



(10) **DE 10 2004 055 152 B4** 2010.10.14

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 055 152.9**  
(22) Anmeldetag: **16.11.2004**  
(43) Offenlegungstag: **18.05.2006**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **14.10.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C12M 1/40** (2006.01)  
**C12M 1/16** (2006.01)  
**C02F 3/10** (2006.01)

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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Universität Kassel, 34125 Kassel, DE**

(74) Vertreter:  
**Walther, Walther & Hinz GbR, 34130 Kassel**

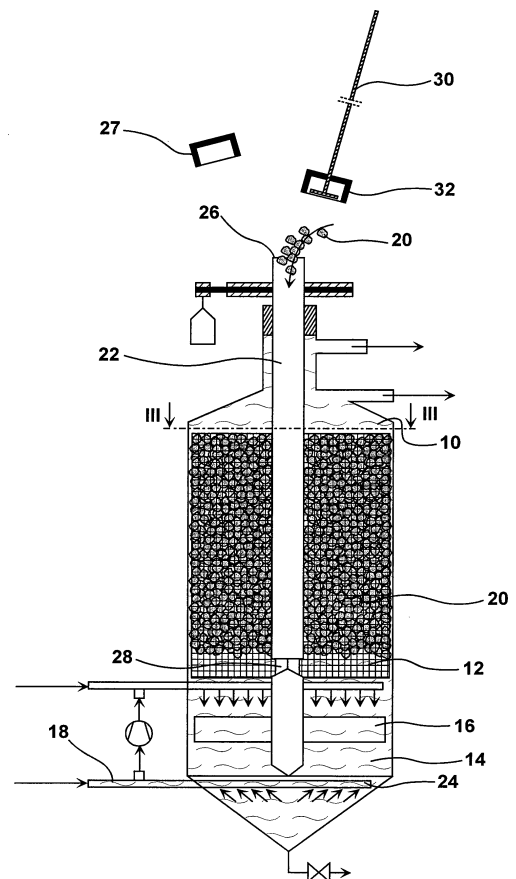
(72) Erfinder:  
**Dinkel, Waldemar, Dr.-Ing., 34125 Kassel, DE;**  
**Frechen, Franz-Bernd, Prof. Dr.-Ing., 34128**  
**Kassel, DE; Dinkel, Andreas, 34125 Kassel, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>197 05 896</b>	<b>C1</b>
<b>DE</b>	<b>195 01 260</b>	<b>C1</b>
<b>JP</b>	<b>61-0 18 430</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Festbettreaktor und Verfahren zur biologischen Reinigung eines Fluids, insbesondere von Abwasser**

(57) Hauptanspruch: Festbettreaktor zur biologischen Reinigung eines Fluids, insbesondere von Abwassern, mit einem Reaktorbehälter (10) in dem eine Vielzahl von Schüttkörpern (20) aufweisendes Festbett gehalten ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Reaktorbehälter (10) eine ein Halteelement (12) drehbar haltende Welle (22) innen hohl ausgebildet ist, dass die hohle Welle (22) an oder nahe ihrem oberen Ende eine Beschickungsöffnung (26) aufweist und dass die Welle (22) nahe des unteren Endes des Halteelementes (12) eine Ausgabeöffnung (28) aufweist, so dass während des Betriebs des Festbettreaktors eine Anzahl von Schüttkörpern (20) in den Reaktorbehälter (10) einbringbar sind, dass das Halteelement (12) mehrere, nebeneinander angeordnete Kammern aufweist, und dass sich die Ausgabeöffnung (28) über sämtliche Kammern des Halteelementes (12) erstreckt.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Festbettreaktor zur biologischen Reinigung eines Fluids, insbesondere von Abwasser, gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 und ein Verfahren zur biologischen Reinigung eines Fluids, insbesondere von Abwasser, gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 8.

**[0002]** Aus der DE 195 01 260 C1 ist eine Vorrichtung zur Behandlung von Abwässern bekannt, bei der über eine Zuführleitung Schüttkörper in einen Reaktor geführt werden. Im Reaktor setzt an dem Schüttkörper ein Bewuchs an, so dass dieser Schüttkörper immer schwerer wird und absinkt, bevor der Schüttkörper dann durch eine Entnahmeleitung wieder aus dem Reaktor herausgeführt wird und extern vom Bewuchs befreit wird, bevor der Schüttkörper wieder dem Reaktor zugeführt wird. In dieser Vorrichtung bewegen sich die einzelnen Schüttkörper unkontrolliert im Reaktor, so dass sich im Reaktor keine Ruhezone etc. ausbilden können. Durch die ständige Bewegung der Schüttkörper kann sich in dieser Vorrichtung kein Festbett ausbilden, so dass diese Vorrichtung für eine Behandlung von Abwässern durch Mikroorganismen nicht geeignet ist.

**[0003]** Aus der DE 197 05 896 C1 ist ein Festbettkörper eines Bioreaktors für Kläranlagen bekannt, bei dem an einer vertikal angeordneten Hohlachse eine Anzahl von Aufwuchselementen angebracht ist, wobei diese Aufwuchselemente über die Achse in Rotation versetzt werden. Durch das Innere der hohlen Achse wird Sauerstoff in das Festbett eingegeben, um die chemischen Reaktionen innerhalb des Reaktors zu begünstigen. Derartige Aufwuchselemente sind nach einer gewissen Zeit völlig zugewachsen und müssen ausgetauscht werden. Aus diesem Grund muss der Festbettreaktor gemäß DE 197 05 896 C1 in regelmäßigen Abständen abgeschaltet werden, damit das Festbett erneuert werden kann.

**[0004]** Aus der JP 61 018 430 A ist ein Katalysator bekannt, bei dem über eine Hohlwelle ein geeignetes Mittel in den Katalysator eingebracht wird, welches sich dann am Boden absetzt und die chemische Reaktion innerhalb des Katalysators begünstigt. Ein solcher Katalysator ist nicht als Festbettreaktor geeignet, so dass darin keine biologische Reinigung eines Fluids erfolgen kann.

**[0005]** Aus der DE 36 32 093 A1 ist ein Festbett-Drehrohrreaktor bekannt, in dessen im wesentlichen horizontal angeordneten Reaktorbehälter eine Vielzahl von Schüttkörpern angeordnet sind. Dabei wird der Reaktorbehälter von einem Fluid durchströmt und über die an den Schüttkörpern anhaftenden Mikroorganismen gereinigt. Während des Betriebs dieses Festbett-Drehrohrreaktors lösen sich aufgrund der Reibung einige Schüttkörper auf, so

dass das Festbett im Laufe der Zeit immer kleiner wird mit der Folge, dass die Reinigungsleistung nachlässt. Aus diesem Grunde muss der Festbett-Drehrohrreaktor in regelmäßigen Abständen abgeschaltet werden, damit das Festbett ergänzt werden kann.

**[0006]** Davon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, einen Festbettreaktor und ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem ein kontinuierlicher und damit kostengünstiger Betrieb möglich ist.

**[0007]** Als technische Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß ein Festbettreaktor gemäß den Merkmalen des Anspruches 1 und ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruches 8 vorgeschlagen. Vorteilhafte Weiterbildungen dieses Festbettreaktors und dieses Verfahrens sind den jeweiligen Unteransprüchen zu entnehmen.

**[0008]** Eine nach dieser technischen Lehre ausgebildeter Festbettreaktor und ein nach dieser technischen Lehre ausgeführtes Verfahren haben den Vorteil, dass durch die quasi Online erfolgende Einbringung von Schüttkörpern in den Reaktorbehälter der Betrieb des Festbettreaktors nicht unterbrochen werden braucht und kontinuierlich fortgeführt werden kann. Durch diese kontinuierliche Arbeitsweise erhöht sich die Wirtschaftlichkeit des erfindungsgemäßen Festbettreaktors erheblich. Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, im Reaktorbehälter ein drehbares Halteelement vorzusehen, welches an einer vertikal ausgerichteten Welle gehalten ist. Diese Welle hohl auszuführen und an deren oberen Ende eine Beschickungsöffnung und an deren unteren Ende nahe des unteren Randes des Halteelementes eine Ausgabeöffnung vorzusehen, ermöglicht, die einzelnen Schüttkörper über die Beschickungsöffnung in die hohle Welle zu bringen, wobei die Schüttkörper von der hohlen Welle über die Ausgabeöffnung in den Reaktorbehälter gelangen. Dies kann während des Betriebes des Reaktorbehälters geschehen, da das Innere der hohlen Welle keinen Beitrag zur Reinigung des Fluids leistet. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Welle so lang auszugestalten, dass die Beschickungsöffnung außerhalb des Reaktorbehälters liegt, um eine einfache und schnelle Beschickung zu ermöglichen.

**[0009]** In noch einer bevorzugten Ausführungsform ist in das Innere der Welle ein Schieber einführbar, mit dem vorzugsweise schwimmende Schüttkörper in das Fluid des Festbettreaktors gedrückt werden können. Dabei werden die schwimmenden Schüttkörper entgegen ihrer Auftriebskraft mit dem Schieber so weit nach unten gedrückt, dass die einzelnen Schüttkörper über die Ausgabeöffnung in die einzelnen Kammern des Halteelementes gelangen.

**[0010]** In einer vorteilhaften Weiterbildung ist am

Schieber ein Deckel vorgesehen, mit dem die Beschickungsöffnung der Welle während der Benutzung des Schiebers verschlossen werden kann um zu verhindern, dass während dieser Zeit durch die Beschickungsöffnung ein Teil des Mediums entweichen kann.

**[0011]** In einer bevorzugten Ausführungsform hat es sich als vorteilhaft erwiesen, im Inneren der Welle am unteren Rand der Ausgabeöffnung einen Konus vorzusehen, damit die Schüttkörper vom Konus geleitet besser in die Kammern des Halteelementes gelangen können.

**[0012]** In einer vorteilhaften Weiterbildung ist dieser Konus fluiddicht ausgebildet, damit das verbleibende Ende der Welle verschlossen wird und sich in diesem Teil der Welle kein Fluid ansammelt.

**[0013]** In einer weiteren, bevorzugten Weiterbildung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, an der Ausgabeöffnung eine Rückschlagklappe vorzusehen, um zu vermeiden, dass einzelne Schüttkörper unbeabsichtigt in das Innere der Welle gelangen.

**[0014]** Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Festbettreaktors und des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus der beigefügten Zeichnung und den nachstehend beschriebenen Ausführungsformen. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter ausgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln oder in beliebigen Kombinationen miteinander verwendet werden. Die erwähnten Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter. Es zeigen:

**[0015]** [Fig. 1a](#)) eine geschnitten dargestellte Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Festbettreaktors, geschnitten entlang Linie I-I in [Fig. 3](#), mit einem Schieber in einer ersten Position;

**[0016]** [Fig. 1b](#)) eine geschnitten dargestellte Seitenansicht des Festbettreaktors gemäß [Fig. 1a](#), mit dem Schieber in einer zweiten Position;

**[0017]** [Fig. 1c](#)) eine geschnitten dargestellte Seitenansicht des Festbettreaktors gemäß [Fig. 1a](#), mit dem Schieber in einer dritten Position;

**[0018]** [Fig. 2](#) eine Ausschnittsvergrößerung eines Teiles des Festbettreaktors gemäß [Fig. 1c](#), vergrößert entlang Linie II-II in [Fig. 1c](#);

**[0019]** [Fig. 3](#) eine geschnitten dargestellte Draufsicht auf den Festbettreaktor gemäß [Fig. 1a](#), geschnitten entlang Linie III-III in [Fig. 1a](#).

**[0020]** In den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) ist ein erfindungsgemäßer Festbettreaktor dargestellt. Dieser umfasst ei-

nen vertikal angeordneten Reaktorbehälter **10**, in dem ein aus einem Gitterdraht gebildetes Halteelement **12** drehbar gelagert ist. Unterhalb des Reaktorbehälters **10** ist ein Rührkessel **14** mit einem Rührwerk **16** vorgesehen, in dem das zu reinigende Fluid zunächst mittels eines Fluideintritts **18** einströmt und dort homogenisiert wird. Das derart homogenisierte Fluid steigt dann nach oben und wird an einem aus einer Vielzahl von schwimmenden Schüttkörpern **20** gebildeten Festbett vorbeigeleitet, welches in dem fluiddurchlässigen Halteelement **12** gehalten ist. Dabei dreht sich das Halteelement **12** um seine Hochachse und rotiert das Festbett innerhalb des Reaktorbehälters **10**. Während dieses Prozesses bildet sich im Reaktorbehälter **10** eine gleichmäßige und homogene Pfropfenströmung aus.

**[0021]** Das Halteelement **12** ist an einer vertikal angeordneten Welle **22** gehalten, die auf einer Stütze **24** am unteren Rand des Rührkessels **14** aufsitzt. Die Welle **22** ist hohl ausgebildet und reicht an ihrem oberen Ende aus dem Reaktorbehälter **10** heraus. An diesem, aus dem Reaktorbehälter **10** herausragenden Ende der Welle **22** ist eine Beschickungsöffnung **26** vorgesehen, welche mit einem abnehmbaren Deckel **27** verschlossen ist. In einem unteren Bereich der Welle **22** ist im Bereich des unteren Randes des Halteelementes **12** eine Ausgabeöffnung **28** ausgebildet, die sich über sämtliche Kammern des Halteelementes **12** erstreckt. Diese Ausgabeöffnung **28** ist vorzugsweise über den Umfang der Welle **22** umlaufend ausgebildet und liegt noch innerhalb des Halteelementes **12**. Unterhalb der Ausgabeöffnung **28** ist das Innere der Welle **22** mit einem Konus **29** verschlossen, damit der darunter liegende Teil der Welle **22** nicht mit Fluid gefüllt wird. Dieser Konus **29** reicht dabei mit seinem äußeren Rand bis an den unteren Rand der Ausgabeöffnung **28**, damit einzelne Schüttkörper **20** zielsicher vom Inneren der Welle **22** in das Halteelement **12** geleitet werden. Über diese Ausgabeöffnung **28** füllt sich das Innere der Welle **22** teilweise ebenfalls mit Fluid, jedoch trägt dieses nicht zur Reinigung des Fluids bei.

**[0022]** Die Beschickungsöffnung **26** eröffnet nun die Möglichkeit, eine Anzahl von Schüttkörpern **20** in das Innere der Welle **22** zu bringen. Da die Schüttkörper **20** vorzugsweise schwimmend ausgestaltet sind, werden diese zunächst in dem in der Welle **22** befindlichen Fluid schwimmen. Nun kann über die Beschickungsöffnung **26** ein Schieber **30** ins Innere der Welle **22** eingebracht werden, um die schwimmenden Schüttkörper **20** entgegen ihrer Auftriebskraft in den unteren Bereich der Welle **22** zu schieben, von wo sie über die Ausgabeöffnung **28** in die einzelnen Kammern des Halteelementes **12** gelangen. In [Fig. 2](#) ist dies im Detail dargestellt. Während dieser Zeit ist die Beschickungsöffnung **26** durch den am Schieber **30** gehaltenen Deckel **32** verschlossen.

**[0023]** In einer hier nicht dargestellten Ausführungsform ist an der Welle im Bereich der Ausgabeöffnung eine Rückschlagklappe schwenkbar angebracht, damit einzelne Schüttkörper nicht unbeabsichtigt in das Innere der Welle zurückgelangen können.

**[0024]** Dieser Prozess kann so oft wie nötig wiederholt werden, ohne dass dabei der Betrieb des Festbettreaktors eingestellt werden braucht.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Reaktorbehälter
<b>12</b>	Halteelement
<b>14</b>	Rührkessel
<b>16</b>	Rührwerk
<b>18</b>	Fluideintritt
<b>20</b>	Schüttkörper
<b>22</b>	Welle
<b>24</b>	Stütze
<b>26</b>	Beschickungsöffnung
<b>27</b>	Deckel
<b>28</b>	Ausgabeöffnung
<b>29</b>	Konus
<b>30</b>	Schieber
<b>32</b>	Deckel des Schiebers

#### Patentansprüche

1. Festbettreaktor zur biologischen Reinigung eines Fluids, insbesondere von Abwassern, mit einem Reaktorbehälter (10) in dem ein eine Vielzahl von Schüttkörpern (20) aufweisendes Festbett gehalten ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Reaktorbehälter (10) eine ein Halteelement (12) drehbar haltende Welle (22) innen hohl ausgebildet ist, dass die hohle Welle (22) an oder nahe ihrem oberen Ende eine Beschickungsöffnung (26) aufweist und dass die Welle (22) nahe des unteren Endes des Halteelementes (12) eine Ausgabeöffnung (28) aufweist, so dass während des Betriebs des Festbettreaktors eine Anzahl von Schüttkörpern (20) in den Reaktorbehälter (10) einbringbar sind, dass das Halteelement (12) mehrere, nebeneinander angeordnete Kammern aufweist, und dass sich die Ausgabeöffnung (28) über sämtliche Kammern des Halteelementes (12) erstreckt.

2. Festbettreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (22) aus dem Reaktorbehälter (10) herausragt, wobei die Beschickungsöffnung (26) außerhalb des Reaktorbehälters (10) angeordnet ist.

3. Festbettreaktor nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Welle ein Schieber (30) vorgesehen ist, mit dem die in der Welle (22) befindlichen Schüttkörper (20) nach unten schiebbar sind.

4. Festbettreaktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass am Schieber (30) ein Deckel (32) vorgesehen ist, mit dem die Beschickungsöffnung (26) der Welle (22) verschließbar ist, wobei der Schieber (30) bei geschlossener Beschickungsöffnung (26) durch den Deckel (32) hindurchreicht.

5. Festbettreaktor nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb der Ausgabeöffnung (28) im Inneren der Welle (22) ein Konus (29) angeordnet ist

6. Festbettreaktor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Konus (29) das untere Ende der Welle (22) fluiddicht abschließt.

7. Festbettreaktor nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Ausgabeöffnung eine Rückschlagklappe vorgesehen ist.

8. Verfahren zur Beschickung eines Festbettreaktor mit einem Reaktorbehälter (10), in dem ein eine Vielzahl von Schüttkörpern (20) aufweisendes Festbett gehalten ist, wobei eine Anzahl von Schüttkörpern (20) während des Betriebes des Festbettreaktors in den Reaktorbehälter (10) eingebracht werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl von schwimmenden Schüttkörpern (20) von Außen in das Innere einer ein Halteelement (12) haltenden Welle (22) geschüttet werden, dass die Schüttkörper (20) entgegen ihrer Auftriebskraft so weit in das Fluid gedrückt werden, bis sie über eine am unteren Rand des Halteelementes (12) vorgesehene Ausgabeöffnung in den Reaktorbehälter (10) gelangen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schüttkörper (20) über die Ausgabeöffnung in das Halteelement (12) gelangen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Welle (22) befindlichen, schwimmenden Schüttkörper (20) mittels eines Schiebers (30) nach unten gedrückt werden.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

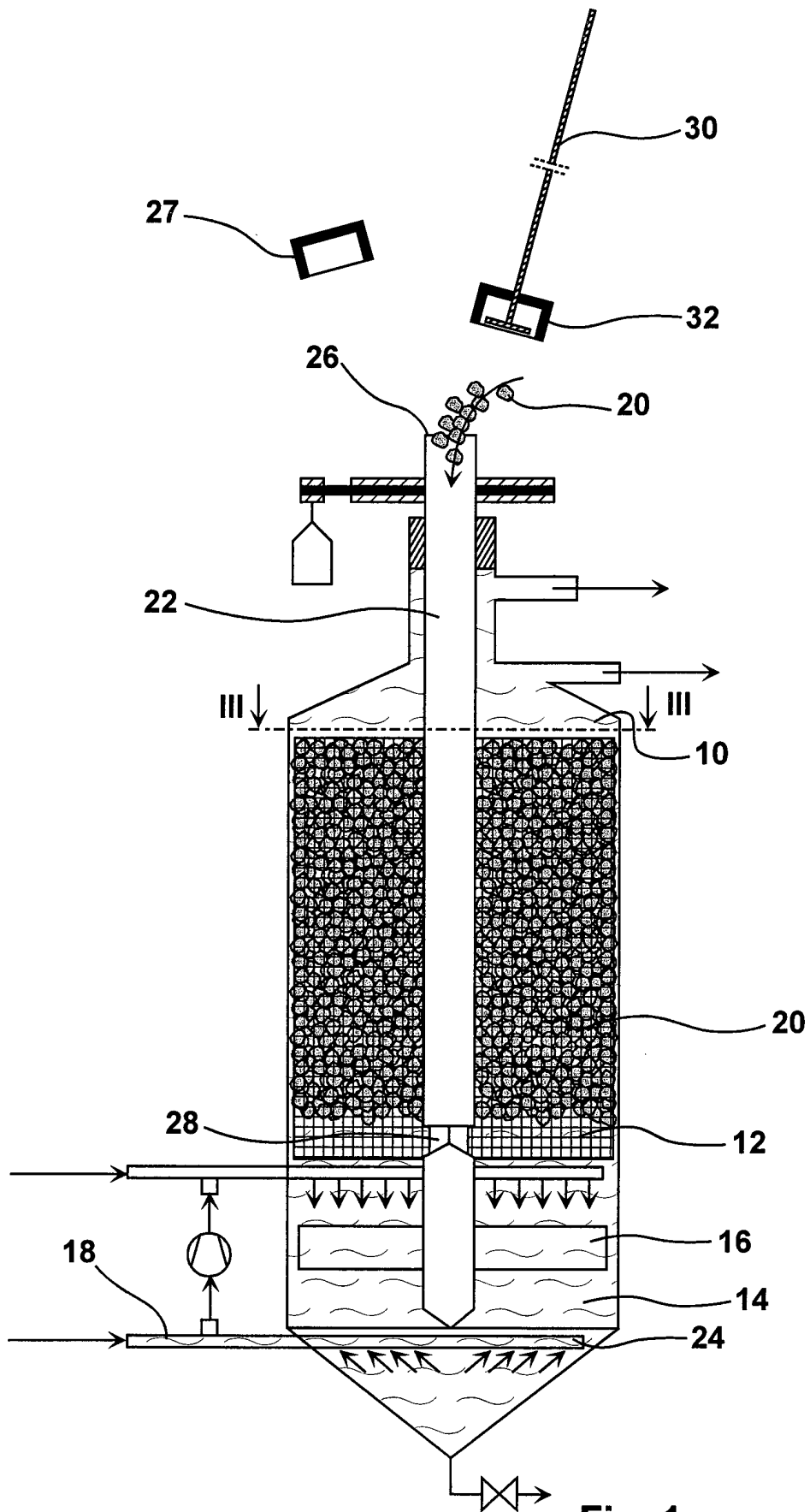


Fig. 1a

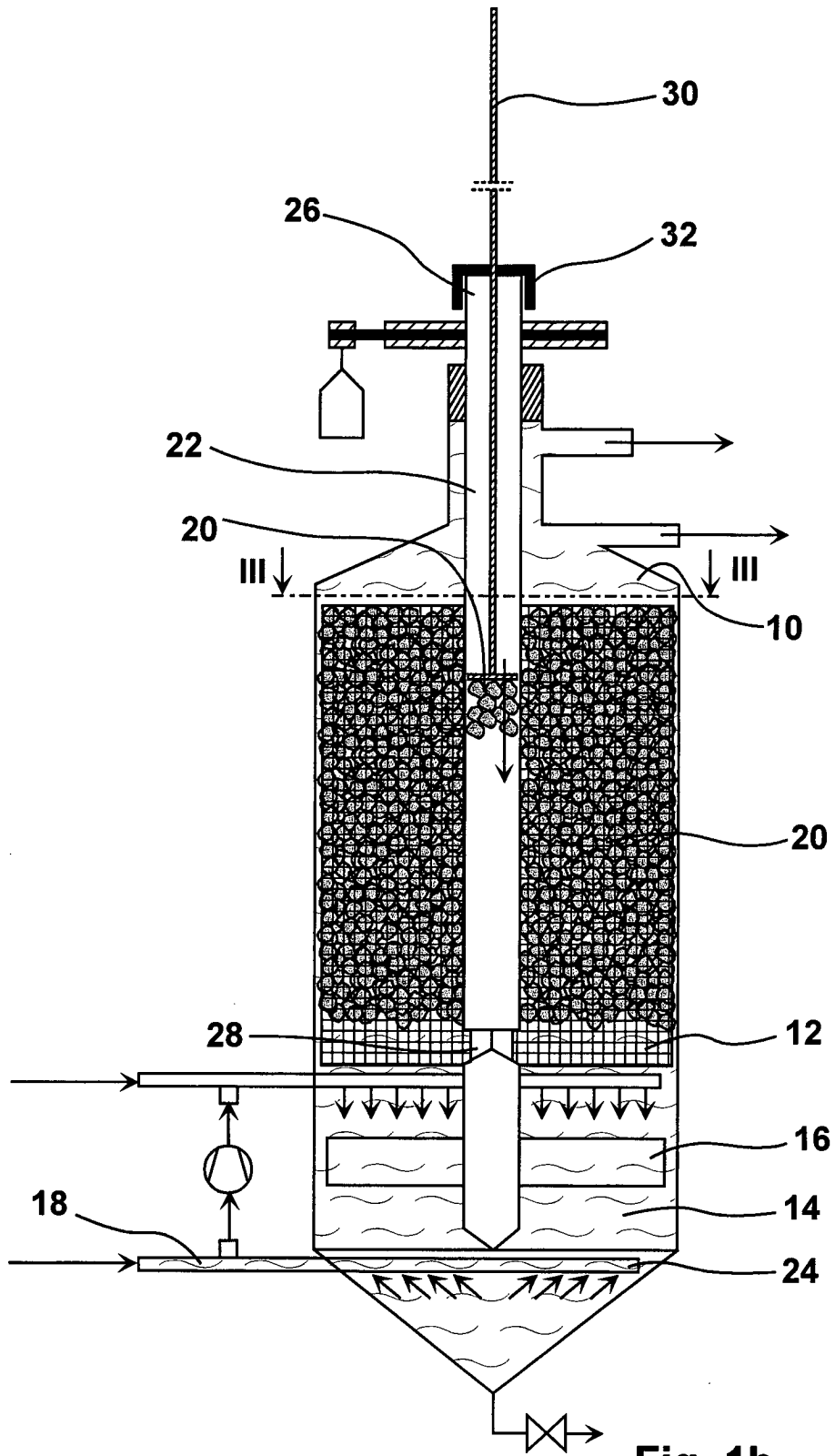


Fig. 1b

