

(19)



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 687 824 A5

(51) Int. Cl.⁶: C 05 F 017/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 00422/94

(22) Anmeldungsdatum: 14.02.1994

(24) Patent erteilt: 28.02.1997

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1997

(73) Inhaber:

Dr. Werner Edelmann, Unterdorf 143,
8933 Maschwanden (CH)

(72) Erfinder:

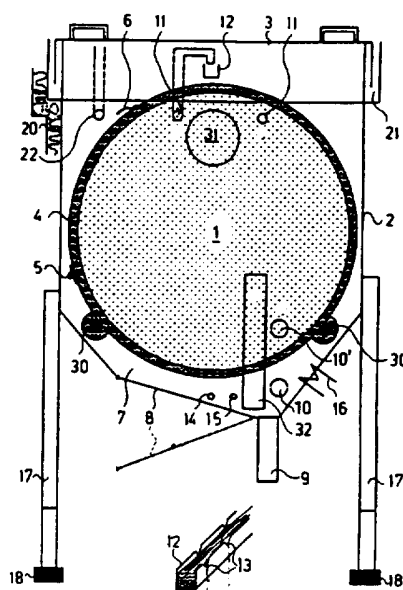
Edelmann, Werner, Dr., Maschwanden (CH)
Engeli, Hans, Neerach (CH)

(74) Vertreter:

Industrieberatung Maier AG, Reuslistrasse 44,
4450 Sissach (CH)

(54) Vorrichtung zur Durchführung einer Hydrolyse von organischem Material.

(57) Es wird eine Vorrichtung zur Durchführung einer anaeroben oder aeroben Hydrolyse von organischem Material beschrieben. Die Vorrichtung wird vorzugsweise für eine zweistufige Feststoffgärung eingesetzt. Der zweistufige Abbau von festen Abfällen erlaubt den Einsatz von Hochleistungsprozessen zur Behandlung der flüssigen Phase in der Methanisierung. Hydrolyse und Säurebildung finden in einer Siebtrommel statt, welche optimale Durchmischung und Perkolation gewährleistet. Mit teilweise rezirkuliertem Wasser werden in der Vorrichtung niedere Fettsäuren und andere lösliche Verbindungen aus der festen Phase extrahiert.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung einer anaeroben oder aeroben Hydrolyse in einer zweistufigen Feststoffvergärung von biogenen Abfällen, mit je mindestens einem Eintrag- und einem Austragsstutzen für die Zirkulationsflüssigkeit. Bei der zweistufigen Feststoffvergärung vollzieht sich die Hydrolyse und die Säurebildung getrennt von der nachfolgenden Methanisierung. Der Hauptteil des zu gewinnenden Biogases wird daher in der Methanisierungsstufe gebildet. Dadurch ist, im Gegensatz zur einstufigen Vergärung, die Möglichkeit gegeben, die beiden Schritte hinsichtlich der Prozessbedingungen zu optimieren und den jeweiligen Mikroorganismen die jeweils angepassten Abbaubedingungen zu bieten, was den Abbauprozess beschleunigt. Der Abbau kann dabei vorzugsweise unter anaeroben aber auch unter semi-aeroben bzw. aeroben Bedingungen erfolgen.

Die im Falle der Feststoffvergärung zweiphasige Vergärung lässt sich durch eine stationäre Phase, bestehend aus Feststoffen, und durch eine mobile Phase, bestehend aus Prozessflüssigkeit, charakterisieren. In einem bekannten Verfahren wird mit einer Vorrichtung zur Durchführung der anaeroben Hydrolyse gearbeitet, welche aus einem stehenden Reaktorbehälter besteht, in dem eine mobile, flüssige Phase eine stationäre, feste Phase perkoliert, beziehungsweise durchströmt.

Die ersten Abbauschritte, also Hydrolyse und Säurebildung, der zweistufigen Vergärung betreffen vor allem die feste, stationäre Phase der ersten Stufe. Die mobile, flüssige Phase wird in der Folge mit organischen Säuren beladen, welche in der zweiten Stufe, einem Anaerobfilter, wie er beispielsweise aus der EP-B 205 465 bekannt ist, in Methan und Kohlendioxid umgewandelt werden. Die somit von ihrer organischen Fracht befreite Prozessflüssigkeit der zweiten Stufe wird in die erste Phase rezipiert und belädt sich wieder mit den löslichen Abbauprodukten der ersten Stufe. Die Rezipitation der flüssigen, mobilen Phase hat den Vorteil, dass, trotz Vergärung in flüssiger Phase nicht ständig neu hinzugeführtes Wasser erwärmt werden muss.

Die Verwendung von stehenden Reaktoren und Perkolation der flüssigen Phase führt jedoch zu Kanalbildung im undurchmischten Substrat der festen Phase, so dass nicht der gesamte Reaktorinhalt gleichmässig vom Perkulationsstrom durchströmt wird. Dies hat zur Folge, dass der Abbau nicht gleichmässig und vollständig erfolgt. Daher muss eine Nachkompostierung zur Erzeugung eines qualitativ einwandfreien Komposts erfolgen. Zwar sind solche stehenden Reaktorbehälter für die Hydrolyse äusserst preisgünstig, doch ist ihre Grösse begrenzt. Bei grosser Höhe, die bei der Perkolation an sich erwünscht ist, besteht die Gefahr einer Verdichtung im unteren Behälterbereich, so dass bei einer grossen Anlage der Stoffaustausch und folglich die Kinetik des Abbaus beeinträchtigt wird.

Homogene Verhältnisse im Reaktor werden erreicht, wenn man die biogenen festen Abfälle gemäss einem bekannten mesophilen Mehrstufenpro-

zess vorerst zerkleinert und danach in einem Pulper zu einer pumpfähigen Masse benetzt und aufschliesst. Der Inhalt des Pulpers wird danach thermisch und alkalisch vorbehandelt, bevor er in den Hydrolysebehälter gelangt. Die homogenisierte, vorbehandelte Masse wird dabei vorgängig über einen Fest/flüssig-Scheider geführt und der flüssige Anteil direkt der Methanisierungsstufe zugeführt, während der feste Anteil in den Hydrolysereaktor gelangt. Wegen der Homogenität der biogenen Masse kann die Hydrolyse im Reaktor gleichmässig erfolgen. Sowohl eine kontinuierliche Durchführung der Hydrolyse in einem liegenden, drehenden Behälter, als auch eine chargenweise Hydrolyse mit Umwälzung der biogenen Masse mittels Rührwerk oder Umwälzpumpe ist möglich.

Anschliessend an die Hydrolyse wird abermals eine Fest/flüssig-Trennung durchgeführt und der Feststoffanteil der Kompostierung zugeleitet, während der Flüssiganteil der Methanisierung einem biologischen Filter zugeleitet wird. Ein Anteil des biogen entlasteten Prozesswassers wird aus dem biologischen Filter wieder zum Pulper rückgeführt und somit im Verfahren belassen, während ein weiterer Anteil des Flüssiganteils in den Hydrolysereaktor zurückgeführt wird.

Dieses Verfahren ist anlagentechnisch aufwendig und energetisch ungünstig wegen der aufwendigen Aufschliessung des Ausgangsmaterials und der aufwendigen Fest/flüssig-Trennung der feinsuspendierten Feststoffe nach dem Durchlaufen des Pulpers.

Es ist folglich die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Durchführung einer aeroben oder anaeroben Hydrolyse in einer zweistufigen Feststoffvergärung von biogenen Abfällen zu schaffen, mit der eine biologisch, verfahrenstechnisch und energetisch verbesserte Hydrolyse erzielt werden kann, wobei die Vorrichtung einen geringeren Anlageaufwand bewirken soll gegenüber der letztbeschriebenen Anlage.

Diese Aufgabe löst eine Vorrichtung der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung lässt sich sowohl chargenweise als auch kontinuierlich oder semi-kontinuierlich beladen. Zur chargenweisen Beladung wird man die Siebtrommel vorteilhafterweise mit einer radialen Füllöffnung versehen.

Zur kontinuierlichen oder semi-kontinuierlichen eignet sich insbesondere eine Siebtrommel mit axialer Füllöffnung und einer an der gegenüberliegenden Seite angeordneten axialen Entladeöffnung. Mittels Steuerung der Beschickung der Siebtrommel einerseits und der Steuerung der Entladeöffnung lässt sich die Vorrichtung somit im Pflöpfstrombetrieb nutzen.

Während der Hydrolyse fällt aufgrund der Zerkleinerung im Verlauf des Abbaus ein Teil der Feststoffe durch die Öffnungen in der Siebtrommel aus dieser heraus. Damit dieser Anteil dem Vergärungsprozess nicht verloren geht, ist ein Teil des Gehäuses vorteilhafterweise als Sedimentierwanne ausgebildet, die sich mindestens teilweise mittels einer Austragstüre öffnen lässt oder über einen automatischen Austragsmechanismus verfügt.

Da die schwereren, nicht biogenen Anteile zuerst sedimentieren, versieht man vorteilhafterweise die Sedimentierwanne mindestens annähernd an ihrer tiefsten Stelle mit einem Sedimentabzug.

Prinzipiell kann der Sprinkler jede in der Technik bekannte Ausführungsform aufweisen. Da jedoch die Zirkulationsflüssigkeit auch noch Feststoffanteile enthält, gestaltet man bevorzugt den Sprinkler in der Form einer offenen Rinne mit seitlichen Überlaufsicken. Dies erlaubt eine einfache Sichtkontrolle und problemlose Reinigung ohne die Gefahr einer Verstopfung. Eine solche Rinne kann entweder herausnehmbar in Auflagen an den Stirnwänden des Gehäuses gehalten sein oder beispielsweise an einem oberen, abnehmbaren Deckel befestigt werden. In einfachster Form lässt sich die Rinne an der Deckelunterseite aufhängen.

Aus Gründen der Reinigung ist es von Vorteil, wenn die Siebtrommel auf getriebenen Lagerrollen liegt und aus dem Gehäuse heraushebbar ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsformen der Erfindung gehen aus den weiteren abhängigen Ansprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung hervor.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in der beiliegenden Zeichnung schematisch dargestellt und anhand der nachfolgenden Beschreibung erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 – einen Vertikalschnitt durch die erfindungsgemässe Vorrichtung senkrecht zur Längsachse der Siebtrommel.

Fig. 2 – Die Anordnung der erfindungsgemässen Vorrichtung in einer zweistufigen Feststoffvergäranlage.

Anhand der Fig. 1 wird die erfindungsgemässe Vorrichtung bezüglich ihrem konstruktiven Aufbau erläutert, wobei verfahrensspezifische Aspekte weitgehend unberücksichtigt bleiben. Das zentrale Element der erfindungsgemässen Vorrichtung bildet eine Siebtrommel 1. Die Trommel ist in einem Gehäuse 2 liegend, und drehbar gelagert. Prinzipiell kann die Trommel um eine zentrische Antriebsachse gedreht werden oder wie im hier dargestellten Beispiel auf Antriebsrollen 30 herausnehmbar gelagert sein. Während die erste Variante eher für eine Ausführungsform geeignet ist, die chargenweise betrieben wird und eine radiale Füllöffnung 4 aufweist, wird man die Variante mit einer Siebtrommel, die auf Antriebsrollen 30 lagert insbesondere für den kontinuierlichen Betrieb verwenden. Bei einem solchen Antrieb bleiben die Stirnseiten der Siebtrommel frei, so dass beidseitig je eine axiale Füllöffnung bzw. Entladeöffnung angeordnet werden kann, ohne dass die Antriebsmittel diesbezüglich im Wege wären. Die Ausführungsform mit einer herausnehmbaren Siebtrommel 1, welche auf Antriebsrollen 30 lagert, lässt sich jedoch ohne weiteres auch kombinieren mit einer Siebtrommel, welche zur chargenweisen Beladung mit einer radialen Füllöffnung 4 versehen ist, wie dies die Fig. 1 zeigt. Rein schematisch ist entsprechend ein Scharnier 5 angegeben sowie ein Griff 6, um die Füllöffnung 4 zu öffnen. Selbstverständlich wird man bei dieser

Anordnung die Antriebsrollen 30 so weit seitlich versetzen, dass die Füllöffnung und entsprechend das Scharnier 5 bzw. der Griff 6 während der Drehung nicht überrollt werden. Das Gehäuse 2 ist von oben mittels einem Deckel 3 verschlossen. Unten ist das Gehäuse 2 muldenförmig gestaltet, so dass sich eine Sedimentierwanne 7 bildet. Die Sedimentierwanne 7 ist mindestens annähernd im tiefsten Bereich mit einem Sedimentabzug 9 versehen. Über den Sedimentabzug 9 sollen sich insbesondere die schwereren, nicht biogenen Feststoffanteile entfernen lassen. Damit man der Vorrichtung aber auch die durch die Lochung der Siebtrommel 1 austretenden biogenen Feststoffanteile entnehmen kann und innerhalb des Verfahrens weiterverwerten, ist die Sedimentierwanne 7 mit einer Austragstüre 8 versehen. Durch die Austragstüre 8 lässt sich aber auch die Siebtrommel 1 entleeren. Hierzu lässt sich beispielsweise die Füllöffnung 4 vollständig öffnen, indem man die Klappe beispielsweise aushängt und die Siebtrommel 1 so lange weiter drehen lässt, bis sie sich vollständig entleert hat.

Die flüssige Phase wird hier generell als Zirkulationsflüssigkeit bezeichnet, unabhängig davon, ob es sich um biogen angereicherte oder biologisch weitgehend gereinigte Flüssigkeit handelt. Das Niveau der Zirkulationsflüssigkeit in der Vorrichtung lässt sich prinzipiell steuern. Wesentlich ist jedoch, dass in der Vorrichtung ein Füllstand erreicht werden kann, der so hoch ist, dass die Siebtrommel 1 mindestens mit ihrem untersten Bereich in der Zirkulationsflüssigkeit liegen kann. Im unteren Bereich des Gehäuses 2 sind mehrere Austragsstutzen 10, 10' auf verschiedenen Höhen angebracht. Auf welchem Niveau man die Zirkulationsflüssigkeit der Vorrichtung entnimmt, ist vom jeweiligen Stand der Hydrolyse und den Ausgangsmaterialien abhängig. Die über den Austragsstutzen 10 und 10' entnommene Zirkulationsflüssigkeit gelangt mindestens teilweise über die Eintragungsstutzen 11 wieder in die Vorrichtung zurück. Über die Eintragungsstutzen 11 kann die Zirkulationsflüssigkeit einerseits direkt in das Gehäuse 2 gepumpt werden oder gezielt so rückgeführt werden, dass die Zirkulationsflüssigkeit das Material in der Siebtrommel 1 vorwiegend von oben nach unten hindurch perkolieren muss. Um dies zu erreichen, ist über der Trommel 1 ein Sprinkler 12 angeordnet. Die Ausgestaltung des Sprinklers 12 ist im Prinzip freigestellt. Da jedoch die Zirkulationsflüssigkeit einen relativ hohen Anteil an Feststoffen enthalten kann, ist es vorteilhaft, eine Sprinklerkonstruktion zu wählen, die nicht zu Verstopfungen neigt. Ein solcher Sprinkler 12 bzw. Beriesler ist in der Fig. 1 schematisch und darunter in Fig. 1a detaillierter und in Perspektive dargestellt. Der Sprinkler besteht hier aus einer Rinne 12, die seitliche Sicken 13 aufweist. Die offene Rinne 12 erlaubt eine einfache Sichtkontrolle und lässt sich problemlos reinigen.

Der Sprinkler 12, bzw. die Rinne lässt sich einfach herausnehmbar im Gehäuse 2 anordnen. Hierzu genügt beispielsweise an den beiden Stirnseiten des Gehäuses 2 je eine entsprechende Auflage. Die Rinne 12 kann aber auch hängend montiert sein. Auch dies kann wiederum an den Seitenwänden erfolgen oder aber an der Unterseite des Dek-

kels 3. Diese Lösung hat insbesondere den Vorteil, dass bei der Entfernung des Deckels automatisch auch der Sprinkler bzw. die Rinne 12 entfernt ist, so dass man freien Zugang zur Siebtrommel 1 hat.

Da der hydrolytische Aufschluss, welcher in der erfindungsgemässen Vorrichtung durchgeführt wird, vor allem ein biochemischer Prozess ist, müssen selbstverständlich diverse Parameter entsprechend überwacht werden. Daher können an verschiedenen Stellen innerhalb des Gehäuses Temperatursonden 14, pH-Sonden 15 und eventuell auch Druckmesser angeordnet sein, die zur Regelung oder Steuerung des Verfahrens benötigt werden. Zur Anpassung der Temperatur ist eine Heizung 16 angebracht, während die Regelung des pH-Wertes zur Hauptsache über die Zirkulationsflüssigkeit gesteuert wird. Wird die Vorrichtung kontinuierlich betrieben, so stellen selbstverständlich die Drehgeschwindigkeit, die Häufigkeit der Beschickung und Entladung der Siebtrommel 1 und die Zirkulationsrate der Flüssigkeit ebenso steuerbare Grössen dar. Da die Temperatur folglich ein wesentliches Merkmal des Verfahrens ist, ist es sinnvoll, das gesamte Gehäuse 2 mit einer Isolation zu versehen.

Die während des Betriebes entstehenden Gase werden über den Gasabzug 22 dem Gehäuse 2 entnommen. Aus sicherheitstechnischen Gründen versteht man das Gehäuse 2 sinnvollerweise mit einer Deckelabtauchung 21, in der der Rand des Deckels 3 dichtend liegt. Ein eventueller, ungewollter Überdruck kann sich so, ohne die Vorrichtung zu zerstören, abbauen.

Es ist praktisch, die gesamte Vorrichtung auf höhenverstellbaren Beinen anzuordnen, und diese auf Wägedosen 18 zu stellen. Auf diese Weise ist auch eine vollautomatische Beschickung der Vorrichtung möglich.

In der Fig. 2 ist ein Verfahrensflussbild einer Anlage, in der die erfindungsgemässe Vorrichtung integriert ist, dargestellt. Die festen Abfälle (Substrat) gelangen in die erfindungsgemässe Vorrichtung H, welche die Hydrolysestufe darstellt, wo die abbaubaren Bestandteile durch hydrolytische und säurebildende Bakterien in niedere, organische Säuren umgewandelt werden. Mit ausgezogener Linie ist der Verlauf der Zirkulationsflüssigkeit dargestellt, während die gestrichelten Linien den Weg des Biogases zeigen. Die punktierten Linien schliesslich sollen die Kontroll- und Steuerleitungen von und zur Prozesssteuerungsanlage symbolisieren.

Mit der Zirkulationsflüssigkeit gelangen die löslichen, biogenen Anteile über eine hier zusätzliche, separate Sedimentierwanne T in einen Anaerobfilter F, wo durch methanogene Bakterien der Abbau zu den entsprechenden Gasen, bzw. Biogas stattfindet. Das Biogas wird über einen Meter M in einen Gasballon GB gefördert. In diesen gelangt auch das bereits in der Hydrolyse H anfallende Biogas.

Die nunmehr weitgehend organisch entlastete Zirkulationsflüssigkeit wird durch eine Rezirkulationspumpe P über ein Heizgefäss G wieder zurück in die Hydrolysestufe H transportiert, wo die Zirkulationsflüssigkeit in einem neuen Umgang wieder lösliche Stoffe aufnehmen wird. Das gasdicht abgeschlossene Heizgefäss G, welches die internen Hei-

zungen in der Hydrolysevorrichtung H und im Filter F unterstützt, dient gleichzeitig als Pufferbehälter für die Zirkulationsflüssigkeit. In den Gasleitungen wird man vorteilhafterweise vor den Gasmetern M Ausgleichsballone zwischenschalten, um bei grösseren Flüssigkeitsentnahmen Unterdrucksituationen im Gasnetz und Vermischen der verschiedenen Gasqualitäten zu verhindern. Der Anaerobfilter F ist vorteilhafterweise dynamisch, das heisst, die Filterelemente werden rhythmisch bewegt, um den Abbau zu intensivieren. Die hier schematisch dargestellte Anlage zeigt lediglich eine mögliche Anwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung. Die hier zusätzlich angeordnete Sedimentierwanne T ausserhalb der Hydrolysevorrichtung H kann bei einer Optimierung der erfindungsgemässen Vorrichtung mit grosser Wahrscheinlichkeit entfallen. In der hier dargestellten Sedimentierwanne wurde die Festflüssig-Trennung so durchgeführt, dass nicht nur eine Sedimentation, sondern auch eine Flotation der aufruhenden Bestandteile erfolgen konnte. Die Abkürzungen bei der Datenerfassung bedeuten:

TRC = Temperatur-Regelung und -kontrolle

pH = pH-Online-Messung

W = Gewichtserfassung

L = Niveauekontrolle.

M = Gaszähler

Obwohl die erfindungsgemässe Vorrichtung im dargestellten Beispiel als Gerät des Maschinenbaus dargestellt ist, ist selbstverständlich die erfindungsgemässe Vorrichtung auch in der Grösse des Anlagengbaus realisierbar. In einem solchen Fall entspricht dem Gehäuse ein entsprechend konzipiertes Gehäuse und die Sedimentierwanne würde durch ein Setzbecken mit Austragpumpe oder Überlauf konzipiert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Durchführung einer aeroben oder anaeroben Hydrolyse in einer zweistufigen Feststoffvergärung von biogenen Abfällen, mit je mindestens einem Eintrag- und einem Austragstutzen für die Zirkulationsflüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, dass diese eine in einem Gehäuse angeordnete Siebtrommel umfasst, die rotierend getrieben ist, dass über der Siebtrommel mindestens ein mit dem Eintragstutzen der Zirkulationsflüssigkeit verbundener Sprinkler und ein Gasabzug angeordnet sind und der untere Gehäuseteil als Sedimentierwanne ausgebildet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Siebtrommel zur chargenweisen Beladung eine radiale Füllöffnung aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Siebtrommel zur kontinuierlichen oder semi-kontinuierlichen Beladung eine axiale Füllöffnung und an der gegenüberliegenden Seite eine axiale Entladeöffnung aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein als Sedimentierwanne ausgebildetes Gehäuseteil sich mindestens teilweise mittels einer Austragstüre öffnen lässt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sedimentierwanne mindestens annähernd an ihrer tiefsten Stelle einen Sedimentabzug aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sprinkler in der Form einer über der Längsachse der Siebtrommel angeordneten offenen Rinne mit seitlichen Überlaufsicken ausgestaltet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rinne herausnehmbar in Auflagen an den Stirnwänden des Gehäuses gehalten ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse mit einem oberen, abnehmbaren Deckel versehen ist, in dem die Rinne angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Siebtrommel auf getriebenen Lagerrollen liegt und aus dem Gehäuse heraushebbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Austragsstutzen für die Zirkulationsflüssigkeit auf unterschiedlichem Niveau angeordnet sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

FIG. 1

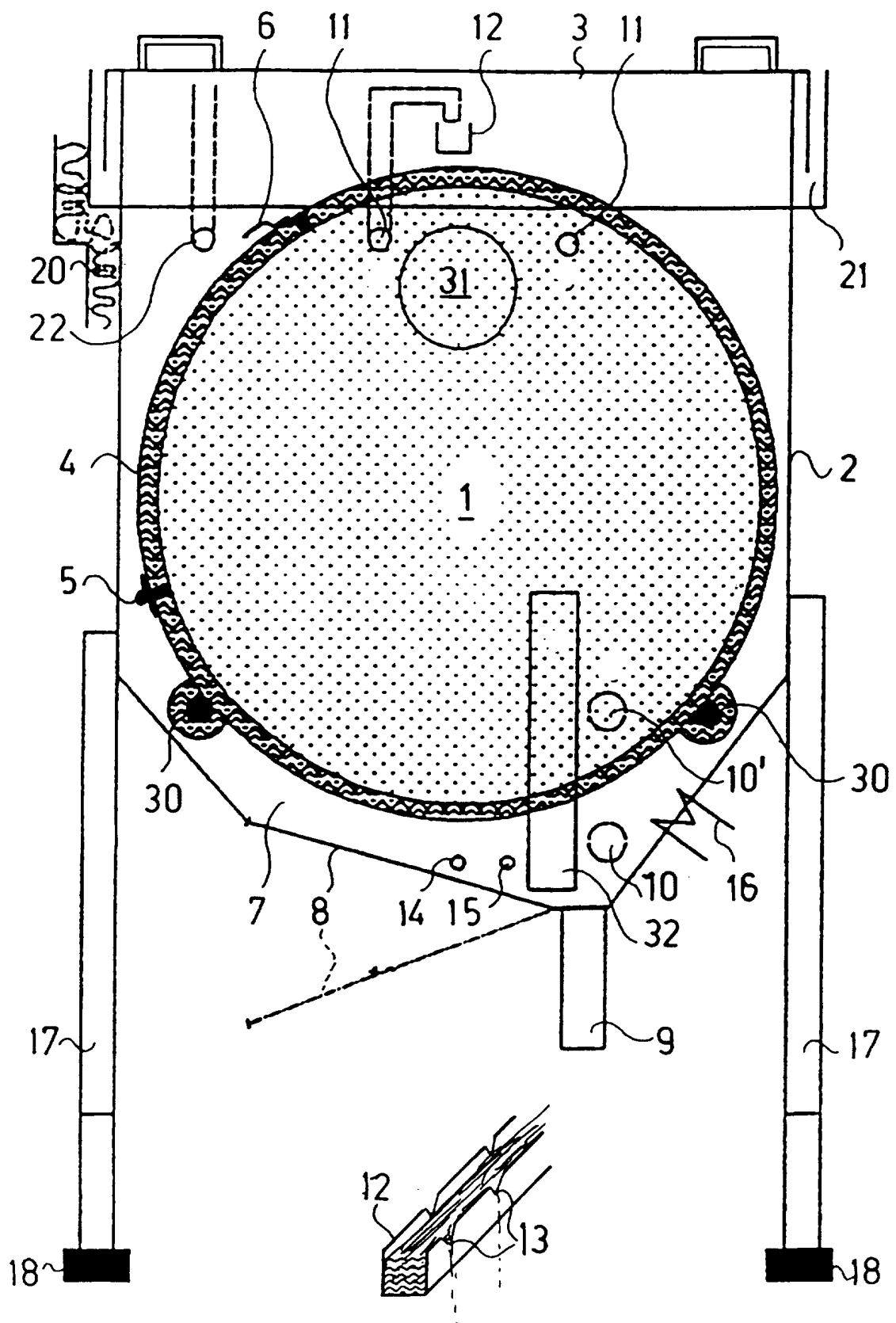


FIG. 2

