

(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
27. Oktober 2016 (27.10.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/168871 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
C12M 1/00 (2006.01) C12M 1/26 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/AT2016/000039
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
22. April 2016 (22.04.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
A247/2015 24. April 2015 (24.04.2015) AT
- (71) **Anmelder:** ECODUNA AG [AT/AT]; Fischamender Str. 12/3, 2460 Bruck/Leitha (AT).
- (72) **Erfinder:** EMMINGER, Franz; Steinerweg 2, 2410 Hainburg (AT).
- (74) **Anwalt:** KRAUSE, Peter; Sagerbachgasse 7, 2500 Baden (AT).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) **Title:** METHOD FOR OBTAINING, IN PARTICULAR FOR HARVESTING, ALGAE AND MICROORGANISMS

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR GEWINNUNG, INSBESONDERE ZUM ERNTEN, VON ALGEN UND MIKROORGANISMEN

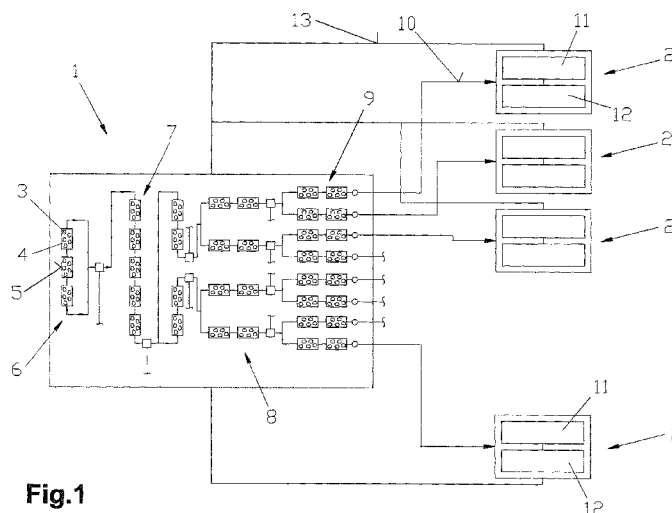


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for obtaining, in particular for harvesting, algae and/or microorganisms (3) from a reaction medium (4), for example for harvesting from a suspension consisting of microorganisms (3) and a nutrient solution, in particular in a cultivation and production or hydrocultivation. A concentration of the reaction medium (4) is carried out by means of a filter system (14, 15) which is designed in the form of a hollow fiber membrane. In the first stage, the reaction medium (4) is continuously fed, particularly also during a cleaning cycle for the filter system (14, 15), to a collecting container (16) of a cultivation station (1). In the second stage, the reaction medium (4) passes through a plurality of filter stages, in particular at least one additional filter stage (11, 12), for increasing the concentration of the reaction medium (4) by separation of liquid, in particular the nutrient solution, from the reaction medium (4).

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/168871 A2



Die Erfindung betrifft Verfahren zur Gewinnung, insbesondere zum Ernten, von Algen und/oder Mikroorganismen (3) aus einem Reaktionsmedium (4), beispielsweise zum Ernten aus einer aus Mikroorganismen (3) und Nährlösung bestehenden Suspension, insbesondere bei einer Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung. Eine Aufkonzentration des Reaktionsmediums (4) erfolgt über ein als Hohlfasermembran ausgebildetes Filtersystem (14, 15). Im ersten Schritt wird das Reaktionsmedium (4) kontinuierlich, insbesondere auch während eines Reinigungszyklus für das Filtersystem (14,15), einem Auffangbehälter (16) von einer Zuchtstation (1) zugeführt. Im zweiten Schritt durchläuft das Reaktionsmedium (4) mehrere, insbesondere zumindest eine weitere Filterstufe (11,12) zur Erhöhung der Konzentration des Reaktionsmediums (4) durch Absonderung von Flüssigkeit, insbesondere der Nährlösung aus dem Reaktionsmedium (4).

**VERFAHREN ZUR GEWINNUNG, INSBESONDERE ZUM ERNTEN, VON
ALGEN UND MIKROORGANISMEN**

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung, insbesondere zum Ernten, von Algen und/oder Mikroorganismen aus einem Reaktionsmedium, beispielsweise zum Ernten aus einer aus Mikroorganismen und Nährlösung bestehenden Suspension, insbesondere bei einer Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung, wobei eine Aufkonzentration des Reaktionsmediums über ein als
- 10 Hohlfasermembran ausgebildetes Filtersystem erfolgt.

Mikroorganismen, vorzugsweise phototrophe und insbesondere Mikroalgen als nachhaltige biogene Rohstoffe für die Produktion von Protein, hochwertigen Stoffen für die Pharma-Industrie, für Biotreibstoff, Biochemikalien stehen nicht in

15 Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion am Feld und können bestehende und zukünftige Versorgungslücken schließen. Industriell anfallendes CO₂ kann durch deren Stoffwechsel ebenso zur Wertstoff-Gewinnung herangezogen werden, wie auch Aufschlammungen aus Fermentationsprozessen oder zum Beispiel Abwässer aus Aquakulturen. Für die Produktion von hochwertigen und somit

20 hochpreisigen Produkten stehen bereits heute eine Reihe von Ernteverfahren zur Verfügung, die einen wirtschaftlichen Betrieb einer Algen-Produktion als Ganzes erlauben. Für die Anwendung in den Pulk- und Niedrigpreis-Bereichen, wie Bio-Energie, Bio-Treibstoff, Bio-Kunststoff auf Basis von Mikroorganismen, erweist sich bislang insbesondere der hohe Energieaufwand und die damit

25 einhergehenden Kosten als Markteintrittshürde. Insbesondere der Bioenergie-Sektor erfordert eine gesamt positive Energiebilanz in der Produktionskette, die zurzeit praktisch nicht erreicht werden kann.

Nachdem Algen jedoch in der Öl-Produktion 50 bis 100 mal effektiver sind als

30 Raps, wird mit der gegenständlichen Erfindung und den damit einhergehenden Energie-Ersparnissen und dem geringen technischen Aufwand ein wesentlicher Schritt in Richtung besserer Wirtschaftlichkeit und besserer Energiebilanz in der industriellen Algenproduktion gesetzt.

Üblicherweise werden zum Ernten von Algen bzw. Mikroorganismen energieintensive Zentrifugen eingesetzt. Nachteilig neben den hohen Energieverbrauch ist auch, dass bei den Zentrifugen durch die hohe
5 Druckbeanspruchung es zu Beschädigungen der Algen bzw. Mikroorganismen kommen kann.

Aus der DE 10 2009 039 554 A ist ein Verfahren zum Ernten von Algen aus einer Algensuspension beschrieben, bei dem eine Aufkonzentration der Algen bzw.
10 Mikroorganismen mittels eines Membranfilters erfolgt. Für die Filterung werden mehrere Stufen durchlaufen, wobei unterschiedliche Systeme eingesetzt werden. Nachteilig ist hierbei, dass ein sehr hoher Aufwand für die Filterung durch den Einsatz unterschiedlicher Systeme erforderlich ist. Damit entstehen auch hohe Ersatzteilkosten sowie ein hoher Aufwand der Schulung für das Personal, die für
15 die unterschiedlichsten Systeme ausgebildet werden müssen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs zitierten Art zu schaffen, das einerseits die obigen Nachteile vermeidet und das andererseits einen kontinuierlichen, rationellen und wirtschaftlichen Wachstumsprozess
20 gewährleistet,

Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass

- im ersten Schritt das Reaktionsmedium kontinuierlich, insbesondere auch während eines Reinigungszyklus für das Filtersystem, einem
25 Auffangbehälter von einer Zuchtstation zugeführt wird und
- im zweiten Schritt das Reaktionsmedium mehrere, insbesondere zumindest einer weiteren Filterstufe zur Erhöhung der Konzentration des Reaktionsmediums, insbesondere mit Algen und/oder Mikroorganismen durch Absonderung von Flüssigkeit, insbesondere der Nährlösung aus dem
30 Reaktionsmedium, durchläuft.

Vorteilhaft ist hierbei, dass durch das kontinuierliche Zuführen des Reaktionsmediums aus der Zuchtstation, die Förderung in der Zuchtstation nicht

unterbrochen wird. Würde die Förderung in einer Biosolaranlage für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess zum Stillstand kommen, so würden erhebliche Schäden der Algen bzw. Mikroorganismen auftreten. Somit ist es äußerst wichtig, dass die Ernte während
5 des Betriebes der Zuchtstation erfolgen muss. Da jedoch eine Zuchtstation vorzugsweise aus vielen Entnahme-Modulen besteht, ist es notwendig, die Ernte-Einheit bzw. das Ernte-Modul mit einem möglichst geringen Aufwand zu betreiben und gleichzeitig die Ausbeute zu erhöhen. Dies wird erfindungsgemäß erstmals, mit einer mehrstufigen, insbesondere einer aus zwei Stufen bestehenden, Ernte-
10 Einheit realisiert.

Nach einem besonderen Merkmal der Erfindung wird zumindest in der ersten Filterstufe, vorzugsweise jedoch in beiden Filterstufen, das Reaktionsmedium vom
15 Auffangbehälter in das Filtersystem befördert, an dem ein hoher Anteil an Flüssigkeit, insbesondere Nährlösung, abgeschieden wird und das aus dem Filtersystem austretende, höher konzentrierte, Reaktionsmedium wird wiederum dem Auffangbehälter zugeführt, bis eine definierte Konzentration des Reaktionsmediums, insbesondere mit Algen und/oder Mikroorganismen, im
Auffangbehälter erzielt wird. Dadurch wird erreicht, dass das Konzentrat der Algen
20 bzw. Mikroorganismen immer höher aufkonzentriert wird.

Gemäß einem weiteren besonderen Merkmal der Erfindung wird bei Erreichen einer vordefinierten Konzentration des Reaktionsmediums, insbesondere von
25 einem Algen- und/oder Mikroorganismen-Anteil von 10 bis 50 g/l, insbesondere 30 g/l, das Reaktionsmedium im Auffangbehälter in die weitere Filterstufe befördert und vorzugsweise wird gleichzeitig ein Reinigungsprozess für das Filtersystem gestartet. Somit ist eine gesteuerte Konzentration der Algen bzw. Mikroorganismen möglich, bevor die erste Stufe beendet wird und das
aufkonzentrierte Reaktionsmedium an die zweite Stufe übergeben wird.

30

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Zuführung des Reaktionsmediums in den Auffangbehälter der ersten Filterstufe mit einer Geschwindigkeit entsprechend der Geschwindigkeit in der Zuchtstation,

insbesondere von 7,2 l/min. Damit entspricht die Zufuhrgeschwindigkeit in die erste Stufe immer der Fließgeschwindigkeit in der Zuchtstation, so dass diese ununterbrochen im Betrieb ist und das bestmögliche Wachstum der Algen erzielt wird.

5

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird als Filtersystem, vorzugsweise in beiden Filterstufen, eine Hohlfasermembran eingesetzt, bei der in der ersten Filterstufe ein Flüssigkeitsanteil zwischen 15 l/min und 50 l/min, insbesondere 30 l/min und in der zweiten Filterstufe zwischen 0,3 l/min und 2 l/min, insbesondere 1,0 l/min, ausgeschieden wird. Dadurch wird erreicht, dass der Schulungsaufwand für die Wartungsarbeiten durch die gleich ausgebildeten Filterstufen gering gehalten werden kann. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass dadurch Erfahrungen beim Betrieb in einer der beiden Filterstufen auf die andere Filterstufe übertragen werden kann, so dass die beste und größtmögliche Ausbeute erzielt werden kann.

15

Nach einer weiteren besonderen Ausgestaltung der Erfindung wird die Förderung des Reaktionsmediums vom Auffangbehälter zum Filtersystem über eine Pumpe, insbesondere eine Schaufelradpumpe, mit möglichst geringem Druck zur Vermeidung von Zerstörungen der Algen- und/oder Mikroorganismen durchgeführt. Dadurch kann die Qualität der Algen bzw. Mikroorganismen erhöht bzw. gehalten werden.

20

Gemäß einer besonderen Weiterbildung der Erfindung wird für das Filtersystem ein Druck, vorzugsweise ein Differenzdruck, zur Beaufschlagung der Hohlfasermembran von 0,3 bis 2 bar, vorzugsweise 0,7 bis 1,5 bar, insbesondere etwa 0,7 bis 1,3 bar, gewählt. Vorteilhaft ist hierbei, dass dadurch die Zerstörung der Algen bzw. der Mikroorganismen vermieden wird und somit die Ausfallsrate gering gehalten wird.

25

Nach einer besonderen Ausbildung der Erfindung wird bei Erreichen eines vordefinierbaren Eingangsdruckes des Reaktionsmediums über eine definierte Zeitspanne am Filtersystem, insbesondere am Eingang des Filtersystem von vorzugsweise 1,5 bar, ein Reinigungsprozess eingeleitet, bei dem der

30

Auffangbehälter vom übrigen Leitungssystem abgekoppelt und gleichzeitig der Reinigungsprozess für das Filtersystem gestartet wird. Dadurch wird ein Verstopfen des Filters verhindert. Gleichzeitig wird damit erreicht, dass der Druck auf die Algen nicht über einen definierten Wert ansteigen kann, bei der erhebliche
5 Schäden an den Algen die Folge sind.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung erfolgt die Überführung des Reaktionsmediums vom Auffangbehälter der ersten Filterstufe in den Auffangbehälter der zweiten Filterstufe mit einer Geschwindigkeit zwischen 20
10 l/min und 60 l/min, insbesondere mit 25 l/min. Somit kann die dadurch entstehende Verdünnung außer Acht gelassen werden. Selbstverständlich wäre es möglich, in einem Vorbehälter, der auf die Menge des zufließenden Reaktionsmediums für den Überspeisungszeitraum ausgelegt ist, das Reaktionsmedium aufzufangen und anschließend nach abgeschlossener
15 Übertragung dieses in den Auffangbehälter zu füllen. Dadurch würde jedoch für die Vielzahl an Erntestationen ein erheblicher Mehraufwand, insbesondere Mehrkosten, für die Materialien und Steuerungen entstehen.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung erfolgt beim Erreichen eines
20 definierten Gegendruckes oder bei Erreichen einer vordefinierten Konzentration des Reaktionsmediums eine Überführung des Reaktionsmediums vom Auffangbehälter der ersten Filterstufe in den Auffangbehälter der zweiten Filterstufe und eine Reinigung der ersten Filterstufe wird durchgeführt. Dadurch ist gewährleistet, dass die Ernteeinheit bzw. das Ernte-Modul auf zwei
25 unterschiedliche Arten eine Überführung des Reaktionsmediums einleiten kann, so dass eine sehr hohe Prozesssicherheit gewährleistet ist. Der Schaden an den Algen bzw. Mikroorganismen wird somit sehr gering gehalten, so dass die Ausbeute bei einer derartigen Anlage ungewöhnlich hoch ist.

30 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird zur Reinigung des Filtersystems, insbesondere der Hohlfasermembran, eine Reinigungsspülung mit Luft, insbesondere mit Druckluft, oder einer Reinigungsflüssigkeit durchgeführt.

Dadurch werden regelmäßig die kleinen Öffnungen zum Ausscheiden der Flüssigkeit gereinigt, so dass eine sehr hohe Prozesssicherheit gegeben ist. Dies ist notwendig, da die Fließgeschwindigkeit des Reaktionsmediums in der Zuchtstation, aus der kontinuierlich das Reaktionsmedium entnommen wird, nicht unterbrochen werden darf. Somit ist es erforderlich den Aufbau der Filterstufen so einfach wie möglich zu halten, damit eine selbstständige automatische Reinigung durchführbar ist.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung wird im Reinigungsprozess für das Filtersystem das Filtersystem von den restlichen Komponenten, insbesondere vom Auffangbehälter, getrennt. Dadurch kann innerhalb des geschlossenen Systems mit sehr hohem Drücken beim Reinigungsprozess gearbeitet werden, so dass sichergestellt ist, dass der Filter für den nächsten Ernteprozess wieder verwendet werden kann. Selbstverständlich wäre es möglich, parallel einen zweiten oder mehrere Filter einzusetzen, so dass auf die eingesetzten Filter umgeschaltet werden kann. Dadurch steigen jedoch wiederum die Anschaffungs- und Wartungskosten für eine Vielzahl von Ernte-Modulen für eine einzige Zuchtstation.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung wird das als Hohlfasermembran ausgebildete Membranfiltrationssystem in einem Gehäuse entsprechend einem Dreiwege-Ventil ausgebildet, wobei das mit Algen und/oder Mikroorganismen beladene Reaktionsmedium einem Einlass zugeführt wird und am anderen Ende der Hohlfasermembran über einen Auslass das auszubringende, aufkonzentrierte Reaktionsmedium, ausgebracht wird und am Umfang zwischen den beiden Enden der Hohlfasermembran über einen dritten Auslass die Flüssigkeit, insbesondere die Nährstofflösung, ausgebracht wird. Dadurch wird erreicht, dass die Algen bzw. Mikroorganismen in Fließrichtung durch den Filter mit möglichst geringen Schäden strömen können und die Nährlösung durch die feinen Poren seitlich nach außen abfließen. Somit erfolgt innerhalb des Filters die Aufkonzentrierung des Reaktionsmediums, wobei bei mehrmaligen durchlaufen der Algenanteil sehr hoch ist und nur noch wenig Flüssigkeit vorhanden ist. Wesentlich ist beim Filter, dass die Algen vorzugsweise in Strömungsrichtung transportiert werden, da bei einem seitlichen Austreten diese gegen eine Wand gepresst würden und somit

zerplatzen würden. Starke Richtungsänderungen sollten möglichst für die Algen vermieden werden.

Nach einer besonders vorteilhaften Maßnahme der Erfindung erfolgt die Zuführung des Reaktionsmediums von einer Anlage, insbesondere einer als

5 Zuchtanlage ausgebildeten Biosolaranlage, für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess, insbesondere für eine Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung von, vorzugsweise phototrophen, Mikroorganismen, kontinuierlich, wobei das Reaktionsmedium mäanderförmig in einer aus mehreren Reaktorelementen gebildete Reaktoreinheit geführt wird,

10 wobei die mäanderförmige Führung des Reaktionsmedium senkrecht oder in einem Winkel geneigt, vorzugsweise mindestens einmal von unten nach oben bzw. gegen die Richtung Schwerkraft (aufsteigender Ast) und von oben nach unten bzw. in die Richtung der Schwerkraft (fallender Ast), transportiert wird und dass mindestens ein, vorzugsweise mehrere Reaktoreinheiten zu einem Speicher-

15 Modul zusammen geschlossen werden, in dem das Reaktionsmedium in einer Endlosschleife transportiert wird, wobei an einer Reaktoreinheit des Speicher-Moduls, vorzugsweise über eine Entnahmevorrichtung, vorzugsweise einem so genannten „Desmodrom“, ein frei wählbar definierter Anteil des Reaktionsmediums entnommen wird und in einem vorzugsweise aus mehreren in

20 Reihe geschlossenen Reaktoreinheiten gebildeten Linien-Modul geleitet wird, wobei gleichzeitig der fehlende Anteil an Reaktionsmedium auf die Ursprungsmenge aufgefüllt wird, worauf nach Durchlaufen der Reaktoreinheiten des Linien-Moduls an der letzten Reaktoreinheit über eine weitere Entnahmevorrichtung das Reaktionsmedium aufgeteilt wird, worauf

25 gegebenenfalls anschließend jeweils ein Wachstum-Modul betrieben wird, bei dem der fehlende Anteil an Reaktionsmedium auf die Ursprungsmenge aufgefüllt wird und/oder ein Entnahme-Modul zur Gewinnung der Algen und/oder Mikroorganismen betrieben wird. Dadurch wird eine Zuchtstation eingesetzt, bei der ein sehr schnelles Wachstum an Algen bzw. Mikroorganismen erzielt wird, so

30 dass das Reaktionsmedium schon einen für Zuchtstationen hohen Anteil an Algen bzw. Mikroorganismen aufweist. Auch kann eine derartige Zuchtstation für unterschiedliche Arten von Algen bzw. Mikroorganismen eingesetzt werden.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung zu schaffen, mit der die wirtschaftliche Durchführung des obigen Verfahrens gewährleistet ist. Diese Aufgabe der Erfindung wird durch eine Einrichtung zum Ernten von Algen und/oder Mikroorganismen aus einem Reaktionsmedium gelöst, bei der

5 erfindungsgemäß ein Auffangbehälter zum kontinuierlichen Zuführen eines Reaktionsmediums mit einer Anlage, insbesondere einer Zuchtanlage, verbunden ist und dass zum Ernten des Reaktionsmediums von Algen und/oder Mikroorganismen mehrere, insbesondere zwei, Filterstufen angeordnet sind. Vorteilhaft ist, dass damit die Zuführung aus der Zuchtstation nicht unterbrochen

10 werden muss, das heißt, dass die Zuchtstation, insbesondere das Reaktionsmedium in der Zuchtstation, kontinuierlich betrieben wird und ständig Reaktionsmedium am Ende der Zuchtstation aus den Entnahme-Modulen entnommen und dem Ernte-Modul zugeführt wird. Wesentlich bei derartigen Anlagen ist, dass die Strömung in der Zuchtstation nicht unterbrochen wird, da

15 hierbei die Algen bzw. Mikroorganismen zu Boden sinken würden und durch den sich aufbauenden Druck auf die unteren Algen bzw. Mikroorganismen diese zerstört werden. Somit muss sichergestellt werden, dass auch während des Ernte-Prozesses immer eine Strömung in der Zuchtanlage vorhanden ist. Mit einer derartigen Einrichtung wird eine sehr hohe Betriebssicherheit gewährleistet.

20

Nach einer besonderen Ausbildung der Erfindung ist in einer, insbesondere in beiden Filterstufen ein Auffangbehälter unter Zwischenschaltung eines Fördermittels, wie einer Pumpe, insbesondere einer Schaufelradpumpe, angeordnet, der mit einem Filtersystem, insbesondere einer Hohlfasermembran,

25 verbunden ist und ein Ausgang für die Algen und/oder Mikroorganismen des Filtersystem ist mit dem Auffangbehälter zur Rückführung des Reaktionsmediums verbunden und ein weiterer Ausgang ist am Filtersystem zur Abführung von Flüssigkeit, insbesondere der Nährstofflösung, zur Wiederverwendung in einer Zuchtanlage, angeordnet. Dadurch wird erreicht, dass ein sehr hoher Anteil an

30 Algen bzw. Mikroorganismen nach dem Ernte-Modul der Trocknung zugeführt wird, so dass die Ausbeute sehr hoch ist, jedoch die Betriebs- und Herstellungskosten durch den einfachen und parallelen Aufbau gering gehalten werden können.

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

5 Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Zuchtstation mit daran verbundenen Ernte-Modulen bzw. Erntestationen,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der einzelnen Filterstufen.

10 In den Fig. 1 und 2 ist eine Anlage, insbesondere eine Zuchtanlage 1 und einem Ernte-Modul 2 zum Ernten von Algen und/oder Mikroorganismen 3 aus einem Reaktionsmedium 4 gezeigt.

Die Zuchtanlage 1 kann beliebig aus dem Stand der Technik aufgebaut werden, wobei jedoch vorzugsweise die von der Anmelderin entwickelte Anlage eingesetzt wird. Die Zuchtanlage 1 besteht dabei aus einer Biosolaranlage für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess, insbesondere für eine Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung von, vorzugsweise phototrophen, Algen bzw. Mikroorganismen 3, wobei das Reaktionsmedium 4, beispielsweise ein aus einer aus Mikroorganismen und Nährlösung bestehenden Suspension, mäanderförmig in einem aus mehreren Reaktorelementen gebildete Reaktoreinheit 6 geführt wird. Die mäanderförmige Führung des Reaktionsmedium 4 wird vorzugsweise senkrecht oder in einem Winkel geneigt mindestens einmal von unten nach oben bzw. gegen die Richtung 15 Schwerkraft (aufsteigender Ast) und von oben nach unten bzw. in die Richtung der Schwerkraft (fallender Ast) transportiert. Bevorzugt werden mindestens ein, vorzugsweise mehrere Reaktoreinheiten 5 zu einem Speicher-Modul 6 zusammen geschlossen, in dem das Reaktionsmedium 4 in einer Endlosschleife transportiert wird. An einer Reaktoreinheit 5 des Speicher-Moduls 6 wird ein frei wählbar 25 definierter Anteil des Reaktionsmediums 4 entnommen und in ein, vorzugsweise aus mehreren in Reihe geschlossenen Reaktoreinheiten 5 gebildeten, Linien-Modul 7 geleitet. Gleichzeitig wird der fehlende Anteil an Reaktionsmedium 4 auf die Ursprungsmenge aufgefüllt. Nach Durchlaufen der Reaktoreinheiten 5 des

Linien-Modul 7 wird an der letzten Reaktoreinheit 5 das Reaktionsmedium 4 wieder aufgeteilt und gegebenenfalls anschließend jeweils einem Wachstums-Modul 8 zugeführt. Nach dem Wachstums-Modul 8 wird das Reaktionsmedium 4 einem Entnahme-Modul 9 zur Gewinnung der Algen bzw. Mikroorganismen 3 zugeführt. Natürlich könnte das Entnahme-Modul 9 auch bereits hinter dem Linien-Modul 7 angeordnet werden.

Selbstverständlich ist es möglich, dass bei kleineren Zuchtanlagen 1 weniger Module eingesetzt werden, wogegen bei größeren Anlagen mehr Module vorhanden sein können. Die dargestellte Zuchtanlage 1 soll veranschaulichen, dass das Reaktionsmedium 4 in der Zuchtanlagen 1 ständig in Bewegung ist, wobei das Reaktionsmedium 4 bevorzugt über die Schwerkraft und dem Einströmen von Gasen als wachstumsfördernde Mittel in Bewegung gehalten wird. Durch eine derart drucklose Förderung des Reaktionsmediums 4 ist eine Abschaltung der Zuchtanlage 1 nicht möglich, da das Reaktionsmedium 4 nur wieder schwer, insbesondere nur durch Einsatz von Pumpen, wieder zum Fließen zu bringen ist. Dadurch muss sichergestellt werden, dass beim Ernten in einem Ernte-Modul 2 ein kontinuierlicher Zulauf von Reaktionsmedium 4 aus der Zuchtanlage 1 möglich ist.

Wie in Fig. 1 zu entnehmen ist, sind an allen Entnahme-Modulen 9 über eine Verbindungsleitung 10 das Ernte-Modul 2 verbunden. Dabei wird im ersten Schritt das Reaktionsmedium 4 kontinuierlich über die Verbindungsleitung 10 an das Ernte-Modul 2 zugeführt, worauf im zweiten Schritt das Reaktionsmedium 4 mehrere, insbesondere eine weitere Filterstufen 11, 12, zur Erhöhung der Konzentration des Reaktionsmediums 4, insbesondere der Algen und/oder Mikroorganismen 3, durchläuft. Das heißt, dass ständig aus der Zuchtstation 1 das Reaktionsmedium 4 ausströmt und über die Verbindungsleitung 10 in das Ernte-Modul 2 gelangt, so dass das Ernten der Algen bzw. Mikroorganismen 3 ohne Abschaltung oder Unterbrechung der Zuchtstation 1 erfolgt. Die erste Filterstufe 11 ist derart dimensioniert, dass so viel Reaktionsmedium 4 aus der Verbindungsleitung 10, insbesondere der daran angeschlossenen Zuchtstation 1, aufgenommen werden kann, solange ein Reinigungsprozess dauert, so dass auch

während eines Reinigungsprozesses in der ersten Filterstufe 11 das Reaktionsmedium 4 zugeführt wird. Die zweite Filterstufe 12 dient zur Verarbeitung des hoch konzentrierten Reaktionsmediums 4, wobei in dieser Filterstufe 12 möglichst der restliche Anteil an Nährlösung ausgeschieden wird, die
5 anschließend vorzugsweise wiederum für die Züchtung von den Algen bzw. Mikroorganismen 3 über eine Rückführungsleitung 13 zurück geleitet wird. Dabei kann die Nährlösung zum Auffüllen fehlender Flüssigkeit in den Reaktoreinheiten 5 oder zum Ansetzen eines neuen Zuchtprozesses, also zum Befüllen der Reaktoreinheiten 5, genützt werden.

10

Wie nun besser aus Fig. 2 ersichtlich, sind die einzelnen Stufen, insbesondere die beiden Filterstufen 11 und 12, identisch aufgebaut. Die Filterstufen 11 und 12 unterscheiden sich nur in Bezug auf die Dimensionierung der Nährlösungs- bzw. Flüssigkeitsabscheidung über ein Filtersystem 14, 15. Dabei wird in der ersten
15 Filterstufe 11 nämlich mehr Flüssigkeit aus dem Reaktionsmedium 4 abgeführt, als in der weiteren Filterstufe 12. Dies hat den Grund, dass in der zweiten Filterstufe 12 bereits ein so hohes Konzentrat an Algen bzw. Mikroorganismen 3, wie schematisch dargestellt, mit sehr geringen Flüssigkeitsanteil vorliegt, wogegen in der ersten Filterstufe 11 kontinuierlich frisches nicht so hoch konzentriertes
20 Reaktionsmedium 4 von der Zuchtstation 1 zugeführt wird.

Wesentlich bei dem Aufbau und der Auslegung des Ernte-Modules 2 ist, dass im ersten Schritt das Reaktionsmedium 4 kontinuierlich, insbesondere auch während eines Reinigungszyklus für das Filtersystem 14, 15, einem Auffangbehälter 16 von
25 der Zuchtstation 1 zugeführt wird. Im zweiten Schritt durchläuft das Reaktionsmedium 4 mehrere, insbesondere zumindest eine weitere, Filterstufe 11, 12 zur Erhöhung der Konzentration, insbesondere der Algen und/oder Mikroorganismen 3 durch Absonderung von Flüssigkeit, insbesondere der Nährstofflösung. Bei dem Ernte-Modul 2 wird dabei in der ersten Filterstufen 11
30 ein Endloskreislauf geschaffen, bei dem zwar kontinuierlich Reaktionsmedium 4 von der Zuchtstation 1 zuläuft, jedoch das Filtersystem 14 mehr Flüssigkeit ausscheidet als zufließt, so dass im Auffangbehälter 16 eine Erhöhung der Konzentration an Algen 3 bzw. Mikroorganismen 3 geschaffen wird. In der zweiten

Filterstufe 12 wird das Reaktionsmedium 3 nur einmal von der ersten Filterstufe 11 in einen Auffangbehälter 17 übergeben, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Das heißt, dass gerade der Übergabezeitpunkt von Filterstufe 11 zur Filterstufe 12 dargestellt ist, bei der etwa die Hälfte des Reaktionsmediums 4 bereits übergeben wurde.

- 5 Anschließend wird das Reaktionsmedium 4 ohne weitere Zuführung von neuem Reaktionsmedium 4 aus der ersten Filterstufe 11 wiederum in einem Endloskreislauf gepumpt, wobei am Filtersystem 15 möglichst viel Flüssigkeit ausgeschieden wird. Je mehr Flüssigkeit in dieser Filterstufe 12 ausgeschieden wird, umso höher ist somit die Konzentration der unbeschädigten Algen bzw.
- 10 Mikroorganismen 3 und desto kürzer kann der nachfolgende (nicht dargestellte) Trocknungsprozess ausfallen.

- In der ersten Filterstufe 11, vorzugsweise jedoch in beiden Filterstufen 11 und 12, wird das Reaktionsmedium 4 vom Auffangbehälter 16,17 an das Filtersystem 14, 15 befördert, an dem ein hoher Anteil an Flüssigkeit, insbesondere der Nährstofflösung, abgeschieden wird. Das aus dem Filtersystem 14, 15 austretende, höher konzentrierte Reaktionsmedium 4 wird wiederum dem Auffangbehälter 16,17 zugeführt, bis eine definierte Konzentration des Reaktionsmediums 4, insbesondere von Algen und/oder Mikroorganismen 3, im
- 20 Auffangbehälter 16,17 erzielt wird, wie dies mit Pfeilen 18 dargestellt ist. Die Förderung des Reaktionsmediums 4 vom Auffangbehälter 16,17 zu dem Filtersystem 14, 15 erfolgt über eine Pumpe 19,20, insbesondere eine Schaufelradpumpe mit möglichst geringem Druck. Insbesondere wird nur mit der Schwerkraft zur Vermeidung von Zerstörungen der Algen und/oder
- 25 Mikroorganismen 3 gearbeitet. Dabei beträgt der Druck für das Filtersystem 14,15, vorzugsweise der Differenzdruck, zur Beaufschlagung des Filtersystems 14,15, insbesondere einer Hohlfasermembran, 0,3 bis 2 bar, vorzugsweise 0,7 bis 1,5 bar, insbesondere etwa 0,7 bis 1,3 bar. Vom Ausgang des Filtersystems 14,15 wird das Reaktionsmedium 4 wiederum über eine Rohrleitung 21, 22 zum
- 30 Auffangbehälter 16,17 zurück geführt und tritt, wie schematisch dargestellt, höher konzentriert aus, als es von der Zuchtstation 1 oder bei der zweiten Filterstufe 12 von der ersten Filterstufe 11 übergeben wird. Die vom Filtersystem 14,15 abgeschiedene Flüssigkeit wird an einem Seitenausgang über die

Rückführungsleitung 13 an die Zuchtstation 1 zurück geleitet, so dass diese Flüssigkeit, die Nährstofflösung, wieder verwendet werden kann.

Damit die Pumpen 19, 20 und das Filtersystem 14,15 von dem Auffangbehälter 16,17 entkoppelt werden können, sind in den Rohrleitungen 21, 22 zwischen 5
Auffangbehälter 16,17 und Pumpe 19, 20 sowie in der Rückführungsleitung 13 ein Ventil 23 angeordnet. Dabei wird für einen Reinigungsprozess, also bei aktivierten Ventilen 23, wie mit strichlierten Pfeilen 24 dargestellt, bei einem Ventil 23 eine Flüssigkeit, insbesondere Reinigungsflüssigkeit, eingeführt, welche anschließend 10
durch die Pumpe 19, 20 und das Filtersystem 14,15 strömt und an den anderen Ventilen 23 wieder austritt. Somit ist ein Reinigungskreislauf aufgebaut, der unabhängig vom Auffangbehälter 16,17 ausgeführt werden kann. Selbstverständlich ist es möglich, dass der Flüssigkeitsverlauf beim Reinigungsprozess auch umgekehrt sein kann. Werden die Ventile 23 wieder 15
deaktiviert, so kann der normale Kreislauf, wie mit den Pfeilen 18 dargestellt, durchgeführt werden, so dass eine Aufkonzentration des Reaktionsmediums 4 im Auffangbehälter 16,17 durchgeführt wird.

Die Zuführung des Reaktionsmediums 4 in den Auffangbehälter 16 der ersten 20
Filterstufe 11 erfolgt mit einer Geschwindigkeit entsprechen der Geschwindigkeit in der Zuchtstation 1, insbesondere von 7,2 l/min. Als Filtersystem 14,15 wird bevorzugt in beiden Filterstufen 11,12 ein Hohlfasermembran eingesetzt, bei der in der ersten Filterstufe 11 ein Flüssigkeitsanteil zwischen 15 l/min und 50 l/min, insbesondere 30 l/min und in der zweiten Filterstufe 12 zwischen 0,3 l/min und 2 25
l/min, insbesondere 1,0 l/min, ausgeschieden wird. Damit ist ersichtlich, dass in der ersten Filterstufe 11 eine geringere Menge an Reaktionsmedium 4 zuströmt, als Flüssigkeit vom Filtersystem 14 abgeführt wird, so dass eine Aufkonzentration des Reaktionsmediums 4 stattfindet. Bei Erreichen einer vordefinierten Konzentration des Reaktionsmediums 4, insbesondere von einem Algen- 30
und/oder Mikroorganismen 3-Anteil von 30 g/l, wird das Reaktionsmedium 4 vom Auffangbehälter 16 in den Auffangbehälter 17 in der weiteren Filterstufe 12 befördert, wobei bevorzugt gleichzeitig ein Reinigungsprozess für das Filtersystem 14 gestartet wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, noch weitere Filterstufen

11,12 mit gleichem Aufbau einzusetzen oder eine Spezial-Filterstufe für spezielle Algen bzw. Mikroorganismen 3 zu integrieren.

Der Reinigungsprozess kann dabei auf die unterschiedlichsten Arten manuell oder
5 automatisch ausgelöst werden. Ein Reinigungsprozess wird beispielsweise dann
ausgelöst, wenn ein vordefinierbarer Eingangsdruck des Reaktionsmediums 4
über eine definierte Zeitspanne am Filtersystem 14, 15 insbesondere am Eingang
des Filtersystem 11,12, von bevorzugt 1,5 bar anliegt. Bei diesem Druck wird der
Auffangbehälter 16 oder 17 vom übrigen Leitungssystem über die Ventile 23
10 abgekoppelt und gleichzeitig der Reinigungsprozess für das Filtersystem 14,15
gestartet. Andererseits kann der Reinigungsprozess auch dann ausgelöst werden,
wenn ein definierter Gegendruck entsteht oder eine vordefinierte Konzentration
des Reaktionsmediums 4 erreicht ist, bei dem eine Überführung des
Reaktionsmediums 4 vom Auffangbehälter 16 der ersten Filterstufe 11 in den
15 Auffangbehälter 17 in der zweiten Filterstufe 12 erfolgt und eine Reinigung der
ersten Filterstufe 11 durchgeführt bzw. eingeleitet wird. Selbstverständlich kann
auch in der zweiten Filterstufe 12 ein automatischer Reinigungsprozess eingeleitet
werden, wobei hierzu jedoch ein entsprechendes Warnsignal bzw.
Reinigungssignal ausgesendet wird bzw. die entsprechende Wartungspersonen
20 informiert werden, damit diese die Algen bzw. Mikroorganismen 3 aus dem
Auffangbehälter 17 entfernen.

Die Überführung des Reaktionsmediums 4 von dem Auffangbehälter 16 der ersten
Filterstufe 11 in den Auffangbehälter 17 der zweiten Filterstufe 12 erfolgt mit einer
25 Geschwindigkeit zwischen 20 l/min und 60 l/min, insbesondere mit 25 l/min. Je
schneller das Reaktionsmedium 4 übergeben wird, desto weniger frisches
Reaktionsmedium 4 strömt von der Zuchtstation 1 in den Auffangbehälter 16
hinzu. Das heißt, dass bei einer sehr raschen Übergabe nur eine sehr geringe
Zumischung von frischem, nicht sehr hoch konzentrierten, Reaktionsmedium 4
30 aus der Zuchtstation 1 erfolgt, so dass der Anteil für die Übergabe außer Acht
gelassen werden kann.

Wesentlich ist, dass während des Reinigungsprozesses jedoch das Reaktionsmedium 4 aus der Zuchtstation 1 nach wie vor kontinuierlich in den Auffangbehälter 16 strömt. Das heißt, dass die Abführung aus der Zuchtstation 1 und somit die Zuführung in das Ernte-Modul 2 nicht unterbrochen wird, so dass
5 immer gewährleistet ist, dass in der Zuchtstation 1 ein entsprechender Flüssigkeitsstrom für die Algen bzw. Mikroorganismen 3 vorhanden ist. Der Auffangbehälter 16 ist derart dimensioniert, dass in der Zeitdauer solange der Reinigungsprozess dauert, das Reaktionsmedium 4 aus der Zuchtstation 1 vom
10 Auffangbehälter 16 aufgenommen werden kann. Das heißt, dass beim Starten eines Reinigungsprozesses die Ventile 23 aktiviert werden, gleichzeitig das Reaktionsmedium 4 vom Auffangbehälter 16 der ersten Filterstufe 11 in die weitere Filterstufe 12 übergeben wird und der Auffangbehälter 16 mit frischem zuströmenden Reaktionsmedium 4 aus der Zuchtstation 1 wieder befüllt wird. Dabei wird im Reinigungsprozess für das Filtersystem 14,15 das Filtersystem
15 14,15 vom den restlichen Komponenten, insbesondere vom Auffangbehälter 16, getrennt.

Bevorzugt bleibt das Reaktionsmedium 4 doppelt- bis fünf-mal so lange in der ersten Filterstufe 11 als in der zweiten Filterstufe 12. Das Reaktionsmedium 4 ist
20 beispielsweise über einen Zeitdauer zwischen 2 und 3 Tagen in der ersten Filterstufe 11, wogegen in der zweiten Filterstufe 12 das Reaktionsmedium 4 nur noch zwischen 2 und 3 Stunden verweilt. Damit ist in der zweiten Filterstufe 12 ausreichend Zeit einen Reinigungsprozess durchzuführen, bevor wiederum neues Reaktionsmedium 4 von der ersten Filterstufe 11 übergeben wird. Nachdem die
25 zweite Filterstufe 12 durchlaufen ist, werden die Algen bzw. Mikroorganismen 3 entleert und getrocknet. Das Trocknen kann dabei durch einfache Lufttrocknung oder einer Trocknungsanlage erfolgen, sodass die Algen bzw. Mikroorganismen 3 anschließend verarbeitet werden können.

30 Der Reinigungsprozess an sich kann derart erfolgen, dass zur Reinigung des Filtersystems 14,15, insbesondere der Hohlfasermembran eine Reinigungsspülung mit Luft, insbesondere Druckluft, oder einer

Reinigungsflüssigkeit durchgeführt wird, bei der mit hohem Druck die feinen Poren freigespült werden.

- Vorzugsweise ist das Filtersystem 14,15 derart aufgebaut, dass das als
- 5 Hohlfasermembran ausgebildete Membranfiltrationssystem in einem Gehäuse entsprechend einem Dreiwege-Ventil ausgebildet ist, wobei das mit Algen und/oder Mikroorganismen 3 beladene Reaktionsmedium 4 einem Einlass zugeführt wird und am anderen Ende der Hohlfasermembran über einen Auslass das auszubringende aufkonzentrierte Reaktionsmedium 4, befördert wird. Am
- 10 Umfang zwischen den beiden Enden der Hohlfasermembran wird über einen dritten Auslass die abgesonderte Nährstofflösung abgeführt.

- Der Ordnung halber wird darauf hingewiesen, dass die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsvarianten beschränkt ist, sondern auch weitere
- 15 Ausbildungen beinhalten können.

Patentansprüche:

- 5 1. Verfahren zur Gewinnung, insbesondere zum Ernten, von Algen und/oder Mikroorganismen aus einem Reaktionsmedium, beispielsweise zum Ernten aus einer aus Mikroorganismen und Nährlösung bestehenden Suspension, insbesondere bei einer Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung, wobei eine Aufkonzentration des Reaktionsmediums über ein als
- 10 Hohlfasermembran ausgebildetes Filtersystem erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass
- im ersten Schritt das Reaktionsmedium (4) kontinuierlich, insbesondere auch während eines Reinigungszyklus für das Filtersystem (14,15), einem Auffangbehälter (16) von einer Zuchtstation (1) zugeführt wird und
 - im zweiten Schritt das Reaktionsmedium (4) mehrere, insbesondere

15 zumindest einer weiteren Filterstufe (11,12) zur Erhöhung der Konzentration des Reaktionsmediums (4), insbesondere mit Algen und/oder Mikroorganismen (3) durch Absonderung von Flüssigkeit, insbesondere der Nährlösung aus dem Reaktionsmedium (4), durchläuft.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in der ersten Filterstufe (11), vorzugsweise jedoch in beiden Filterstufen (11,12), das Reaktionsmedium (4) vom Auffangbehälter (16,17) in das Filtersystem (14,15) befördert wird, an dem ein hoher Anteil an Flüssigkeit, insbesondere Nährlösung, abgeschieden wird und dass das aus dem
- 25 Filtersystem (14,15) austretende, höher konzentrierte, Reaktionsmedium (4) wiederum dem Auffangbehälter (16,17) zugeführt wird, bis eine definierte Konzentration des Reaktionsmediums (4), insbesondere mit Algen und/oder Mikroorganismen (3), im Auffangbehälter (16,17) erzielt wird.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Erreichen einer vordefinierten Konzentration des Reaktionsmediums (4), insbesondere von einem Algen- und/oder Mikroorganismen (3)-Anteil von

10 bis 50 g/l, insbesondere 30 g/l, das Reaktionsmedium (4) im Auffangbehälter (16,17) in die weitere Filterstufe (12) befördert wird und dass vorzugsweise gleichzeitig ein Reinigungsprozess für das Filtersystem (14) gestartet wird.

5

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführung des Reaktionsmediums (4) in den Auffangbehälter (16) der ersten Filterstufe (11) mit einer Geschwindigkeit entsprechend der Geschwindigkeit in der Zuchtstation (1), insbesondere von 7,2 l/min, erfolgt.
10
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Filtersystem (14,15), vorzugsweise in beiden Filterstufen (11,12), eine Hohlfasermembran eingesetzt wird, bei der in der ersten Filterstufe (11) ein Flüssigkeitsanteil zwischen 15 l/min und 50 l/min, insbesondere 30 l/min und in der zweiten Filterstufe (12) zwischen 0,3 l/min und 2 l/min, insbesondere 1 l/min, ausgeschieden wird.
15
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderung des Reaktionsmediums (4) vom Auffangbehälter (16,17) zum Filtersystem (14,15) über eine Pumpe (19,20), insbesondere eine Schaufelradpumpe, mit möglichst geringem Druck zur Vermeidung von Zerstörungen der Algen- und/oder Mikroorganismen (4) durchgeführt wird.
20
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass für das Filtersystem (14,15) ein Druck, vorzugsweise ein Differenzdruck, zur Beaufschlagung der Hohlfasermembran von 0,3 bis 2 bar, vorzugsweise 0,7 bis 1,5 bar, insbesondere etwa 0,7 bis 1,3 bar, gewählt wird.
25
30
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei Erreichen eines vordefinierbaren Eingangsdrukkes des Reaktionsmediums (4) über eine vordefinierte

- 5
Zeitspanne am Filtersystem (14,15), insbesondere am Eingang des Filtersystem (14,15) von vorzugsweise 1,5 bar, ein Reinigungsprozess eingeleitet wird, bei dem der Auffangbehälter (16,17) vom übrigen Leitungssystem abgekoppelt und gleichzeitig der Reinigungsprozess für das Filtersystem (14,15) gestartet wird.
- 10
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Überführung des Reaktionsmediums (4) vom Auffangbehälter (16) der ersten Filterstufe (11) in den Auffangbehälter (17) der zweiten Filterstufe (12) mit einer Geschwindigkeit zwischen 20 l/min und 60 l/min, insbesondere mit 25 l/min, erfolgt.
- 15
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass beim Erreichen eines definierten Gegendruckes oder bei Erreichen einer vordefinierten Konzentration des Reaktionsmediums (4) eine Überführung des Reaktionsmediums (4) vom Auffangbehälter (16) der ersten Filterstufe (11) in den Auffangbehälter (17) der zweiten Filterstufe (12) erfolgt und eine Reinigung der ersten Filterstufe (11) durchgeführt wird.
- 20
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur Reinigung des Filtersystems (14,15), insbesondere der Hohlfasermembran, eine Reinigungsspülung mit Luft, insbesondere mit Druckluft, oder einer Reinigungsflüssigkeit durchgeführt wird.
- 25
12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass im Reinigungsprozess für das Filtersystem (14,15) das Filtersystem (14,15) von den restlichen Komponenten, insbesondere vom Auffangbehälter (16,17), getrennt wird.
- 30
13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das als Hohlfasermembran ausgebildete Membranfiltrationssystem in einem Gehäuse entsprechend einem Dreiwege-Ventil ausgebildet wird, wobei das mit Algen und/oder Mikroorganismen (3) beladene Reaktionsmedium (4) einem Einlass
- 35

zugeführt wird und am anderen Ende der Hohlfasermembran über einen Auslass das auszubringende, aufkonzentrierte Reaktionsmedium (4), ausgebracht wird und am Umfang zwischen den beiden Enden der Hohlfasermembran über einen dritter Auslass die Flüssigkeit, insbesondere die Nährstofflösung, ausgebracht wird.

14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführung des Reaktionsmediums (4) von einer Anlage, insbesondere einer, als Zuchtanlage (1) ausgebildeten, Biosolaranlage, für einen photochemischen, wie photokatalytischen und/oder photosynthetischen Prozess, insbesondere für eine Zucht und Produktion bzw. Hydrokultivierung von, vorzugsweise phototrophen, Mikroorganismen (3) kontinuierlich erfolgt, wobei das Reaktionsmedium (4) mäanderförmig in einer aus mehreren Reaktorelementen gebildete Reaktoreinheit (5) geführt wird, wobei die mäanderförmige Führung des Reaktionsmedium (4) senkrecht oder in einem Winkel geneigt, vorzugsweise mindestens einmal von unten nach oben bzw. gegen die Richtung Schwerkraft (aufsteigender Ast) und von oben nach unten bzw. in die Richtung der Schwerkraft (fallender Ast) transportiert wird und dass mindestens eine, vorzugsweise mehrere Reaktoreinheiten (5) zu einem Speicher-Modul (6) zusammen geschlossen werden, in dem das Reaktionsmedium (4) in einer Endlosschleife transportiert wird, wobei an einer Reaktoreinheit (5) des Speicher-Moduls (6), vorzugsweise über eine Entnahmevorrichtung, vorzugsweise einem sogenannten „Desmodrom“, ein frei wählbar definierter Anteil des Reaktionsmediums (4) entnommen wird und in einem, vorzugsweise aus mehreren in Reihe geschlossenen, Reaktoreinheiten (5) gebildeten Linien-Modul (7) geleitet wird, wobei gleichzeitig der fehlende Anteil an Reaktionsmedium (4) auf die Ursprungsmenge aufgefüllt wird, worauf nach Durchlaufen der Reaktoreinheiten (5) des Linien-Moduls (7) an der letzten Reaktoreinheit (5) über eine weitere Entnahmevorrichtung das Reaktionsmedium (4) aufgeteilt wird, worauf gegebenenfalls anschließend jeweils ein Wachstum-Modul (8) betrieben wird, bei dem der fehlende Anteil an Reaktionsmedium (4) auf die

Ursprungsmenge aufgefüllt wird und/oder eine Entnahme-Modul (9) zur Gewinnung der Algen und/oder Mikroorganismen (3) betrieben wird.

- 5 15. Einrichtung zum Ernten eines Reaktionsmediums (4) von Algen und/oder Mikroorganismen (3) aus einem Reaktionsmedium (4), nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein
Auffangbehälter (16,17) zum kontinuierlichen Zuführen eines
Reaktionsmediums (4) mit einer Anlage, insbesondere einer Zuchtanlage
(1), verbunden ist und dass zum Ernten des Reaktionsmediums (4) von
10 Algen und/oder Mikroorganismen (3) mehrere, insbesondere zwei,
Filterstufen (11,12) angeordnet sind.
- 15 16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass in einer, insbesondere in beiden Filterstufen (11,12) ein Auffangbehälter (16,17)
unter Zwischenschaltung eines Fördermittels, wie einer Pumpe (19,20),
insbesondere einer Schaufelradpumpe, angeordnet ist, der mit einem
Filtersystem (14,15), insbesondere einer Hohlfasermembran, verbunden ist
und ein Ausgang für die Algen und/oder Mikroorganismen (3) des
20 Filtersystem (14,15) mit dem Auffangbehälter (16,17) zur Rückführung des
Reaktionsmediums (4) verbunden ist und dass ein weiterer Ausgang am
Filtersystem (14,15) zur Abführung von Flüssigkeit, insbesondere der
Nährstofflösung, zur Wiederverwendung in einer Zuchtanlage (1),
angeordnet ist.

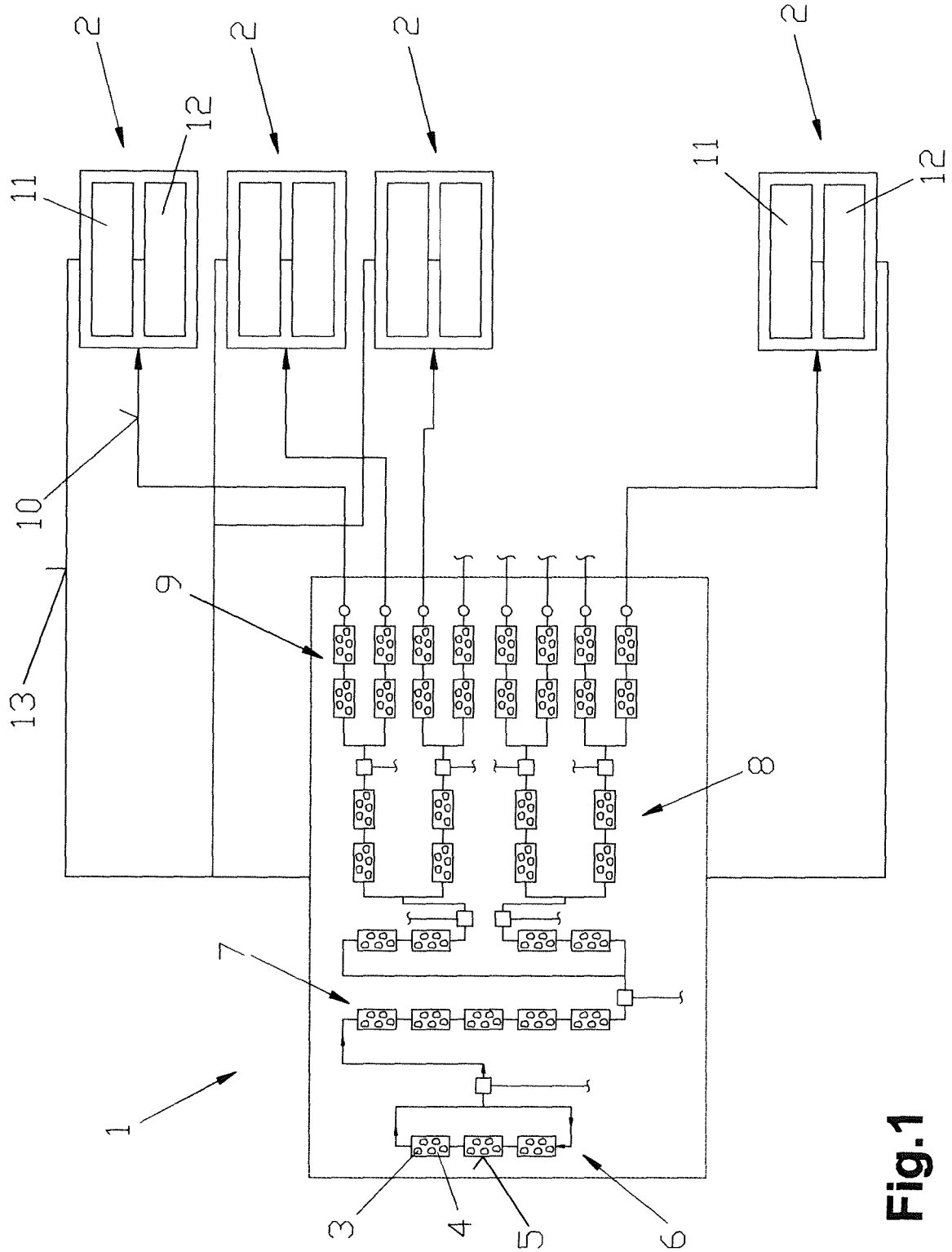


Fig.1

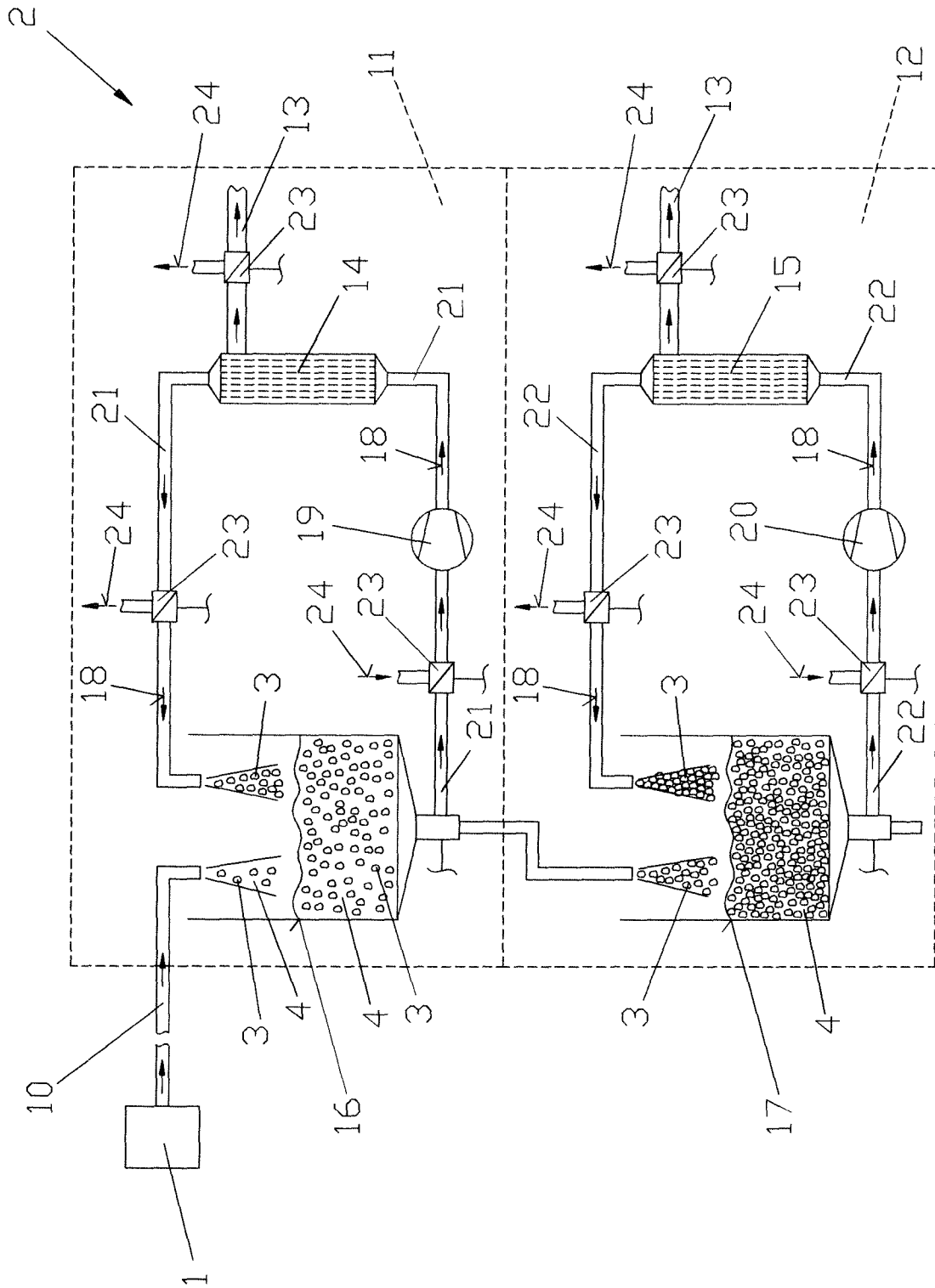


Fig.2