



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 01 182 T2 2005.10.20**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 373 147 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 01 182.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/NL02/00193**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 707 344.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/076893**

(86) PCT-Anmeldetag: **26.03.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **03.10.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.01.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **08.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.10.2005**

(51) Int Cl.7: **C02F 3/28**
C02F 1/24

(30) Unionspriorität:
1017690 26.03.2001 NL

(73) Patentinhaber:
Paques Bio Systems B.V., Balk, NL

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Isenbruck Bösl Hörschler
Wichmann Huhn, 68165 Mannheim**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:
**VELLINGA, Hubertus, Sjoerd, NL-8458 CP
Tjalleberd, NL; MULDER, Ronald, NL-1811 BN
Alkmaar, NL**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ANAEROBEN REINIGEN VON ORGANISCHE BESTAND-
TEILE ENTHALTENDEM ABWASSER**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur anaeroben Reinigung eines Schlammes der organische Konstituenten enthält.

[0002] Es ist als solches bekannt, anaerobe Reinigung für die Behandlung von Abwasser, das aus der Landwirtschaftsindustrie oder aus der Nahrungsmittelindustrie stammt, zu verwenden. Dies ist so aufgrund des Vorhandenseins von gelösten organischen Konstituenten, wie z.B. Konstituenten, die von der Verarbeitung von Kartoffeln, Gemüse, Getreide, etc. stammen. In dem bekannten Verfahren werden ungelöste Konstituenten in einem früheren Stadium mit Hilfe von Sedimentieren oder Flotation von dem Abwasser getrennt, welches der anaeroben Reinigung unterzogen werden soll. Ein Problem ist jedoch, dass man sich noch mit dem Feststoffabfall, der in einem früheren Schritt abgetrennt wurde, befassen muss. Dieser so genannte Feststoffabfall muss getrennt entsorgt werden. Feststoffabfall von dieser Art wird z.B. verarbeitet, um Tierfutter herzustellen, jedoch ist nicht jeder Feststoffabfall dieser Art geeignet zum Verarbeiten um z.B. Tierfutter herzustellen und der Markt für weitere Produkte, wie z.B. Tierfutter, kann ferner stagnieren.

[0003] Es ist daher ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren bereitzustellen, in welchem die ungelösten Bestandteile, welche üblicherweise vorher abgetrennt werden, auch behandelt werden können.

[0004] Gemäß der Erfindung wird das Problem durch ein Verfahren zur anaeroben Reinigung eines Schlammes gelöst, welcher organische Konstituenten enthält,

- a) in welchem der zu behandelnde Schlamm periodisch oder kontinuierlich einem Gemisch-gefüllten, im Wesentlichen geschlossenen Reaktor zugeführt wird,
- b) in welchem der Schlamm mit dem Gemisch des Reaktors zwangsgemischt wird, indem dem Gemisch im Reaktor eine Aufwärtsströmung und eine Abwärtsströmung aufgeprägt wird,
- c) bei dem das Gemisch im Reaktor einem Hydrolyseprozess unterzogen wird, und
- d) bei dem das Gemisch aus dem Reaktor einer Flotation in einer Flotationszelle unterzogen wird durch Einspritzung eines Gases mit niedrigem Sauerstoffanteil, wie aus dem Reaktor stammendes Biogas und die gebildete Schwebeschicht aus Festkörpern, dem Reaktor wieder zugeführt wird und die entstehende, einen niedrigen Partikelgehalt aufweisende Flüssigkeit als Abwasser abgeleitet wird.

[0005] Der zu behandelnde Schlamm wird mit dem Gemisch in dem Reaktor durch Zirkulieren des Gemisches

zwangsgemischt, das den in den Reaktor eingebrachten Schlamm umfasst, indem dem Gemisch eine Aufwärtsströmung und eine Abwärtsströmung aufgeprägt werden. Sofern es angebracht ist, kann das Zwangsmischen direkt während des Einbringens des Schlammes ausgeführt werden, z.B. durch Erzeugen einer Aufwärts- und/oder Abwärtsströmung oder mit dem Einbringen von Schlamm. Das Ergebnis davon ist, dass zumindest einige der ungelösten Konstituenten in dem Schlamm dazu gebracht werden können, sich zumindest in dem Gemisch, welches in dem Reaktor vorliegt, zu lösen. Das Gemisch in dem Reaktor, zu welchem daher der zu behandelnde Schlamm periodisch oder kontinuierlich zugeführt wird, wird anaerob mit Hilfe eines Hydrolyseprozesses in dem Reaktor mit einer Aufwärtsströmung und einer Abwärtsströmung gereinigt. Das führt zur Freisetzung von Biogasen, umfassend unter anderem CO_2 und CH_4 . Die Tatsache, dass der Reaktor im Wesentlichen geschlossen ist, bedeutet, dass diese Biogase sich im oberen Bereich des Reaktors sammeln werden, d.h. oberhalb des darin enthaltenen Gemisches. Um ein relativ reines, d.h. einen relativ niedrigen Partikelgehalt aufweisendes, Abwasser zu erhalten, wird das Gemisch einer Flotation in einer Flotationszelle unterzogen, wobei während des Verfahrens eine Schwebeschicht von Festkörpern gebildet wird, welche auf der Flüssigkeit, welche sich in der Flotationszelle befindet, schwimmt. Darüber hinaus werden schwerere Partikel in der Lage sein, sich am Boden der Flotationszelle zu sammeln: Um die Umgebung, die für die anaerobe Reinigung mit Hilfe von Hydrolyse in dem Reaktor benötigt wird, nicht zu stören, wird während der Flotation ein Gas mit niedrigem Sauerstoffanteil verwendet, vorzugsweise ein sauerstofffreies Gas. Darüber hinaus verhindert ein Gas dieser Art Explosionen bei Kontakt mit dem Biogas. Gemäß der Erfindung ist es insbesondere möglich, das Biogas, welches während der anaeroben Reinigung freigesetzt wird und welches sich im oberen Bereich des im Wesentlichen geschlossenen Reaktors sammelt, als ein sehr geeignetes Gas dieser Art mit niedrigem Sauerstoffanteil zu verwenden. Die Schwebeschicht von Festkörpern, welche sich auf der Flüssigkeit in der Flotationszelle bildet, wird in das Gemisch zurückgeführt, um ein weiteres Mal einem anaeroben Reinigungsprozess durch Hydrolyse in dem besagten Gemisch unterzogen zu werden. Darüber hinaus werden diese Konstituenten ein weiteres Mal durch Zwang einem Mischungsprozess unterzogen, wenn weiterer Schlamm eingebracht wird, und sie werden in dem Verfahren schließlich in gelöste Verunreinigungen umgewandelt werden, welche unter anderem in Methangas durch Hydrolyse über die anaerobe Reinigung umgewandelt werden können. Das Verfahren gemäß der Erfindung macht es insbesondere besonders möglich, sehr unreinen Schlamm mit anaeroben Mitteln zu reinigen, d.h. das Verfahren zur anaeroben Reinigung kann mit Gemischen ausgeführt werden, welche einen sehr hohen CSB (chemical

oxygen demand, chemischer Sauerstoffbedarf) haben (in diesem Zusammenhang wird der Begriff sehr hoch als ein CSB von mehr als 20000 mg/l bedeutend verstanden). Wie der Anmelder entdeckt hat, gibt es bei solch hohen CSBs viele Flocken, die Bakterien umfassen, welche leicht dazu gebracht werden können, in dem Reaktor zu schwimmen.

[0006] In dem Verfahren gemäß der Erfindung ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die Flotationszelle ein oben offener Tank ist, der durch eine obere Einfassung begrenzt ist und innerhalb des Reaktors, vorzugsweise innerhalb des Gemisches, angeordnet ist, wobei sich die obere Einfassung in einer Höhe befindet, die größer oder gleich dem Pegel des im Reaktor enthaltenen Gemisches ist. Dies verhindert, dass das Gemisch in der Lage ist, über die obere Einfassung aus dem Reaktor in die Flotationszelle zu fließen. Wenn die obere Einfassung sich auf einem höheren Pegel befindet als der Pegel des in dem Reaktor enthaltenen Gemisches, wird dieses sogar gänzlich ausgeschlossen. Umgekehrt kann die Schwebeschicht relativ leicht über die obere Einfassung zurück in das Gemisch in dem Reaktor gedrückt werden.

[0007] Gemäß der Erfindung kann die Flotation besonders vorteilhaft ausgeführt werden, wenn in Schritt d) aus dem Reaktor stammendes Biogas druckbeaufschlagt wird und unter Druck in einem Teil des Abwassers gelöst wird und das auf diese Weise erhaltene weiße Wasser (engl. white water) zur Herbeiführung der Flotation derart in die Flotationszelle eingespritzt wird, dass der Pegel in der Flotationszelle höher liegt als der Pegel des Gemisches im Reaktor. Druckbeaufschlagen des Biogases, z.B. in demjenigen was als Kompressionstank bekannt ist, und sein Einspritzen unter Druck in einen entnommenen Strom des Abwassers – oder, sofern es angebracht ist, Mischen des Biogases und des entnommenen Stromes und dann diese gemeinsam mit Druck beaufschlagen – resultiert in einem Anstieg der Löslichkeit des Biogases in dem entnommenen Abwasserstrom und in einer Expansion, die während des Einspritzens in die Flotationszelle stattfindet, aufgrund des Fehlens des relativ hohen Druckes von, z.B. 2–5 bar oder höher. Aufgrund dieser Expansion werden relativ große Blasen von Biogas in dem weißen Wasser gebildet. Weiterhin führt der übermäßige Druck dazu, dass Flüssigkeit, die sich in der Flotationszelle befindet, derart angehoben wird, dass der Pegel dieser Flüssigkeit auf einem höheren Pegel zu liegen kommt als der Pegel des Gemisches in dem Reaktorbehälter.

[0008] Unter dem Gesichtspunkt, ein einfaches und zuverlässiges Einbringen des Gemisches aus dem Reaktor in die Flotationszelle zu erreichen, ist es gemäß der Erfindung vorteilhaft, wenn die Flotationszelle mit einer Zuführöffnung versehen wird, welche sich in das Gemisch hinein öffnet und welche vor-

zugsweise im unteren Teil der Flotationszelle angeordnet ist, und in welcher das Biogas oder weiße Wasser durch die Zuführöffnung derart in die Flotationszelle eingespritzt wird, dass durch Injektor-Wirkung Gemisch aus dem Reaktor in die Flotationszelle eingetragen wird.

[0009] Gemäß der Erfindung kann die Aufwärtsströmung im Reaktor für die anaerobe Behandlung, die durch Hydrolyse ausgeführt wird, vorteilhafterweise durch Einspritzen von Flüssigkeit, wie z.B. einer Hilfsflüssigkeit oder von Abwasser, welches aus der Flotationszelle stammt, in den unteren Bereich des Reaktors, erzeugt werden. In diesem Falle ist es unter dem Gesichtspunkt des Pufferns des pH in dem Hydrolysereaktor wichtig, dass die Flüssigkeit eine hohe Alkalität aufweist.

[0010] Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur anaeroben Reinigung eines Schlammes, der organische Konstituenten enthält, wobei die Vorrichtung umfasst:

- einen im Wesentlichen geschlossenen Hydrolysereaktor des Typs mit Aufwärtsströmung und Abwärtsströmung,
- Zuführ- und Mischungseinrichtungen zum Zuführen von Schlamm zum Reaktor, vorzugsweise mit erzwungenem Mischen, und Mischen von Schlamm innerhalb des Reaktors mit einem Gemisch, welches bereits im Reaktor vorhanden ist,
- eine Flotationszelle, welche innerhalb des Reaktors positioniert ist und die in Fluidverbindung mit den Inneren des Reaktors steht einerseits über eine Zuführöffnung zur Zufuhr des Gemisches, welches aus dem Reaktor stammt, zur Flotationszelle und andererseits mit einer Auslassöffnung zum Austragen der in der Flotationszelle während des Betriebs der Flotationszelle gebildeten Schwebeschicht,
- ein Flotationsgas-Zuführsystem zum Zuführen von Flotationsgas, insbesondere eines einen geringen Sauerstoffanteil aufweisenden Flotationsgases, in die Flotationszelle.

[0011] Die Vorteile dieser Vorrichtung sind im Wesentlichen die gleichen wie die Vorteile des Verfahrens gemäß der Erfindung, wie sie oben insbesondere im Zusammenhang mit Anspruch 1 erläutert worden sind.

[0012] Wegen oben beschriebener Gründe umfasst das Flotationsgaszuführsystem der Vorrichtung gemäß der Erfindung vorteilhafterweise eine Biogasenahmeleitung zur Entnahme von Biogas aus dem oberen Bereich des Reaktors sowie Pumpeinrichtungen zum Einspritzen des Biogases in die Flotationszelle über eine Einspritzöffnung. Wegen der oben bereits erläuterten Gründe ist es bei der Vorrichtung gemäß der Erfindung vorteilhaft, wenn das Flotationsgas-Zuführsystem in Übereinstimmung mit Anspruch

8 der Anmeldung gestaltet ist.

[0013] Wiederum wegen im Zusammenhang mit dem Verfahren gemäß der Erfindung bereits erläuterte Gründe, ist es gemäß der Erfindung vorteilhaft, wenn die Einspritzöffnung in Übereinstimmung mit Anspruch 9 positioniert ist.

[0014] Wiederum wegen oben bereits im Zusammenhang mit dem Verfahren gemäß der Erfindung erläuterte Gründe, ist es in der Vorrichtung gemäß der Erfindung vorteilhaft, wenn die Flotationszelle ein Tank ist, welcher im oberen Bereich offen ist und welcher in Übereinstimmung mit Anspruch 10 gestaltet ist.

[0015] Bei der Vorrichtung gemäß der Erfindung können die Zuführ- und Mischeinrichtungen in einer vorteilhaften Weise hergestellt werden, wenn sie zumindest eine sich aufwärts erstreckende Rohrleitung umfassen, welche innerhalb oder entlang des Tanks verläuft und deren oberes Ende sich während des Betriebes auf einem niedrigeren Pegel als der Pegel des Gemisches im Reaktor befindet, und wenn die Rohrleitung mit einem Mischer versehen ist, der während des Betriebes eine Abwärtsströmung durch die Rohrleitung erzeugt und die Rohrleitung an ihrem unteren Ende mit einer Auslassöffnung versehen ist und eine Schlammzuführleitung in die Rohrleitung mündet. Dies erzeugt eine Mischkammer, in welcher der Schlamm dem Reaktor zugeführt wird, wobei in der Mischkammer ein gut kontrolliertes Zwangsmischen mit dem Gemisch aus dem Reaktor stattfinden kann. Um einerseits sicherzustellen, dass das Gemisch aus dem Reaktor eingebracht wird und andererseits der Schlamm, der mit diesem Gemisch gemischt worden ist, in das Gemisch in dem Reaktor ausgelassen wird, ist die Rohrleitung an ihrem oberen Ende offen, und der Mischer ist derart gestaltet, dass er einen Abwärtsstrom durch die Rohrleitung erzeugt, und die Rohrleitung ist an ihrem unteren Ende offen, um es ihr zu ermöglichen, dass der Abwärtsstrom aus der Rohrleitung ausgelassen wird. Der Abwärtsstrom bewirkt ferner eine Rezirkulation des Gemisches in dem Reaktor, da dieses Gemisch einer Aufwärtsströmung in dem Reaktor unterworfen wird und zurück in den unteren Bereich für eine erneute Behandlung zugeführt werden muss.

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf eine beispielhafte Ausführungsform detaillierter erläutert, welche schematisch in der Zeichnung dargestellt ist. Es zeigt:

[0017] [Fig. 1](#) eine schematische Seitenansicht im Schnitt einer Vorrichtung gemäß der Erfindung, in welcher das Verfahren gemäß der Erfindung ausgeführt wird; und

[0018] [Fig. 2](#) eine schematische Draufsicht der Vor-

richtung, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist.

[0019] Die Vorrichtung 1 gemäß der Erfindung umfasst einen Reaktorbehälter 2, durch welchen eine Aufwärtsströmung stattfindet. Zumindest während des Betriebs enthält dieser Reaktorbehälter 2 ein Gemisch 3 mit einem Flüssigkeitspegel 4, und während des Betriebs sammelt sich Biogas, insbesondere umfassend Methan (CH₄) und CO₂, im oberen Bereich des Reaktors, d.h. über dem Pegel 4. Das Biogas ist mit Bezugszeichen 5 bezeichnet. Da das Biogas 5 sich in dem oberen Bereich des Reaktors 2 sammeln kann, ist es wichtig, dass der Reaktor 2 im Wesentlichen geschlossen ist. Um eine Aufwärtsströmung des Gemisches 3 in dem Reaktorbehälter 2 zu bewirken, ist ein Satz von Rohrleitungen 6, welche besonders klar aus [Fig. 2](#) erkannt werden können, am Boden des Reaktorbehälters 2 angelegt. Diese Rohrleitungen 6 sind entlang ihrer Länge mit einer Auslassöffnung versehen, über welche eine Flüssigkeit, wie Schlamm oder insbesondere das, was als Verdünnungswasser bekannt ist, die durch die Rohrleitungen 6 zugeführt wird, in den Reaktor geblasen werden kann.

[0020] Im Reaktor befindet sich eine Anzahl von Rohrleitungen 7, in der beispielhaften Ausführungsform, die in der Zeichnung gezeigt ist, vier Rohrleitungen 7. Zumindest während des Betriebes sind diese Rohrleitungen 7 vollständig in dem Gemisch 3 untergetaucht. Die Rohrleitungen 7 sind an der Oberseite offen und sind in ähnlicher Weise an der Unterseite offen oder zumindest mit Auslassöffnungen versehen. Ferner befindet sich in jeder der Rohrleitungen ein Rührglied 18, welches von außerhalb des Reaktors über eine Welle 9 bewegt wird. Das Rührglied und die Bewegungsvorrichtung sind derart angeordnet, dass als Ergebnis in der Rohrleitung eine Abwärtsströmung erzeugt wird, und als deren Ergebnis wird das Gemisch 3 an der oberen Seite aus dem Reaktor 2 gesaugt, wie durch Pfeile gezeigt, um dann aus der Rohrleitung 7 an der Unterseite zurückgeblasen zu werden. Die Rohrleitungen 7 und die Mischglieder 18 machen es dabei möglich, dass, sofern es erwünscht ist, obwohl es häufig nicht benötigt wird, das Gemisch 3, welches, wie angezeigt durch Pfeil 10, im allgemeinen einer Aufwärtsströmung in dem Reaktorbehälter 2 unterzogen wird, an den Boden des Reaktors 2 zurückgeführt wird. Weiterhin öffnen die Zuführleitungen 8 in die Rohrleitungen 7 zum Zuführen des zu behandelnden Schlammes in die Rohrleitungen 7. Dadurch, dass dann sichergestellt wird, dass während des Einbringens des Schlammes die Rührer 18 in Betrieb sind, wird sichergestellt, dass der Schlamm gezwungen ist, sich mit dem Gemisch 3 zu mischen, bereits während er in den Reaktorbehälter 2 zugeführt wird. Als ein Ergebnis wird es möglich sein, einige der ungelösten Konstituenten in dem Schlamm dazu zu zwingen, sich zu lösen. Während des Betriebs wird der Schlamm 8 im allgemeinen pe-

riodisch oder kontinuierlich eingebracht. Während der Schlamm eingebracht wird, sind die Rührglieder **18** in Betrieb. Wenn das Einbringen des Schlammes **8** beendet wird, werden die Rührglieder im allgemeinen abgeschaltet, aber wie oben angezeigt, können die Rührglieder **18** weiterhin betrieben werden, oder können zeitweise in Betrieb gehalten werden oder zumindest zeitweise in Betrieb gesetzt werden, z.B. um das Gemisch durch den Reaktor zu zirkulieren.

[0021] Da der Schlamm mit den ungelösten Konstituenten dem Reaktor zugeführt wird und es nicht wünschenswert ist, dass ungelöste Konstituenten dieser Art in dem Abwasser, welches letztlich aus dem Reaktor ausgelassen wird, vorhanden sind, wird eine Flotationszelle **11** in dem Reaktor **2** angeordnet. Die Flotationszelle **11** umfasst einen Tank, welcher an der Oberseite im Wesentlichen offen ist. An der Oberseite wird die offene Seite des Tanks **11** durch eine obere Einfassung **12** begrenzt. Wie aus [Fig. 1](#) ersehen werden kann, ist diese obere Einfassung **12** höher als der Pegel **4** des Gemisches **3** in dem Reaktorbehälter **2**. Eine konische Einlassöffnung **13** ist an der Unterseite der Flotationszelle **11** angeordnet. Eine Weißwasser-Zuführleitung **14** öffnet in die Einlassöffnung **13** hinein. Wie ferner aus [Fig. 1](#) ersehen werden kann, ist die Stelle, an welcher die Weißwasser-Zuführleitung **14** in die Zuführöffnung **13** endet, in Venturi-Form gestaltet. Das Ergebnis ist, dass, wenn das weiße Wasser über die Zuführleitung **14** eingespritzt wird, eine Ejektor-Wirkung erzeugt wird, welche wie durch Pfeil **15** angezeigt, sicherstellt, dass das Gemisch **3** aus dem Reaktorbehälter **2** in die Flotationszelle **11** eingebracht wird. In der Flotationszelle **11** befindet sich auch ein Oberflächen-Reinigungsglied **17**, welches mit einer Welle **16** betrieben wird, und ein Bodenreinigungsglied **19**. Das Oberflächen-Reinigungsglied **17** ist derart gestaltet, dass es das, was als Schwebeschicht bekannt ist, an der Oberfläche der Flotationszelle **11** über die Einfassung **12** zurück in das Gemisch **3** in den Reaktorbehälter **2** drückt. Auf diese Weise wird die Schwebeschicht, welche im Wesentlichen ungelöste Konstituenten enthält, in das Verfahren in dem Reaktorbehälter **2** zur weiteren Behandlung zurückgeführt. Die Schwebeschicht wird insbesondere weiterhin auf dem Gemisch **3** schwimmen und kann dann, wenn die Rührglieder **18** beginnen wieder betrieben zu werden, unter Zwangsmischen abwärts durch die Rohrleitungen **7** bewegt werden. Das Bodenreinigungsglied **19** drückt relativ schwere Partikel, welche sich am Boden gesammelt haben, in einen ausgesparten Sammelraum **30**, aus welchem dieser Matsch über die Leitung **31** ausgelassen wird. In der Flotationszelle **11** befindet sich auch eine ringförmige Abwasser-Auslassleitung **20**, welche Abwasser aus dem Reaktor über eine zentrale Auslassleitung **21** auslässt. Die Leitung **21** ist mit einer Abzweigung **22** versehen, um das Abwasser zu entnehmen und mit dem Biogas, welches aus dem oberen Bereich des

Reaktorbehälters über die Leitung **23** entnommen wird, zu mischen. **24** bezeichnet einen Kompressionsstank, in welchem das Gemisch von Biogas und Abwasser druckbeaufschlagt wird, damit dieses Gemisch, welches als Weißwasser bekannt ist, dann unter Druck über die Leitung **14** in die Flotationszelle **11** als Flotationsflüssigkeit zurückgeführt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur anaeroben Reinigung eines Schlammes, der organische Konstituenten erhält,

- a) in welchem der zu behandelnde Schlamm periodisch oder kontinuierlich einem Gemisch-gefüllten, im Wesentlichen geschlossenen Reaktor zugeführt wird,
- b) in welchem der Schlamm mit dem Gemisch des Reaktors zwangsgemischt wird, indem dem Gemisch im Reaktor eine Aufwärtsströmung und eine Abwärtsströmung aufgeprägt wird,
- c) bei dem das Gemisch im Reaktor einem Hydrolyseprozess unterzogen wird und
- d) bei dem das Gemisch einer Flotation in einer Flotationszelle unterzogen wird durch Einspritzung eines Gases mit niedrigem Sauerstoffanteil, wie aus dem Reaktor stammendes Biogas, und die gebildete Schwebeschicht aus Festkörpern, dem Reaktor wieder zugeführt wird und die entstehende, einen niedrigen Partikelgehalt aufweisende Flüssigkeit als Abwasser abgeleitet wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flotationszelle ein oben offener Tank ist, der durch eine obere Einfassung begrenzt ist und innerhalb des Reaktors vorzugsweise innerhalb des Gemisches angeordnet ist, wobei sich die obere Einfassung in einer Höhe befindet, die größer oder gleich dem Pegel des im Reaktor enthaltenen Gemisches ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass gemäß Verfahrensschritt d) aus dem Reaktor stammendes Biogas druckbeaufschlagt wird und unter Druck in einem Teil des Abwassers gelöst wird und das auf diese Weise erhaltene weiße Wasser zur Herbeiführung der Flotation derart in die Flotationszelle eingespritzt wird, dass der Pegel in der Flotationszelle höher liegt als der Pegel des Gemisches im Reaktor.

4. Verfahren gemäß der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Flotationszelle eine Zuführöffnung umfasst, welche sich zum Gemisch hin öffnet und die vorzugsweise im unteren Teil der Flotationszelle vorgesehen ist und in welche das Biogas oder weiße Wasser in die Flotationszelle eingespritzt wird derart, dass durch Injektorwirkung Gemisch aus dem Reaktor in die Flotationszelle eingetragen wird.

5. Verfahren gemäß einer der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufwärtsströmung im Reaktor durch Einspritzen von Flüssigkeit erzeugt wird vorzugsweise durch Einspritzen von Abwasser, welches aus der Flotationszelle stammt, in den unteren Bereich des Reaktors, wobei die Flüssigkeit vorzugsweise eine hohe Alkalität aufweist.

6. Vorrichtung zur anaeroben Reinigung eines Schlammes, der organische Konstituenten enthält, wobei die Vorrichtung nachfolgende Merkmale aufweist:

- einen im Wesentlichen geschlossenen Hydrolyse-reaktor mit Aufwärtsströmung und Abwärtsströmung,
- Zuführ- und Mischungseinrichtungen zur Zuführung von Schlamm zum Reaktor, vorzugsweise mit erzwungener Mischung und Mischen von Schlamm innerhalb des Reaktors mit einem Gemisch, welches bereits im Reaktor vorhanden ist,
- eine Flotationszelle, welche innerhalb des Reaktors positioniert ist und die in Fluidverbindung mit dem Inneren des Reaktors steht über einerseits eine Zuführöffnung zur Zufuhr des Gemisches, welches aus dem Reaktor stammt zur Flotationszelle und andererseits mit einer Auslassöffnung zum Austragen der in der Flotationszelle während des Betriebs der Flotationszelle gebildeten Schwebeschicht,
- ein Flotationsgas-Zuführsystem zum Zuführen von Flotationsgas insbesondere eines einem geringen Sauerstoffanteil aufweisenden Flotationsgases in die Flotationszelle.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Flotationsgaszuführsystem eine Biogasentnahmeleitung umfasst zur Entnahme von Biogas im oberen Bereich des Reaktors sowie Pumpeinrichtungen zum Einspritzen des Biogases in die Flotationszelle über eine Einspritzöffnung.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Flotationsgaszuführsystem eine Abwasserentnahmeleitung aufweist, welche in die Flotationszelle mündet und in Verbindung mit der Biogasentnahmeleitung steht und gemeinsam als eine Weiß-Wasser-Versorgungsleitung zur Einspritzöffnung führt.

9. Vorrichtung gemäß der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspritzöffnung derart positioniert ist in Bezug zu der Zuführöffnung der Flotationszelle, dass die im Betrieb innerhalb des Gemisches liegende Zuführöffnung während der Einspritzung des einen niedrigen Sauerstoffanteil aufweisenden Gases oder weißen Wassers eine Injektorwirkung erzeugt, welche Gemisch aus dem Reaktor in die Flotationszelle einträgt.

10. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Flotations-

zelle als im oberen Bereich offener Tank ausgebildet ist und durch eine Randeinfassung begrenzt ist und die Pumpeinrichtungen das Gas mit niedrigem Sauerstoffanteil oder weißes Wasser unter einem Druck der Flotationszelle zuführen, derart, dass im Betrieb der Pegel innerhalb der Flotationszelle eine Höhe erreichen kann, welcher höher ist als der Pegel des Gemischs im Reaktor, dessen Höhe durch die Randeinfassung begrenzt ist.

11. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführ- und Mischeinrichtungen zumindest eine sich aufwärts erstreckende Rohrleitung umfassen, welche innerhalb oder entlang des Tanks verläuft und deren oberes Ende sich während des Betriebes auf einem niedrigeren Niveau als der Pegel des Gemischs innerhalb des Reaktors befindet, wobei die Rohrleitung mit einem Mischer versehen ist, der während des Betriebes eine Abwärtsströmung durch die Rohrleitung erzeugt und die Rohrleitung an ihrem unteren Ende mit einer Auslassöffnung versehen ist und eine Schlammzuführleitung in die Rohrleitung mündet.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Fig 1

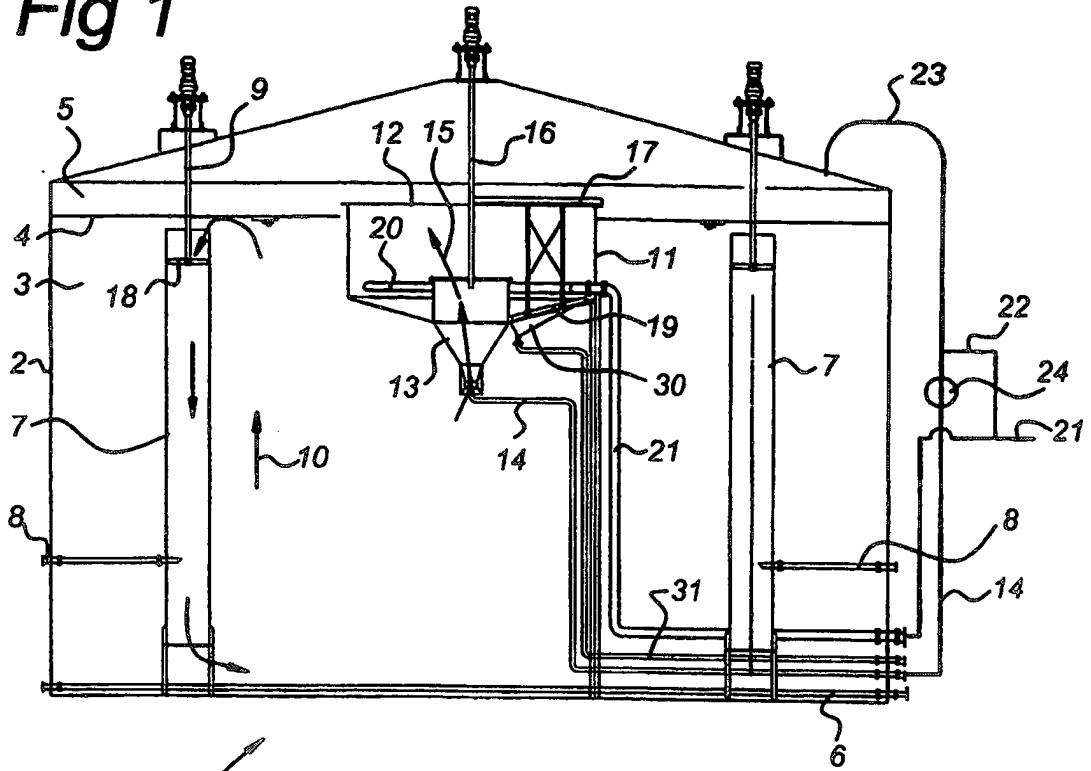


Fig 2

