

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. September 2009 (24.09.2009)

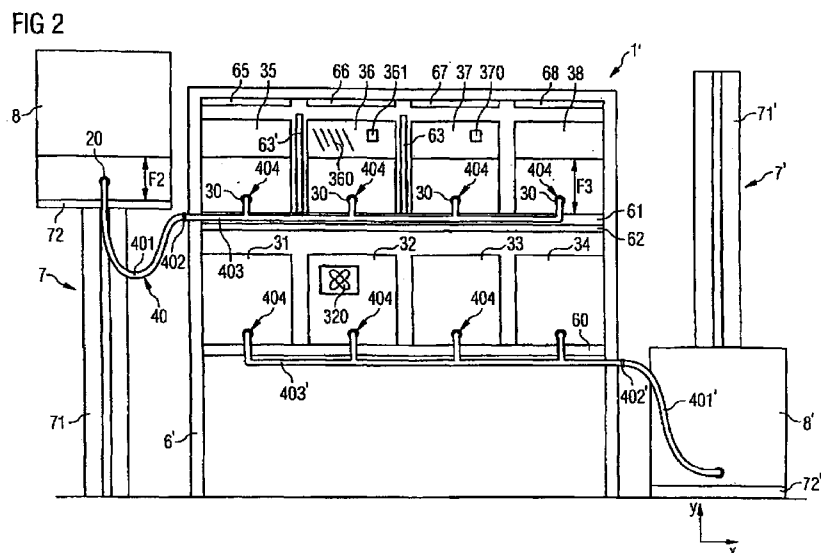
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/115346 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/002216
- (22) Internationales Anmeldedatum:
18. März 2009 (18.03.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2008 016 116.0 19. März 2008 (19.03.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastr. 27c, 80686 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LANGE, Oliver** [DE/DE]; Hebbelstrasse 1, 39108 Magdeburg (DE). **KUNST, Dietmar** [DE/DE]; Vordere Bögebreite 10, 39365 Um-mendorf (DE). **SIEGERT, Steffen** [DE/DE]; Schillerstr. 55, 39108 Magdeburg (DE). **WALTER, Lutz** [DE/DE]; Am Hohendodeleber Weg 9a, 39171 Sülzetal (DE).
- (74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR**; Joachimstaler Strasse 12, 10719 Berlin (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BIOREACTOR AND METHOD FOR OPERATING A BIOREACTOR

(54) Bezeichnung: BIOREAKTOR UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES BIOREAKTORS



(57) Abstract: The invention relates to a bioreactor (1,1'; 10) comprising at least one media container (2; 8, 8') and at least one organism container for cultivating organisms. The at least one media container can be connected or is connected to the at least one organism container by means of a pipe system (4; 40, 40'). In order to temporarily immerse an organism that is in the organism container, a lifting device (5; 7, 7') that is designed to lift the at least one media container and/or the at least one organism container is provided.

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist ein Bioreaktor (1,1'; 10) mit mindestens einem Medienbehälter (2; 8, 8') und mindestens einem Organismenbehälter

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Rechenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

zur Zucht von Organismen, wobei der mindestens eine Medienbehälter mit dem mindestens einen Organismenbehälter über ein Röhrensystem (4; 40, 40') verbindbar oder verbunden ist. Zur temporären Immersion eines sich im Organismenbehälter befindlichen Organismus ist eine Hebevorrichtung (5; 7, 7') vorhanden, wobei die Hebevorrichtung zum Hub des mindestens einen Medienbehälters und/oder des mindestens einen Organismenbehälters ausgebildet ist.

Bioreaktor und Verfahren zum Betreiben eines
Bioreaktors

5 Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Bioreaktor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zur Aufzucht von Organismen mit einem Bioreaktor.

10 Die Inhaltsstoffe von Pflanzen und anderen pflanzenähnlichen Organismen haben in der Medizin eine nicht gering zu schätzende Bedeutung. Dabei werden die Inhaltsstoffe von Pflanzen oder die Pflanzen selbst als Ausgangsprodukte, beispielsweise für die pharmazeuti-

15 sche Industrie oder für großtechnische Pflanzenvermehrung, verwendet. Im Stand der Technik sind verschiedene Verfahren bekannt, um Organismen dementsprechend zu züchten.

20 Hierbei sind zum einen Rührkesselreaktoren oder Air-liftreaktoren zu nennen. Mit diesen Reaktoren können

Mikroben, Einzeller, Zellgruppen oder Wurzeln in den Reaktoren gezüchtet werden. Die vorgenannten Reaktoren werden bereits industriell genutzt und dienen dazu, die vorgenannten Organismen in einer sterilen Umgebung herzustellen. Als Beispiel sei ein in der Druckschrift EP 1 491 623 A1 offenbarter Inkubator genannt. Der Inkubator weist einen Organismenbehälter für Zellkulturen, einen ersten Medienbehälter und einen Abfallbehälter auf. Die drei Behältnisse sind auf der Außenseite einer runden Trommel angeordnet, wobei der Organismenbehälter zwischen den zwei anderen Behältnissen angeordnet ist. Das in dem Medienbehälter enthaltene Medium, welches unter anderem ein Antibiotikum enthalten kann, wird mittels Rotation der Trommel über einen mit dem Organismenbehälter verbundenen Schlauch in den Organismenbehälter, welcher Zellkulturen enthält, gegeben. Nach einer Kulturphase wird das Medium mittels Rotation in den mit einem zweiten Schlauch verbundenen Abfallbehälter gegeben. Die fertigen Zellkulturen können anschließend weiterverarbeitet werden. Bei den Zellkulturen handelt es sich um vereinzelte Zellen, welche z.B. mit Trypsin aus einem Zellverbund gelöst werden. Von daher ist der Inkubator nicht für Vielzeller-Organismen geeignet: Erst durch die Ausdifferenzierung der einzelnen Zellen im intakten Zellverbund und das daraus resultierende Wachstum des einzelnen aus einer Vielzahl von ausdifferenzierten Zellen bestehenden Vielzeller-Organismus wird die Produktion von Inhaltsstoffen durch den Vielzeller-Organismus selbst möglich.

Jedoch weisen die derart in den Reaktoren oder Inkubatoren gezüchteten Vielzeller-Organismen ein anormales Pflanzenwachstum und eine anormale Zusammensetzung von Inhaltsstoffen auf, da diese in einer oftmals schwerelosen, und permanent feuchten Umgebung

des Mediums aufgezogen werden. Dies stellt einen großen Nachteil dar.

5 Eine weitere Methode zur Aufzucht, beispielsweise von Pflanzen, ist die so genannte Hydroponik, bei welcher die Pflanzen auf einem Nährboden normal wachsen und oftmals in einem automatisierten Gewächshaus untergebracht sind. Aufgrund der Großflächigkeit ist es jedoch schwierig die Aufzucht der Pflanzen in einem
10 sterilen Umfeld durchzuführen.

Für die sterile Zucht von Pflanzen existiert mit den temporären Immersionsverfahren ein Verfahren, mit welchem Vielzeller-Organismen, insbesondere Pflanzen,
15 sehr einfach vermehrt werden können. Es entwickelt sich aus einem Pflanzenblatt bzw. einer Pflanzenprobe bald eine oder mehrere ganze Pflanzen. Auch die Aufzucht von Pilzen oder Schwämmen, Muscheln oder anderen niederen Tierarten ist mit dem Verfahren durchführbar. Die Pflanzen werden beim temporären Immersionsverfahren in regelmäßigen Abständen mit einem Nährmedium benetzt, wobei das Benetzen mehrmals am
20 Tag für wenige Minuten geschehen kann. Zwischen dem Benetzen wachsen die Organismen ungestört und ohne Beisein des Nährmediums. Von daher entwickeln sie dieselben Inhaltsstoffe und Wuchsformen wie in der Natur. Diese Pflanzen sind als Ausgangsprodukt für die pharmazeutische Industrie besonders interessant, ebenso wie für großtechnische Pflanzenvermehrung.
25

30

Im Stand der Technik sind bereits zahlreiche temporäre Immersionsverfahren bekannt.

35

Klassischerweise wird ein temporäres Immersionssystem in einem Zwillingsglaslayout durchgeführt. Ein Behälter weist das Nährmedium auf, ein Organismenbehälter

die Pflanzen. Um reine "relativ" großvolumige Produktionen von Organismen zu ermöglichen wird das Medium aus dem Medienbehälter pneumatisch in den Organismenbehälter transportiert. Hierbei kann der Organismenbehälter bis zu 20 l Volumen aufweisen. Mittels Rundfilteraufsätzen werden keimfreie An- und Abkopplungen an eine zeitgesteuerte Pneumatik möglich. Aufgrund des genutzten pneumatischen Überdrucks von 0,3 bis 0,5 bar dürfen die Gefäße jedoch nicht zu dünnwandig und die Anpresskräfte der Verschlüsse müssen dementsprechend hoch sein. Dies limitiert die Größe der Entnahmeöffnung bei der Pflanzenernte.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Bioreaktor zum Durchführen eines temporären Immersionsverfahrens für Vielzeller bereitzustellen, welcher die vorgenannten Nachteile eines temporären Immersionssystems verringert. Der Bioreaktor soll dabei auch für eine großindustrielle Produktion von Vielzellerorganismen geeignet sein.

Die Aufgabe wird gelöst mit einem Bioreaktor nach den Merkmalen des Anspruchs 1. Weitere Ausführungsformen sind in den untergeordneten Ansprüchen beschrieben.

Der erfindungsgemäße Bioreaktor weist mindestens einen Medienbehälter und mindestens einen Organismenbehälter zur Zucht von Organismen auf. Die nachfolgend als Organismen bezeichneten Lebewesen sind sämtlich als Vielzeller-Organismen, welche eine Vielzahl von ausdifferenzierten Zellen in einem Zellverbund aufweisen, zu verstehen, d.h. Vielzeller bezeichnet einen gesamten organischen Zellverbund des Herkunftorganismus, sprich die ganze Pflanze, nicht nur einzelne Zellen hiervon. Derartige Vielzeller-Organismen sind somit z. B. Pflanzen, Schwämme oder vielzellige

Pilze. Einzellige Zellen oder gewollt vereinzelte Zellen sind von dem hier verwendeten Begriff der Organismen ausgeschlossen.

5 Der mindestens eine Medienbehälter ist mit dem mindestens einen Organismenbehälter über ein Röhrensystem verbindbar oder verbunden. Weiterhin ist eine Hebevorrichtung vorhanden, wobei die Hebevorrichtung zum Hub des mindestens einen Medienbehälters und/oder
10 des mindestens einen Organismenbehälters ausgebildet ist.

Mit Hilfe der Hebevorrichtung kann entweder der Medienbehälter und/oder der Organismenbehälter nach oben bzw. nach unten, vorzugsweise in einer ausschließlichen Vertikalbewegung, bewegt werden. Da der
15 mindestens eine Organismenbehälter mit dem mindestens einen Medienbehälter über ein Röhrensystem verbunden ist, kann bei einem sich im Medienbehälter befindlichen Medium das Medium durch das Röhrensystem in den Organismenbehälter gelangen ohne dass ein wesentlicher Überdruck an das System angelegt werden muss.
20 Der Transport des Mediums vom Medienbehälter zum Organismenbehälter bzw. zurück wird im Wesentlichen durch das Prinzip der kommunizierenden Röhren verwirklicht. Dies bedeutet, dass, sobald der Medienbehälter über ein gewisses Höhenniveau des Organismenbehälters angehoben wird, ein sich im Medienbehälter befindliches Medium zum Ausgleich durch das Röhrensystem fließt und den Organismenbehälter derart auffüllt, dass das Füllniveau zwischen dem Medienbehälter und dem Organismenbehälter angeglichen wird. Der
25 einzige anfallende Druck beim Transport des Mediums ist im Wesentlichen der aufgrund des Höhenunterschieds zwischen dem Medienbehälter und dem Organismenbehälter anfallende Druck. Vorzugsweise dient das
30
35

Röhrensystem zum Transport des Mediums vom Medienbehälter zum Organismenbehälter und zurück, wobei ein einzige Röhre des Röhrensystem das Medium sowohl hin- als auch zurückleiten kann.

5

Der Medientransport sowohl vom Medienbehälter zum Organismenbehälter und vice versa erfolgt daher gravitometrisch. Dies hat unter anderem zur Folge, dass der mindestens eine Medienbehälter und der mindestens eine Organismenbehälter sehr einfach ausgestaltet werden können, da diese nicht länger unter einem Überdruck stehen. Dies hat unter anderem zur Folge, dass bei der Wahl der Behältnisse für das Medium und die Organismen bislang im Rahmen des temporären Immersionsverfahrens nicht verwendbare Ausführungsformen verwendbar werden. Des Weiteren kann auf Pumpen zum Medientransport verzichtet werden. Dies erleichtert insbesondere die Ansteuerung und Überwachung des Bioreaktors, da die Anzahl der mechanische Arbeit leistenden Elemente verringert wird. Beim dem mittels des erfindungsgemäßen Bioreaktors durchgeführten temporären Immersionsverfahrens wird das Medium oder Nährmedium mehrmals in den mindestens einen Organismenbehälter zu einer bestimmten Füllhöhe eingeführt und anschließend wieder in den Medienbehälter zurückgeführt. Das Medium wird demzufolge wiederholt verwendet bevor es ausgetauscht werden muss. Insbesondere sind die Organismen nicht permanent in dem Medium immersi-
ert, sondern nur zeitweise.

30

Da der mindestens eine Medienbehälter und der mindestens eine Organismenbehälter voneinander getrennt ausgeführt werden, wird zudem die Modularität des Bioreaktors erhöht. Dies bedeutet insbesondere dass der Organismenbehälter bzw. der Medienbehälter, beide mit dem entsprechenden Inhalt, im laufenden Betrieb

35

des Bioreaktors ausgetauscht werden können. Dies bedeutet beispielsweise, wenn der Medienbehälter sich in einer Position befindet, in welcher sich das gesamte Medium im Medienbehälter befindet, der Organismenbehälter, z.B. da die Pflanzen ausgewachsen sind, gegen einen neuen Organismenbehälter ausgetauscht werden kann. Im Gegenzug kann bei einem verbrauchten Medium, d.h. zu einem Zeitpunkt, zu welchem das Medium eine nicht mehr ausreichende Konzentration von für das Wachstum der Organismen zuständigen Nährstoffen aufweist, gegen einen neuen Behälter mit einem Medium ausgetauscht werden oder mit einem neuen Medium befüllt werden kann.

Um ein ungestörtes Wachstum der Organismen in dem mindestens einen Organismenbehälter zu gewährleisten, wird der Organismenbehälter -nachdem ein oder mehrere Organismen eingebracht wurden- in Bezug auf die Richtung der Erdanziehung um nicht mehr als 25° , vorzugsweise weniger als 10° , besonders vorzugsweise weniger als 5° verkippt. Das Verkippen führt zu einer Verwirbelung der Organismen und stört somit deren natürliches Wachstum. Die Verkipfung des mindestens einen Organismenbehälters ist im Wesentlichen zu vermeiden. Eine rein horizontale und vertikale Bewegung des mindestens einen Organismenbehälters ist entsprechend den natürlichen Wachstumsbedingungen des Organismus in der Natur zu bevorzugen. Besonders bevorzugt ist eine ortsfeste oder ruhende Anordnung des mindestens einen Organismenbehälters während in diesem wachsende Organismen angeordnet sind. Zur Entnahme der Organismen können diese entnommen werden.

Dabei kann es vorteilhaft sein, den Organismenbehälter derart auszubilden, dass die eingebrachten Organismen in Bezug auf den Organismenbehälter sich orts-

fest anordnen oder in dem Organismenbehälter verwurzeln können.

5 Wie bereits anfangs erwähnt, wird, aufgrund der Tatsache, dass die Behältnisse unter keinem wesentlichen Überdruck stehen müssen bzw. diesen aushalten müssen, eine große Bandbreite an möglichen Materialien für die Behälter zur Verfügung gestellt. Dies erstreckt sich von z.B. Beuteln aus dünnen Kunststoffen bis hin
10 zu standfesten Glasbehältern oder Edelstahltanks. Der erfindungsgemäße Bioreaktor ist insbesondere zur sterilen Aufzucht von Organismen, vorzugsweise, Pflanzen, Pilzen, Schwämmen oder Algen geeignet.

15 Im Weiteren werden verschiedene Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Bioreaktors erläutert.

In einer Ausführungsform des Bioreaktors weist der mindestens eine Medienbehälter und/oder der mindestens eine Organismenbehälter eine Kupplung bzw. weist
20 das Röhrensystem eine Kupplung auf, wobei der Medienbehälter mit dem Röhrensystem bzw. der Organismenbehälter mit dem Röhrensystem über die Kupplung verbindbar ist. Mit Hilfe der Kupplungen und insbesondere, für den Fall, dass die Kupplungen zudem eine Ventilfunktion aufweisen, können die einzelnen sich im
25 Bioreaktor befindlichen Behälter getrennt voneinander auf besonders einfache Art und Weise entnommen werden. Hierbei kommen beispielsweise Schlauchquetschventile, Schnellkupplungen, Sterilkupplungen oder
30 ähnliche Ventile bzw. Kupplungen infrage.

In einer weiteren Ausführungsform des Bioreaktors ist der mindestens eine Organismenbehälter verschließbar, vorzugsweise wiederverschließbar ausgebildet,
35 und/oder abdichtet. Über die Abdichtung des mindes-

tens einen Organismenbehälters kann erreicht werden, dass dieser steril gehalten wird und keine unerwünschten die Aufzucht der Organismen verunreinigenden Mikroorganismen in den mindestens einen Organismenbehälter eindringen können. Über die Verschließbarkeit und Wiederverschließbarkeit kann erreicht werden, dass ein Behältnis mehrmals zur Aufzucht von Organismen verwendet werden kann. Als Möglichkeiten zur Verschließbarkeit bzw. Wiederverschließbarkeit sind hier beispielsweise Schnappverschlüsse oder Schrauben genannt. Als Dichtungen können beispielsweise Quetschdichtungen aus Gummi oder Kunststoff dienen.

In einer weiteren Ausführungsform ist dem mindestens einen Organismenbehälter eine Vorrichtung zur Klimatisierung und/oder eine Vorrichtung zur Belüftung und/oder eine Vorrichtung zur Beleuchtung zugeordnet. Mit Hilfe einer Vorrichtung zur Klimatisierung können die für das Wachstum der sich in dem Organismenbehälter befindlichen Organismen die geeigneten Bedingungen eingestellt werden. Dies betrifft beispielsweise die Luftfeuchtigkeit innerhalb des Organismenbehälters bzw. die Gaszusammensetzung mit CO₂-Anteil, Ethylen-Anteil oder Spurengasen-Anteil, welche alleamt mittels einer Vorrichtung zur Klimatisierung gesteuert werden können. Dabei wird die Vorrichtung zur Klimatisierung vorzugsweise mit dem mindestens einen Organismenbehälter direkt verbunden, wobei die Sterilität des Inneren des mindestens einen Organismenbehälters beispielsweise über Membranen sichergestellt werden kann. Mit Hilfe einer Vorrichtung zur Belüftung wird, zusätzlich zu den bereits oben genannten Parametern eine Zirkulation der sich innerhalb des mindestens einen Organismenbehälters befindlichen Atmosphäre bewirkt, wodurch das Wachstum bzw. die Auf-

zucht der Organismen beschleunigt bzw. verbessert wird. Vorteilhafterweise ist dem mindestens einen Organismenbehälter eine Vorrichtung zur Beleuchtung zugeordnet, so dass sich die in dem mindestens einen Organismenbehälter befindlichen Organismen auf geeignete Weise entwickeln können. Dies kann beispielsweise beinhalten, dass die Vorrichtung einen dem natürlichen Biotop der Organismen angepassten Tagesablauf simuliert. Hinsichtlich der Bestrahlung wird vorzugsweise eine Vorrichtung zur Beleuchtung verwendet, welche sowohl im UVB als auch im UVA als auch im sichtbaren Bereich strahlt. Vorzugsweise strahlt die Vorrichtung nicht im fernen bzw. mittleren Infrarot um keine Aufheizung des Inneren des mindestens einen Organismenbehälters zu bewirken. Bei den Ausführungsformen einer Vorrichtung zur Klimatisierung und/oder einer Vorrichtung zur Belüftung und/oder einer Vorrichtung zum Beleuchten können die vorgenannten Vorrichtungen jeweils für einen Organismenbehälter oder für eine Vielzahl, d.h. mindestens zwei, Organismenbehälter zuständig sein, d.h. in diesen die gewünschten Konditionen herstellt.

In einer weiteren Ausführungsform des Bioreaktors ist mindestens ein Regal mit mindestens einem Stellplatz, vorzugsweise mehreren Stellplätzen vorhanden, wobei der mindestens eine Organismenbehälter an einem Stellplatz angeordnet ist. Auf einem derartigen Regal können eine Vielzahl von Organismenbehältern angeordnet werden. Vorzugsweise werden dabei mehrere Organismenbehälter durch einen Medienbehälter versorgt, wobei das Verhältnis eines einzelnen Organismenbehälters zum Medienbehälter größer als 1:4, vorzugsweise größer als 1:10 ist. Weiterhin ist es vorteilhaft wenn das Regal ortsfest ist, d.h. die Medienbehälter auf einer ihnen zugeordneten Hebevorrichtung angeord-

net sind. Insbesondere durch die Zuteilung von mehreren Organismenbehältern, welche durch einen Medienbehälter versorgt werden, wird eine industrielle Produktion der Organismen auf einfache Art und Weise
5 möglich. Lediglich die Medienbehälter müssen auf und ab bewegt werden, wobei nur bei einem fertig hergestellten Organismus in einem der Organismenbehälter genau dieser Organismenbehälter ausgetauscht werden muss. Weiterhin ist die Verwendung eines Regals vorteilhaft,
10 da an diesem verschiedenste den Organismenbehältern zugeordnete Vorrichtungen, wie beispielsweise eine Vorrichtung zur Belüftung, Klimatisierung oder Beleuchtung angebracht werden können.

15 In einer weiteren Ausführungsform ist der mindestens eine Organismenbehälter im sichtbaren, vorzugsweise im sichtbaren und im ultravioletten, Bereich lichtdurchlässig. Hierbei kommen als Materialien beispielsweise lichtdurchlässige Kunststoffe, wie Polycarbonat oder Polypropylen oder cyclische Olefin-
20 Copolymere, da diese eine gute UV Durchlässigkeit aufweisen, zum Einsatz. Dabei kann der mindestens eine Organismenbehälter aus einem formgebenden Behälter bestehen, d.h. einem Behältnis, welches seine Form
25 nicht ändert, oder aus einem formlosen Behältnis, wie beispielsweise einem Beutel, welcher z.B. durch einen Rahmen aufgespannt wird.

In einer weiteren Ausführungsform weist der mindestens eine Organismenbehälter eine Belüftungsöffnung
30 auf, durch welche leicht, aufgrund des Eindringens des Mediums vorhandene Drücke durch eine Membran ausgeglichen werden können. Hierbei kann sich die Verbindung des Belüftungszugangs mit der Vorrichtung zur
35 Klimatisierung besonders vorteilhaft auswirken.

In einer weiteren Ausführungsform ist dem mindestens einen Organismenbehälter mindestens ein Sensor zugeordnet, wobei der mindestens eine Sensor Prozessparameter überwacht. Derartige Prozessparameter umfassen beispielsweise Licht, d.h. die auf den Organismenbehälter auftreffende Lichtmenge und Intensität, der Immersionsgrad durch das Medium, die jeweilige Immersionsdauer oder Benetzungsdauer der Organismen durch das Medium, die Belüftung, die Temperatur oder die Zusammensetzung der Atmosphäre im Inneren des Organismenbehälters. Die Anordnung von mindestens einem Sensor ist dabei vorteilhaft, um eine spätere Automatisierung der Überwachung der Prozesse mittels einer Datenverarbeitungsanlage durchzuführen. Zu diesem Zwecke ist es eine weitere Ausführungsform des Bioreaktors, dass eine Datenverarbeitungsanlage zur Überwachung und/oder Steuerung von Prozessparametern vorhanden ist. Zusätzlich zu den in diesem Abschnitt genannten Prozessparametern können hierbei noch mittels entsprechend angeordneter Sensoren im Medienbehälter oder im Röhrensystem der Nährstoffgehalt des Mediums bzw. der Wachstumsgrad der einzelnen Organismen im Organismenbehälter überprüft werden, wobei vorteilhafterweise bei einem fertig ausgewachsenen Organismus oder bei Unregelmäßigkeiten, wie z. B. einem Lichtausfall, die Datenverarbeitungsanlage ein Signal oder eine Alarmierung ausgibt. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Datenverarbeitungsanlage eine Dokumentation, bezüglich der herrschenden Prozessparameter und anderer Begleitumstände, z.B. als Zeitreihe tabellarisch aufnimmt. Auf diese Weise ist es möglich, den Bioreaktor in einem großen Maßstab industriell zu nutzen.

In einer weiteren Ausführungsform weist der mindestens einen Organismenbehälter ein Volumen von 10 bis

200 l, vorzugsweise von 20 bis 80 l, besonders vorzugsweise von 30 bis 60 l auf. Diese Größe hat den Vorteil, dass die Organismenbehälter leer bzw. mit Organismen bewachsen noch per Hand umgesetzt werden können. Auf diese Weise bleibt der Bioreaktor selbst bei nicht durchgeführter Automatisierung im industriellen Maßstab interessant. Der Medienbehälter kann entsprechend der Anzahl der durch ihn zu versorgenden Organismenbehälter ein Volumen von 10 l bis zu mehr 800 l aufweisen.

In einer weiteren Ausführungsform ist die Hebevorrichtung durch eine Seilwinde oder einen Kran oder einen Lastenzug gebildet. Notfalls dienen beispielsweise Gabelstapler oder Hubkarren dahingehend, dass sich bei geringen Ausmaßen des Bioreaktors, bei welchen sich eine industrielle voll automatisierte Nutzung noch nicht lohnt, das Verfahren auch vorwiegend manuell durchgeführt werden kann bzw. keine permanente Hebevorrichtung vorhanden ist.

In einer weiteren Ausführungsform weist das Röhrensystem mindestens ein Rohr und/oder einen Schlauch und/oder ein Verzweigungselement auf. Mit Hilfe von Schläuchen, Rohren und Verzweigungselementen kann ein Medienbehälter eine Vielzahl von Organismenbehältern versorgen, bzw. mehrere Medienbehälter mehrere Organismenbehälter zeitgleich versorgen, oder mehrere Medienbehälter einen Organismenbehälter versorgen. Wie bereits vorab erwähnt, kann das Röhrensystem Ventile und Kupplungen aufweisen, um bei einer Lösung der Verbindung zum Austausch entweder des Medienbehälter und/oder des Organismenbehälters kein Medium zu verbrauchen bzw. die Sterilität der Anlage nicht zu gefährden. Auch ist es möglich, das Röhrensystem mit festen Rohren auszubilden, wobei hier eine Vorrich-

tung die Verbindung zwischen dem Medienbehälter und dem Rohrsystem bzw. zwischen dem Rohrsystem und dem Organismenbehälter herstellt. Hierbei könnte eine Sattelkupplung eingesetzt werden.

5

In einer alternativen Ausführungsform weist der Bioreaktor ebenfalls mindestens einen Medienbehälter und mindestens einen Organismenbehälter auf, wobei der mindestens eine Medienbehälter mit dem mindestens einen Organismenbehälter über ein Röhrensystem verbindbar oder verbunden ist. Zum Transport des Mediums durch das Röhrensystem wird jedoch eine Fördervorrichtung eingesetzt, wobei der Förderdruck der Fördervorrichtung einen gravitometrischen Förderdruck nicht übersteigt. Dies bedeutet, dass der Förderdruck der Fördervorrichtung kleiner als 0,1 bar sein muss. Eine vorteilhafte Fördervorrichtung wäre hierbei eine Peristaltikpumpe oder eine Vakuumsaugpumpe, da diese geeignet sind, mit niedrigen Förderdrücken zu arbeiten.

10

15

20

Im Folgenden soll die Erfindung anhand einiger Ausführungsbeispiele genauer erläutert werden. Es zeigen:

25

Fig. 1a

und 1b Ausführungsform des Bioreaktors und Prinzip der kommunizierenden Röhren;

30

Fig. 2 weitere Ausführungsform eines Bioreaktors;

Fig. 3 Ausführungen eines Bioreaktorsystem;

Fig. 4 Orientierung eines bewegten Organismenbehälters zur Richtung der Erdanziehung.

35

Anhand der Figuren 1a und 1b soll die prinzipielle Wirkungsweise des Bioreaktors beschrieben werden. In der Fig. 1a ist ein Bioreaktor 1 mit einem Medienbehälter 2 und einem Organismenbehälter 3 dargestellt, wobei der Medienbehälter 2 und der Organismenbehälter 3 durch ein Röhrensystem 4 miteinander verbunden sind. Dazu wird das Röhrensystem 4 an eine Kupplung 20 des Medienbehälters 2 und an eine Kupplung 30 des Organismenbehälters 3 angeschlossen. Die Kupplungen 20 und 30 erfüllen dabei gleichzeitig eine Ventilfunktion, d.h. dass die Verbindung zwischen dem Medienbehälter 2 und dem Röhrensystem 4 bzw. dem Organismenbehälter 3 und dem Röhrensystem 4 gelöst werden kann ohne das Gefahr besteht, dass ein sich in dem Medienbehälter 2 befindliches Medium 21 austritt.

Der Medienbehälter 2 ist an einer Hebevorrichtung 5 befestigt. Dabei weist die Hebevorrichtung 5 ein Gestell 50 und ein Seil 51 auf, wobei innerhalb des Gestells nicht sichtbar eine Seilwinde verläuft, so dass der Medienbehälter 2 in der Y-Richtung nach oben und nach unten bewegt werden kann. Die Länge des Röhrensystems 4 ist dabei so gewählt, dass für die einstellbaren Höhenpositionen des Medienbehälters 2 stets eine Verbindung zwischen dem Medienbehälter 2 und dem Organismenbehälter 3 möglich ist. Das Medium 21 ist zur Immersion von sich in dem Organismenbehälter 3 befindlichen Organismen gedacht. Es enthält Nährstoffe, welche zum Wachstum und zur Aufzucht der Organismen im Organismenbehälter 3 beitragen.

Der Medienbehälter 2 besteht aus einem Hartplastik. Dieses ist lichtdurchlässig. Außerhalb des Medienbehälters 2, an diesem angeordnet, befindet sich ein Sensor, welcher den Füllstand des Mediums 21 misst. Die Messung erfolgt von Außen um den Sterilpfad nicht

zu verunreinigen. Alternativ kann der Medienbehälter auch aus einem lichtundurchlässigen Plastik oder Stahl bestehen.

5 Der Organismenbehälter 3 besteht aus Polycarbonat. Dies ist insbesondere im sichtbaren und UVA-/UVB-Bereich lichtdurchlässig, so dass der sich in dem Organismenbehälter 3 befindende Organismus auch Inhaltsstoffe produziert, welche lediglich unter Einfluss von ultravioletten Strahlen produziert werden.

10

Der Organismenbehälter 3 ist gegenüber der dargestellten Stellung des Medienbehälters 2 in Y-Richtung erhöht auf einem Regal 6 angeordnet. Das Regal weist hierbei die Form eines Schemels auf, wobei die Höhe des Schemels derart gewählt ist, dass bei am Boden B stehendem Medienbehälter 2 das sich in dem Medienbehälter 2 befindliche Medium 21 einen Füllstand F1 aufweist, welcher sich auf einer vom Boden ab gemessenen Höhe H1 befindet. Der Organismenbehälter 3 ist derart angeordnet, dass der Boden bzw. die Kupplung 30 des Organismenbehälters 3 in Y-Richtung oberhalb der Höhe H sitzt. Dies bedeutet im Wesentlichen, dass in der dargestellten Position des Medienbehälters 2 und des Organismenbehälters 3 sich kein Medium 21 im Organismenbehälter 3 befindet.

15

20

25

In der Fig. 1b ist der Medienbehälter 2 in einer anderen Position dargestellt. Der Medienbehälter wurde mit Hilfe des Seils 51 und der nicht sichtbaren Seilwinde in Y-Richtung nach oben gezogen. Bei dem Nachobenziehen läuft das Medium 21 durch das Röhrensystem 4 über die Kupplung 30 in den Organismenbehälter 3 und immersiert die darin befindlichen Organismen.

30

35

Durch das Anheben des Medienbehälters 2 sinkt die relative Füllhöhe im Medienbehälter 2 auf den Füllstand

F2. Absolut über dem Boden B betrachtet befindet sich der Füllstand F2 auf einer Höhe H2. Die Höhe H2 befindet sich dabei auf einem Höhenniveau oberhalb des Bodens bzw. der Kupplung 30 des Organismenbehälters 3, so dass dieser einen Füllstand F3 aufweist, wobei der Füllstand F3 im Wesentlichen durch die Differenz zwischen der Höhe H2 und dem Regal 6 gebildet wird.

Das in den Fign. 1a und 1b beschriebene Prinzip zur Immersion wird als das Prinzip der kommunizierenden Röhren umschrieben. Um das Medium 20 wieder aus dem Organismenbehälter 3 zu entfernen wird der Medienbehälter 2 wieder auf die in der Fig. 1a gezeigte Position abgelassen. Der aufgrund des Einströmens des Mediums 21 in den Organismenbehälter 3, wie dieses in einem Zustand zwischen dem in der Fig. 1a und in der Fig. 1b dargestellten Zuständen stattfindet, auftretende Druck ist äußerst niedrig. Dadurch, dass sich aufgrund der hydrostatischen Gesetzmäßigkeiten sowohl im Medienbehälter 2 als auch im Organismenbehälter 3, absolut vom Boden B gemessen, gleiche Füllstände ergeben, wird die Einströmgeschwindigkeit des Mediums 21 lediglich durch die Geschwindigkeit des Anhebens des Medienbehälters 2 bestimmt. Ein Druckunterschied zwischen dem Medienbehälter 2 und dem Organismenbehälter 3 besteht im Wesentlichen nicht.

Durch eine nicht dargestellte Verbindung des Organismenbehälters 3 mit dem Medienbehälter 2 an der in Y-Richtung liegenden oberen Decke wird die aufgrund des Einströmens des Mediums 21 in den Organismenbehälter 3 verdrängte Atmosphäre in den Medienbehälter 2 umgeleitet, da in diesem aufgrund des sinkenden Füllstandes vom Füllstand F1 zum Füllstand F2 ein Unterdruck ausbildet, welcher mit der Atmosphäre des Organismenbehälters 3 ausgeglichen werden kann. Bei einem der-

art geschlossenen System wäre die Sterilität, welche im Organismenbehälter 3 vorherrschen soll, zumindest bis zum Austauschen eines der Medienbehälter 2 und des Organismenbehälters 3 gegeben. Alternativ weisen die Behälter einen Außenfilter auf, um einen Zugang für die Luft, welche aufgrund des in den Organismenbehälter einströmenden oder ausströmenden Mediums aus- bzw. einströmen muss, zu schaffen. Die Porentiefe ist dabei so gewählt, dass es zu keiner Verunreinigung des Sterilpfads kommt, z.B. 0,2 µm

Anhand der Fign. 1a und 1b kann auch auf die Modularität des Bioreaktors eingegangen werden. Bei dem in der Fig. 1a dargestellten Zustand befindet sich im Organismenbehälter 3 kein Medium 21. D.h., dass das Röhrensystem 4 von der Kupplung 30 getrennt werden kann und der Organismenbehälter 3 gegen einen ihm vergleichbaren Organismenbehälter ausgetauscht werden kann. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn der aufzuziehende Organismus, wie beispielsweise Pflanzen, insbesondere Phytopharmaka, eine Größe erreicht hat, welche zur weitergehenden Verarbeitung oder zur Übergabe an einen großtechnischen Pflanzenvermehrer geeignet ist. Der neue Organismenbehälter wird anschließend mit dem Röhrensystem 4 verbunden und kann ebenso wie der vorhergehende Organismenbehälter 3 über den Medienbehälter 2 immersiert werden.

Analog zu dem vorhergehenden Abschnitt kann, wie im Fig. 1a dargestellt, auch der Medienbehälter 2 mit dem sich darin befindlichen Medium 21 ausgetauscht werden, wenn beispielsweise der Nährstoffgehalt des Mediums 21 unter einen kritischen Zustand abgesunken ist.

In der Fig. 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel

eines Bioreaktors dargestellt. Der Bioreaktor 1' weist dabei eine Vielzahl von Organismenbehältern 31 bis 38 auf, welche auf einem Regal 6' in zwei Ebenen angeordnet sind. Die Ebenen werden dabei durch die Regalböden 60 und 61 definiert. Die Organismenbehälter 31 bis 38 weisen wie der Organismenbehälter 3 in den Fign. 1a und 1b eine Kupplung 30 bzw. 30' auf, an welche ein Röhrensystem 40 bzw. 40' angeschlossen wird. Das Röhrensystem 40 versorgt dabei die Organismenbehälter 35 bis 38, das Röhrensystem 40' und die Behälter 31 bis 34.

Den Organismenbehältern 35 bis 38 ist jeweils eine eigene Vorrichtung zur Beleuchtung 65 bis 68 zugeordnet. Die Vorrichtungsbeleuchtungen 65 bis 68 strahlen dabei sowohl im sichtbaren als auch im UVA- bzw. UVB-Bereich ab, und sind als Leuchtdioden ausgebildet, da diese bei einem wohldefinierten Strahlungsspektrum nur eine geringe Wärmeeinwirkung in die Organismenbehälter zeigen. Zudem kann der Infrarotbereich gemieden werden. Jedoch können auch Leuchtstoffröhren und/oder Filter verwendet werden, wobei der Filter sowohl direkt an der Vorrichtung zur Beleuchtung als auch auf dem Organismenbehälter selbst angeordnet sein kann.

Die Organismenbehälter 31 bis 34 werden durch eine einzelne Vorrichtung zur Beleuchtung 62 versorgt. D.h., die Bestrahlung der Organismenbehälter 31 bis 34 ist im Wesentlichen gleich solange das Material der Organismenbehälter 31 bis 34 gleich ist. Selbstverständlich kann auch durch eine unterschiedliche Materialwahl für die unterschiedlichen Organismenbehälter 31 bis 34 eine im Inneren der Organismenbehälter 31 bis 34 unterschiedliche Strahlencharakteristik erreicht werden. An dem Regal angeordnet bzw. an den

Organismenbehältern angeordnet sind verschiedene Weiterbildungsbildungen zur einfachsten Ausführungsform des Bioreaktors, welche jedoch miteinander kombiniert werden können. So ist beispielsweise eine Vorrichtung zur Klimatisierung 63, 63' dargestellt, welche den Organismenbehälter 36 klimatisiert. Weiterhin ist an dem Organismenbehälter 36 eine Vorrichtung zur Belüftung angeordnet, welche über die Belüftungszugänge 360 die sich im Inneren des Organismenbehälters 36 befindliche Feuchtigkeit zirkuliert und reguliert. Der Organismenbehälter 36 weist außerhalb einen Sensor 361 zum Überwachen der Atmosphärenzusammensetzung hinsichtlich der Feuchtigkeit des CO₂-Gehalts, der Anteile von Edelgasen und Ethylen auf. An dem Organismenbehälter 37 ist ein Sensor 370 angeordnet, welcher die Helligkeit des am Organismenbehälters 37 ankommenden Lichts der Vorrichtung zur Beleuchtung 67 registriert, misst und/oder überwacht. So kann, beispielsweise mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage, eine auftretende Strahlungscharakteristik im Inneren des Organismenbehälters 37 mit einer Soll-Strahlungscharakteristik für den in dem Organismenbehälter 37 wachsenden Organismen verglichen werden, und bei einer Abweichung innerhalb eines statistisch relevanten Bereichs eine vorzugsweise automatische Änderung der Bestrahlungscharakteristik der Vorrichtung zur Beleuchtung 67 vorgenommen werden.

Links und rechts des Regals 6' sind Hebevorrichtungen 7, 7' angeordnet, wobei diese einen Träger 71 bzw. 71' und eine Lastebene 72 bzw. 72' aufweisen. Auf den Lastebenen 72 bzw. 72' ist ein Medienbehälter 8 bzw. 8' angeordnet. Über einen Antrieb der Hebevorrichtung 7 bzw. 7' können die Medienbehälter 8 bzw. 8' in Y-Richtung nach oben und unten gefahren werden. Das Röhrensystem 40 stellt die Verbindung zwischen dem

Medienbehälter 8 und den Organismenbehältern 35 bis 38 dar. Das Röhrensystem 40 weist dabei ein flexibles Schlauchelement 401 auf, welches über ein Ventil 402 mit einem starren Rohr 403 verbunden wird, auf. Die
5 Länge bzw. Flexibilität des Schlauchelements 401 ist dabei ausreichend um den Medienbehälter 8 derart hoch und runter fahren zu können, so dass ein sich in dem Medienbehälter 8 befindliches Medium in die Organismenbehälter 35 bis 38 ergießen kann und auch voll-
10 ständig aus diesen abfließen kann. An dem starren Rohr 403 sind Verzweigungselemente 404 angeordnet, über welche das Röhrensystem 40 mit den Kupplungen der Organismenbehälter 35 bis 38 verbunden wird. In dem vorliegenden Fall versorgt der Medienbehälter 408
15 vier Organismenbehältern 35 bis 38, welche gleichzeitig durch den Medienbehälter 8 immersiert werden können. Der Medienbehälter 8 ist derart angeordnet, dass der Füllstand F2 im Medienbehälter 8 zu einem Füllstand F3 in jedem einzelnen der Organismenbehälter 35
20 bis 38 führt. Um die Immersion der sich in den Organismenbehältern 35 bis 38 befindlichen Organismen zu beenden, wird der Medienbehälter 8 in Y-Richtung nach unten gefahren, bis der Füllstand F3 auf 0 gesunken ist.

25 Dieses Szenario ist durch den Medienbehälter 8' illustriert. Der Medienbehälter 8' ist analog zum Medienbehälter 8 über ein Röhrensystem 40' mit einem flexiblen Schlauchelement 401' und einem starren Rohr
30 403' über Verzweigungselemente 404' mit den Kupplungen der Organismenbehälter 31 bis 34 verbunden. In der gezeigten Position nimmt das sich in dem Medienbehälter 8' befindliche Medium einen Füllstand F1 ein. Dieser ist auf einer Höhe, so dass sich keinerlei Medium in einem der Organismenbehälter 31 bis 34
35 befindet.

Alternativ zu den Organismenbehältern 31 bis 38, welche aus formgebenden Behältnissen aus Polycarbonat bestehen, können auch Beutel, beispielsweise aus Polypropylen, an dem Regal 6' befestigt werden. Die Beutel haben hierbei den Vorteil, dass sie kostengünstig herstellbar und platzsparend transportierbar sind. Diese würden ähnlich einem Infusionsbeutel in einem Krankenhaus an der Decke der Regalböden aufgehängt werden, wobei das Röhrensystem mehrere flexible schlauchförmige Elemente aufweist.

Die dargestellten Organismenbehälter weisen ein Volumen von 40 bis 50 l auf. Um einen Immersionsgrad von mindestens 75% zu erreichen, muss der Medienbehälter ein Volumen zwischen 120 und 150 l aufweisen. Der in Fig. 2 dargestellte Bioreaktor 1' kann aufskaliert werden, in dem Sinne, als dass die Organismenbehälter über mehr als lediglich zwei Ebenen gestapelt werden und zwischen 20 bis 60 Organismenbehälter mit einem Medienbehälter verbunden werden. Dabei ist eine dementsprechende Größe des Medienbehälters zwischen beispielsweise 500 und 1500 l möglich. Dieser wäre vorzugsweise aus Stahl oder einem anderen stabilen Werkstoff. Vorzugsweise sollte jedoch die Stapelhöhe der Organismenbehälter nicht über die für einen Beobachter überschreitende Sichthöhe hinausgehen, so dass zusätzlich zu möglicherweise vorhandenen automatischen Überwachungsmechanismen auch eine manuelle Kontrolle der Organismen durch das Bedienpersonal vorgenommen werden kann.

Bei dem in der Fig. 2 dargestellten Bioreaktor 1' werden die Medienbehälter 8 bzw. 8' ausgetauscht, sobald der Nährstoffgehalt des Mediums unter einen kritischen Wert gesunken ist. Sobald ein sich in einem

der Organismenbehälter 31 bis 38 befindliches Lebewesen, wie beispielsweise Schwämme, den erwünschten Zuchtgrad erreicht hat, kann der Organismenbehälter einzeln, unabhängig von den anderen Organismenbehältern ausgetauscht werden, ohne dass zu befürchten ist, dass bei einer neuerlichen Immersion das Medium aus dem dementsprechenden Verzweigungsstück 404 hinausspritzen würde. An den Organismenbehältern kann weiterhin jeweils ein kapazitiver Sensor angeordnet werden, wobei der kapazitive Sensor die Füllhöhe F3 überwacht und eines der Ventile des Bioreaktors schließt, um ein Überfluten der Organismenbehälter zu verhindern. Als Ventile können vorzugsweise Schlauchquetschventile eingesetzt werden, um eine Kontamination des Sterilpfads durch Ventile im Innenraum des Bioreaktors zu vermeiden.

In der Fig. 3 ist ein Bioreaktorsystem 10 dargestellt, anhand welchem die möglichen Automatisierungsgrade genauer erläutert werden sollen. Das Bioreaktorsystem 10 weist eine Datenverarbeitungsanlage 11 sowie Bioreaktoren 12, 12' und 12" auf, welche jeweils einen Bioreaktor 1' der Fig. 2 entsprechen. Die Datenverarbeitungsanlage 11 ist mit den Bioreaktoren 12 bis 12" über die Verbindung 100 bzw. 100' bzw. 100" verbunden. Über die Verbindung werden sämtliche Werte der durch die Sensoren der einzelnen Organismenbehälter bzw. Medienbehälter ermittelten Werte aufgezeichnet und überwacht. So kann beispielsweise automatisch festgestellt werden, wann welcher Medienbehälter ausgetauscht werden muss. Gleiches gilt auch für die Organismenbehälter. Weiterhin können die Beleuchtung, die Belüftung und die Klimatisierung überwacht und gesteuert werden.

Mit der in Fig. 3 dargestellten Anlage ist es mög-

lich, den Bioreaktor im industriellen Maßstab, beispielsweise in Fabrikgröße, zu betreiben.

Sämtliche in der Beschreibung offenbarten Bioreaktoren bzw. Bioreaktorsysteme können unter reproduzierbaren Bedingungen auch klonal vermehren. Dies führt zu einer hohen Produktkonstanz, wodurch eine jahreszeitlich unabhängige kontinuierliche Produktion möglich wird.

Das Inhaltsstoffprofil der Pflanzen kann über die einstellbaren klimatischen Faktoren gesteuert werden, wobei die Inhaltsstoffausbeute im Vergleich zu anderen Aufzuchtmethoden ein Vielfaches betragen kann. Besonders vorteilhaft ist es zudem, dass der in dem mindestens einen Organismenbehälter gezüchtete Organismus am Verarbeitungsort erzeugt werden kann, wodurch Transportkosten und -einflüsse entfallen. Zudem können gentechnisch veränderte Pflanzen produziert werden, ohne dass eine Freisetzung erfolgt, was im Rahmen der Gesetzgebung von großer Wichtigkeit ist. Auch die Produktion pharmazeutischer neuartiger Inhaltsstoffe kann mittels des "Molecular Farming" in einem erfindungsgemäßen Bioreaktor durchgeführt werden. Die dargestellten Bioreaktoren bzw. Bioreaktorsysteme stellen die Produkte unter sterilen Bedingungen und hochqualitativ her. Abnehmer für die Organismen bzw. Inhaltsstoffe der Organismen sind beispielsweise die Pharmazie, die kosmetische Industrie oder Nutzpflanzenerzeuger oder Zierpflanzenerzeuger.

Bei den hier aufgeführten Ausführungsbeispielen sind die Organismenbehälter während der Aufzucht eines Organismus in selbigen ortsfest angeordnet. Demzufolge ist die Orientierung der Organismenbehälter in Bezug auf die Richtung der Erdanziehung während der Auf-

zucht im Wesentlichen unverändert. Sollte eine Variante des erfindungsgemäßen Bioreaktors mit einem durch die Hebevorrichtung zu bewegenden Organismenbehälter beabsichtigt sein, ist darauf zu achten, dass
5 der beispielhaft in der Fig. 4 dargestellte Organismenbehälter 39 in Bezug auf die Richtung der Erdanziehung G um weniger als $\alpha=25^\circ$, vorzugsweise weniger als $\alpha=10^\circ$, besonders vorzugsweise um weniger als $\alpha=3^\circ$ geneigt wird.

10 Die in den Ausführungsbeispielen beschriebene Hubbewegung der Hebevorrichtung kann auch durch einen besonders niedrigen Förderdruck z.B. einer Peristaltikpumpe ersetzt werden.

15

Patentansprüche

5

1. Bioreaktor (1; 1'; 10) für ein temporäres Immersionsverfahren mit mindestens einem Medienbehälter (2; 8, 8') und mindestens einem Organismenbehälter (3; 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) zur Zucht von Vielzeller-Organismen, wobei der mindestens eine Medienbehälter mit dem mindestens einen Organismenbehälter über ein Röhrensystem (4; 40, 40') verbindbar oder verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Hebevorrichtung (5; 7, 7') vorhanden ist, wobei die Hebevorrichtung zum Hub des mindestens einen Medienbehälters und/oder des mindestens einen Organismenbehälters ausgebildet ist und der mindestens eine Organismenbehälter während der Zucht der Vielzeller-Organismen in Bezug auf die Richtung der Erdanziehung um weniger als 10° verkippt wird.
2. Bioreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Organismenbehälter während der Zucht der Vielzeller-Organismen in seiner Orientierung in Bezug auf die Richtung der Erdanziehung im Wesentlichen unverändert ist oder ortsfest ist.
3. Bioreaktor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Medienbehälter (2; 8, 8') und/oder der mindestens eine Organismenbehälter eine Kupplung (10; 30, 30') und/oder ein Ventil aufweisen und über die Kupplung und/oder das Ventil mit dem Röhren-

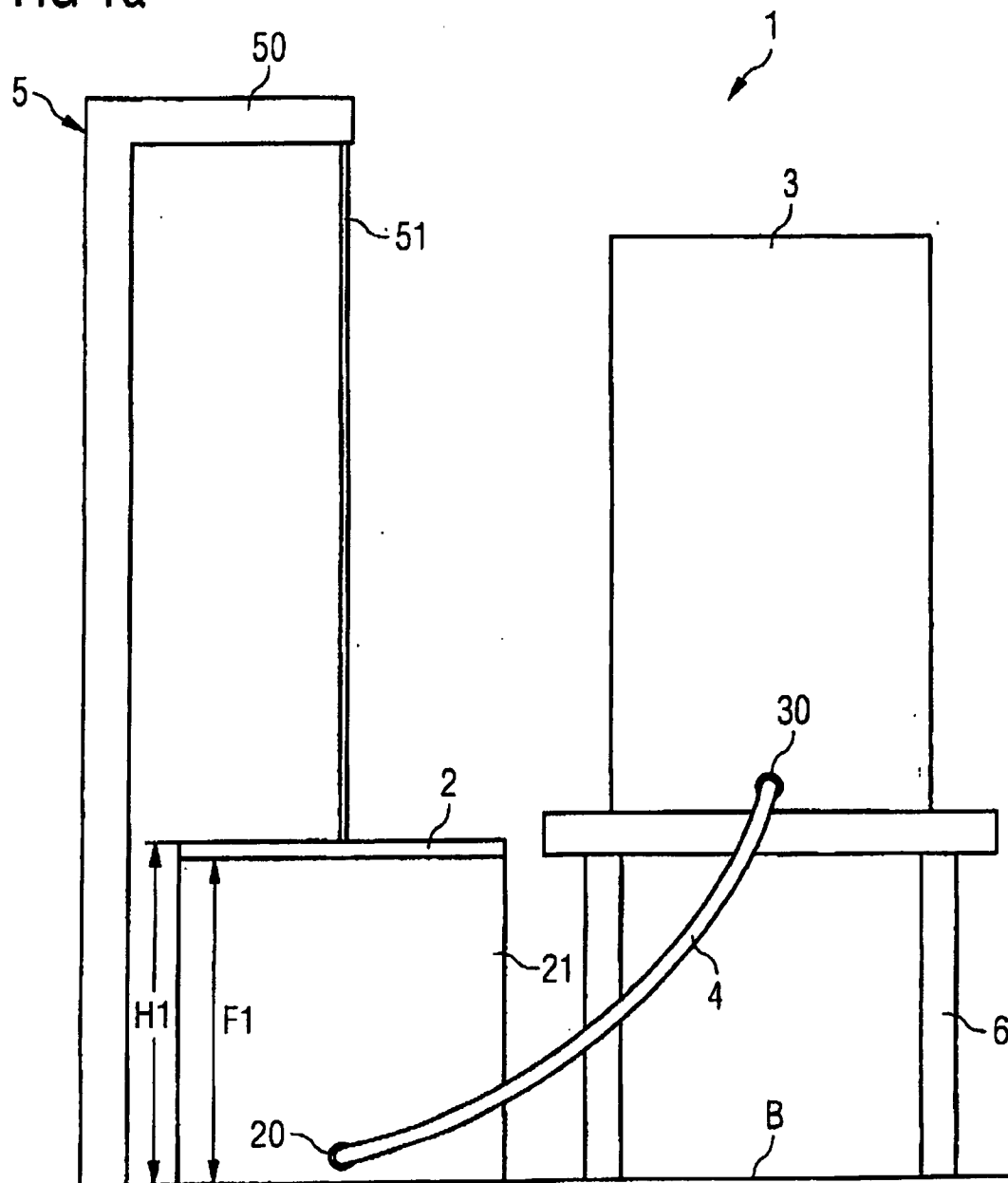
system (4; 40, 40') verbindbar oder verbunden sind.

- 5 4. Bioreaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem mindestens einen Organismenbehälter (3; 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) mindestens ein Sensor zugeordnet ist, wobei der mindestens eine Sensor Prozessparameter überwacht.
- 10 5. Bioreaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Organismenbehälter (3; 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) verschließbar, vorzugsweise wieder-verschließbar, und/oder abgedichtet ist.
- 15 6. Bioreaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem mindestens einen Organismenbehälter (3; 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) eine Vorrichtung zur Klimatisierung und/oder eine Vorrichtung Belüftung und/oder eine Vorrichtung zur Beleuchtung zugeordnet ist.
- 20 7. Bioreaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Regal (6; 60) mit mindestens einem Stellplatz, vorzugsweise mehreren Stellplätzen, vorhanden ist, und der mindestens eine Organismenbehälter
25 an einem Stellplatz angeordnet ist.
- 30 8. Bioreaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Organismenbehälter (3; 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) im sichtbaren, vorzugsweise im sichtbaren und im ultravioletten, Bereich licht-durchlässig ist.

- 5 9. Bioreaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Organismenbehälter (3; 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) mindestens einen Belüftungszugang aufweist.
10. Bioreaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Organismenbehälter ein Volumen von 10 bis 200l, vorzugsweise 20 bis 80l, aufweist.
- 10 11. Bioreaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Medienbehälter (2; 8, 8') mindestens einen Sensor aufweist.
- 15 12. Bioreaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Röhrensystem (4; 40, 40') mindestens ein Rohr (403, 403') und/oder einen Schlauch (401, 401') und/oder mindestens ein Verzweigungselement (404) aufweist.
- 20 13. Bioreaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Datenverarbeitungsanlage (11) zur Überwachung und/oder Steuerung von Prozessparametern vorhanden ist.
- 25 14. Verwendung eines Bioreaktors nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Aufzucht von Pflanzen oder Schwämmen oder Muscheln oder Pilzen oder Algen.
- 30 15. Verfahren zum Betrieb eines Bioreaktors nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Förderdruck innerhalb des Röhrensystems 0,1 bar nicht überschreitet.

1/4

FIG 1a



2/4

FIG 1b

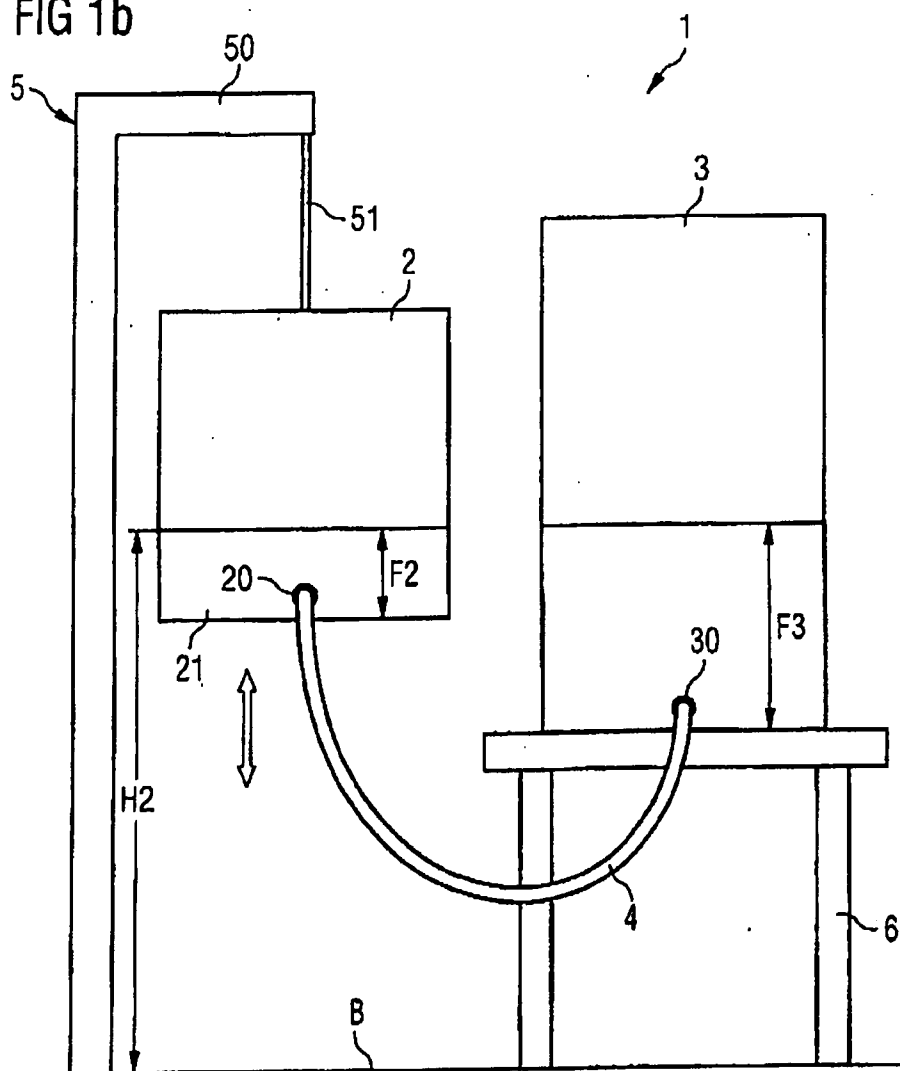
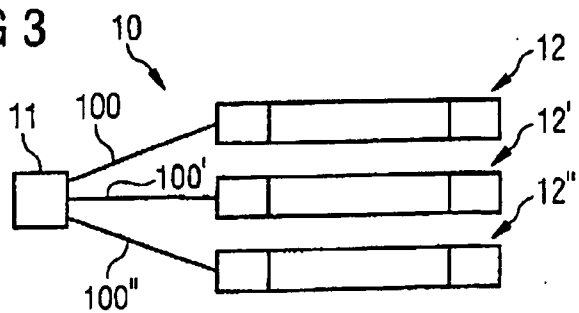
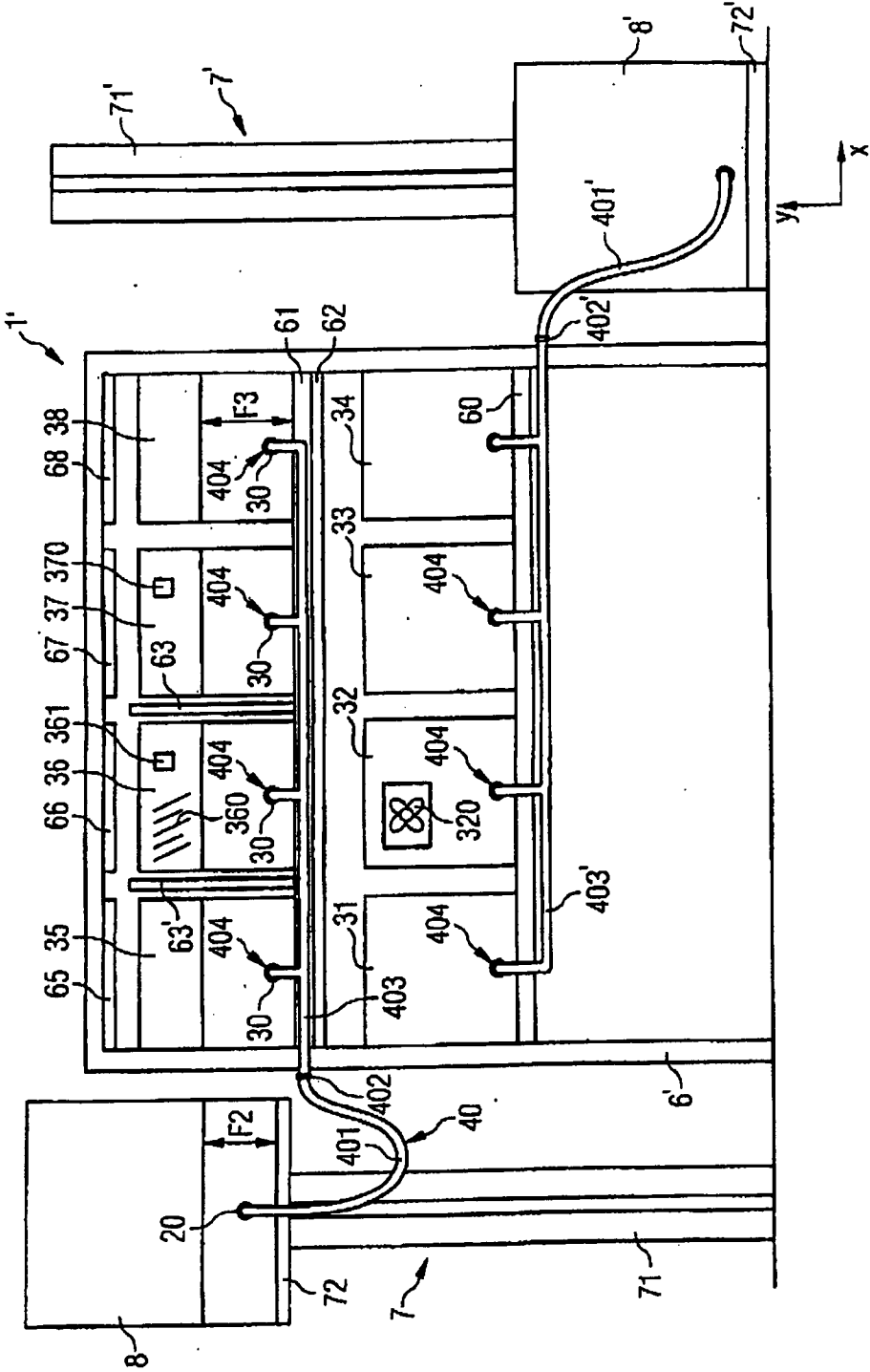


FIG 3



3/4

FIG 2



4/4

Fig. 4

