablauf, wird mit einem Flockmittel versetzt. Der Trübablauf wird bevorzugt einem Zwischenbehälter mit Rührwerk zugeführt, in den auch das biologische Flockmittel, bevorzugterweise Mais-silage, gegeben wird. Der so erzeugte Flockmittelan-satz wird zurück in die Fest-Flüssigtrennung geführt und erneut getrennt. Bevorzugt wird also ein zweifacher Durchgang durch die Fest-Flüssigtrennung, ins-besondere einen Dekanter oder einer in der Wirkung gleichwertigen Gerätekombination, durchgeführt. Beim ersten Durchlauf durch die Fest-Flüssigtren-nung wird das ausgetragene Material, das aus einem ausgegorenen Feststoffaustrag besteht, als Kompost verwendet. Das Material enthält etwa 73 % Produkt-wasser, kann in Mieten gelagert werden und bildet ei-nen lockeren, schütt- und streufähigen Kompost. Der Flüssiganteil des ersten Durchlaufes wird in einem Zwischenbehälter mit Rührwerk mit dem biologischen Flockmittel, insbesondere Maissilage, beauf-schlagt. Auf die Flüssigkeit werden etwa 10 % bis 12 % Flockmittel zugegeben. Dieser homogene Ansatz wird in die Fest-Flüssigtrennung zurückgeführt und der Feststoffanteil, der durch das zugesetzte Flock-mittel wiederum gärfähig ist, in den Fermenter rück-geführt. Das Flockmittel wird dabei zusammen mit dem anhaftenden Bakterienfeinsttrub in den Fermen-ter als vollwertiges Gärmaterial zurückgeführt. Der Flüssigkeitsanteil des zweiten Durchlaufes wird der Ultrafiltration zugeführt, wodurch diese wesentlich geringer belastet ist.

[0014] Der bei der Fest-Flüssigtrennung im ersten Durchlauf abgetrennte feste Teil wird bevorzugt unter Nutzung der Verfahrenswärme pasteurisiert und zu einem streufähigen Organodünger verarbeitet. Au-ßerdem wird dem Biogasfermenter über einen Ablauf Material entnommen. Der Ablauf wird einer Fest-Flüssigtrennung zugeführt, und die festen Be-standteile werden in dem Biogasfermenter zurückge-führt. Dadurch entsteht auch die Möglichkeit, dem Bi-gasfermenter zusätzliches Anstellwasser zuzufüh-ren, wodurch die Schadstoffkonzentration für die Bakterien im Fermenter, insbesondere ein hoher Am-monium-Stickstoffgehalt, abgesenkt werden kann. Die flüssigen Anteile des auf verschiedene Arten dem Biogasfermenter entnommenen Materials werden in einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung zu-sammengeführt und der Ultrafiltration zugeführt.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfin-dung werden die der Ultrafiltration zugeführten Flüs-sigkeiten durch ein Magnetfeld geführt. Die Flüssig-keiten enthalten noch einen vergleichsweise hohen Calciumanteil, wodurch sich typischerweise Kalkaus-

fällungen im Rohrsystem bilden können und dieses verunreinigen. Durch die Führung durch das Magnet-feld wird dies verhindert. Auch ein Niederschlag als Calcium-/Magnesiumcarbonat auf den Membranen der Ultrafiltration wird durch entsprechende Magnet-felder im Leitungssystem vor der Ultrafiltration verhin-dert.

[0016] Bevorzugt wird dann ein bei der Ultrafiltration gewonnenes Filtrat einer Umkehrosiose zugeführt. Die Umkehrosiose wird bevorzugt 2-stufig durchge-führt. Auf diese Weise wird eine besonders hohe Reinheit erreicht. Dabei wird bevorzugt mindestens ein Teil des Filtrats der Umkehrosiose, insbesonde-re des Filtrats einer ersten Stufe der Umkehrosiose, als Ansetzwasser in die Vorgrube des Biogasfermen-ters rückgeführt. Dadurch kann Wasser, das für das Gesamtverfahren benötigt wird, eingespart werden. Weiterhin sind bei der 2-stufigen Umkehrosiose in der zweiten Stufe nur noch geringere Mengen an ein-leitfähigem Wasser zu reinigen, und es kann eine ent-sprechend feinere Reinigung erfolgen. In einer be-vorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Filtratvorlage für die Umkehrosiose angesäuert. Hier-für wird bevorzugt Schwefelsäure zur Abbindung und Stabilisierung des Ammonium-Stickstoffs in wässri-ger Phase verwendet. Das dabei entstehende Am-moniumsulfat läßt sich mittels Umkehrosiose bes-ser als Ammoniumhydroxid isolieren. Um den Ammo-nium-Stickstoff-Gehalt soweit wie möglich zu senken, werden eine Reihe von Schritten durchgeführt. Ins-besondere wird das für die erste Umkehrosiosestu-fe vorgesehene Ultrafiltrat-Permeat sehr gut ange-säuert, um den Ammonium-Stickstoff in Folge der pH-Absenkung auf mindestens $\text{pH} < 4$ abzusenken. Bevorzugt wird zur Vorsäuerung die bereits zur Trocknung des Komposts verwendete Schwefelsäu-re wiederverwendet. Die erste Stufe der Umkehrosiose liefert ein gegenüber dem Ultrafiltration-Perme-at höher konzentriertes Retentat, das jetzt stöchio-metrisch entsprechend voll abgesäuert werden kann. Damit entsteht ein ammoniumgebundenes, phospha-tabgereichertes Mineralstoffkonzentrat, das als hoch konzentrierter Flüssigdünger verwendet werden kann. Das Permeat der ersten Umkehrosiose oder der ersten Stufe der Umkehrosiose wird bevorzugt zur Bindung des freien Ammoniums stöchiometrisch ebenfalls mit Säure beaufschlagt. Der Ammoni-um-Stickstoff wird über die Säuerung als Salz gebun-den, so daß die zweite Umkehrosiose ein Permeat liefert, das weniger als $10 \text{ g Ammonium-Stickstoff/m}^3$ und damit direkt einleitfähiges Wasser liefert. Das Retentat der zweiten Umkehrosiose wird bevorzugt in die Filtratvorlage der Umkehrosiose zurückgelei-tet und durchläuft erneut die zweistufige Umkehrosiose.

[0017] In einer anderen bevorzugten Weiterentwick-lung der Erfindung erfolgt die Säurezufuhr, insbeson-dere jeweils die stöchiometrische Säuerung des Re-

tentats der ersten Stufe der Umkehrosmose und des Permeats der ersten Stufe der Umkehrosmose, unter gleichzeitiger Sauerstoffzufuhr und Verwirbelung und Druckbeaufschlagung der zu vermischenden Komponenten, wobei bevorzugt ein Druck von 5 bar bis 8 bar angelegt wird. Bei diesem Schritt werden innerhalb eines Mischbehälters Über- und Unterdruckverhältnisse aufgebaut und das Retentat bzw. Permeat mit der zugeleiteten Säure verwirbelt und dann zwangsweise Umgebungsluft und insbesondere Sauerstoff zugeführt. Auf diese Weise können viele organische Verbindungen oxidiert und Bakterien und Keime abgetötet werden. Das Retentat der Umkehrosmose wird bevorzugt unter Verwendung von Verfahrenswärme zu einem streufähigen phosphatabgereicherten Ammoniumsulfat-Kaliumchloriddünger weiter verarbeitet. In einer anderen bevorzugten Weiterentwicklung der Erfindung wird das Wasser-Endfiltrat der Umkehrosmose mit Ozon oder mit Chlordioxid beaufschlagt. Dadurch werden eventuell noch vorhandene Bakterien und auch Viren abgetötet, verbliebene Geruchsstoffe aufoxidiert und es wird die Möglichkeit geschaffen, das Wasser in Naturgewässer einleitfähig zu machen.

Ausführungsbeispiel

[0018] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels weiter erläutert. Die schematischen Darstellungen zeigen im einzelnen in:

[0019] **Fig. 1:** einen schematischen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens und

[0020] **Fig. 2:** den schematischen Ablauf eines erweiterten erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0021] Das Verfahren ist insbesondere zur Gülleaufbereitung geeignet. Die Gülle oder andere organische Abfälle und nachwachsende Rohstoffe, zum Beispiel Maissilage, werden zunächst in eine Vorgrube **1** eingebracht und von dort mit einem Pumpsystem in einen Fermenter oder Biogasfermenter **2** eingebracht. Dem Biogasfermenter **2** wird kontinuierlich eine ausgegorene Gärrestvorlage **3** entnommen, die einer ersten Fest-Flüssigtrennung **4** zugeführt wird. Das Ablaufmaterial aus dieser Fest-Flüssigtrennung **4** bildet einen Organorückstand, der in der Figur beim Pfeil **21** entsteht. Dieser Organorückstand ist bereits so trocken, daß er mittels Bandförderer transportiert werden kann. Dieser kann so belassen oder auch mittels der schematisch mit **13** angedeuteten Anlagenabwärme nachgetrocknet werden und auch unter Zusatz spezieller mineralischer Dünger oder durch Zusatz des weiter unten beschriebenen selbst gewonnenen Düngers lose oder als abgepackte Ware verpackt werden. Damit steht ein Organodünger als Primärdünger zur Verfügung. Mengenmäßig wird etwa 10 % der in den Biogasfermenter **2** zugeführten

Menge als Organodünger **21** gewonnen. Der flüssige Anteil der Fest-Flüssigtrennung **4** dient als Filtratvorlage für die Ultrafiltration **6**. Weiter wird aus dem Biogasfermenter **2** direkt hoch gärfähiges Material entnommen und in einer zweiten Fest-Flüssigtrennung **5** entwässert und als Konzentrat in den Biogasfermenter **2** zurückgegeben. Dies ist durch den Pfeil **22** angedeutet. Das der Fest-Flüssigtrennung **5** zugeführte Material wird zu über 50 % entsprechend dem Pfeil **22** wieder in den Biogasfermenter **2** rückgeführt. Dieser Verfahrensschritt dient der zusätzlichen Entnahme von Ammoniumstickstoff und Kalium über die ausgetragene Wasserphase. Dadurch wird das Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis im Biogasfermenter **2** verbessert und erhöht zusammen mit dem aufkonzentrierten Gärsubstrat die Biogasausbeute pro Zeiteinheit. Die Filtrate der Fest-Flüssigtrennung **4** und der Fest-Flüssigtrennung **5** werden in der Ultrafiltration als Filtratvorlage **6** aufgefangen. Mit der Ultrafiltration **7** wird der gesamte noch gärfähige Feinpartikelbesatz einschließlich der aus dem Biogasfermenter **2** ausgetragenen Methanobakterien aus dem Filtrat isoliert und als Retentat, entsprechend dem Pfeil **23**, in den Biogasfermenter **2** zurückgeführt. Damit wird nicht nur biogasbringendes Material, sondern auch der Methanobakterien-Lebendbesatz wesentlich erhöht. Dadurch wird wiederum die Biogasausbeute pro Zeiteinheit erhöht. Dabei wird verfahrenstechnisch darauf geachtet, daß die Sauerstoffaufnahme im wässrigen Material so niedrig bleibt, daß die Methanobakterien nicht geschädigt werden. Bei der Ultrafiltration **7** entstehen Retentat und Permeat etwa zu gleichen Teilen, wobei das Permeat dann der Umkehrosmose Filtratvorlage **8** zugeführt wird, wobei es zur Stabilisierung der Ammoniumkomponente durch Zugabe saurer Komponenten **9** entsprechend angesäuert wird.

[0022] Bei der danach folgenden Umkehrosmose werden bevorzugt zwei Stufen, nämlich einmal eine erste Umkehrosmose **10** und eine zweite Umkehrosmose **11** durchgeführt. Diese sind so ausgelegt, daß von dem ausgetragenen Retentat **24** etwa 95 % der Umkehrosmose **10** entstammen und nur etwa 5 % der Umkehrosmose **11**. Dieses Retentat **24** liefert die eigentliche Ammonium-Kaliumkomponente. Dazu wird das Retentat stöchiometrisch nachgesäuert, so daß das Ammonium in nicht flüchtiger Salzform vorliegt. Dabei werden die erhaltenen Materialien in einer Aufbereitungs- und Trocknungsanlage **14** unter Nutzung der Überschußwärme **13** des Biogasfermenters **2** zur Trocknung eingedampft. Das sich dabei bildende Kondensat wird bevorzugt über die Umkehrosmose **11** geleitet und gereinigt und kann dann ebenfalls nach einer Ozonung **12** abgeleitet werden. Nach Durchführung der ersten Stufe der Umkehrosmose **10** wird das Permeat der zweiten Stufe der Umkehrosmose **11** zugeführt, wobei vorher entsprechend dem Pfeil **25** bevorzugt fast die Hälfte des mit der ersten Stufe der Umkehrosmose **10** gereinigten

Wassers als Ansetzwasser in die Vorgrube **1** abgezweigt wird. Die nachfolgende Umkehrosmose **11** reinigt das verbliebene Permeat vor allem im Hinblick auf Restammonium auf die volle Einleitfähigkeit und erbringt damit ein Wasser **26**, das im landwirtschaftlichen Bereich genutzt werden kann. Bei Bedarf erfolgt eine Ozonung **12**, mit der das Wasser **26** keimfrei und auch virenfrei gemacht werden kann.

[0023] In [Fig. 2](#) ist eine erweiterte bzw. abgewandelte Version des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Gleiche Schritte sind mit gleichen Bezugszahlen gekennzeichnet, und es wird insoweit auf die Beschreibung zur [Fig. 1](#) Bezug genommen. Aus der Vorgrube **1** wird auch hier die Gülle in den Fermenter **2** eingebracht, und dem Fermenter oder Biogasfermenter **2** wird eine Gärrestvorlage **3** entnommen. Diese wird einer Fest-Flüssigtrennung **4** zugeführt, die überwiegend einen Dekanter oder eine in der Wirkung gleichwertige Gerätekombination umfaßt. In der hier dargestellten Ausführungsform der Erfindung wird der ausgegorene Feststoffaustrag der Fest-Flüssigtrennung **4** entsprechend dem Pfeil **21** entnommen und als Kompost verwendet. Es ergibt sich ein lockerer, schütt- und streufähiger Kompostaustrag mit einem Wasseranteil von ca. 73 %. Dieser wird vor einer Mietenlagerung getrocknet, wobei zur Trocknung auch eine Wrasenführung durch Schwefelsäure erfolgt. Die hier verwendete Schwefelsäure kann später zur Vorsäuerung einer Filtratvorlage der Umkehrosmose verwendet werden. Dieser Kompost ist das erste Endprodukt des erfindungsgemäßen Verfahrens. Der Flüssiganteil der Fest-Flüssigtrennung **4**, der auch als Trübablauf bezeichnet wird, wird entsprechend dem Pfeil **41** in einen Zwischenbehälter mit Rührwerk **40** geführt. In diesen wird auch ein biologisches Flockmittel gemäß dem Pfeil **44** geführt. Hierfür wird bevorzugt Maissilage verwendet. Der so gebildete Flockmittelansatz wird gemäß dem Pfeil **42** zu einem zweiten Durchlauf in die Fest-Flüssigtrennung **4** geführt. Beim zweiten Durchlauf wird der Festanteil als gärfähiger Feststoffaustrag entsprechend dem Pfeil **43** in den Fermenter **2** zurückgeführt. Dabei wird auch der dem Flockmittel anhaftende Bakterienfeintrub in den Fermenter zurückgeführt, so daß auf diese Weise der Gärprozeß unterstützt wird. Der bei dieser zweiten Stufe der Fest-Flüssigtrennung **4** abgetrennte Flüssigteil, der auch als Klarablauf bezeichnet wird, wird entsprechend dem Pfeil **45** der Ultrafiltrationsfiltratvorlage **6** zugeleitet. Das entsprechende Rohrsystem ist von Dauermagneten umgeben, so daß sich ein Magnetfeld ausbildet, das die typischen Kalkausfällungen verhindert bzw. zumindest stark vermindert. Die Ultrafiltrationsfiltratvorlage wird dann der Ultrafiltration zugeführt, wobei dort ebenfalls die Rohre mit Magneten umgeben sind bzw. ein Magnetfeld in den Rohren ausgebildet wird, um auch dort Kalkausfällungen zu vermindern und auch zu verhindern, daß sich Calcium-/Magnesiumcarbonat auf den Ultrafiltrationsmembranen nieder-

schlägt und diese dadurch blockiert werden. Bei der Ultrafiltration wird der gesamte, noch gärfähige Feinpartikelbesatz einschließlich der ausgetragenen Methanobakterien isoliert und entsprechend dem Pfeil **23** in den Fermenter rückgeführt. In den Fermenter **2** wird also das Retentat der Ultrafiltration sowie auch der gärfähige Feststoffaustrag der Fest-Flüssigtrennung **4** zurückgeführt. Das Permeat der Ultrafiltration **7** wird in die Filtratvorlage der Umkehrosmose geführt. Hier erfolgt eine Vorsäuerung **9** bzw. eine durchgreifende Ansäuerung mittels bereits im Säurewäscher gebrauchter Schwefelsäure aus dem Komposttrocknungsprozeß. Die Filtratvorlage **8** wird der ersten Umkehrosmose **10** bzw. der ersten Stufe der Umkehrosmose **10** zugeführt. Das Retentat wird im Schritt **30** auf freies Ammonium geprüft und stöchiometrisch mit H_2SO_4 abgebunden. Dabei wird die Schwefelsäure in einem unter speziellen Druckbedingungen geführten Mischprozeß dem Retentat zugeführt, wobei eine sehr gute Durchmischung erfolgt. Neben einem gezielten Überschuß an Säure und durch einziehende Luft werden noch vorhandene Geruchsstoffe im Konzentrat hydrolysiert und oxydiert. Dieses Retentat der ersten Stufe der Umkehrosmose ist das zweite Endprodukt. Es entsteht ein ammoniumgebundenes, phosphatabgereichertes kaliumreiches Mineralstoffkonzentrat in Form eines hochkonzentrierten Flüssigdüngers. Dieser kann in einer Tanklagerung gelagert werden. Das Permeat der ersten Umkehrosmose **10** wird im Schritt **31** nachbereitet und noch freies Ammonium wird mittels Schwefelsäure gebunden. Eine Übersäuerung ist möglich und erscheint im Retentat der zweiten Stufe der Umkehrosmose **11**. Der Säureeintrag erfolgt bevorzugt wiederum mit einem druckgeführten Verfahren bei starker mechanischer Durchmischung. Das derart nachbereitete Permeat der ersten Umkehrosmose **10** wird dann der zweiten Umkehrosmose **11** zugeführt. Das Retentat der zweiten Umkehrosmose **11** wird entsprechend dem Pfeil **32** zur Aufkonzentrierung in die Filtratvorlage der Umkehrosmose **8** zurückgeführt. Das Permeat der zweiten Stufe der Umkehrosmose ist ein einleitbares Wasser, das das dritte Endprodukt des Verfahrens bildet. Dieses Wasser wird im pH-Wert unterhalb 5 liegen und muß deshalb über Dolomitgestein oder Kalkgestein zur Neutralisierung geführt werden. Um ein Fouling der Membran der Umkehrosmose zu vermeiden, wird täglich einmal ein kurzer Stoß mit der Betriebsschwefelsäure (rund 20 %- H_2SO_4) geführt. Das soweit beschriebene Verfahren wird als das Primärverfahren betrachtet. Im Sekundärverfahren wird der im Primärverfahren beim Pfeil **21** erhaltene Kompost nachgetrocknet. Dies geschieht im Wirbelschicht- oder Vibrationstrockner. Die mit Geruchsstoffen und Ammoniak befrachtete Feuchtluft wird durch Schwefelsäure geführt, die die entsprechenden Stoffe bindet. Diese Schwefelsäure kann dann bei der Vorsäuerung im Schritt **9** wieder verwendet werden. Der Kompost kann außerdem mit unterschiedlichen Mengen von Konzentrat, das ent-

sprechend dem Pfeil **24** als Ergebnis der stöchiometrischen Säuerung **30** gewonnen wird, beaufschlagt und getrocknet werden. Dabei entsteht ein voll ein-satzfähiges Volldüngerkompostprodukt als Primär- oder als Mehrkomponentendünger.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbereitung von Abwässern aus der Bearbeitung und Aufbereitung von organischen Abfällen, insbesondere von Gülle, mit einem Biogasfermenter **(2)** mit daran anschließender Ultrafiltration **(7)** und Umkehrosmose **(10, 11)**, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein bei der Ultrafiltration **(7)** abgetrennter Schwebtrub in den Biogasfermenter **(2)** rückgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bei der Ultrafiltration **(7)** abgetrennte Schwebtrub direkt in den Biogasfermenter **(2)** rückgeführt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren im Biogasfermenter **(2)** und den nachfolgenden Schritten bis einschließlich der Ultrafiltration **(7)** anaerob durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Biogasfermenter **(2)** entnommene Material mindestens zwei aufeinanderfolgenden mechanischen Trennverfahren zugeführt wird, wobei eines davon, insbesondere das zweite mechanische Trennverfahren, als Ultrafiltration **(7)** mit Rückführung des abgetrennten Schwebtrubs durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Biogasfermenter **(2)** auf mindestens zwei verschiedene Verfahrensweisen Material entnommen wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Biogasfermenter **(2)** eine Gärrestvorlage **(3)** entnommen wird, die mit einer Fest-Flüssigtrennung **(4)** getrennt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein flüssiger Teil der Fest-Flüssigtrennung **(4)**, insbesondere der Trübablauf, mit einem Flockmittel versetzt wird und zurück in die Fest-Flüssigtrennung geführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Feststoffaustrag der Fest-Flüssigtrennung **(4)**, soweit dieser gärfähig ist, in den Biogasfermenter **(2)** zurückgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet, daß der abgetrennte feste Teil unter Nutzung der Verfahrensabwärme **(13)** pasteurisiert und zu einem streufähigen Organodünger verarbeitet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Biogasfermenter **(2)** Material über einen Ablauf entnommen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Ablauf einer Fest-Flüssigtrennung **(5)** zugeführt wird und die festen Bestandteile in den Biogasfermenter **(2)** rückgeführt werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigen Anteile des dem Biogasfermenter **(2)** entnommenen Materials zusammengeführt und der Ultrafiltration **(7)** zugeführt werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die der Ultrafiltration zugeführte Flüssigkeit durch ein Magnetfeld geführt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das bei der Ultrafiltration **(7)** gewonnene Filtrat einer Umkehrosmose **(10, 11)** zugeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Umkehrosmose **(10, 11)** 2-stufig durchgeführt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil des Filtrats der Umkehrosmose **(10)**, insbesondere ein Teil des Permeats einer ersten Stufe der Umkehrosmose, als Ansetzwasser in die Vorgrube **(1)** rückgeführt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtratvorlage **(8)** für die Umkehrosmose angesäuert wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ansäuerung der Filtratvorlage **(8)** aus einem parallel ablaufenden Komposttrocknungsprozeß verwendete Schwefelsäure zugeführt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Retentat einer ersten Umkehrosmose **(10)** auf freies Ammonium geprüft und stöchiometrisch unter Säurezufuhr abgebunden wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Permeat der

ersten Umkehrosmose (**10**) zur Bindung des freien Ammoniums stöchiometrisch mit Säure beaufschlagt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß ein Retentat der zweiten Umkehrosmose (**11**) in die Filtratvorlage (**8**) der Umkehrosmose zurückgeleitet wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Säurezufuhr unter gleichzeitiger Sauerstoffzufuhr und Verwirbelung und Druckbeaufschlagung der zu vermischenden Komponenten erfolgt.

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Retentat der Umkehrosmose (**10**, **11**) unter Verwendung von Verfahrensabwärme (**13**) zu einem streufähigen phosphatabgereicherten Ammoniumsulfat-Kaliumchloriddünger verarbeitet wird.

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Permeat der Umkehrosmose mit Ozon oder mit Chlordioxid beaufschlagt wird.

25. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

