

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 404/2009**

(51) Int. Cl.⁸: **C12M 1/00 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: **12.03.2009**

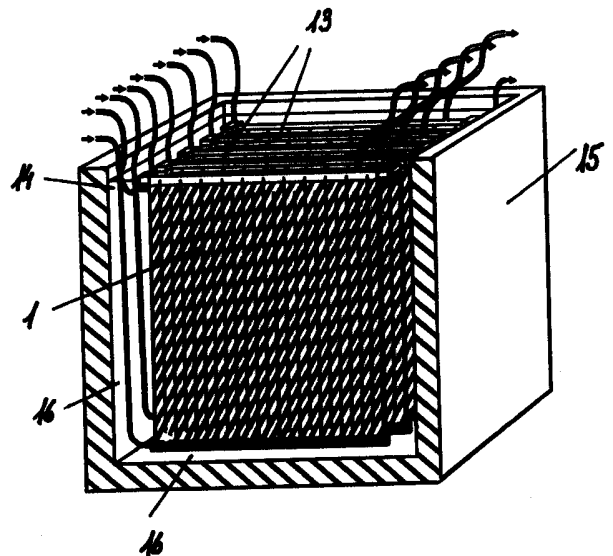
(43) Veröffentlicht am: **15.09.2010**

(73) Patentinhaber:

MOHR MARTIN MAG.
A-2410 HAINBURG (AT)
EMMINGER FRANZ
A-2410 HAINBURG (AT)

(54) **EINRICHTUNG FÜR EINEN PHOTOCHEMISCHEN PROZESS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess, insbesondere für eine Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung von, vorzugsweise phototrophen, Mikroorganismen. Ein Reaktor, insbesondere ein Bioreaktor, ist vorgesehen und ein Reaktionsmedium, beispielsweise eine wässrige Lösung oder eine Suspension, ist mäanderförmig in dem Reaktor geführt. Der vom Reaktionsmedium (6) durchflossene Reaktor besteht aus mindestens einem, aus zwei senkrecht oder in einem Winkel geneigten, unten verbundenen, Röhren (3) bzw. Kammern (8) gebildeten, Reaktorelement (2). Sowohl eine Einbringung als auch eine Ausbringung des Reaktionsmediums (6) in bzw. aus dem Reaktor erfolgt, vorzugsweise kontinuierlich, drucklos und frei zur Atmosphäre über die obere Reaktionsmediums-Oberfläche. Auf Grund des hydrostatischen Druck- und Niveauegleich ist eine für die Mikroorganismen stressfreie Strömung des Reaktionsmediums (6) gegeben. Der Reaktor mit seinen, vorzugsweise aus transparenten oder transluzenten Material bestehenden, Röhren (3) bzw. Kammern (8) ist in einer Licht leitenden Flüssigkeit (14) angeordnet.



Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess, insbesondere für eine Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung von, vorzugsweise phototrophen, Mikroorganismen. Ein Reaktor, insbesondere ein Bioreaktor, ist vorgesehen und ein Reaktionsmedium, beispielsweise eine wässrige Lösung oder eine Suspension, ist mäanderförmig in dem Reaktor geführt. Der vom Reaktionsmedium (6) durchflossene Reaktor besteht aus mindestens einem, aus zwei senkrecht oder in einem Winkel geneigten, unten verbundenen, Röhren (3) bzw. Kammern (8) gebildeten, Reaktorelement (2). Sowohl eine Einbringung als auch eine Ausbringung des Reaktionsmediums (6) in bzw. aus dem Reaktor erfolgt, vorzugsweise kontinuierlich, drucklos und frei zur Atmosphäre über die obere Reaktionsmediums-Oberfläche. Auf Grund des hydrostatischen Druck- und Niveaueausgleich ist eine für die Mikroorganismen stressfreie Strömung des Reaktionsmediums (6) gegeben. Der Reaktor mit seinen, vorzugsweise aus transparenten oder transluzenten Material bestehenden, Röhren (3) bzw. Kammern (8) ist in einer Licht leitenden Flüssigkeit (14) angeordnet.

Fig. 9

../12.3.09

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess, insbesondere für eine Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung von, vorzugsweise phototrophen, Mikroorganismen, wobei ein Reaktor, insbesondere ein Bioreaktor, vorgesehen ist und ein Reaktionsmedium, beispielsweise eine wässrige Lösung oder eine Suspension, mäanderförmig in dem Reaktor geführt ist.

Aus der DE 41 34 813 A1 ist ein Bioreaktor für phototrophe Mikroorganismen, welcher aus Glas oder Kunststoff besteht, bekannt. Das Kulturmedium wird entweder durch den Bioreaktor gepumpt oder mäanderförmig durch die waagrecht angeordneten Stegplatten nach unten geleitet. Weiters sind Turbulenz erzeugende Mittel in den Stegen angebracht. Entsprechend diesem Verfahren wird Kohlenstoffdioxid oben eingeleitet und zum Betrieb wird natürliches oder Kunstlicht verwendet. Der Bioreaktor wird in rechtem Winkel zur Lichtquelle gestellt bzw. nachgeführt.

Weiters sind auch aus der GB 2 235 210 A und der DE 196 44 992 C1 Bioreaktoren für phototrophe Mikroorganismen bzw. für photokatalytische Prozesse bekannt.

Aus der EP 738 686 A1 ist die photokatalytische Abwasserreinigung in einem Bioreaktor, wo die zu reinigende Flüssigkeit durch Stegmehrfachplatten aus transparentem Kunststoff geleitet wird, bekannt. Für die Regulierung der Temperatur können transluzente handelsübliche Mehrfachstegplatten Verwendung finden.

Ferner ist in der WO 98/18903 ein aktiv oder passiv temperierbares Solarelement aus Mehrfachstegplatten mit mindestens drei Gurten beschrieben. Schichten innerhalb des Reaktors werden wechselweise für einen photochemischen bzw. photosynthetischen Prozess genutzt. Dabei wird in einem geschlossenen Reaktor

mit abgedichteter Stirnseite und waagrecht angeordneten Stegplatten das Kulturmedium mäanderförmig nach unten geleitet.

Aus der WO 2008/079724 A2 ist ein Bioreaktor bekannt, der vom Reaktionsmedium horizontal durchflossen wird, wobei der Bioreaktor in einem Wasserbecken angeordnet ist.

Bekannt sind auch natürlich auch die Archimedische Schraube und die Spirale nach Da Vinci, beispielsweise aus Florian Manfred Grätz „Teilautomatische Generierung von Stromlauf- und Fluidplänen für mechatronische Systeme (Diss. München Techn. Univ. 2006) ISBN 10 3-8316-0643-9.

Darüber hinaus ist aus der DE 195 07 149 C2 eine Wasserkraftschnecke mit einem Trog und einem Generator zur Stromgewinnung bekannt. Aus der DE 41 39 134 C2 ist eine Wasserkraftschnecke zur Energieumwandlung bekannt.

Natürlich ist der hydrostatische Kräfteausgleich als hydrostatisches Paradoxon, auch genannt Pascalsches Paradoxon, bekannt. Dieser ist ein scheinbares Paradoxon, welches das Phänomen beschreibt, dass eine Flüssigkeit einen Schweredruck, abhängig von der Füllhöhe der Flüssigkeit auf den Boden eines Gefäßes, bewirkt, die Form des Gefäßes aber keinen Einfluss ausübt.

Als kommunizierende Gefäße oder kommunizierende Röhren benennt man oben offene, unten verbundene Gefäße. Ein homogenes Fluid steht in ihnen in gleicher Höhe, weil der Luftdruck und die Schwerkraft auf die Gefäße gleichermaßen wirken. Bei inhomogenen Flüssigkeiten verhalten sich die Flüssigkeitssäulen in der Höhe umgekehrt zu ihrem spezifischen Gewicht.

Üblicherweise wird – wie auch in einigen oben angeführten Verfahren - der Transport in Solarreaktoren durch handelsübliche Pumpverfahren durchgeführt. Diese Vorgehensweise verursacht Stress im Reaktionsmedium, sei es durch hohen Druck, Unterdruck, starke Beschleunigung oder Quetschung. Diesem

Stress ausgesetzt, fallen die meisten phototrophen Mikroorganismen in ihren potenziellen photosynthetischen Fähigkeiten ab. Zellen werden zerstört, geschädigt und oder die Mikroorganismen brauchen Zeit und/oder Stoffwechselprodukte zur Regeneration, bevor sie die ihnen zugewiesenen Prozesse wieder voll aufnehmen können. Ebenso fallen, diesem Stress ausgesetzt, die meisten photochemischen Prozesse in ihren potenziellen photokatalytischen Fähigkeiten ab, da Moleküle zerstört oder geschädigt werden und/oder Zeit und/oder weitere Oxidationsmittel benötigen, bevor sie die Ihnen zugewiesenen Prozesse wieder voll aufnehmen können.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung der eingangs zitierten Art zu schaffen, die einerseits die obigen Nachteile vermeidet und die andererseits bei einer einfachen und wirtschaftlichen Herstellung aufgrund ihrer Bauweise eine qualitative und vor allem quantitative Erhöhung der Ausbeute bzw. der Ernte ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der vom Reaktionsmedium durchflossene Reaktor aus mindestens einem, aus zwei senkrecht oder in einem Winkel geneigten, unten verbundenen, Röhren bzw. Kammern gebildeten, Reaktorelement besteht, wobei sowohl eine Einbringung als auch eine Ausbringung des Reaktionsmediums in bzw. aus dem Reaktor, vorzugsweise kontinuierlich, drucklos und frei zur Atmosphäre über die obere Reaktionsmediums-Oberfläche erfolgt und auf Grund des hydrostatischen Druck- und Niveauegleich eine für die Mikroorganismen stressfreie Strömung des Reaktionsmediums gegeben ist und dass der Reaktor mit seinen, vorzugsweise aus transparenten oder transluzenten Material bestehenden, Röhren bzw. Kammern in einer Licht leitenden Flüssigkeit angeordnet ist. Mit der Erfindung ist es erstmals möglich, eine Anlage für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess, insbesondere für eine Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung von, vorzugsweise phototrophen, Mikroorganismen herzustellen, die sowohl in den Baukosten, wie auch im Betrieb

den heutigen wirtschaftlichen Anforderungen, insbesondere in Hinblick auf Qualität und Betriebssicherheit, gerecht wird.

Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung und dem dieser Einrichtung zugrunde liegenden Verfahren wird ein für die Mikroorganismen schonender Transport erreicht, so dass eine Schädigung im Zuge ihres Produktionsverfahrens vermieden wird. Durch ein kontrolliertes Einbringen des Reaktionsmediums im Bereich des oberen Flüssigkeitsspiegels kann die Durchflussgeschwindigkeit des Reaktionsmediums durch das Reaktorelement, vorausgesetzt natürlich es ist gefüllt, definiert werden. Das Reaktionsmedium fließt mäanderartig durch die aufrechten miteinander verbundenen Reaktorelemente. Die Reaktorelemente sind so miteinander verbunden, dass der Einlass und der Auslass oben angeordnet sind. Die Reaktorelemente sind ganz oder teilweise nach oben hin offen. Der Durchfluss wird unter Ausnutzung des hydrostatischen Druckausgleiches mit minimalem Höhenverlust innerhalb des gesamten Reaktors erreicht. Durch den weitestgehend druckfreien und appressionsfreien Transport des Reaktionsmediums in einem Biosolarreaktor wird der Reaktionsprozess möglichst wenig beeinträchtigt.

Darüber hinaus ist für den Bau eines derartigen Bioreaktors ein minimaler Materialaufwand notwendig, der die Wirtschaftlichkeit steigert.

Das Verfahren und die entsprechende erfindungsgemäße Einrichtung bzw. Anlage kann beispielsweise für folgende Anwendungsbereiche eingesetzt werden:

- Die photokatalytische Reinigung von Abwasser
- Die photosynthetische Verstoffwechslung von CO₂ zu Sauerstoff, durch phototrophe Mikroorganismen
- Zucht und Produktion von phototrophen Mikroorganismen für Forschungszwecke
- Forschung an photochemischen und oder photosynthetischen Prozessen
- Zucht und Produktion von phototrophen Mikroorganismen für Nahrungsmittelprodukte und Nahrungsmittelgrundstoffe

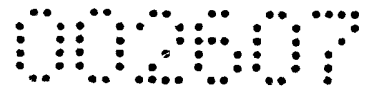
- Zucht und Produktion von phototrophen Mikroorganismen für Grundstoffe der pharmazeutischen Industrie
- Zucht und Produktion von phototrophen Mikroorganismen für Kraftstoffe und Grundstoffe für Kraftstoffproduktion und Energiegewinnung
- Zucht und Produktion von phototrophen Mikroorganismen für Grundstoffe der chemischen Industrie
- Zucht und Produktion von phototrophen Mikroorganismen die nutzbare Gase z.B. Wasserstoff) im photosynthetischen Prozess abgeben

Durch die Nutzung des hydrostatischen Kräfteausgleichs beim Durchfließen des Reaktionsmediums der Reaktorelemente erfolgt quasi ein stressfreier Transport der gegebenenfalls mitgeführten Mikroorganismen. Ferner kann eine Energieoptimierung, eine definierte Lichtführung, eine Platzoptimierung, eine Versorgung mit Zusatzstoffen, eine definierte Temperierung, eine gezielte Steuerung sowie eine verbesserte Gasausbringung erzielt werden.

Ein gravierender Vorteil dieser erfindungsgemäßen Einrichtung ist auch darin zu sehen, dass die Temperatur des Reaktionsmediums über die Licht leitende Flüssigkeit und auch über die in das Reaktionsmedium einzubringenden Stoffe kontrolliert werden kann. Weiters bringt diese erfindungsgemäße Einrichtung bei einem Einsatz in warmen Regionen den Vorteil mit sich, dass die Licht leitende Flüssigkeit wie ein Puffer für die Tag-Nacht Temperaturschwankungen wirkt. Die Gesamteffizienz wird dadurch erhöht.

Die Licht leitende Flüssigkeit sollte vorzugsweise weitgehendst unbelebt bis steril sein und gegebenenfalls die Dichte von Meerwasser aufweisen. Es ist durchaus vorstellbar, dass auch Silikonöl Verwendung finden kann.

Nach einem besonderen Merkmal der Erfindung ist bei einer Verbindung zu einem Reaktorpanel von zwei oder mehr Reaktorelementen deren Trennwand niedriger als die Trennwand zwischen den Röhren bzw. Kammern des Reaktorelementes ausgebildet, wodurch ein Überlauf bzw. eine kommunizierende Öffnung entsteht, wenn der Flüssigkeitsstand in den Reaktorelementen höher als die Trennwand



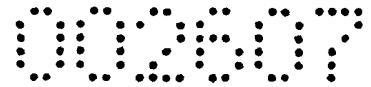
zwischen den Reaktorelementen ist und das Reaktorpaneel mäanderförmig durchfließbar ist. Ein Reaktorelement ist wie ein kommunizierendes Gefäß ausgebildet. Durch diese Art der Serienschaltung von Reaktorelementen ist die Möglichkeit gegeben, eine definierte Durchflusstrecke zu bilden.

Die den jeweiligen phototrophen Mikroorganismen oder photochemischen Anforderungen angepasste und dem Prozessergebnis entsprechend optimale Verweildauer innerhalb des gesamten Reaktors kann durch folgende Parameter beeinflusst werden:

- Durchflussgeschwindigkeit
- Querschnitt der Reaktorelemente
- Höhe der Reaktorelemente
- Anzahl und Beschaffenheit der eingebrachten, nicht gasförmigen Stoffe
- Beschaffenheit, Anzahl, Dichte und Druck der eingeblasenen Gase
- Die Anzahl der in mäanderartiger Führung verbundenen Reaktorelemente
- Die Möglichkeit Prozessabgase auszubringen
- Prozesstemperaturen
- Verweildauer und Stellung zu Licht
- Verweildauer in Reifungstanks und/oder Dunkeltanks

Für den gesamten Prozess ist gegebenenfalls im Idealfall und bei entsprechender baulicher Gegebenheit ein einmaliges kontinuierliches Transportieren des Mediums vom Einlass zum Auslass möglich.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die den Reaktor umgebende Licht leitende Flüssigkeit in einem oben offenen Behälter oder Becken, dessen Innenflächen vorzugsweise Licht reflektierend ausgeführt sind, vorgesehen. Wie an sich bekannt ist Licht für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess unabdingbare Voraussetzung. Um nun das Licht optimal dem Biosolarreaktor zur Verfügung zu stellen, werden die Innenflächen als Reflektoren ausgebildet.



Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind über der Licht leitenden Flüssigkeit bzw. über dem Behälter oder Becken Reflektoren vorgesehen, die Licht, vorzugsweise das Sonnenlicht, in die Licht leitende Flüssigkeit, vorzugsweise in einem rechten Winkel zur Flüssigkeitsoberfläche, einleiten. Derartige weitere Reflektoren erhöhen die Lichtoptimierung für den Prozess. Durch die gegebenenfalls senkrechte Lichteinbringung zur Flüssigkeitsoberfläche und der Verspiegelung der Behälterinnenwände erfolgt quasi eine Multiplikation der Lichteinstrahlung, wodurch der Prozess optimiert werden kann.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind zur Sammlung des in die Licht leitende Flüssigkeit einleitbaren Lichtes Licht-Kollektoren vorgesehen, die insbesondere vor den Reflektoren angeordnet sind. Auch dadurch kann eine entsprechend gesteigerte Lichtzufuhr für den Prozess erreicht werden.

Nach einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung sind vor dem Einleiten des Lichtes in die Licht leitende Flüssigkeit Filter, insbesondere zur Filterung der für die Mikroorganismen schädlichen Wellenlängen, vorgesehen. Mit derartigen, entsprechenden Filtern kann der Prozess optimiert werden.

Gemäß einer weiteren besonderen Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Einleitung des Lichtes in die Licht leitende Flüssigkeit gepulst. Entsprechend den Erfordernissen des Prozesses kann auch eine gepulste Lichtzufuhr noch bessere Ergebnisse mit sich bringen.

Nach einem besonderen Merkmal der Erfindung bestehen die Röhren aus, insbesondere aus Kunststoff hergestellten, Folienschläuchen, deren Enden mit Umlenkeinrichtungen dicht verbunden sind. Diese Folienschläuche weisen eine dünne Wandstärke auf und sind kostengünstig am Markt zu beschaffen. Durch die drucklose Flüssigkeit in Flüssigkeit Situation werden die Folienschläuche keinen Kräften ausgesetzt, die etwaige Beschädigungen verursachen könnten. Da somit praktisch keine Belastung der Folienschläuche gegeben ist, ist eine hohe Lebensdauer zu erwarten.

Entsprechend einer alternativen Ausführung der Erfindung sind die mäanderförmig miteinander verbundenen Kammern aus zwei Folien, die parallele Längsverschweißungen aufweisen, gebildet, wobei die Umlenkung über Umlenkeinrichtungen erfolgt. Auch die Herstellung einer derart geschweißten Folie ist problemlos und kostengünstig. Eine solche längsverschweißte Folie ermöglicht ein aufrechtes und möglichst widerstandsarmes Durchfließen von einer, mit Mikroorganismen und Nährstoffen angereicherten, Suspension zur Zucht von phototrophen Mikroorganismen.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Umlenkeinrichtung ein U-förmiger, vorzugsweise einen elliptischen Querschnitt aufweisender, Rohrteil, der mit den durch die Längsschweißungen gebildeten Kammern verbunden ist. Diese Umlenkeinrichtungen erwirken eine obere bzw. eine untere Umlenkung der Suspension, ohne dass eine Kontamination der Mikroorganismen in der Umgebung zugelassen wird. Bei der Einrichtung für Folienschlauchreaktoren werden Einzelschläuche aus Kunststoffolie über die Enden der Rohre gezogen und befestigt. Bei den längsverschweißten Reaktoren werden die beiden Seiten an elliptische Aufnahmerohre geklemmt.

Nach einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist die, vorzugsweise vorgefertigte, Umlenkeinrichtung ein U-förmiger Rohrteil, der für eine Einbringung an der Unterseite des Reaktors in das Reaktionsmedium von flüssigen und/oder gasförmigen Zusatzstoffen, bzw. für die Ausbringung von gasförmigen Prozessprodukten mindestens eine Bohrung für ein, Mikrobohrungen aufweisendes, Einschubrohr oder ein integriertes Einschubrohr aufweist. Diese unteren Umlenkungen schaffen die Möglichkeit der Versorgung der Mikroorganismen mit wenigstens einem flüssigen und/oder gasförmigen Nährstoff. Entsprechend dem ablaufenden Prozess kann die Einbringung in jeder Umlenkung oder in Abständen erfolgen.

In der oberen Umlenkung können im Prozess anfallende Gase oder andere Stoffe gleichzeitig zur Umlenkung der Suspension ausgebracht werden, ohne die Suspension mit Fremdorganismen aus der Umgebung zu kontaminieren in dem

die Gasrohre zum Absaugen von im Prozess entstehenden oder überschüssigen Gasen eingesetzt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist das Einschubrohr im Bereich des von unten nach oben fließenden Reaktionsmediums eine größere Anzahl und/oder einen größeren Durchmesser aufweisende Mikrobohrungen als im Bereich des von oben nach unten bzw. in Richtung der Schwerkraft fließenden Reaktionsmediums auf. Dadurch wird – entsprechend der Arbeitsweise einer Mammutpumpe – der Flüssigkeitsspiegel in der von unten nach oben durchflossenen Röhre oder Kammer in einer Art „Gaslifteffekt“ gegenüber der von oben nach unten durchflossenen Röhre bzw. Kammer angehoben. Diese Differenz des Flüssigkeitsspiegels kann bei einer oftmaligen Hintereinanderschaltung von solchen Einheiten und vermehrter Gaseinbringung in jede aufsteigende Röhre zu einem Anstieg des Flüssigkeitsspiegels am Ende der letzten Röhre bzw. Kammer gegenüber der ersten Röhre oder Kammer führen, wenn die Konstruktion des Reaktors den Anstieg des Flüssigkeitsspiegel berücksichtigt. Trotz dieser vermehrten Einbringung von, vorzugsweise gasförmigen, Zusatzstoffe erfolgt ein stressfreier Transport der Mikroorganismen.

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung weist das Einschubrohr an beiden Enden ein Außen- und/oder ein Innengewinde auf. Die Gasrohre sind beispielsweise derart ausgeführt, dass sie durch eine Überwurfmutter gasdicht mit der Baugruppe abschließen können. Wenigstens einer dieser Überwurfmutter ist mit einem Anschluss für eine Gasleitung versehen.

Weiters kann das Gasrohr über sein Innengewinde mit einem Verbindungsstück versehen sein, das an ein weiteres Gasrohr geschraubt werden kann.

Zum Wechseln wird an einer Seite die Überwurfmutter abgeschraubt, das Verbindungsstück angebracht und das neue Gasrohr an das andere Ende des Verbindungsstückes angebracht. Mit dem neuen Gasrohr wird das zu tauschende Gasrohr durch die Baugruppe geschoben und nimmt dabei gleichzeitig seine Stelle ein. So wird gewährleistet, dass bei minimalem Gasverlust oder

Flüssigkeitsverlust das zu wechselnde Gasrohr mit dem neuem Gasrohr durch die Baugruppe geschoben wird. Diese Ausführung ermöglicht ein Warten oder Verändern der Eingansvorrichtung ohne Betriebsunterbrechung bzw. einer nur minimalen Beeinträchtigung des Prozesses.

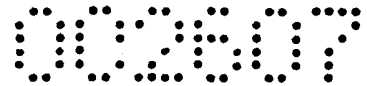
Das Wechseln der Gasrohre kann folgenden Funktionen innerhalb von Teilen der Photo-Bio-Reaktoren oder der Gesamtanlage erfüllen:

- zur Wartung
- zur Änderung der Fließgeschwindigkeit
- zur Änderung der Nährlösung
- zum Anpassen der Nährlösung an die Lebensphase der phototrophen Mikroorganismen
- zum Bekämpfen von Krankheiten
- zum Ernten der Mikroorganismen
- zum Abtöten von Teilen oder der Gesamtheit der Mikroorganismen

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist zum Transport des Reaktionsmediums sowohl innerhalb des Reaktors als auch zwischen Reaktoren eine Archimedische Schraube oder eine Spirale nach Da Vinci oder eine Mammutpumpe vorgesehen. Bei einer derartigen Einrichtung sind auf einer Achse einmalig oder mehrfach gelagert ein oder mehrere Schläuche oder Stege spiralförmig aufgewickelt und in einer beliebigen Technik, beispielsweise geschraubt, verklebt, etc., stabil befestigt. Der oder die jeweiligen Schläuche oder Stege sind an beiden Enden offen. Das Transportelement ist so ausgerichtet und gelagert, dass das untere Ende der Schläuche oder Stege Reaktionsmedium aus einem Behältnis schöpft.

Schläuche oder Stege sind jedoch nur soweit ins Reaktionsmedium getaucht, das bei jeder Umdrehung das Schlauchende oder der Steg außerhalb des Reaktionsmediums über die Oberfläche gelangt.

Durch eine langsame Drehung in Spiralrichtung, die keine wesentlichen Zentrifugalkräfte erzeugt, wird das Reaktormedium unter Ausnutzung des



hydrostatischen Druckausgleiches in den jeweiligen unteren Hälften der Schläuche oder Stege ans obere Ende der Schraube transportiert. Bei jeder Drehung wird die, in der zuoberst gelegen Halbwindung befindliche Flüssigkeit freigegeben und fällt in ein gegenüber dem Ausgangsbehältnis höher gelegenes Behältnis. Durch wahlweise ganzes oder teilweises Verschließen der Transportvorrichtung kann Spritzverlust und oder Gasaustritt vermieden werden.

Nach einem besonderen Merkmal der Erfindung ist über dem Behälter oder Becken, in dem die Einrichtung vorgesehen ist, eine Abdeckung, beispielsweise eine Kuppel, aus transparenten oder transluzenten Material, beispielsweise eine Glaskuppel, für eine geschlossene Bauweise der Anlage vorgesehen. Dadurch ist bei einem Einsatz in so genannten warmen Regionen der Vorteil gegeben, dass durch die geschlossene Bauweise eine Rückgewinnung der verdunsteten Flüssigkeit möglich ist.

Die Erfindung wird an Hand von Ausführungsbeispielen, die in der Zeichnung dargestellt sind, näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Bioreaktor bestehend aus Röhren,

Fig. 2 eine Draufsicht gemäß Fig. 1,

Fig. 3 einen Seitenriss gemäß Fig. 1,

Fig. 4 einen Bioreaktor bestehend aus Stegplatten,

Fig. 5 eine Draufsicht gemäß Fig. 4,

Fig. 6 einen Seitenriss gemäß Fig. 4,

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Röhre,

Fig. 8 eine Prinzipskizze für den „Gaslift“-Effekt,

Fig. 9 eine Einrichtung für einen photochemischen Prozess in einem Becken,

Fig. 10 eine schematische Darstellung der Lichtführung,

Fig. 11 und Fig. 12 eine Umlenkeinrichtung für Folienschläuche,

Fig. 13 und Fig. 14 eine Umlenkeinrichtung für längsgeschweißte Folien,

Fig. 15 eine schematische Darstellung einer Einrichtung aus Mehrfachstegplatten

Fig. 16 und Fig. 17 eine Umlenkeinrichtung für die Einrichtung gemäß Fig. 15,

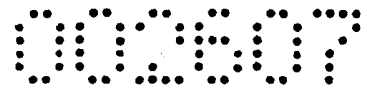
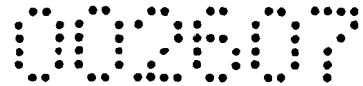


Fig. 18 und Fig. 19 eine Einbringung der Zusatzstoffe in Mittelteil der Folienschläuche.

Gemäß der Fig. 1 bis 3 besteht ein Reaktor, insbesondere ein Biosolarreaktor 1, aus mindestens einem Reaktorelement 2, das aus zwei aufrechten, unten verbundenen Röhren 3 gebildet ist. Ein Einlass 4 sowie auch ein Auslass 5 sind am oberen Reaktorrund vorgesehen. Für den Aufbau eines Biosolarreaktors 1 werden eine Vielzahl an Reaktorelementen 2 in Serie geschaltet, wobei immer ein Auslass 5 mit einem Einlass 4 verbunden ist.

Ein derartiger Biosolarreaktor 1 wird für ein Verfahren für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess, insbesondere für eine Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung von, vorzugsweise phototrophen, Mikroorganismen eingesetzt. Für seinen Betrieb wird der Biosolarreaktor 1 mit einem Reaktionsmedium 6, beispielsweise einer wässrigen Lösung oder einer Suspension, gefüllt. Im Betrieb wird der Biosolarreaktor 1 nur mehr über seinen ersten Einlass 4 gespeist. Die Führung bzw. Flussrichtung des Reaktionsmediums 6 erfolgt aufrecht, vorzugsweise senkrecht, einmal von oben nach unten und von unten nach oben in einem Reaktorelement 2. Bei einer Hintereinanderschaltung von mehreren Reaktorelementen 2, die miteinander verbunden sind, fließt das Reaktionsmedium 6 mäanderförmig durch den Reaktor. Sowohl die Einbringung bzw. Einspeisung als auch die Ausbringung des Reaktionsmediums 6 in bzw. aus dem Biosolarreaktor 1, erfolgt vorzugsweise kontinuierlich, drucklos und frei zur Atmosphäre über die obere Reaktionsmediums-Oberfläche bzw. knapp über dem oberen Flüssigkeitsspiegel oder im Bereich des oberen Flüssigkeitsspiegels des Reaktionsmediums 6.

Die Reaktorelemente 2, sind somit mäanderartig als kommunizierende Röhren 3 miteinander verbunden, wobei der Einlass 4 und der Auslass 5 oben liegen. Die Reaktorelemente 2 sind ganz oder teilweise, je nach Bedarf, nach oben hin offen. Auf Grund des hydrostatischen Druck- und Niveaueausgleichs erfolgt über die Einspeisung von Reaktionsmedium 6 am Einlass 4 eine Strömung des Reaktionsmediums 6. Für das Verfahren bedeutet das, dass für die



Mikroorganismen eine stressfreie Strömung des Reaktionsmediums 6 erzeugt wird. Dadurch wird ein freies Fließen zwischen den einzelnen Reaktorelementen 2 ermöglicht, ohne dass weitere Energie zugeführt werden muss.

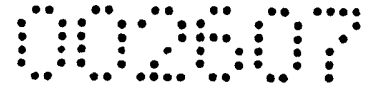
Das Reaktionsmedium 6 bewegt sich, im Bestreben der Flüssigkeit den Höhenunterschied zwischen Einlass 4 und Auslass 5 auszugleichen, mit minimalem Höhenverlust mäanderartig durch den Reaktor.

Gemäß den Fig. 4 bis 6 ist eine alternative Bauart eines Biosolarreaktors 1 aufgezeigt. Dieser Biosolarreaktor 1, besteht aus Steg- bzw. Stegmehrfachplatten 7. Bei dieser Bauart besteht ein Reaktorelement 2 aus zwei, vorzugsweise rechteckigen, aufrechten, aus den Steg- bzw. Stegmehrfachplatten 7 gebildeten Kammern 8, die durch eine Trennwand 9, die am Boden offen ist, gebildet ist. Sowohl der Einlass 4 für die Einbringung bzw. Einspeisung als auch der Auslass 5 ist am oberen Reaktorrand vorgesehen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 4 sind bereits zwei Reaktorelemente 2 verbunden.

Bei einer Verbindung von zwei oder mehr Reaktorelementen 2 ist deren Trennwand 10 niedriger als die Trennwand 9 zwischen den Röhren 3 bzw. Kammern 8 eines Reaktorelementes 2 ausgebildet. Dadurch entsteht ein Überlauf bzw. eine kommunizierende Öffnung, wenn der Flüssigkeitsstand in den Reaktorelementen 2 höher als die Trennwand 10 zwischen den Reaktorelementen 2 ist. Dadurch wird der Energieverbrauch minimiert, indem auf Pumpen zwischen den Prozessschritten weitestgehend verzichtet werden kann und beliebig viele gleich oder verschiedene Prozessschritte in selber Durchflusshöhe aneinander gekoppelt werden können.

Die einzelnen Reaktorelemente 2 können transparent oder transluzent oder bei Bedarf auch lichtdicht ausgeführt sein. Als Materialien können sowohl Glas oder UV-durchlässiger Kunststoff, wie z.B. Polymethylmethacrylat Verwendung finden.

Die Befüllung sowie der Betrieb des Biosolarreaktors 1 erfolgen analog den Ausführungen zu den Fig. 1 bis 3.



In Hinblick auf die Lichteinstrahlung auf die Reaktorelemente 2 – auf die noch später näher eingegangen wird – ist gemäß der Fig. 6 ein geneigter Reaktor gezeigt. Trotzdem, dass der Reaktor in einem Winkel geneigt ist, fließt das Reaktionsmedium 6 einmal von oben nach unten bzw. in Richtung Schwerkraft und von unten nach oben bzw. gegen die Richtung der Schwerkraft.

Gemäß der Fig. 1 und der Fig. 4 ist für die, kontinuierliche oder chargenweise, Einbringung von Zusatzstoffen 12, wie beispielsweise Nährstofflösungen bzw. – gasen und/oder Oxidationsmittel und/oder Wirksubstanzen und/oder den Prozess fördernde gelöste Stoffe bzw. Gase, vorzugsweise während des Prozesses, an der Reaktorunterseite, im Bereich der Umlenkung des Reaktionsmediums 6, mindestens ein Einbringungseinlass 11, beispielsweise ein steuerbares Ventil, vorgesehen.

Entsprechend dem Verfahren wird das Reaktionsmedium 6 wahlweise vor dem Eintritt in den Reaktor mit CO₂ oder anderen Gasen gesättigt. der Sättigungsgrad wird den Bedürfnissen des Prozesses entsprechend angereichert und /oder während des Verweilen im Reaktor mit CO₂ anderen Gasen versorgt.

Der im photosynthetischen Prozess, durch stetes Heranwachsen der Mikroorganismen, sinkende CO₂ Gehalt im Reaktionsmedium 6 kann durch die kontinuierliche oder gepagte Einbringung von CO₂ ausgeglichen werden.

Der im photochemischen Prozess, durch stetes Reagieren sinkende Wirkungsgrad im Reaktionsmedium kann durch die, kontinuierliche und/oder chargenweise, Einbringung weiterer Wirkgase ausgeglichen werden.

Durch die Einbringung der Zusatzstoffe am unteren Ende der Flüssigkeitssäule über die Einbringungseinlässe 11 gemäß der Fig. 7 erfolgt eine Durchmischung und gleichmäßige Verteilung der Zusatzstoffe im Reaktionsmedium 6.

Das Einbringen von Zusatzstoffen 12, wie Fluide und Gase optimiert weiters die Versorgung mit Licht, da durch die somit entstehende Verwirbelung im Reaktionsmedium 6 alle Moleküle oder phototrophen Mikroorganismen

ausreichend an die mit Licht durchflutete, außenwandnahe Lichtzone – angedeutet mit den Pfeilen 13 - des Reaktorelementes 2 geführt werden.

Die Einbringung von Fluiden und Gasen erzeugt eine Verwirbelung im Reaktionsmedium 6, wodurch ein weiterer vorteilhafter Effekt zum Tragen kommt, nämlich dass durch das Aufsteigen der Gasbläschen eine kontinuierliche Reinigung der Reaktorinnenflächen bewirkt wird.

Ferner kann auch durch definiert eingebrachten Fluide und Gase eine Erwärmung oder Abkühlung des Reaktionsmediums 6 erfolgen. Die eingebrachten Zusatzstoffe 12 können somit zum kontrollierten Temperieren des Reaktionsmediums 6 herangezogen werden.

Gemäß der Fig. 8 wird die Einbringung von flüssigen und/oder gasförmigen Stoffen bzw. Zusatzstoffen 12 an der Unterseite im Bereich der Umlenkung des Reaktionsmediums 6 durchgeführt. Bei einer besonderen Ausführungsform des Reaktors wird im Bereich des von unten nach oben bzw. gegen die Richtung der Schwerkraft fließenden Reaktionsmediums 6 eine größere Menge von flüssigen und/oder gasförmigen Stoffen bzw. Zusatzstoffen 12 eingebracht als im Bereich des von oben nach unten bzw. in Richtung der Schwerkraft fließenden Reaktionsmediums 6. Dadurch wird – wie bereits angesprochen, entsprechend der Arbeitsweise einer Mammutpumpe – der Flüssigkeitsspiegel in der von unten nach oben durchflossenen Röhre 3 oder Kammer in einer Art „Gaslifteffekt“ gegenüber der von oben nach unten durchflossenen Röhre 3 bzw. Kammer 8 angehoben. Diese Differenz des Flüssigkeitsspiegels Δ kann bei einer oftmaligen Hintereinanderschaltung von Reaktorelementen 2 mit vermehrter Gaseinbringung in jede aufsteigende Röhre 3 zu einem Anstieg des Flüssigkeitsspiegels am Ende der letzten Röhre 3 bzw. Kammer 8 gegenüber der ersten Röhre 3 oder Kammer 8 führen, wenn die Konstruktion des Reaktors den Anstieg des Flüssigkeitsspiegels berücksichtigt. Trotz dieser vermehrten Einbringung von, vorzugsweise gasförmigen, Zusatzstoffen 12 erfolgt ein stressfreier Transport der Mikroorganismen.

Gemäß der Fig. 9 besteht der vom Reaktionsmedium 6 durchflossene Reaktor aus mindestens einem, aus zwei senkrecht oder in einem Winkel geneigten, unten verbundenen, Röhren 3 bzw. Kammern 8 gebildeten, Reaktorelement 2. Eine Vielzahl dieser Reaktorelemente 2 sind serienmäßig zu einem Reaktorpanel 13 verbunden. Die, vorzugsweise serienmäßig miteinander verbundenen, Reaktorpanele 13 sind rahmenartige nahezu parallel zueinander, vorzugsweise fest montiert, zu einem Reaktor, insbesondere Biosolarreaktor 1, angeordnet. Der Biosolarreaktor 1 ist mit seinen Reaktorpanelen 13 in einer Licht leitenden Flüssigkeit 14 angeordnet. Diese Licht leitende Flüssigkeit 14 kann in einem Becken oder einem Behälter 15 vorgesehen sein.

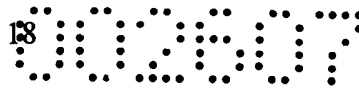
Sowohl eine Einbringung als auch eine Ausbringung des Reaktionsmediums 6 in bzw. aus dem Reaktor erfolgt, vorzugsweise kontinuierlich, drucklos und frei zur Atmosphäre über die obere Reaktionsmediums-Oberfläche. Auf Grund des hydrostatischen Druck- und Niveauegleich ist eine für die Mikroorganismen stressfreie Strömung des Reaktionsmediums 6 gegeben.

Natürlich werden in der Praxis – entgegen der Darstellung in der Zeichnung – die Reaktorpanele 13 serienmäßig miteinander zu einem Biosolarreaktor 1 verbunden und die Einbringung bzw. die Ausbringung erfolgt an einer Stelle.

Die Oberseite des jeweiligen Reaktorpaneles 13 ist entweder mit einem Schwimmkörper versehen oder von oben hängend befestigt, so dass die oberer Reaktorkante nicht unter den oberen Rand der Umgebungsflüssigkeit eintauchen kann und somit eine oben offene Situation gegeben ist.

Die untere Seite des Reaktorpaneles 13 ist so ausgeführt, dass sie entweder durch das Eigengewicht oder durch zusätzliche Gewichte ein nahezu senkrecht Hängen in der Licht leitenden Flüssigkeit 14 zulässt.

Wie bereits erwähnt, ist die Lichtzufuhr zur Oberfläche der Reaktorpanele 13 des Biosolarreaktors 1 von immenser Bedeutung. Um diese Voraussetzung zu schaffen, ist die den Reaktor umgebende Licht leitende Flüssigkeit 14 in einem



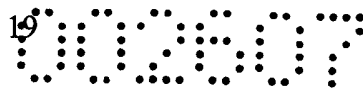
oben offenen Behälter 15 oder Becken vorgesehen, dessen Innenflächen 16 Licht reflektierend ausgeführt sind.

Über dem Behälter 15 oder Becken, in dem der Biosolarreaktor 1 vorgesehen ist, kann eine Abdeckung, beispielsweise eine Kuppel, aus transparenten oder transluzenten Material, beispielsweise eine Glaskuppel, für eine geschlossene Bauweise der Anlage vorgesehen sein.

Um die Lichtverhältnisse für den Biosolarreaktor 1 noch weiter zu verbessern, werden gemäß Fig. 10 über der Licht leitenden Flüssigkeit 14 bzw. über dem Behälter 15 oder Becken Reflektoren 17 vorgesehen, die Licht, vorzugsweise das Sonnenlicht 18, in die Licht leitende Flüssigkeit 14, vorzugsweise in einem rechten Winkel zur Flüssigkeitsoberfläche, einleiten. Zur Sammlung des in die Licht leitende Flüssigkeit 14 einleitbaren Lichtes können vor den Reflektoren 17 – nicht dargestellte - Licht-Kollektoren vorgesehen sein. Ebenso können vor dem Einleiten des Lichtes in die Licht leitende Flüssigkeit 14 Filter, insbesondere zur Filterung der für die Mikroorganismen schädlichen Wellenlängen, vorgesehen sein. Auch eine gepulste Einleitung des Lichtes in die Licht leitende Flüssigkeit 14 ist durchführbar.

Gemäß der Fig. 11 und Fig. 12 bestehen die Röhren 3 aus Folienschläuchen 19, die insbesondere aus Kunststoff und dünnwandig hergestellt sind. Die Enden dieser Folienschläuche 19 sind mit Umlenkeinrichtungen 20 dicht verbunden. Die, vorzugsweise vorgefertigte, Umlenkeinrichtung 20 ist ein U-förmiger Rohrteil, der für eine Einbringung an der Unterseite des Reaktors in das Reaktionsmedium 6 von flüssigen und/oder gasförmigen Zusatzstoffen 12, bzw. für die Ausbringung von gasförmigen Prozessprodukten mindestens eine Bohrung 21 für ein, Mikrobohrungen 22 aufweisendes, Einschubrohr 23 oder ein integriertes Einschubrohr 24 aufweist.

Gemäß der Fig. 13 und der Fig. 14 ist eine alternative Lösung für die Bildung eines Reaktorpaneeles 13 aufgezeigt. Die mäanderförmig miteinander verbundenen Kammern 8 sind aus zwei Folien 25, die parallele



Längsschweißungen 26 aufweisen, gebildet. Die Umlenkung erfolgt wieder über Umlenkeinrichtungen 27. Die Umlenkeinrichtung 27 ist ein U-förmiger, vorzugsweise einen elliptischen Querschnitt aufweisender, Rohrteil, der mit den durch die Längsschweißungen gebildeten Kammern 8 verbunden ist.

Gemäß der Fig. 15 ist ein Biosolarreaktor 1 aus einer Mehrfach-Stegplatte 7 gezeigt. Im Falle dieser Ausführungsart ist die Einrichtung als Kompakteinrichtung ausgeführt, wobei die Umlenkeinrichtung 28 mit dem oberen und unteren Ende der Stegplatte 7 dicht verbunden ist. Der Reaktor kann vor dem Einlass 4 bzw. nach dem Auslass 5 aus dem Reaktor Sifone 29 aufweisen. Das Reaktionsmedium 6 kann somit durch den Sifon 29 dem ersten Reaktorelement 2 druckfrei bzw. drucklos zugeführt werden. An seiner unteren Seite weist der Reaktor die Einschubrohre 23 für die Einbringung der Zusatzstoffe 12 auf. An seiner oberen Seite sind weitere Einschubrohre 30 für die Ausbringung von gasförmigen Prozessprodukten, wie beispielsweise Sauerstoff, vorzugsweise während des Prozesses, vorgesehen. Diese Einschubrohre 30 sind über der Reaktionsmediums-Oberfläche bzw. über der Oberseite der Reaktorelemente 2 vorgesehen. Zur Ausbringung dieser gasförmigen Prozessprodukte kann eine über dem Flüssigkeitsspiegel des Reaktionsmediums 6 bzw. über der Oberseite der Reaktorelemente vorgesehene Sammeleinrichtung vorgesehen sein.

Gemäß der Fig. 16 und Fig. 17 ist eine aus Einzelteilen bestehende Umlenkeinrichtung 28 für einen aus Stegplatten 7 hergestellten Biosolarreaktor 1 gezeigt. Dabei sind die einzelnen Steges 31 der jeweiligen Innenform der Stegplatte 7 angepasst. Die Einschubrohre 23 für die Einbringung der Zusatzstoffe 12 sind integriert.

Gemäß der Fig. 18 und Fig. 19 ist ein Folienschlauch 19 gezeigt, wobei die Einbringung der Zusatzstoffe auch entlang der Höhe, beispielsweise in der halben Höhe, der Folienschläuche 19 erfolgen kann. Dabei kann der Folienschlauch 19 in seiner halben Höhe durchtrennt sein und ein Kunststoffzwischenstück 32 ist zur Verbindung der beiden Teile vorgesehen. Dieses Kunststoffzwischenstück 32

weist die mit Mikrobohrungen versehenen Leitungen 33 zur Einbringung der Zusatzstoffe 12 auf.

Zu den Einschubrohren 23 muss noch erwähnt werden, dass an beiden Enden ein Außen- und/oder ein Innengewinde vorgesehen ist. Zum Wechseln wird an einer Seite die Überwurfmutter abgeschraubt, ein Verbindungsstück angebracht und das neue Gasrohr an das andere Ende des Verbindungsstückes angebracht. Mit dem neuen Gasrohr wird das zu tauschende Gasrohr durch die Baugruppe geschoben und nimmt dabei gleichzeitig seine Stelle ein. So wird gewährleistet, dass bei minimalem Gasverlust oder Flüssigkeitsverlust das zu wechselnde Einschubrohr 23 mit dem neuem Gasrohr 21 durch die Baugruppe geschoben wird. Diese Ausführung ermöglicht ein Warten oder Verändern der Eingasvorrichtung ohne Betriebsunterbrechung bzw. einer nur minimalen Beeinträchtigung des Prozesses.

Zum stressfreien Transport des Reaktionsmediums 6 kann sowohl innerhalb des Reaktors als auch zwischen Reaktoren eine Archimedische Schraube oder eine Spirale nach Da Vinci oder eine Mammutpumpe vorgesehen sein.

Patentansprüche:

1. Einrichtung für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess, insbesondere für eine Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung von, vorzugsweise phototrophen, Mikroorganismen, wobei ein Reaktor, insbesondere ein Bioreaktor, vorgesehen ist und ein Reaktionsmedium, beispielsweise eine wässrige Lösung oder eine Suspension, mäanderförmig in dem Reaktor geführt ist, dadurch gekennzeichnet, dass der vom Reaktionsmedium (6) durchflossene Reaktor aus mindestens einem, aus zwei senkrecht oder in einem Winkel geneigten, unten verbundenen, Röhren (3) bzw. Kammern (8) gebildeten, Reaktorelement (2) besteht, wobei sowohl eine Einbringung als auch eine Ausbringung des Reaktionsmediums (6) in bzw. aus dem Reaktor, vorzugsweise kontinuierlich, drucklos und frei zur Atmosphäre über die obere Reaktionsmediums-Oberfläche erfolgt und auf Grund des hydrostatischen Druck- und Niveaueausgleich eine für die Mikroorganismen stressfreie Strömung des Reaktionsmediums (6) gegeben ist und dass der Reaktor mit seinen, vorzugsweise aus transparenten oder transluzenten Material bestehenden, Röhren (3) bzw. Kammern (8) in einer Licht leitenden Flüssigkeit (14) angeordnet ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Verbindung zu einem Reaktorpanel (13) von zwei oder mehr Reaktorelementen (2) deren Trennwand (10) niedriger als die Trennwand (9) zwischen den Röhren (3) bzw. Kammern (8) des Reaktorelementes (2) ausgebildet ist, wodurch ein Überlauf bzw. eine kommunizierende Öffnung entsteht, wenn der Flüssigkeitsstand in den Reaktorelementen (2) höher als die Trennwand (10) zwischen den Reaktorelementen (2) ist und das Reaktorpaneel (13) mäanderförmig durchfließbar ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die den Reaktor umgebende Licht leitende Flüssigkeit (14) in einem oben offenen Behälter (15) oder Becken, dessen Innenflächen (16) vorzugsweise Licht reflektierend ausgeführt sind, vorgesehen ist.
4. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass über der Licht leitenden Flüssigkeit (14) bzw. über dem Behälter (15) oder Becken Reflektoren (17) vorgesehen sind, die Licht, vorzugsweise das Sonnenlicht (18), in die Licht leitende Flüssigkeit (14), vorzugsweise in einem rechten Winkel zur Flüssigkeitsoberfläche, einleiten.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Sammlung des in die Licht leitende Flüssigkeit (14) einleitbaren Lichtes Licht-Kollektoren vorgesehen sind, die insbesondere vor den Reflektoren (17) angeordnet sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Einleiten des Lichtes in die Licht leitende Flüssigkeit (14) Filter, insbesondere zur Filterung der für die Mikroorganismen schädlichen Wellenlängen, vorgesehen sind.
7. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Einleitung des Lichtes in die Licht leitende Flüssigkeit (14) gepulst erfolgt.
8. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Röhren (3) aus, insbesondere aus Kunststoff hergestellten, Folienschläuchen (19), bestehen, deren Enden mit Umlenkeinrichtungen (20) dicht verbunden sind.
9. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mäanderförmig miteinander verbundenen Kammern (8) aus zwei Folien (25), die parallele Längsverschweißungen

(26) aufweisen, gebildet sind, wobei die Umlenkung über Umlenkeinrichtungen (27) erfolgt.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkeinrichtung (27) ein U-förmiger, vorzugsweise einen elliptischen Querschnitt aufweisender, Rohrteil ist, der mit den durch die Längsschweißungen (26) gebildeten Kammern (8) verbunden ist.
11. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die, vorzugsweise vorgefertigte, Umlenkeinrichtung (20, 27, 28) ein U-förmiger Rohrteil ist, der für eine Einbringung an der Unterseite des Reaktors in das Reaktionsmedium (6) von flüssigen und/oder gasförmigen Zusatzstoffen (12), bzw. für die Ausbringung von gasförmigen Prozessprodukten mindestens eine Bohrung (21) für ein, Mikrobohrungen (22) aufweisendes, Einschubrohr (23, 30) oder ein integriertes Einschubrohr (24) aufweist.
12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Einschubrohr (23, 30) im Bereich des von unten nach oben fließenden Reaktionsmediums (6) eine größere Anzahl und/oder einen größeren Durchmesser aufweisende Mikrobohrungen (22) als im Bereich des von oben nach unten bzw. in Richtung der Schwerkraft fließenden Reaktionsmediums (6) aufweist.
13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Einschubrohr (23, 30) an beiden Enden ein Außen- und/oder ein Innengewinde aufweist.
14. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zum Transport des Reaktionsmediums (6) sowohl innerhalb des Reaktors als auch zwischen Reaktoren eine Archimedische Schraube oder eine Spirale nach Da Vinci oder eine Mammutpumpe vorgesehen ist.

15. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass über dem Behälter (15) oder Becken, in dem die Einrichtung vorgesehen ist, eine Abdeckung, beispielsweise eine Kuppel, aus transparenten oder transluzenten Material, beispielsweise eine Glaskuppel, für eine geschlossene Bauweise der Anlage vorgesehen ist.

Mag. Martin MOHR und Franz EMMINGER

vertreten durch

Rechtsanwälte

Mag. Baumann & MMag. Dr. Pescoller

Fig. 1

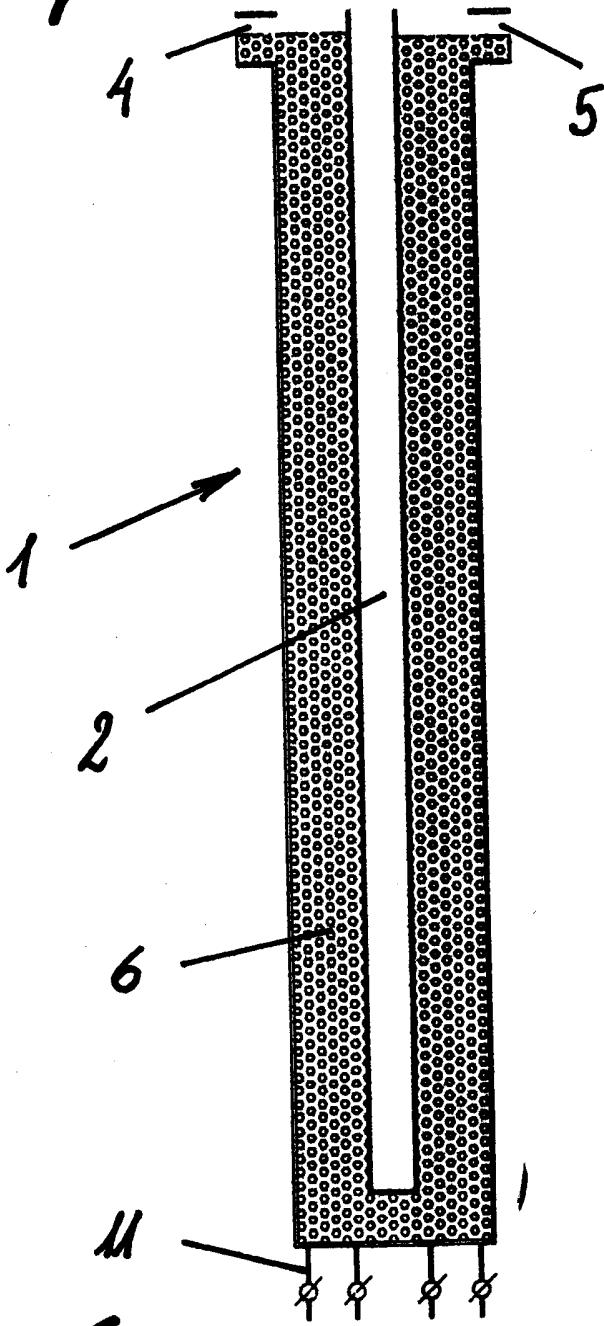


Fig. 3

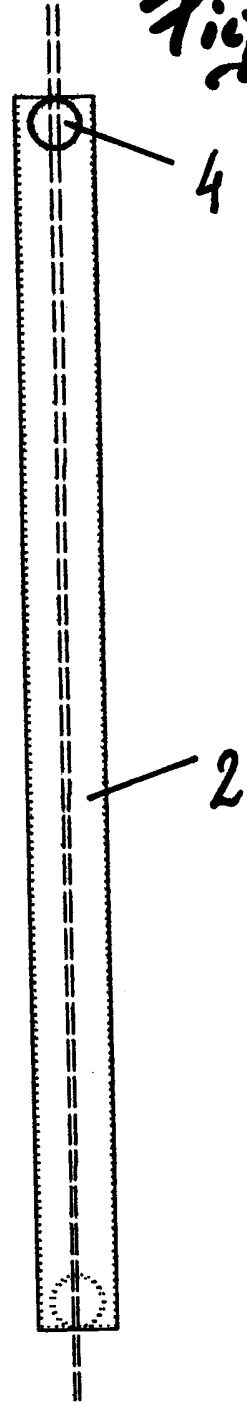
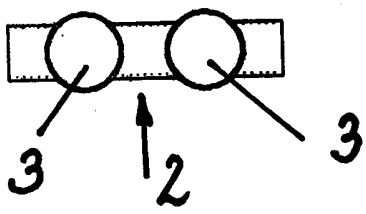


Fig. 2



002807

Fig. 6

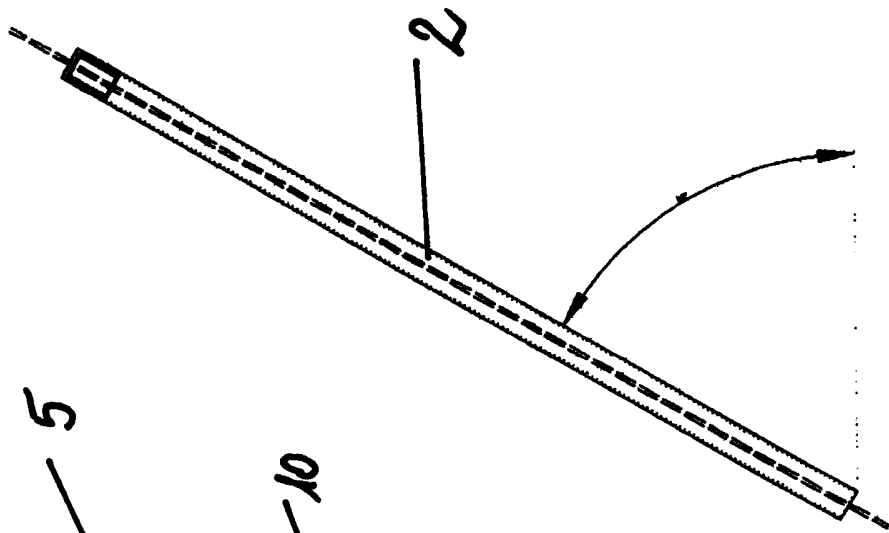


Fig. 4

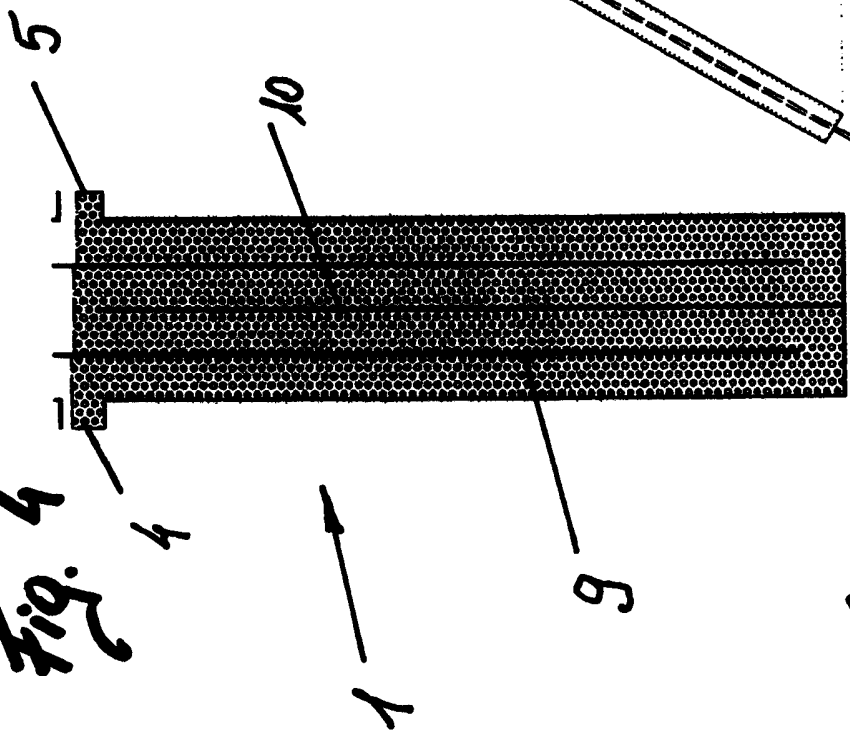
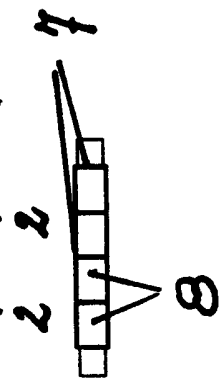
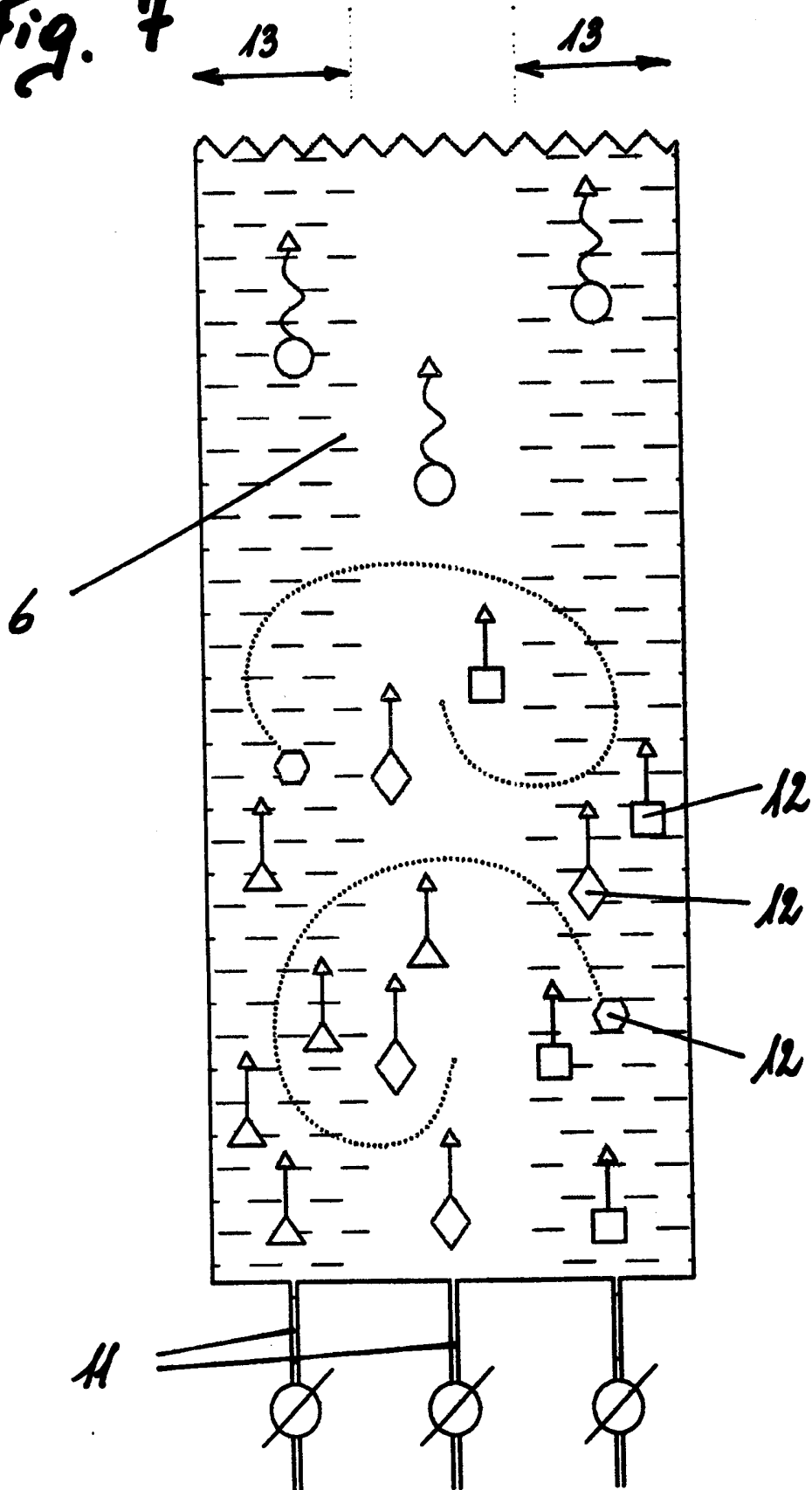


Fig. 5



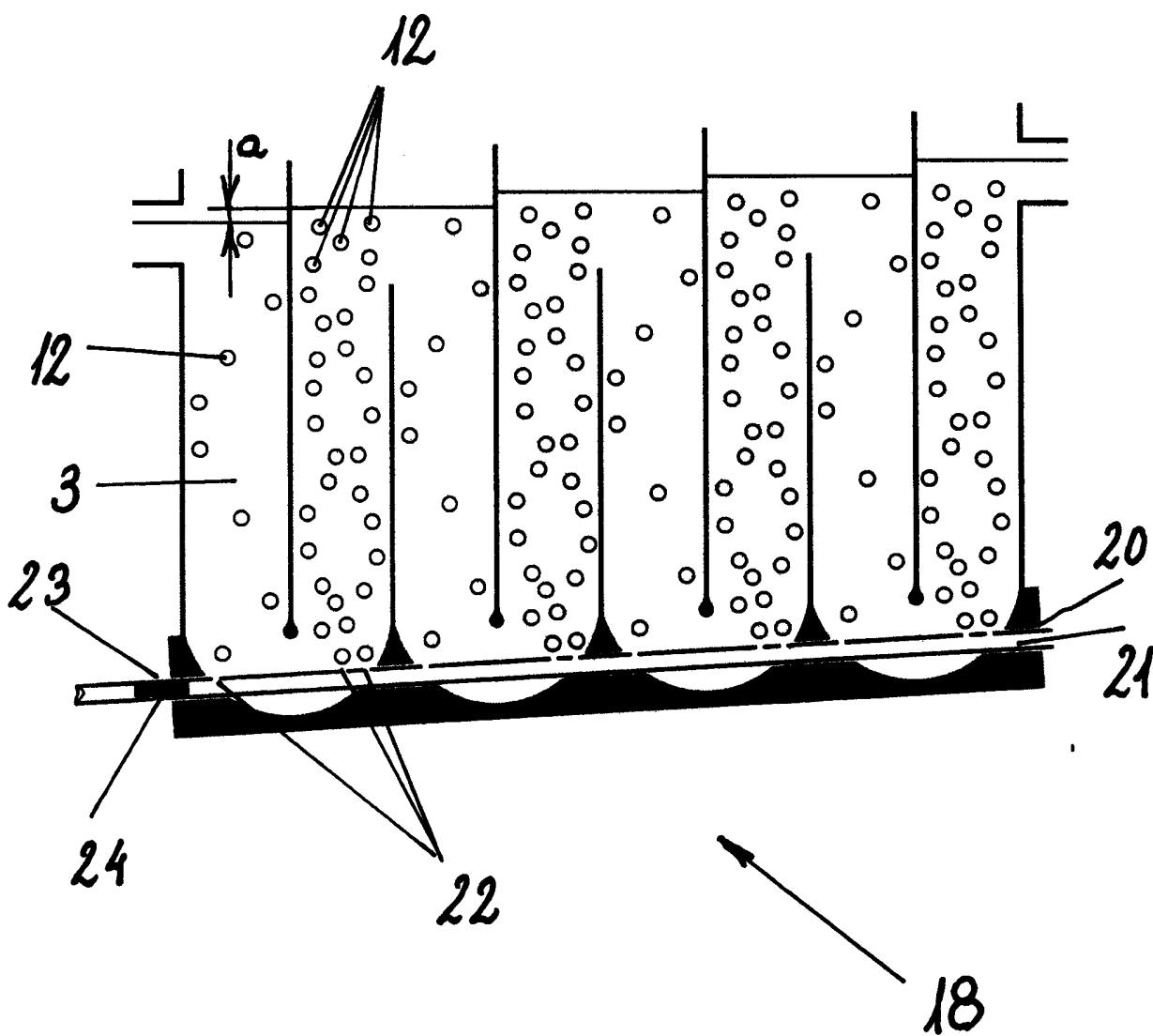
002807

Fig. 7



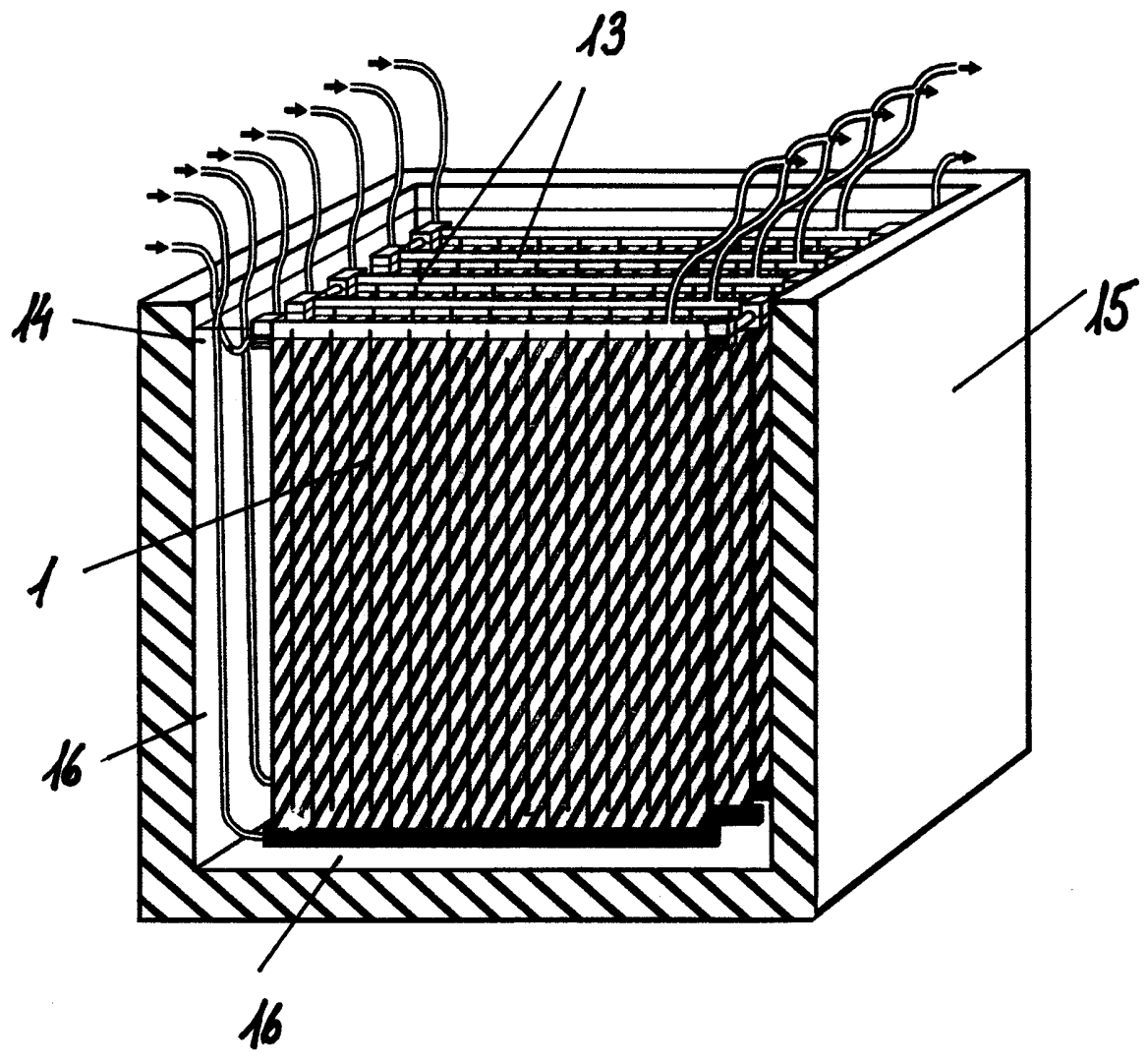
DOBOY

Fig. 8



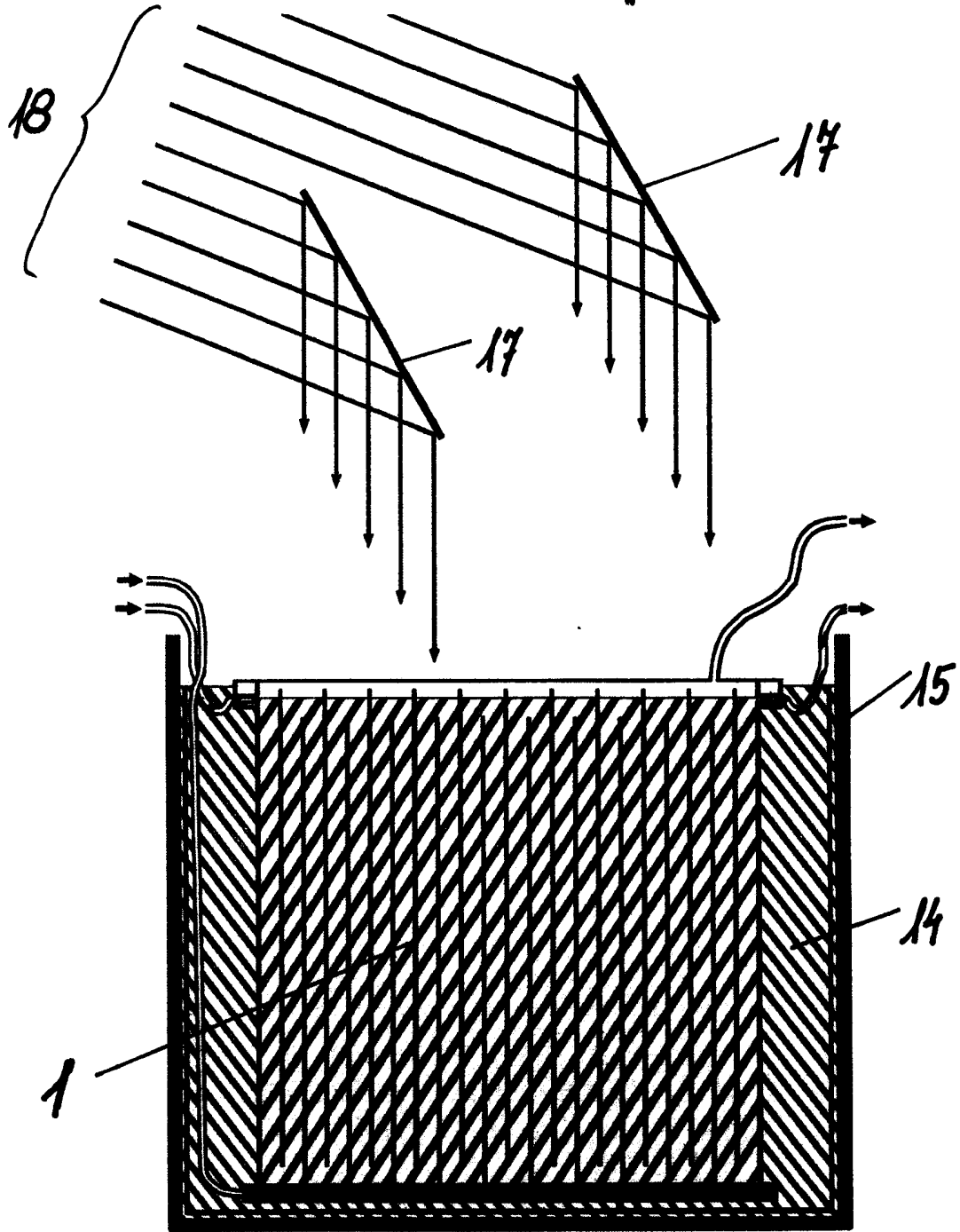
002807

Fig. 9

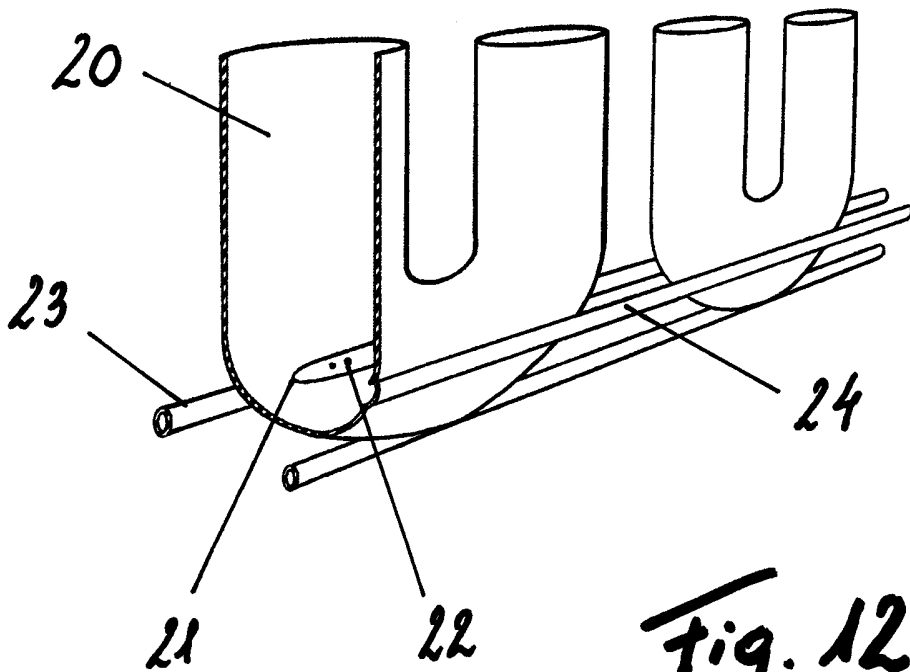
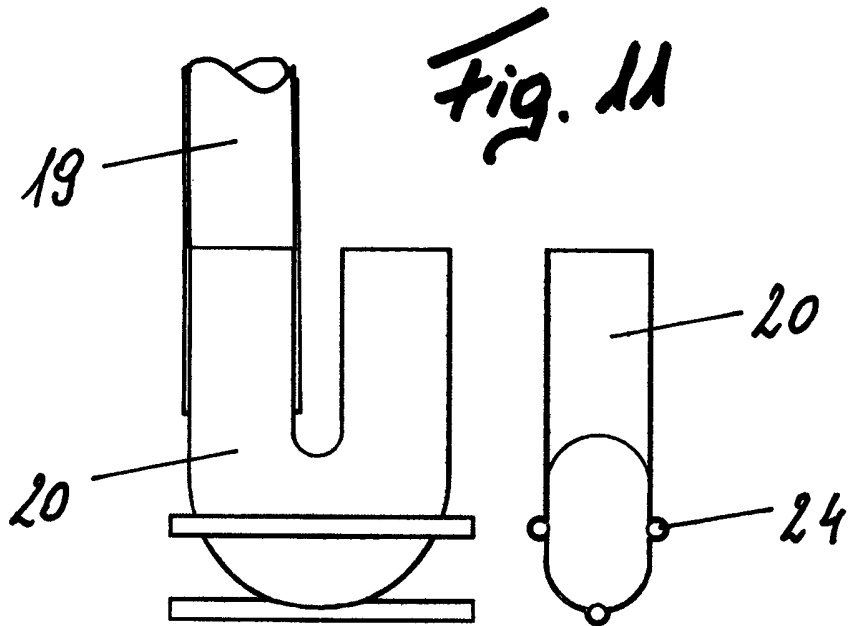


00807

Fig. 10



002607



002807

Fig. 13

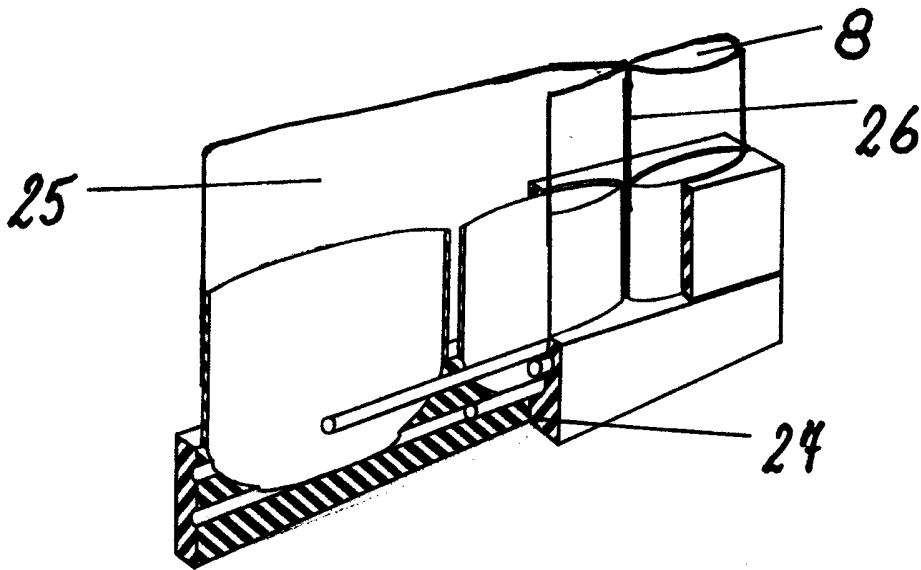
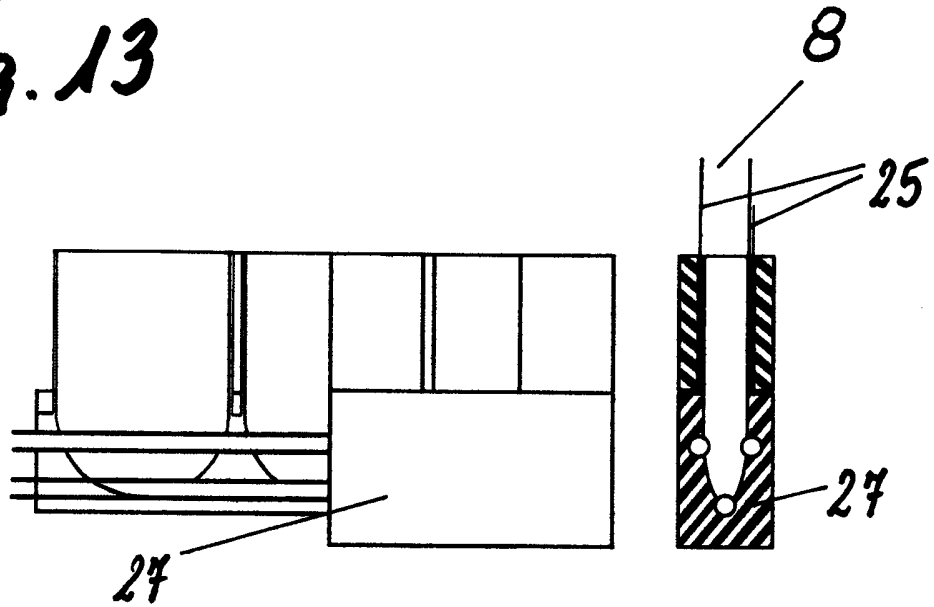
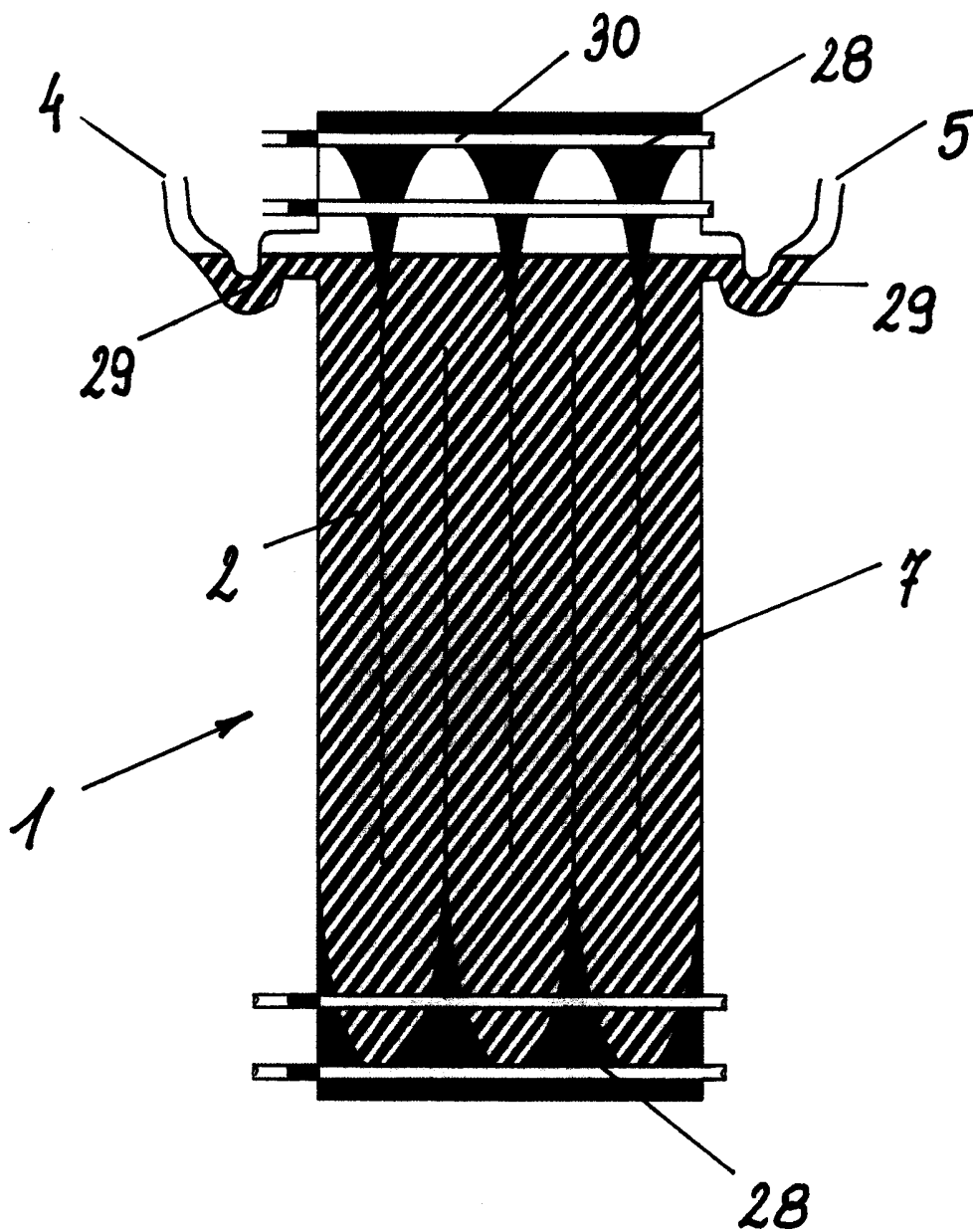


Fig. 14

000607

Fig. 15



002607

Fig. 16

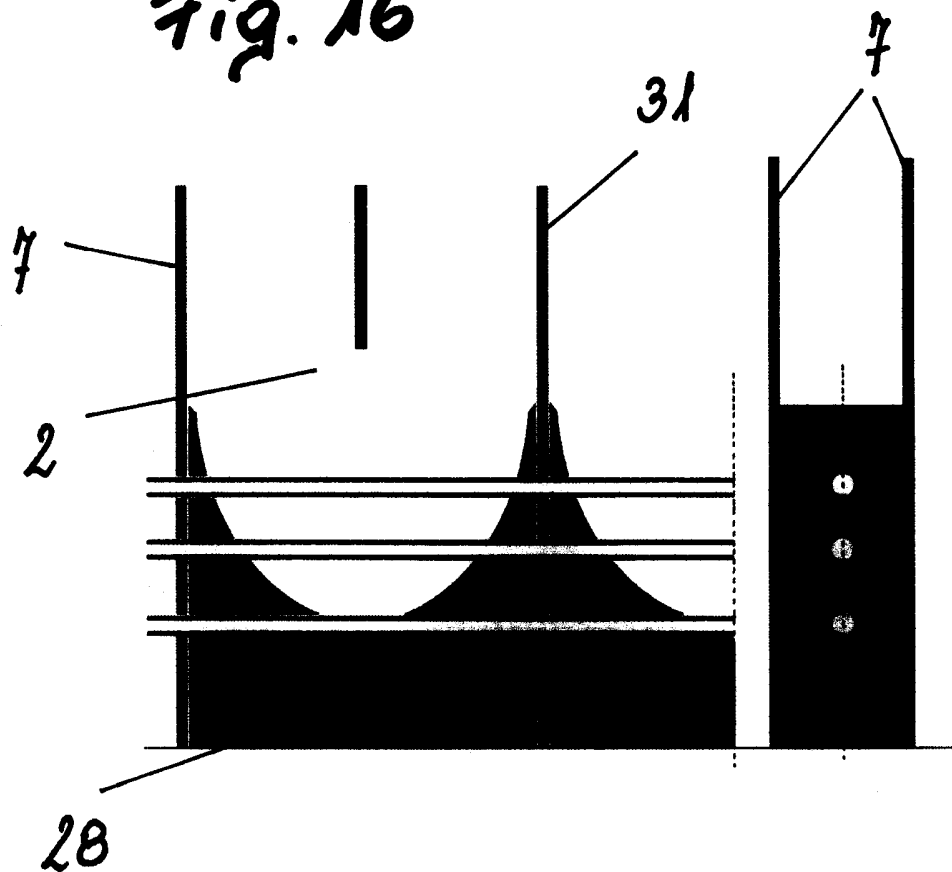
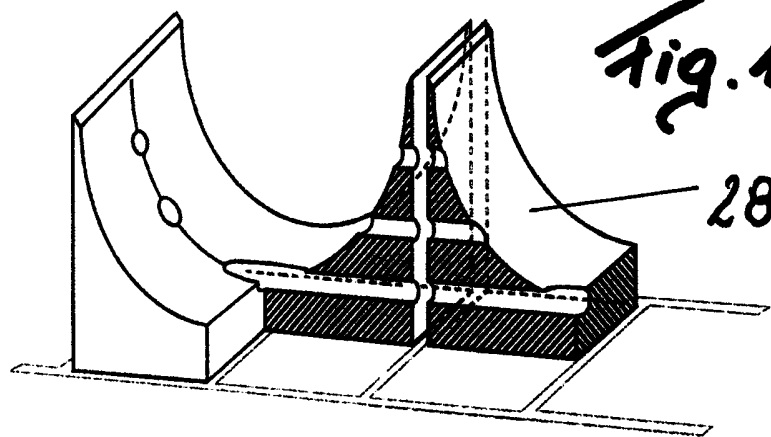


Fig. 17



000607

Fig. 18

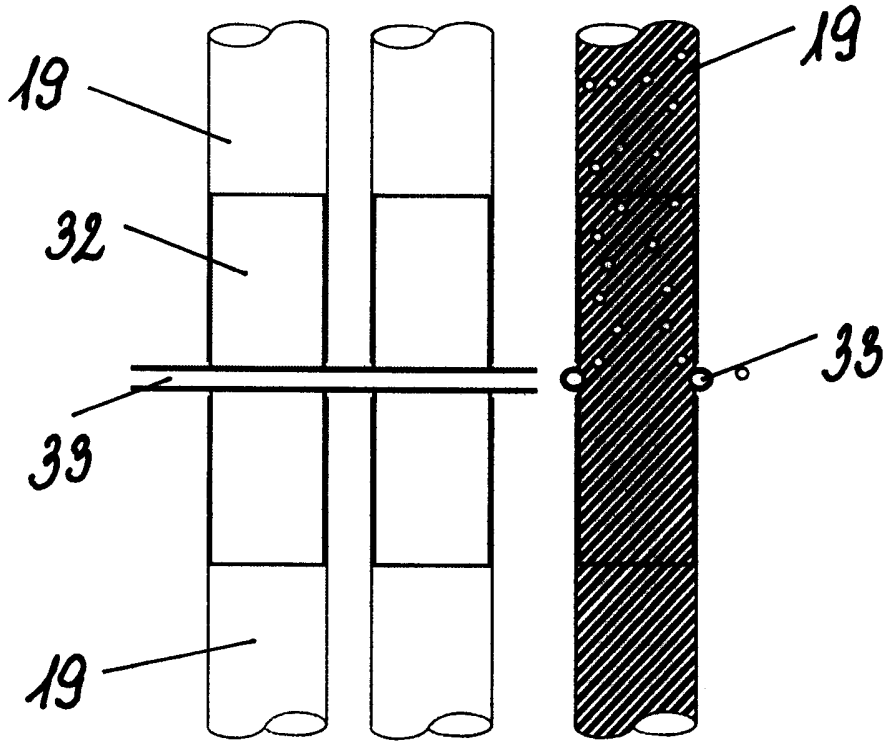
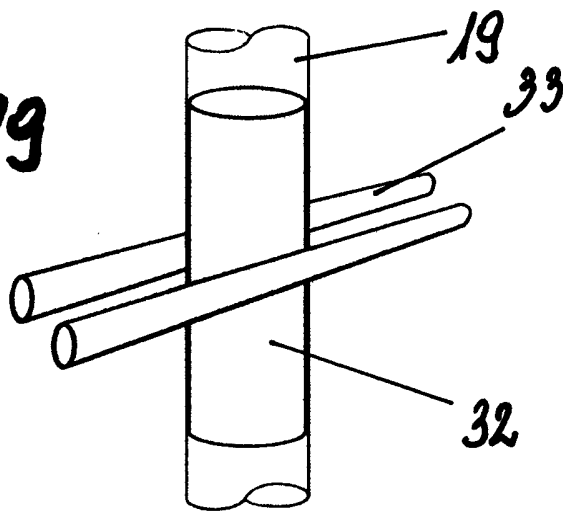


Fig. 19





Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ⁸ : C12M 1/00 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: C12M 1/00C
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): C12M
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, TXTx
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 12. März 2009 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.

Kategorie ¹	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	GB 2 330 589 A (Stephen Skill et al.) 28. April 1999 (28.04.1999) <i>Gesamte Anmeldung</i>	1, 3, 4, 15
Y	--	2, 5, 6, 8-12
Y	EP 0 738 686 A1 (Röhm GmbH) 23. Oktober 1996 (23.10.1996) <i>Fig. 1; Beispiel; Ansprüche</i>	2
Y	US 2008/0293132 A1 (Goldman et al.) 27. November 2008 (27.11.2008) <i>Fig. 7; Absatz [0055]</i>	5, 6
Y	WO 2004/074423 A2 (UNIVERSITA'DEGLI STUDI DI FIRENZE) 2. September 2004 (02.09.2004) <i>Ansprüche 1 und 4</i>	8
Y	DE 101 64 458 A1 (Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.) 10. Juli 2003 (10.07.2003) <i>Fig. 1-3; Spalte 4, Zeile 61 - Spalte 5, Zeile 18</i>	9-12

Datum der Beendigung der Recherche: 23. November 2009	<input checked="" type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): Dr. GREITER
---	--	-----------------------------------

¹ Kategorien der angeführten Dokumente:	
X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
	E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
	& Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	US 3 184 395 A (John H. Brewer) 18. Mai 1965 (18.05.1965) Fig. 1-3; Spalte 2, Zeilen 30 - 54 ---	1-15