



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

210 891

Int.Cl.³

3(51) C 02 F 3/28

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 02 F/ 2441 677

(22) 21.10.82

(44) 27.06.84

(71)

VEB KOMPLETTE CHEMIEANLAGEN DRESDEN;DD;

(72)

WEISSGAERBER, HARTMUT, DR.-ING.;LEGLER, KLAUS-PETER, DIPL.-ING.;MOECKEL, HANS-OTTO, DR.-ING.;

SCHMIDT, WOLFGANG, DIPL.-ING.;DD;

ROEDEL, KLAUS, DIPL.-ING.;DD;

(54)

VORRICHTUNG ZUR ANAEROBEN AUFBEREITUNG VON ABWÄSSERN

(57) Es soll eine Vorrichtung entwickelt werden, bei der der zur Faulung erforderliche Reaktionsraum, der Gasspeicher und das Wärmeübertragungssystem in einem Behälter integriert sind, wobei die Vorrichtung gegenüber ihrer Umwelt vollkommen gasdicht ist. Das wird erreicht, indem in einem Faulbehälter, der mit einer beweglichen Gashaube versehen ist, eine wärmeleitende zylindrische Trennwand senkrecht angeordnet ist. Diese trennt einen im Inneren befindlichen Reaktionsraum von einem mit einer Sperrflüssigkeit gefüllten Außenraum, der den Reaktionsraum kreisringartig umgibt. Das untere Ende der beweglichen Gashaube taucht ständig in die Sperrflüssigkeit und schafft somit eine gasdichte Verbindung. Innerhalb und/oder außerhalb des Außenraumes ist eine Heizeinrichtung zur Erwärmung der Sperrflüssigkeit vorgesehen. Die Erfindung wird bei der Aufarbeitung von kommunalen und landwirtschaftlichen Abwässern, insbesondere bei der Aufbereitung von Gülle der Hühner-, Schweine- oder Rindertierhaltung angewendet. Fig. 1

Vorrichtung zur anaeroben Aufbereitung von Abwässern

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung beinhaltet eine Vorrichtung zur anaeroben Aufbereitung organisch belasteter Abwässer bei gleichzeitiger Gewinnung von Biogas. Sie wird daher bei der Aufarbeitung von kommunalen und landwirtschaftlichen Abwässern, insbesondere bei der Aufbereitung von Gülle der Hühner-, Schweine- oder Rindertierhaltung angewendet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die anaerobe Aufbereitung organisch belasteter Abwässer bei gleichzeitiger Gewinnung von Biogas erfordert geschlossene Reaktoren, in denen eine konstante Temperatur entweder im mesophilen Bereich von 30 bis 40 °C oder thermophilen Bereich bei ca. 55 °C eingehalten werden muß. Zum Erreichen dieser Temperatur und zum Ausgleich von Wärmeverlusten muß das aufzubereitende Abwasser vorgewärmt werden. Darüber hinaus ist für einen stabilen Betrieb der gesamten Biogasanlage eine Speicherung des Gases notwendig.

In den meisten Fällen erfolgt sowohl die Erwärmung des Abwassers und die Speicherung des entstandenen Biogases in getrennten Vorrichtungen außerhalb des Reaktors. Für die Substraterwärmung sind in der Regel große Wärmeübertragerflächen erforderlich, da die erzielbaren Wärmedurchgangszahlen bei den für die Faulung eingesetzten Schlämmen mit hohen Feststoffkonzentrationen und höherer Viskosität sehr gering sind. Hinzu kommt, daß bei Schlämmen mit Eiweißgehalt, wie es bei Abprodukten aus der Tierproduktion der Fall ist, die Wandtemperaturen kleiner als 60 °C sein müssen, um Verkrustungen weitgehend zu ver-

meiden. Das führt zu einem hohen Aufwand für den Wärmeübertrager, unabhängig davon, ob dieser außerhalb des Reaktors oder im Reaktionsraum angeordnet ist.

Der relative Kostenaufwand für die Speicherung des Gases in einer Biogasanlage ist beträchtlich und belastet damit erheblich den Preis für das Biogas. Aus diesem Grund gibt es Bestrebungen, Reaktor und Gasspeicher zu integrieren. Ein solcher Vorschlag wird in der DD-PS 13 331 unterbreitet. Dort wird eine Aufbereitungsanlage für Stalldung und organische Abfallstoffe der Landwirtschaft beschrieben, welche aus einem Faulbehälter besteht, der mit einer beweglichen Gashaube ausgestattet ist. Innerhalb dieser Gashaube kann das beim Faulprozeß entstehende Biogas gespeichert werden.

Diese Ausführung hat jedoch den Nachteil, daß eine sichere Abdichtung zwischen dem Faulbehälter und der beweglichen Gashaube nicht gewährleistet ist.

Eine andere Variante der Integration von Reaktor und Gasspeicher wird in der DE-OS 2 831 796 beschrieben. Dort wird eine Anlage für die anaerobe Gärung erläutert, die die Form eines oben offenen Tanks hat, wobei sich quer über die Oberseite des Tanks eine elastische Membran erstreckt, durch die der Tank abgedichtet wird.

Diese Ausführungsform ermöglicht jedoch wegen der Stabilität der Membran nur einen geringen Überdruck, so daß für eine nachfolgende Verwertung des Biogases in Brennern eine Zwischenverdichtung erforderlich ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der organisch belastete Abwässer mit geringem Apparate- und Kostenaufwand anaerob aufbereitet werden können.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den zur Faulung erforderlichen Reaktionsraum, den Gasspeicher und das Wärmeübertragungssystem in einer Vorrichtung zu integrieren, wobei die-

se Vorrichtung so gestaltet ist, daß das entstehende Biogas nicht in die Umgebung der Vorrichtung entweichen kann.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in einem Faulbehälter, der mit einer beweglichen Gashaube versehen ist, eine wärmeleitende zylindrische Trennwand senkrecht angeordnet ist. Diese Trennwand trennt den im Inneren des Faulbehälters befindlichen Reaktionsraum von einem mit einer Sperrflüssigkeit gefüllten Außenraum. Der Reaktionsraum wird somit von dem Außenraum umgeben. Das untere Ende der beweglichen Gashaube taucht ständig in die Sperrflüssigkeit, wodurch eine gasdichte Verbindung zwischen dem Reaktionsraum und der Gashaube gebildet wird. Die Gashaube wird so geführt, daß sie nur in vertikaler Richtung beweglich ist. Entsprechend dem Volumen des über dem Reaktionsraum befindlichen Gaspolsters bewegt sie sich auf und ab. Innerhalb und/oder außerhalb des Außenraumes ist eine Heizeinrichtung zum Erwärmen der Sperrflüssigkeit vorgesehen. Die Sperrflüssigkeit überträgt ihre Wärme auf das in dem Reaktionsraum befindliche Abwasser, wodurch der anaerobe Abbauprozess unterstützt wird.

Der Faulbehälter ist darüber hinaus mit den erforderlichen Zu- und Abflußleitungen für das aufzubereitende und gereinigte Abwasser und für die Abführung des gebildeten Biogases versehen.

Zur Förderung des anaeroben Abbauprozesses wird das in dem Reaktionsraum befindliche Abwasser ständig umgewälzt. Eine zweckmäßige Ausgestaltung sieht dabei vor, daß in dem Reaktionsraum in Bodennähe eine oder mehrere Austrittsdüsen rotationsströmungsbildend angeordnet sind, welche mit einer Umwälzpumpe für das aufzubereitende Abwasser in Verbindung stehen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Umwälzung des im Reaktionsraum befindlichen Abwassers in an sich bekannter Weise mit Biogas durchzuführen, das ständig oder zeitweilig aus dem Gassammelraum abgezogen und in den Reaktionsraum in Bodennähe durch ein Gebläse eingedrückt wird. Ebenso hat es sich auch als zweckmäßig erwiesen, die in dem Außenraum befindliche Sperrflüssigkeit umzuwälzen. Hierzu sind in dem Außenraum eine oder mehrere Austrittsdüsen rotationsströmungsbildend angeordnet,

welche mit der Umwälzpumpe für die Sperrflüssigkeit in Verbindung stehen.

Eine Weiterentwicklung sieht vor, daß in dem Reaktionsraum ein Vorgärungsraum angeordnet ist. Da bei der Vorgärung ein Biogas entsteht, das einen geringeren Reinheitsgrad aufweist als das in dem Reaktionsraum entstehende Biogas, ist dieser Vorgärungsraum mit einer gesonderten Abführungsleitung für das dort entstehende Biogas versehen. Darüber hinaus können in dem Reaktionsraum Einbauten zur Eindickung des Faulschlammes und zur getrennten Abführung der eingedickten und der geklärten Phase vorgesehen werden.

Die Erfindung bringt den Vorteil mit sich, daß das bei dem anaeroben Abbauprozess entstehende Biogas direkt in dem Faulbehälter gespeichert werden kann. Ein gesonderter Gasspeicher ist daher nicht mehr erforderlich.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: einen Längsschnitt durch einen Faulbehälter

Fig. 2: den Schnitt A-A durch einen Faulbehälter gemäß Fig. 1

Fig. 3: einen Längsschnitt durch einen Faulbehälter, der mit einem Vorgärungsraum versehen ist

Der Faulbehälter 1 besteht aus einem zylindrischen, senkrecht angeordneten Behälter. Seine Außenwand ist mit einer Wärmeisolationsschicht versehen. In dem Faulbehälter 1 ist eine wärmeleitende Trennwand 2 ebenfalls senkrecht angeordnet.

Durch die Anordnung dieser Trennwand 2 wird das Innere des Faulbehälters 1 in den Reaktionsraum 3 und den Außenraum 4 geteilt. Dabei wird der Reaktionsraum 3 von dem Außenraum 4 kreisringartig umgeben.

In dem Reaktionsraum 3 befindet sich das aufzubereitende Abwasser, in ihm findet also die Faulung statt. Der Außenraum 4 ist mit einer Sperrflüssigkeit gefüllt. Als Sperrflüssigkeit wird

in der Regel Wasser (Leitungswasser oder Brauchwasser) benutzt. Der Reaktionsraum 3 und ein Teil des Außenraumes 4 ist von der beweglichen Gashaube 5 überdeckt. Diese kann sich in vertikaler Richtung bewegen. Sie taucht mit ihren unteren Enden in die Sperrflüssigkeit und schafft somit eine gasdichte Verbindung zwischen dem über dem Reaktionsraum 3 befindlichen Gasraum 6 und der Umwelt der Vorrichtung. Um eine störungsfreie Auf- und Abbewegung der Gashaube 5 zu ermöglichen, wird diese durch senkrechte, an dem Faulbehälter 1 befestigte Arme geführt. Rollen zwischen diesen Armen bzw. dem Faulbehälter 1 und der Gashaube 5 erleichtern die Vertikalbewegung der Gashaube 5.

Das bei der Faulung des Abwassers in dem Reaktionsraum 3 entstehende Biogas, welches häufig auch als Faulgas bezeichnet wird, steigt nach oben und sammelt sich in dem Gasraum 6. Durch das Eigengewicht der Gashaube 5 wird das Biogas in dem Gasraum 6 leicht komprimiert. Über die Gasabzugsleitung 7 wird das Biogas aus dem Faulbehälter 1 abgeführt. Das aufzubereitende Abwasser wird durch die Abwasserleitung 8 in den Reaktionsraum 3 gebracht. Durch die Abführungsleitung 9 verläßt es dann in aufbereiteter Form den Faulbehälter 1.

Auf diese Weise entsteht durch die Anordnung der beweglichen Gashaube 5 oberhalb des Reaktionsraumes 3 ein Gasspeicher. Das Eintauchen der unteren Enden der Gashaube 5 in die Sperrflüssigkeit bewirkt eine gasdichte Verbindung des Gasraumes 6 gegenüber der Umwelt und verhindert somit ein unkontrolliertes Entweichen des Biogases. Gleichzeitig wird bewirkt, daß das Biogas unter einem bestimmten Überdruck den Faulbehälter 1 verläßt.

Die optimalen Temperaturen für den Faulprozeß liegen bekanntlich bei 30 bis 35 °C bzw. bei 55 °C. Um das aufzubereitende Abwasser auf diese Temperaturen zu bringen, muß es in der Regel erwärmt werden. Diese Erwärmung erfolgt mit Hilfe der Sperrflüssigkeit, welche ihrerseits über die Heizeinrichtung 10 entsprechend erwärmt wird. Diese Heizeinrichtung 10 besteht aus einem Wärmeübertrager, der außerhalb des Faulbehälters 1 ange-

ordnet ist und der von Dampf oder Warmwasser durchströmt wird. Auf diese Weise sind die notwendigen Wärmeübertragungsflächen im Wärmeübertrager 10 sehr klein und bei Heizung mit Dampf kann das Kondensat zurückgeführt werden.

Die Sperrflüssigkeit wird durch eine Pumpe in die Heizeinrichtung 10 gefördert, dort erwärmt und danach wieder in den Außenraum 4 zurückgeführt. Dort tritt es durch eine Düse derartig aus, daß in dem Außenraum 4 eine Rotationsströmung gebildet wird. Diese weist gegenüber der im Reaktionsraum 3 befindlichen Rotationsströmung des aufzubereitenden Abwassers eine entgegengesetzte Richtung auf.

Die Heizeinrichtung 10 kann im einfachsten Fall aber auch aus einer Rohrwendel (Heizschlange) bestehen, die in dem Außenraum 4 angeordnet ist. Auch in diesem Fall ist es ratsam, die Sperrflüssigkeit innerhalb des Außenraumes 4 in eine Rotationsströmung zu versetzen.

Um den Wärmeverlust des Faulbehälters 1 möglichst gering zu halten, weist er an seiner Außenwand und an der Gashaube 5 eine Wärmeisolation auf. Darüber hinaus schwimmt auf der Sperrflüssigkeit eine Sperrschicht, die eine Wärmeabgabe nach oben hin verhindern soll. Dagegen weist die Trennwand 2 gute wärmeleitende Eigenschaften auf, die einen guten Wärmeübergang an das aufzubereitende Abwasser ermöglichen.

Zur Verbesserung des anaeroben Abbauprozesses ist es erforderlich, das aufzubereitende Abwasser in dem Reaktionsraum 3 ständig umzuwälzen. Dazu wird in Bodennähe laufend Abwasser abgezogen und mit Hilfe einer Umwälzpumpe über Abwasserdüsen 11 wieder in den Reaktionsraum 3 zurückgeführt. Dabei sind die Abwasserdüsen 11 in Bodennähe so angeordnet, daß sich in dem Reaktionsraum 3 eine Rotationsströmung ausbildet. Auf diese Weise wird einerseits das aufzubereitende Abwasser ständig durchmischt und andererseits ein guter Wärmeübergang von der Sperrflüssigkeit auf das Abwasser ermöglicht.

Es ist nicht erforderlich, daß die Füllstände des aufzubereitenden Abwassers in dem Reaktionsraum 3 und der Sperrflüssigkeit in dem Außenraum 4 die gleiche Höhe aufweisen. Diese können unterschiedlich groß sein. Allerdings ist es zur Vermeidung von Wärmeverlusten ratsam, die Füllstände annähernd gleich groß zu bemessen.

Die geschilderte Anordnung des Reaktionsraumes 3 innerhalb des Außenraumes 4 verhindert weitgehend das Entstehen von Wärmeverlusten in dem Faulbehälter 1. Dieser Effekt der Vermeidung von Wärmeverlusten kann durch einen Wärmeaustausch des dem Faulbehälter 1 zufließenden und des ihn verlassenden Abwassers verstärkt werden.

Bei bestimmten Abwässern kann es zweckmäßig sein, während des Faulprozesses eine Eindickung des Faulschlammes vorzunehmen. Das erfolgt durch die Anordnung entsprechender Einbauten in dem Reaktionsraum 3. So bewirkt die Anordnung eines Trichters und eine gezielte Strömungsführung (Rotationsströmung) in dem Reaktionsraum 3 ein Absetzen der Feststoffanteile auf dem Boden dieses Trichters. Von dort aus können sie über eine gesonderte Leitung, die an der untersten Stelle des Trichters in diesen mündet, aus dem Reaktionsraum 3 abgezogen werden. Auf diese Weise kann aus dem Faulbehälter 1 eine geklärte und eine eingedickte Phase abgeführt werden.

Bei anderen Abwässern kann es dagegen zweckmäßig sein, das Absetzen von Feststoffen am Boden des Reaktionsraumes 3 zu verhindern. Dazu wird, wie in Fig. 3 angedeutet, Abwasser aus der Behältermitte in Bodennähe abgezogen und mit Hilfe einer Umwälzpumpe in der Behältermitte als Aufwärtsströmung wieder aufgegeben. In Verbindung mit der Rotationsströmung wird auf diese Weise die Bildung von Bodensätzen verhindert.

In Fig. 3 ist ein Faulbehälter 1 dargestellt, der mit einem Vorgärungsraum 12 versehen ist. In diesem Vorgärungsraum 12 findet die saure Gärung des aufzubereitenden Abwassers statt. Dazu wird das aufzubereitende Abwasser durch die Abwasserleitung 8 in diesen Vorgärungsraum 12 gefördert. Bei der sauren Gärung entsteht ebenfalls Biogas. Allerdings weist das hierbei entstehende Biogas eine andere Zusammensetzung auf als das Biogas, das sich in dem Gasraum 6 sammelt; es enthält beispielsweise einen größeren Anteil an Schwefelwasserstoff. Aus diesem Grund wird es durch die zweite Gasabzugsleitung 13 abgeführt und einer gesonderten Verwertung zugeführt.

Nach einer Verweilszeit von etwa 24 bis 48 Stunden strömt das Abwasser dann aus dem Vorgärungsraum 12 in den Reaktionsraum 3 und wird dort einem weiteren anaeroben Abbauprozess unterzogen.

Erfindungsanspruch:

1. Vorrichtung zur anaeroben Aufbereitung von Abwässern, bestehend aus einem Faulbehälter, welcher mit einer beweglichen Gashaube versehen ist, gekennzeichnet dadurch, daß in dem Faulbehälter (1) eine wärmeleitende zylindrische Trennwand (2) senkrecht angeordnet ist, die einen im Inneren befindlichen Reaktionsraum (3) von einem mit einer Sperrflüssigkeit gefüllten Außenraum (4) trennt, das untere Ende der beweglichen Gashaube (5) in die Sperrflüssigkeit taucht und innerhalb und/oder außerhalb des Außenraumes eine Heizeinrichtung (10) für die Sperrflüssigkeit vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß in dem Reaktionsraum (3) in Bodennähe eine oder mehrere Abwasserdüsen (11) rotationsströmungsbildend angeordnet sind, welche mit einer Umwälzpumpe für das aufzubereitende Abwasser in Verbindung stehen.
3. Vorrichtung nach Punkt 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß in dem Außenraum (4) eine Austrittsdüse rotationsströmungsbildend angeordnet ist, welche mit einer Umwälzpumpe für die Sperrflüssigkeit in Verbindung steht.
4. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß in dem Reaktionsraum (3) ein Vorgärungsraum (12) angeordnet ist, der eine getrennte Gasabzugsleitung (13) für das entstehende Biogas aufweist.
5. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß in dem Reaktionsraum (3) Einbauten zur Eindickung des Faulschlammes und zur getrennten Abführung der eingedickten und der geklärten Phase vorgesehen sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

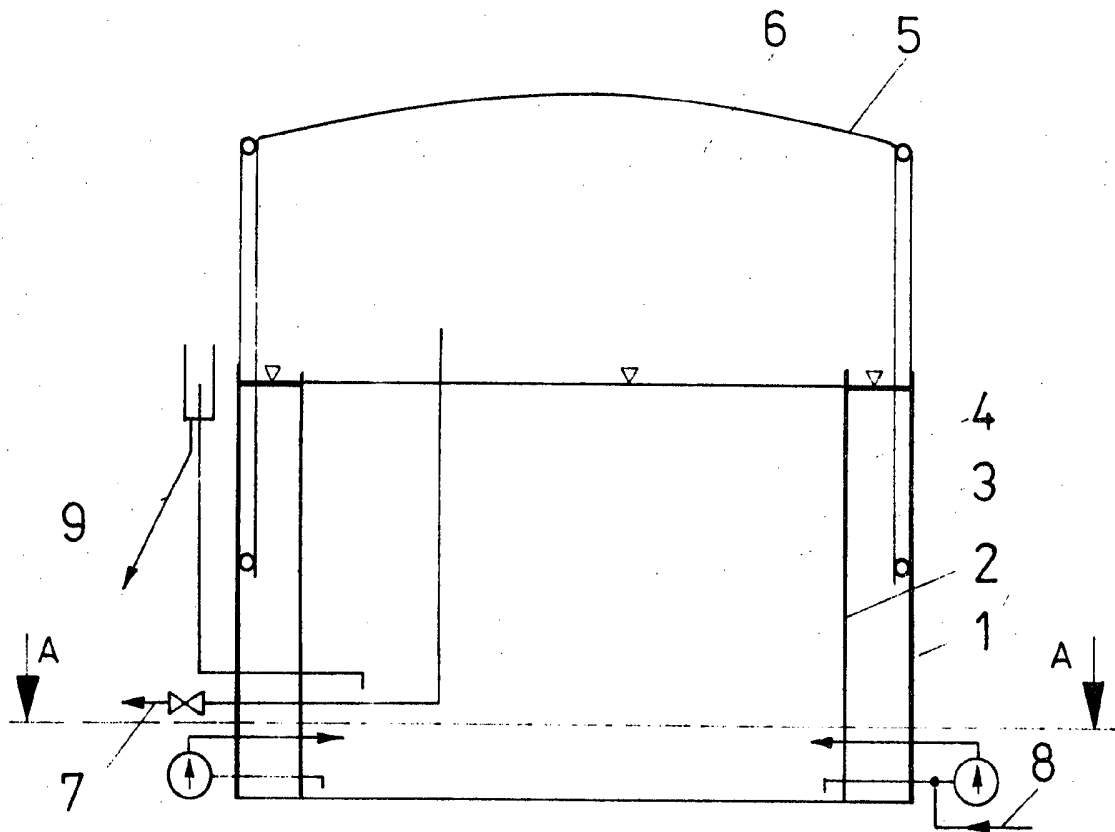


Fig. 1

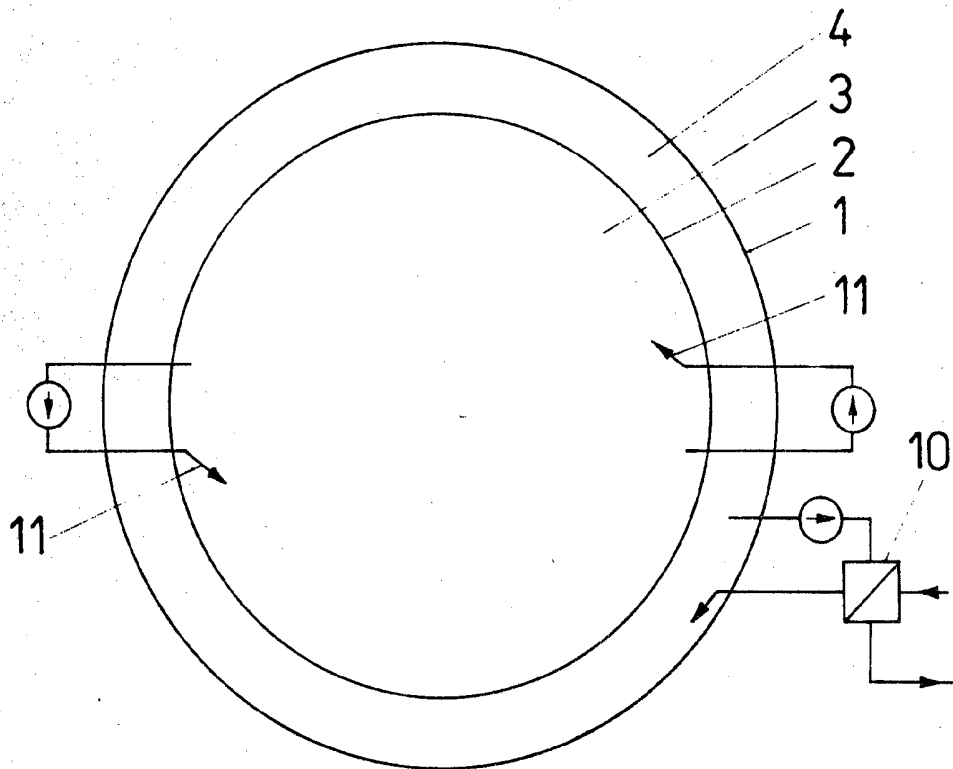


Fig. 2

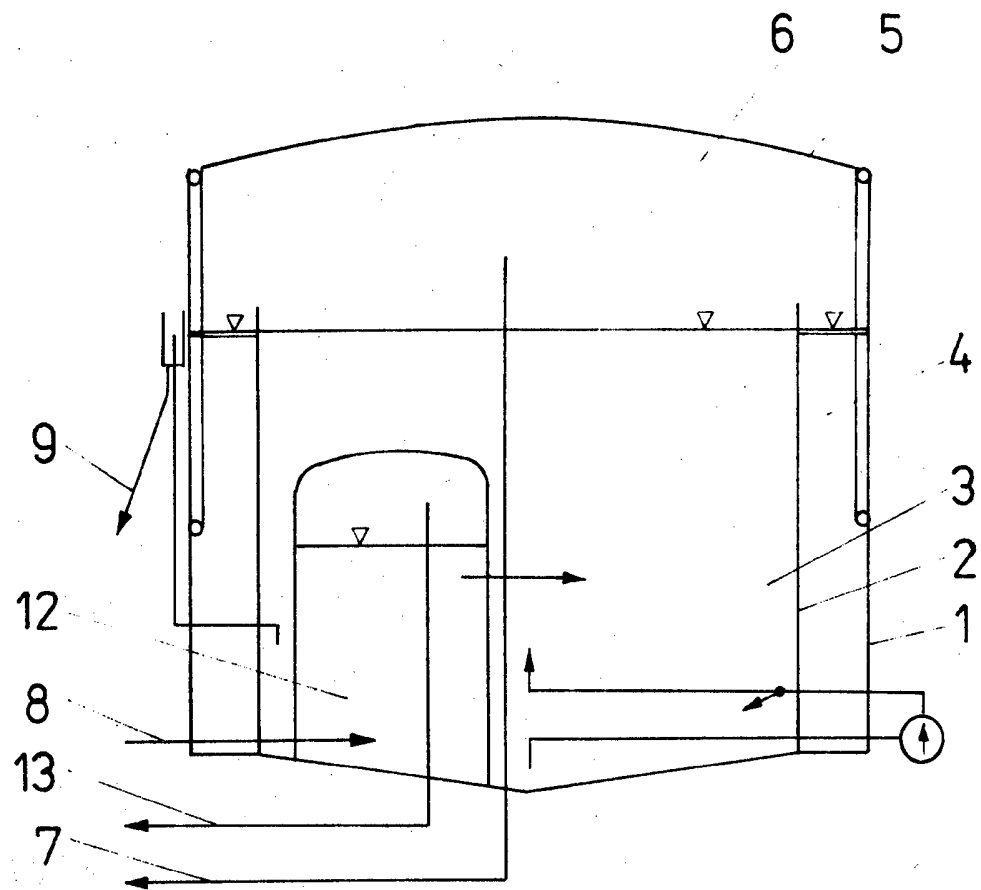


Fig. 3