

(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
28. April 2011 (28.04.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/047778 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
A01G 31/00 (2006.01) A01H 5/12 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/005950
- (22) Internationales Anmeldedatum:
30. September 2010 (30.09.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 049 680.7
19. Oktober 2009 (19.10.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROGMANS, Maria** [DE/DE]; Spierheide 54, 47546 Kalkar (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WILHELM, Hermann-Josef** [DE/DE]; Spierheide 54, 47546 Kalkar (DE).
- (74) Anwalt: **SCHMIDT, Karl-Michael**; Buchenweg 65, 47447 Moers (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, 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

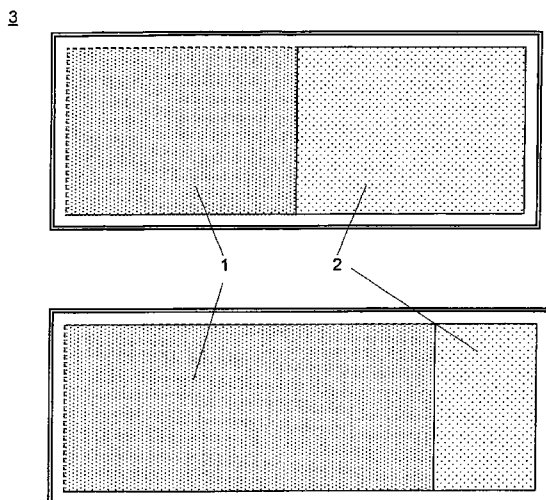
Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING BASE MATERIALS FROM AQUATIC PLANTS, AND BASE MATERIALS THEMSELVES

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON GRUNDSTOFFEN AUS AQUATISCHEN PFLANZEN, SOWIE GRUNDSTOFFE SELBST



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing base materials from aquatic plants, and base materials themselves, according to the preamble of patent claims 1, 15, and 17. In order to develop a method, base materials, and base animal feeds such that a large amount of corresponding biomass having surprisingly good ranges of contained substances can be produced, the aquatic plants are self-reproducing aquatic plants and first reproduce in a culture originating from a starting amount and thereafter are harvested at regular time intervals such that the harvest amount is small enough to ensure that at least the starting amount always remains in the culture until the next harvest, *et cetera*.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Grundstoffen aus aquatischen Pflanzen, sowie Grundstoffe selbst, gemäß Oberbegriff der Patentansprüche 1, 15 und 17. Um hierbei ein Verfahren, sowie Grundstoffe und Grundfuttermittel dahingehend weiterzubilden, dass große Menge an diesbezüglicher Biomasse bei überraschend guten inhaltsstofflichen Spektren erzeugt werden können, ist erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die aquatischen Pflanzen selbstvermehrende aquatische Pflanzen sind, und ausgehend von einer Startmenge

zunächst in einer Kultur vermehrt, und sodann in regelmäßigen Zeitabständen geerntet wird, derart, dass die Erntemenge maximal so groß ist, dass stets mindestens die Startmenge in der Kultur verbleibt, bis zur nächsten Beerntung usw.



WO 2011/047778 A2



— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

Veröffentlicht:

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

5

10

**Verfahren zur Erzeugung von Grundstoffen aus aquatischen
Pflanzen, sowie Grundstoffe selbst**

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Grundstoffen aus aquatischen Pflanzen, sowie Grundstoffe selbst, gemäß Oberbegriff der Patentansprüche 1, 18 und 20

20

Als aquatische Pflanzen zur Erzeugung von Grundstoffen sind auch Algen bekannt, wie bspw aus dem EBSIE Projekt, Technikumphase-FKZ 22017105. Zu klaren Definition gehören Algen ebenfalls zu den aquatischen Pflanzen, jedoch zu den niederen aquatischen Pflanzen, im Gegensatz zu den höhern aquatischen Pflanzen, wie bspw Wasserlinsen.

25

Algenbiomasse darf als Nahrungsergänzung in Europa eingesetzt werden. Bei Algen handelt es sich aber um niedere aquatische Pflanzen. Außerdem sind sie zumeist von Wasser ganz bedeckt, bzw schwimmen ganz im Wasser. In Bezug auf die notwendige Photosynthese besteht das Problem, dass Wasser eine relativ hohe Extinktionswirkung aufweist, also nur ein Bruchteil des einfallenden Lichtes wirklich an die Algen heran lässt. Dies hat dazu geführt,

35

dass aufwändige Beleuchtungssysteme geschaffen werden mussten.

5 Außerdem sind die zum Leben der Algen notwendigen biologischen Parameterbereich so eng, dass diese aufwändig geregelt werden müssen, wenn die Algen in geschlossenen Kulturen gehalten werden. Dies hat vielerorts Algenanlagen in wirtschaftliche Schwierigkeiten gebracht.

10

Bei der Herstellung von Futtermitteln oder Futtermittelgrundstoffen für die Tiermast, muss bei der Auswahl der Futtermittelpflanzen darauf geachtet werden, dass die entsprechende spezifische Nutzung des Viehs ein Rolle spielt. D.h. dass für die Milchproduktion bei Rindern etc bestimmte Anforderungen an das Futter gestellt werden müssen, anders als bei der Fleischproduktion.

20

Für Verwendungen im Bereich der Chemie im Allgemeinen und der Pharmazie und Kosmetik im Speziellen, kommt es auf inhaltsstoffliche Aspekte an, die jedoch mit der Optimierbarkeit der Biomasseerträge gefaltet sein müssen.

25

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren, sowie Grundstoffe und Grundfuttermittel dahingehend weiterzubilden, dass große Menge an diesbezüglicher Biomasse bei überraschend guten inhaltsstofflichen Spektren erzeugt werden können.

30

Die gestellte Aufgabe wird bei einem Verfahren der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 14 angegeben.

5 Im Hinblick auf Grundstoffe ist die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 15 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den übrigen abhängigen Ansprüchen angegeben.

10

Kern der verfahrensgemäßen Erfindung ist, dass die aquatischen Pflanzen selbstvermehrende aquatische Pflanzen sind, und ausgehend von einer Startmenge zunächst in einer Kultur vermehrt, und sodann in regelmäßigen Zeitabständen geerntet wird, derart, dass die Erntemenge maximal so groß ist, dass stets mindestens die Startmenge in der Kultur verbleibt, bis zur nächsten Beerntung usw.

20 Diese Methode ist besonders vorteilhaft bei höheren aquatischen Pflanzen, wie Wasserlinsen, etc. Aufgrund ihres exponentiellen Zuwachses, und einer Verdopplung innerhalb von 3 bis 5 Tagen, führt das angegebene Verfahren bei den nachfolgend noch genannten aquatischen Pflanzen im Speziellen zu einem beständig hohen
25 Massenertrag.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass ausgehend von einer besagten Startmenge die
30 Vermehrung bis zum Erreichen einer Zielmenge oder Zielfläche der Kultur abgewartet wird, und eine Beerntung mit etwa dem halben Flächenmaß erfolgt, und bis zur nächsten Beerntung wieder auf das halbe Flächen- oder Gewichtsmaß durch Beerntung reduziert wird usw.

Weiterhin ist vorteilhaft ausgestaltet, dass nach Erreichen einer vollen Zielfläche eine tägliche Beerntung in dem Umfang durchgeführt wird, dass die beerntete
5 Erntemenge gerade so groß ist, dass die Pflanzen wieder innerhalb eines Tages die volle Zielfläche erreichen/bedecken usw.

Von besonderem Vorteil ist, dass die chemischen und/oder
10 pharmazeutischen und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter- oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse der Wasserlinse Lemna, im Besonderen der Sorte (CPVO Nr 2009/0984) Lemna Minor L Henry Blanke gewonnen wird.

15 Der Masseertrag dieser speziellen Sorte ist erheblich hoch, und erzielt hohe Ernteerträge.

Diese sind noch zu steigern, bei einer zusätzlichen und erhöhten Versorgung mit CO₂.

20 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass die chemischen und/oder pharmazeutischen und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter- oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse der Eichhornia
25 Crassipes, im Besonderen der Sorte (CPVO Nr 2009/0985) Eichhornia Crassipes Johann Schoofs Sen gewonnen wird. Auch diese Inhaltsstoffe sind von erheblichem Vorteil, durch die Vielzahl der Verwendungsmöglichkeiten, die dann entstehen, wenn diese Pflanze durch das erfindungsgemäße
30 Verfahren nunmehr in großer Menge zur Verfügung steht.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die chemischen und/oder pharmazeutischen und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter- oder

Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse der Azolla, im Besonderen der Sorte (CPVO Nr 2009/0986) Azolla Avanti gewonnen wird. Hier kommt hinzu, dass Mischkulturen bspw mit Lemna derart von Vorteil sind, dass die Azolla als
5 Stickstoffsammler die Lemna innerhalb einer Kultur im Wachstum günstig beeinflussen kann.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass die chemischen und/oder pharmazeutischen und/oder
10 kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter- oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse einer Pflanze aus der Familie der Pistia und/oder der Silvana und/oder der Elodea gewonnen wird.

Weiterhin vorteilhaft ist, dass die chemischen und/oder pharmazeutischen und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter- oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse einer Pflanze aus der Spirodela polyrhiza und/oder der Nastrutium officiale und/oder der Ipomea
20 aquatica gewonnen wird.

Alle diese genannten Pflanzen haben kurze Vermehrungs- oder Generationszeiten, und vermehren sich demnach exponentiell nach dem Prinzip:

25

$$\Delta N(t) \text{ proportional } N_0$$

D.h. $N(t) = k * e^{ct}$

30

N= Anzahl der Pflanzen

\dot{T} = Zeit

K und c sind konstante zum Erhalt einer mathematisch konsistenten Lösung der obigen einfachen Differentialgleichung.

Die Pflanzen vermehren sich nach Impfung der Pflanzgefäße mit einer Startmasse von Pflanzen selbsttätig.

5 Die Zyklen, d.h. die Verdopplung der Pflanzen erfolgen bei Lemna bspw zwischen 3 bis 6 Tagen, oder noch kürzer.

Bei den anderen Pflanzen sind es ebenfalls nur wenige Tage.

10

Wie oben bereits ausgeführt ist es von erheblichem Vorteil, dass mehrere Pflanzen in Mischkultur kultiviert/produziert oder vermehrt werden.

15 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass die Wasserflächen/Kulturflächen im genannten Verfahren in einem geschlossenen Gewächshausssystem in aufgestapelten Stellagen von Wasserrinnen oder Wannen angelegt sind, wobei das Gewächshausssystem von einer CO₂-
20 Quelle mit CO₂ gespeist wird. So können große Mengen der Biomasse auf kleinstem Raum produziert werden.

Eine weitere Ausgestaltung besteht darin, dass die Kulturflächen und/oder das besagte Gewächshaus in
25 räumlicher Nähe zu einer Viehzuchtanlage steht, und dass ein Biomassezyklus hergestellt wird, indem erzeugte Biomasse verfüttert, und Düng und/oder CO₂ und/oder Methan aus der Viehhaltung in die Kulturflächen bzw das Gewächshaus zurückgespeist werden.

30

Ebenso ist es bei einer kombinierten Betriebsweise von Bioreaktor und Viehstall weiterhin ausgestaltet, dass der Mist, oder Hühnermist durch Wasser abgesäuert wird auf einen PH-Wert von größer oder gleich $\text{pH}6$ bis hin zu etwa $\text{pH}7$. Damit steht eine ammoniumreiche Lösung im Rückführ-,
5 d.h. Zuführwasser zu den aquatischen Pflanzenkulturen im Bioreaktor zur Verfügung. Hierzu kann auch direkt Stallluft durch Wasser geleitet werden, welches den aquatischen Pflanzen dann zugeführt wird.

10

Für die Erntemethode als solche, gemäß Anspruch 1 und folgende, besteht eine erheblich vorteilhafte weitere Ausgestaltung darin, die Kulturflächen zu unterteilen in lichtschwache Kulturflächen und in lichtstarke
15 Kulturflächen. Auf den lichtschwachen Kulturflächen werden die Biomassen zunächst auf der Basis von Schwachlichtpflanzen wie Lemnaceae generiert. Von diesen werden periodisch (bspw täglich) Teilmengen entnommen, bspw 20% der Flächenbedeckungen und kurzzeitig noch für
20 eine „Nachverweilzeit“ auf eine Kulturfläche mit Starklicht- bzw weniger abgeschattetem Tageslicht transferiert. Dort können die Schwachlichtpflanzen nicht dauerhaft überleben, aber dennoch generieren sie dort für eine Verweilzeit von 1 bis 3 Tagen, noch mal mindestens
25 eine Massenverdopplung, und gleichzeitig verschafft es den aquatischen Pflanzen zusätzlich noch mal eine Reifung in Bezug auf die Inhaltsstoffe. Diese Massenverdopplung verschafft dem sogenannten Folgereaktor aber auch seine ökonomische Rechtfertigung. So können sogar auch weitere
30 Nachreaktoren in Folge eingesetzt werden, solange bis die dortigen Lichtverhältnisse auf den Kulturen 100% der Lichtmenge bzw Energie von direktem Sonnenlichteinfall entspricht. Dennoch muss auch im lichtstarken Bereich eine Abschattung vorgenommen werden, wenn die Kulturen
35 mehr als bspw einigen 10.000 Lux ausgesetzt sind.

Wichtig ist hierbei folgender Zusammenhang:

Im Hauptreaktor herrschen Schwachlichtbedingungen. D.h. dort sind wie oben beschrieben bis zu hundert Etagen von Kulturflächen aufgestapelt und es kommt zu einer
5 Verteilung der verfügbaren Lichtmenge auf alle Etagen, d.h. es werden zum Teil extreme Schwachlichtbedingungen eingestellt, bei der die genannte Biomasse der Lemnacea immer noch sich mixotroph ernährt stark potenziert.

10 Der Nachreaktor hat erheblich mehr Licht pro Kulturfläche, die man dadurch erreicht, dass man entweder keine Etagenkulturen anlegt, oder aber nur eine geringere Zahl als im Hauptreaktor.

15 Durch diese kurzzeitige Stimulation der Lemnacea kommt es erneut temporär zu einem Wachstumsschub, der auf Dauer aber degressiv enden würde, weil die Lemnacea NICHT Starklichttauglich ist. Doch kurzfristig hält sie dies aus, und beantwortet dies mit einem temporären
20 Wachstumsschub.

Dieser wird ausgenutzt, um die im Hauptreaktor erhaltene Pflanzenmasse noch ein letztes Mal zumindest zu verdoppeln.

Insbesondere in Bezug auf spezielle neue Züchtungen von
25 Wasserlinsen basiert dies auf folgendem, während der Entwicklung verifizierten Zusammenhang. Bei der Kulturpflanze Lemnacea (Wasserlinse) handelt es sich schon von Natur her um Schwachlichtpflanzen. Hierbei werden zudem spezielle neue gezüchtete Wasserlinsensorten
30 eingesetzt.

Nämlich

CPVO 2009/0984 Lemnacea minor HENRY BLANKE und/oder
CPVO 2010/0854 Lemnacea minor HENRY Vitesse und/oder
CPVO 2010/0857 Lemnacea minor HENRY Legato und/oder

CPVO 2010/0855 Lemnacea minor HENRY DaCapo und/oder
CPVO 2010/0856 Lemnacea minor HENRY Forte und/oder
CPVO 2010/0858 Lemnacea minor HENRY Maria und/oder
CPVO 2010/0859 Lemnacea minor HENRY Josef und/oder
5 CPVO 2010/0936 Spirodela HENRY Big Mama

Diese sind Züchtungen die abschließend final auf
Schwachlichtauglichkeit gezüchtet wurden. Im Ergebnis
führte dies zu aquatischen Pflanzen mit extrem hohem
10 Photosynthese-Wirkungsgrad, deren energetische Versorgung
somit in hohem Maße nicht mehr nur phototroph, sondern
mixotroph ist.

Dies führt dazu, dass diese Wasserlinsen hohe
15 Biomassenerträge bei vergleichsweise geringem Lichtbedarf
generieren. Diese können dann in den genannten ersten
(lichtschwachen) Kulturflächen zwischen den Etagen
angelegt werden. Weiterhin hat sich gezeigt, dass wenn
man die von den ersten Kulturflächen dann geernteten
20 Lemnacea nochmals für mindestens oder etwa einen weiteren
Tag in einen lichtstarken Bereich verbringt, dort
nochmals final eine Verdopplung der Biomasse erzielt
wird.

Da man von den ersten Kulturflächen nur täglich einen
25 Teil, ca 15% bis 35% der Lemnacea-Kulturflächen erntet,
damit die Population der Kultur nicht zusammenbricht.
Dabei folgt man dem in der Biophysik angewendeten
mathematischen Grundsatz dass der effektive Zuwachs an
Masse immer proportional zur verbleibenden Masse ist.

30

dM proportional M_0

Aufgelöst führt diese Differentialgleichung zum
natürlichen exponentiellen Zellwachstumsverhalten,

$$dM = c * M_0$$

oder aufgelöst

5

Integriert über $1/M \, dM$

Ergibt als Lösung:

$$10 \quad M(t) = C_1 * \exp(C_2 * t)$$

was auch hier für kleine Individuen (wie Wasserlinsen) in großen Populationen relevant ist. Bei überschaubaren Populationen kann man auch guten Gewissens einen quadratischen Ansatz machen, weil die Populationsrate auch noch von der Temperatur und der eingangs schon erwähnten Selbsthemmung des Wachstums nahe einer empirischen und sortenabhängig beobachtbaren Grenzdichte abhängig ist.

20

Um also genügend Restbiomasse (M_0) in der ersten Kultur zu belassen, in welcher die Verdopplungszeit 1 bis 3 Tage ist, und deshalb dort nur etwa 20 bis 40% täglich abgezogen wird, braucht man für die zweite Kulturfläche nur einen Bruchteil der Kulturfläche, wie für die erste Kulturfläche. So ist auch in etwa das Verhältnis der ersten Kulturfläche zur zweiten Kulturfläche zu wählen, und bei der erfindungsgemäßen Konstruktion ergibt sich dies auch genau so. Von der zweiten Kulturfläche wird dann immer ALLES abgeerntet, weil dort ja kein M_0 zurückbleiben muss, aus dem Grund weil ja wieder Pflanzen von der ersten Kulturfläche in die zweite Kulturfläche transferiert werden.

30

Alternativ oder zusätzlich zum Anlegen der zweiten Kulturfläche im Innen- oder Lichthof der Einrichtung ist auch ausgestaltbar, dass die Anordnung der zweiten
5 Kulturflächen alternativ oder zusätzlich zu Anspruch 17 im vorderen, lichtstarken Bereich auf den Etagen angelegt sind, und dass die ersten Kulturflächen in lichtschwachen Bereichen der Etagenordnung angelegt sind.

10

Im Hinblick auf das erfindungsgemäßen Verfahren ist angegeben, dass die Kulturflächen in einer Amphitheaterförmigen, um einen inneren Lichthof rund oder elliptisch herum angelegten Etagenordnung angelegt werden, und
15 dass unterteilt wird in lichtschwache Areale, die zwischen den Etagen angeordnet sind, und lichtstarke Areale, die in den lichtstarken Arealen der Einrichtung platziert sind, wobei die Kulturen aus schwachlichttauglichen aquatischen Pflanzen bestehen, wie
20 bspw Lemnacea, und zunächst zur selbsttätigen vegetativen Vermehrung in den lichtschwachen Arealen kultiviert werden, die die ersten Kulturflächen darstellen, und von dort aus dann weg in eine zweite Kulturfläche für eine zweite Verweilzeit t_2 , d.h. dort in die lichtstarken
25 zweiten Areale temporär verschoben werden, von dort aus sie dann final geerntet werden.

Dieses Verfahren implementiert somit die oben beschriebene Methode noch mal zu mindestens einer finalen
30 Verdopplung der resultierenden Biomasse.

Mit anderen Worten, die ersten Kulturflächen sind lichtschwach und sind im Hauptreaktor angelegt, während dem die lichtstarken „Nachverdopplungskulturen“ in einem

Nachreaktor liegen, bei denen die Kulturen jeweils mehr Licht, als im Hauptreaktor erhalten.

5 Da im Hauptreaktor nur Teilbeträge der Kulturflächen beerntet werden, benötigt der Nachreaktor auch nur einen Bruchteil der Kulturflächen zur Nachvermehrung als im Hauptreaktor.

10 Dies kann durch unterschiedliche Größe erfolgen oder aber, was sinnvoller wäre, durch ähnliche Größen aber unterschiedliche Etagendichten (Stellagendichten).

15 So heisst dies nun konkret, dass die gesamten aquatischen Kulturflächen sich in mindestens zwei Bioreaktoren verteilen, und zwar in der Art, dass in einem als Hauptreaktor bezeichneten ersten Reaktor eine vorgegebene erste Stellagen- oder Etagendichte (D_1) für die übereinander gestapelten aquatischen Kulturen vorgesehen ist, derart, dass sich eine effektive Beleuchtungsstärke (L_1) der aquatischen Flächen unter
20 Schwachlichtbedingungen ergibt, und die Biomasse dort auf die besagte Weise vermehrt, und dass die dort periodisch erntbare Biomasse von dem Hauptreaktor in einen Nachreaktor für einen oder wenige Tage transferiert wird,
25 wobei im Nachreaktor eine effektive Beleuchtungs- oder Ausleuchtungsstärke D_2 , mit D_2 größer als D_1 , eingestellt ist, in der die dort hinein transferierten aquatischen Pflanzen noch eine weitere Massenvermehrung unter Starklichtbedingungen erhält, bevor sie final
30 geerntet werden.

Als Beispielwerte für eine geringe Beleuchtungsstärken unter Schwachlichtbedingungen wie sie im Hauptreaktor auf

den dortigen Kulturflächen vorliegen sind 100 bis 1000 Lux anzusehen.

Für die Starklichtbedingungen im Nachreaktor werden Beleuchtungsstärken von mehreren 1000 bis 50.000 Lux angesehen und eingestellt. 50.000 Lux sind jedoch so grenzwertig, dass die genannten Schwachlichtpflanzen dort tatsächlich nur einen bis wenige Tage kultiviert werden dürfen.

Bei einer dauerhaften Kultivierung bei diesen Starklichtbedingungen kommt es zur Bildung eines viellagigen System von Wasserlinsen, wobei die oberen sich opfern um die darunter liegenden zu schützen.

Weiterhin ist ausgestaltet, dass im Nachreaktor die Wassertiefe der dortigen aquatischen Kulturflächen größer ist als im Hauptreaktor.

Dies hat zur Folge, dass ein Wasseraustausch bei größerer Tiefe aus biologischen Gründen nur in sehr großen Zeitabständen (wöchentlich oder nur alle 4 oder mehr Wochen) durchgeführt werden muss. Der Nachreaktor ist dadurch sehr wirtschaftlich zu betreiben.

Dies hat dann zur Folge, dass im Hauptreaktor die Wassermengen der Kulturflächen häufiger mit Frischwasser oder gedüngtem Wasser gespült werden, als im Nachreaktor.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass das Grundfuttermittel mindestens aus einer der in den Ansprüchen 4 bis 17 verwendeten Biomassen der besagten Pflanzen besteht. Deren diesbezügliche

Inhaltsstoffspektren sind in der Beschreibung noch weiter ausgeführt.

5 Für die Herstellung von Futtermitteln oder Grundfuttermitteln kann es von Vorteil sein, dass die verwendete Biomasse siliert ist. Dabei bilden sich durch Reaktionen bspw mit Milchsäure zum Teil weitere wertvolle Inhaltsstoffe.

10 In Bezug auf eine Grundfuttermittel besteht dieses mindestens aus einer der in den Ansprüchen 4 bis 14 verwendeten Biomassen der besagten Pflanzen besteht, d.h. somit als Zugabe zu Futtermittel oder auch insgesamt aus dieser Biomasse.

15 Besonders vorteilhafte Grundstoffe ergeben sich für pharmazeutische und/oder kosmetische Verwendung aus der genannten Biomasse.

20 In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass eine Kahmschicht und/oder auf Wasser aufschwimmende Algenstämme, bspw Fadenalgen der Gattungen Mougeotia oder Gonatozygon, in die Kulturen geimpft wird, welche mit den aquatischen Pflanzen symbiotisch koexistieren, und das
25 Wachstum der aquatischen Pflanzen begünstigen.

Die besagten Kahmschichten oder Kahmhäute sind als solche bspw aus der Aquaristik bekannt. Hier aber werden die besagten Kahmschichten bewusst geimpft, um den
30 Massenwuchs der aquatischen Pflanzen im genannten erfindungsgemäßen Verfahren mit zu begünstigen.

Es können auch auf Wasser aufschwimmende Algenstämme sein, die das Biomassewachstum der genannten Pflanzen günstig beeinflusst.

- 5 Eine weitere Ausgestaltung besteht darin, dass Eisenbakterien und/oder Phytoplankten und/oder phototrophe Bakterien in die Kulturen geimpft werden.

Zu den Eisenbakterien zählen:

- 10 - Thiobacillus ferroxydans
- Chlamydoakterien, bspw Leptothrix ochracea
- Cleptothrix polyspora
- Lieskeella bifida
- Gallionella ferruginea
15 - Siderocapsa treubii
- Hyphomicrobium und Pedomicrobium
- Leptothrix discophora

Diese Bakterien begünstigen nicht nur den
20 photosynthetischen Wirkungsgrad, sondern auch den bspw für Biogas vorteilhafte Einbau von Schwefel und Eisen, und ggfs anderen Spurenelemente. In geringen aber vorhandenen Konzentrationen könne diese aber auch für die Verwendung als Futtermittel vorteilhaft sein.

25

Hinzu kommen auch alle Phytoplankten, sowie phototrophe Bakterien.

Diese Bakterien begünstigen den Sachverhalt, dass
30 biochemische Reaktionen zur Verstoffwechselung von CO₂ zu Kohlenhydraten auch in lichtarmen Bereichen der Kultur ablaufen kann.

Die ebenso genannten aquatischen Biomassepflanzen sind auf Eignung als Schwachlichtpflanzen selektiert. In Koexistenz mit den besagten Eisenbakterien ist deren Stoffwechsel katalytisch angeregt.

5

Weiterhin ist zur Erzielung einer geschlossenen Nutzungskette der erzeugten Biomasse, dass ein Biogasgrundstoff aus der nach dem Verfahren nach Anspruch 1 bis 10 hergestellten Biomasse, oder der Reststoffen aus den Grundstoffen nach den Ansprüchen 11 bis 13, aus welchen Biogas in Biogasanlagen erzeugbar ist.

10

Gleiches gilt für einen Bioethanolgrundstoff aus der nach dem Verfahren nach Anspruch 1 bis 14 hergestellten Biomasse, oder der Reststoffen aus den Grundstoffen nach den Ansprüchen 15 bis 17, aus welchen Bioethanol in Bioethanolanlagen erzeugbar ist.

15

In Bezug auf die Inhaltsstoffe ergibt sich für genannte spezifische Biomasse folgendes im Überblick:

20

	Rohfett	Protein	Stärke	RNB	Lakt.	ME
Lemna	0,9-5	15-26	17-22	9,0-15	Ca 6,0	9,9
Azolla	4,1	30,7	3,4	20,4	6,3	10,4
Eichhornia	1,7	22,9	6,9	13,2	5,31	8,8
Silvana	2,0	28,2	3,1	18,3	5,83	9,6
Pistia	2,2	19,7	16	7,5	5,94	9,8

Die Angaben sind in % von der Trockenmasse.

25

Die Einzelbestimmungen erfolgten unter:
ME (Rind), sowie Netto-Energie-Laktation NEL (Lakt.)
sowie RNB-Wert (Ruminale N-Bilanz) sind unter der Methode DLG-Formel ermittelt nach der LUFA NRW.

Ferner ist antibiotische Aktivität nach der Methode Plattendiffusionstest (4 Platten) nicht nachweisbar, d.h. dass diese nicht vorhanden ist.

5

Alle diese Werte legen somit eine erhebliche Eignung als Futtermittel dar. Hinzu kommt, dass die genannten Pflanzen gegenüber Algen deutlich leichter zu generieren sind, und deutlich mehr Biomasse pro Zeiteinheit produzieren, und im Speziellen die Lemna große Mengen CO₂ aufnehmen und verstoffwechseln.

10

Zusätzlich sind zu den genannten Pflanzen Gasausbeuten ermittelt worden, die wie folgt lauten.

15

Pistia: 571,33 liter/kg OTS
(OTS= Organisch Trockensubstanz)

Lemna: 551,81 bis 586,61 liter/kg OTS

20

Silvana: 542,17 liter/kg OTS

Azolla: 543,73 liter/kg OTS

25

Eichhornia: 555,31 liter/kg OTS

Damit steht fest, dass die Eignung als Futtermittelgrundstoff ebenso gegeben ist wie die Biogaseignung. Damit weisen diese genannten Pflanzen eine erhebliche vorteilhafte Nutzung im Sinne eines Mehrfachnutzens auf. Die erfindungsgemäße Vermehrung der Biomasse resultiert hiermit in einen erheblichen und mehrfachen Nutzen in erheblichen Mengen.

30

Weitere chemische Inhaltsstoffe sind:

- Calcium und Kalium
- Leucin
- 5 - Isoleucin
- Lysin
- Valin
- Venylalanin

10 Insgesamt führten haben die Untersuchungen nicht nur die Eignung als Futtermittel bestätigt, sondern ergaben sogar ein Empfehlung als Futtermittel.

Der Verfahrensbetrieb und der Mehrfachnutzen ist in der
15 Zeichnung dargestellt.

Es zeigt:

Figur 1: Produktionsflächen und Entnahme

20

Figur 2: Mehrfachnutzen

Figur 3: Logistische Einbindung von Kultruf Flächen und
Viehzuchtanlage

25 Figur 4: Hauptreaktor mit Nachreaktor

Figur 1 zeigt ein prinzipielle Darstellung der
Produktionsflächen in Form eine flachen Wanne 3 in
Draufsicht, für die genannten aquatischen Pflanzen. Ein
erstes Beispiel im oberen Bildteil eine ganzflächige
30 Bedeckung mit Lemna oder einer oder mehrerer der
genannten aquatischen Pflanzen.

Geimpft wird die fläche mit nur wenigen aquatischen
Pflanzen. Nach einem exponetiellen Wachstum nach wenigen

Wochen ist die gesamte Fläche, ausgehend von nur einer kleinen Startmasse völlig bedeckt.

Hier ist die gesamt bedeckte Fläche in zwei virtuelle
5 Teilflächen 1 und 2 unterteilt. In einer Ausgestaltung entnimmt man immer nur die Hälfte der Fläche, und bis zur nächsten Ernte brauchen die verbleibenden Pflanzen nur einen Vermehrungs- bzw Verdopplungszyklus, der bspw bei Lemna nur noch 3 bis 5 Tage oder sogar weniger beträgt,
10 bis die Fläche wieder ganz voll ist, und man wieder die Hälfte entnehmen kann usw.

Im unteren Bildteil kürzt man die ansonsten oben gegebene Erntezeiten alle 3 Tage herunter auf eine tägliche Ernte,
15 indem man nur weniger als die Hälfte entnimmt, also genau so viel, wie sich in dieser Wanne 3 wieder an einem Tag nachbildet.

In beiden Fällen ist die verbleibende Masse nach der
20 Ernte natürlich größer als die Startmenge, die nur bei ca 1 bis 5 % der Gesamtfläche lag.

Neben der Kultivierung und Beerntung eine Wasseroberfläche können die Kulturen natürlich auch auf
25 feuchten Fliesen oder dünnen Scheiben vermehrt werden.

Die Beerntungsweise in bezug auf die Aufrechterhaltung eine masseoptimierten vermehrung bleibt aber die gleiche wie in Figur 1 dargestellt.

30

Figur 2 zeigt den Verwertungsfluss der Biomasse. Die Wannens oder Rinnen 3 sind in einem geschlossenen Gewächshaus 10 angesetzt, welches zur Wachsförderung mit CO₂ gespeist wird. Dies kann CO₂ aus CO₂-haltigem Abgas

von Verbrennungsanlagen, Biogasaufmethanisierungsanlagen, Bioethanolanlagen, chemischen Produktionsanlagen etc sein, welches gegebenenfalls zuvor durch einen Gaswäscher lief, um Schadstoffe zu entfernen.

5

Die Kulturfläche werden dann mit den genannten Pflanzen geimpft. Optional kann zur Impfung mit den genannten Pflanzen entweder sofort oder zu einem späteren Zeitpunkt die genannten Kahmschichten auch geimpft werden.

10

Optional wird die entnommene Biomasse zunächst in einer Trocknung 15 getrocknet und dann der Futtermittel- oder Futtermittelgrundstoffproduktion 11 zugeführt.

15

Alternativ oder auch ergänzend kann in Bezug auf eine ggfs Aufteilung der Biomasse auch eine chemische Auswertung 12 der Biomasse durch Auszugsverfahren stattfinden, in denen chemische Grundstoffe gewonnen werden.

20

Die Reststoffe aus ggfs beiden Nutzungen 11 und 12 können dabei noch einer weiteren Nutzung in einer Biogas- oder Bioethanolanlage 13 zugeführt werden.

Hierfür sprechen die oben dargestellten, als hervorragend erzielten Biogasertäge dieser speziellen Biomasse aus den genannten aquatischen Pflanzen.

25

Alternativ zur Resteverwertung aus Chemie und Futtermittel kann aber die Biomasse natürlich auch direkt der Biogas- und/oder Bioethanolerzeugung 13 zugeführt werden.

30

Figur 3 zeigt ein Ausgestaltungsbeispiel, bei welchem, die Kulturflächen 3 bzw das Gewächshaus 10, in welchem diese platziert sind, die erzeugte Biomasse in einen in nächster Näher angelegten Viehstall 20 (Rinder, Schweine, Hühner etc) als Futtermittel eingebracht werden. Dabei

kann die Biomasse zuvor auch noch als Futtermittel aufbereitet werden.

Die daran gebundene Fleischproduktion liefert wiederum
5 Schlachtabfälle, die biogastauglich sind. Ferner entsteht
sowohl bei der Tierhaltung als auch bei der
Biogasproduktion CO₂ welcher in diesem Falle wiederum
wertvoller Düngestoff für die aquatischen Pflanzen ist.
Auch Dung kann dabei zurückgeführt werden, und dient den
10 aquatischen Pflanzen als Düngestoff.
Bei der Tierhaltung entsteht außerdem Methan welches
entweder in das Gewächshaus oder auch der Biogasanlage
zugeführt wird.

Figur 4 zeigt ein Beispiel für einen Nachreaktor 200 in Verbindung mit einem Hauptreaktor 100.

So ist der Hauptreaktor 100 mit einer vorgegebenen Etagen- oder Stellagendichte D1 von aquatischen Kulturflächen ausgestattet. Dort liegt eine sozusagen in der Wirkung erzielte Lichtreduktion vor, die die gewünschten und durch die Züchtung besonders ausgeprägten natürlichen Schwachlichtbedingungen nachbilden.

Von den dortigen Kulturflächen wird in einem Zyklus von 1 bis 3 Tagen periodisch eine Teilerntung im erfindungsgemäßen Sinne von weniger als 50% vorgenommen. In der Praxis haben sich dauerhaft 20% täglich als für die Population realisierbar ergeben.

Ist nun im Hauptreaktor 100 eine Etagenordnung von bspw 45 Etagen Aquakulturflächen gewählt, so braucht der Nachreaktor 200 nur noch eine Etagendichte von 9 Etagen oder weniger, wenn bspw im Nachreaktor unter Starklichtbedingungen täglich jeweils 100 % geerntet wird, aber aus dem Hauptreaktor eine geringere Erntemenge als 20% täglich wieder auf die Kulturflächen des Nachreaktors zur Nachverdopplung überführt werden.

Es ist auch möglich das der Nachreaktor 200 aus einer Licht ausgesetzten Transporteinrichtung besteht, in der die Biomasse so langsam aber dafür kontinuierlich bewegt wird, dass sich auf dem Transportweg vom Reaktor zur Verwertung ebenfalls ein wie oben beschriebene mindestens weitere finale Verdopplung der aquatischen Pflanzen ergibt. Somit wäre eine solche Transporteinrichtung als ein Nach"vermehrungs"reaktor anzusehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Grundstoffen,
insbesondere chemische und/oder pharmazeutischen
5 und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter-
oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse
aquatischer Pflanzen,
dadurch gekennzeichnet,
dass die aquatischen Pflanzen selbstvermehrnde
10 aquatische Pflanzen sind, und ausgehend von einer
Startmenge zunächst in einer Kultur vermehrt, und
sodann in regelmäßigen Zeitabständen geerntet wird,
derart, dass die Erntemenge maximal so groß ist,
dass stets mindestens die Startmenge in der Kultur
15 verbleibt, bis zur nächsten Beerntung usw.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ausgehend von einer besagten Startmenge die
20 Vermehrung bis zum Erreichen einer Zielmenge oder
Zielfläche der Kultur abgewartet wird, und eine
Beerntung mit etwa dem halben Flächenmaß erfolgt,
und bis zur nächsten Beerntung wieder auf das halbe
Flächen- oder Gewichtsmaß durch Beerntung reduziert
25 wird usw.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach Erreichen einer vollen Zielfläche eine
30 tägliche Beerntung in dem Umfang durchgeführt wird,
dass die beerntete Erntemenge gerade so groß ist,
dass die Pflanzen wieder innerhalb eines Tages die
volle Zielfläche erreichen/bedecken usw.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die chemischen und/oder pharmazeutischen
und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter-
5 oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse der
Wasserlinse Lemna, im Besonderen der Sorte (CPVO Nr
2009/0984) Lemna Minor L Henry Blanke gewonnen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
10 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die chemischen und/oder pharmazeutischen
und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter-
oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse der
Eichhornia Crassipes, im Besonderen der Sorte (CPVO
15 Nr 2009/0985) Eichhornia Crassipes Johann Schoofs
Sen gewonnen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die chemischen und/oder pharmazeutischen
und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter-
oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse der
Azolla, im Besonderen der Sorte (CPVO Nr 2009/0986)
Azolla Avantii gewonnen wird.
- 25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die chemischen und/oder pharmazeutischen
und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter-
30 oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse
einer Pflanze aus der Familie der Pistia und/oder
der Silvana und/oder der Elodea gewonnen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die chemischen und/oder pharmazeutischen
und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter-
oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse
5 einer Pflanze aus der Spirodela polyrhiza und/oder
der Nastrutium officiale und/oder der Ipomea
aquatica gewonnen wird.
- 10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die chemischen und/oder pharmazeutischen
und/oder kosmetischen Grundstoffe und/oder Futter-
oder Nahrungsmittelgrundstoffe aus der Biomasse
15 einer Pflanze aus der Spirodela polyrhiza gewonnen
wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass mehrere Pflanzen in Mischkultur
kultiviert/produziert oder vermehrt werden.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass eine Kahmschicht und/oder auf Wasser
aufschwimmende Algenstämme, bspw Fadenalgen der
Gattungen Mougeotia oder Gonatozygon, in die
Kulturen geimpft wird, welche mit den aquatischen
Pflanzen symbiotisch koexistieren, und das Wachstum
30 der aquatischen Pflanzen begünstigen.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass Eisenbakterien und/oder Phytoplankten und/oder

phototrophe Bakterien in die Kulturen geimpft werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Wasserflächen/Kulturflächen im genannten Verfahren in einem geschlossenen Gewächshausssystem in aufgestapelten Stellagen von Wasserrinnen oder Wannen angelegt sind, wobei das Gewächshausssystem
10 von einer CO₂-Quelle mit CO₂ gespeist wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kulturflächen und/oder das besagte
15 Gewächshaus in räumlicher Nähe zu einer Viehzuchtanlage steht, und dass ein Biomassezyklus hergestellt wird, indem erzeugte Biomasse verfüttert, und Dung und/oder CO₂ und/oder Methan aus der Viehhaltung in die Kulturflächen bzw das Gewächshaus
20 zurückgespeist werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die gesamten aquatischen Kulturflächen sich in
5 mindestens zwei Bioreaktoren verteilen, und zwar in
der Art, dass in einem als Hauptreaktor bezeichneten
ersten Reaktor eine vorgegebene erste Stellagen-
oder Etagendichte (D1) für die übereinander
gestapelten aquatischen Kulturen vorgesehen ist,
10 derart, dass sich eine effektive Beleuchtungsstärke
(L1) der aquatischen Flächen unter
Schwachlichtbedingungen ergibt, und die Biomasse
dort auf die besagte Weise vermehrt, und dass die
dort periodisch erntbare Biomasse von dem
15 Hauptreaktor in einen Nachreaktor für einen oder
wenige Tage transferiert wird, wobei im Nachreaktor
eine effektive Beleuchtungs- oder
Ausleuchtungsstärke durch eine geringere
Etagendichte D2, mit D2 kleiner als D1, eingestellt
20 ist, in der die dort hinein transferierten
aquatischen Pflanzen noch eine weitere
Massenvermehrung unter Starklichtbedingungen erhält,
bevor sie final geerntet werden.

25 16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Nachreaktor die Wassertiefe der dortigen
aquatischen Kulturflächen größer ist als im
Hauptreaktor.

30 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Hauptreaktor die Wassermengen der
Kulturflächen häufiger mit Frischwasser oder

gedüngtem Wasser gespült werden, als im Nachreaktor.

18. Grundfuttermittel

dadurch gekennzeichnet,

dass das Grundfuttermittel mindestens aus einer der in den Ansprüchen 4 bis 14 verwendeten Biomassen der besagten Pflanzen besteht.

19. Grundfuttermittel nach Anspruch 18

dadurch gekennzeichnet,

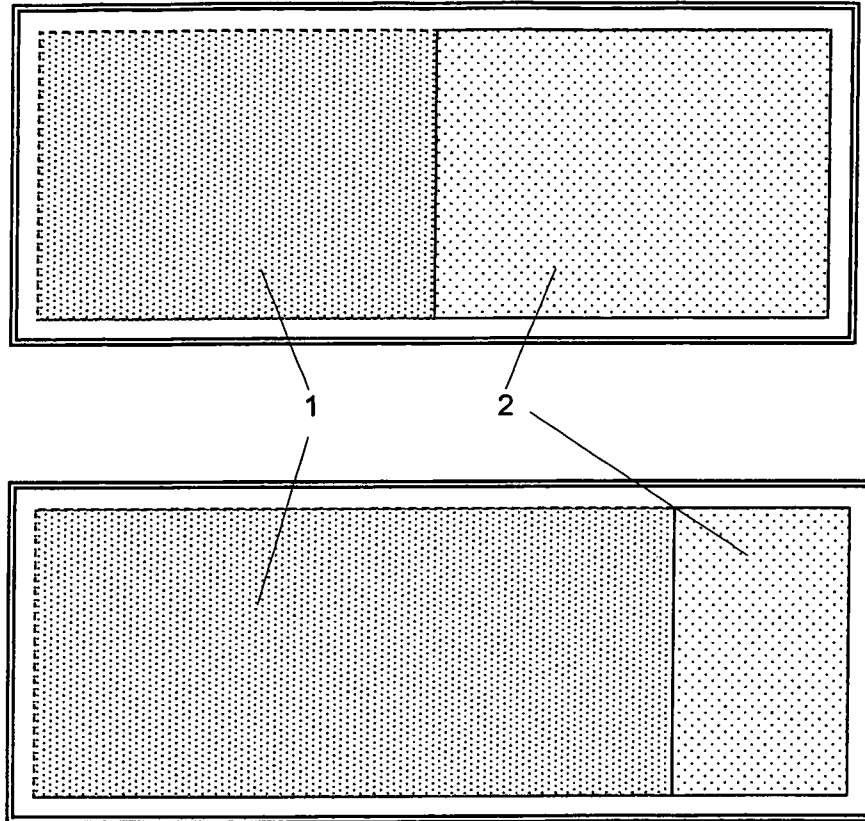
dass die verwendete Biomasse siliert ist.

20. Grundstoffe für pharmazeutische und/oder kosmetische Verwendung aus der genannten Biomasse.

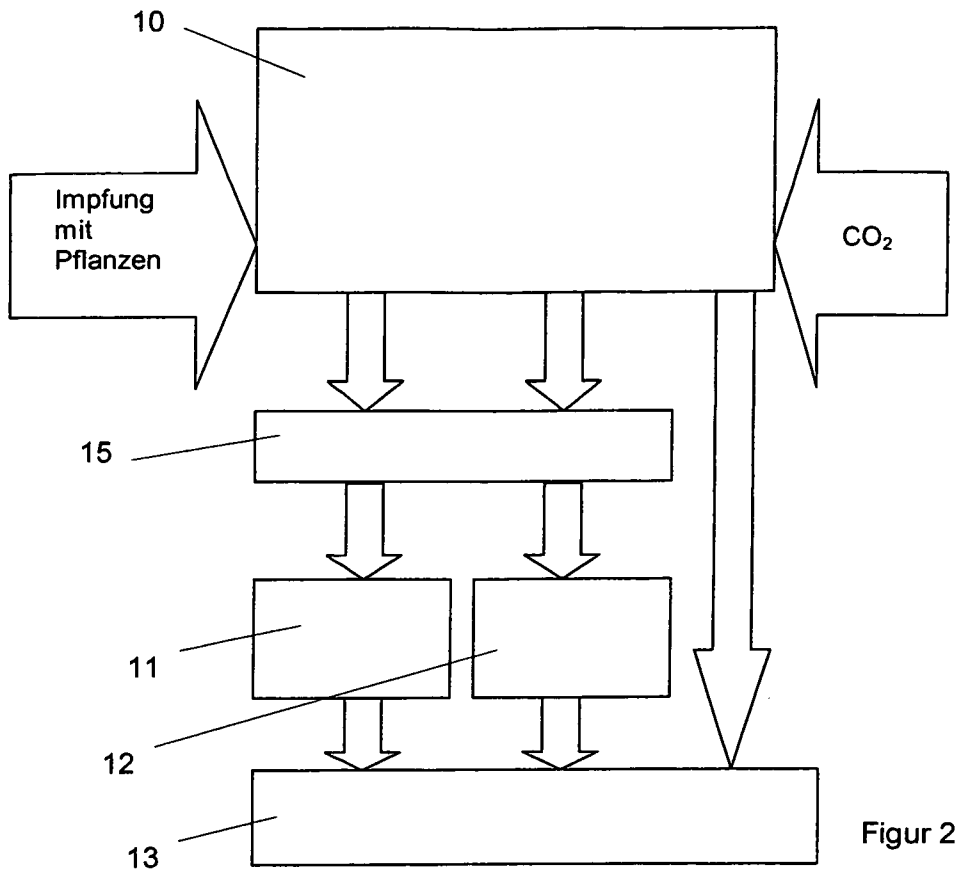
21. Biogasgrundstoff aus der nach dem Verfahren nach Anspruch 1 bis 17 hergestellten Biomasse, oder der Reststoffen aus den Grundstoffen nach den Ansprüchen 15 bis 17, aus welchen Biogas in Biogasanlagen erzeugbar ist.

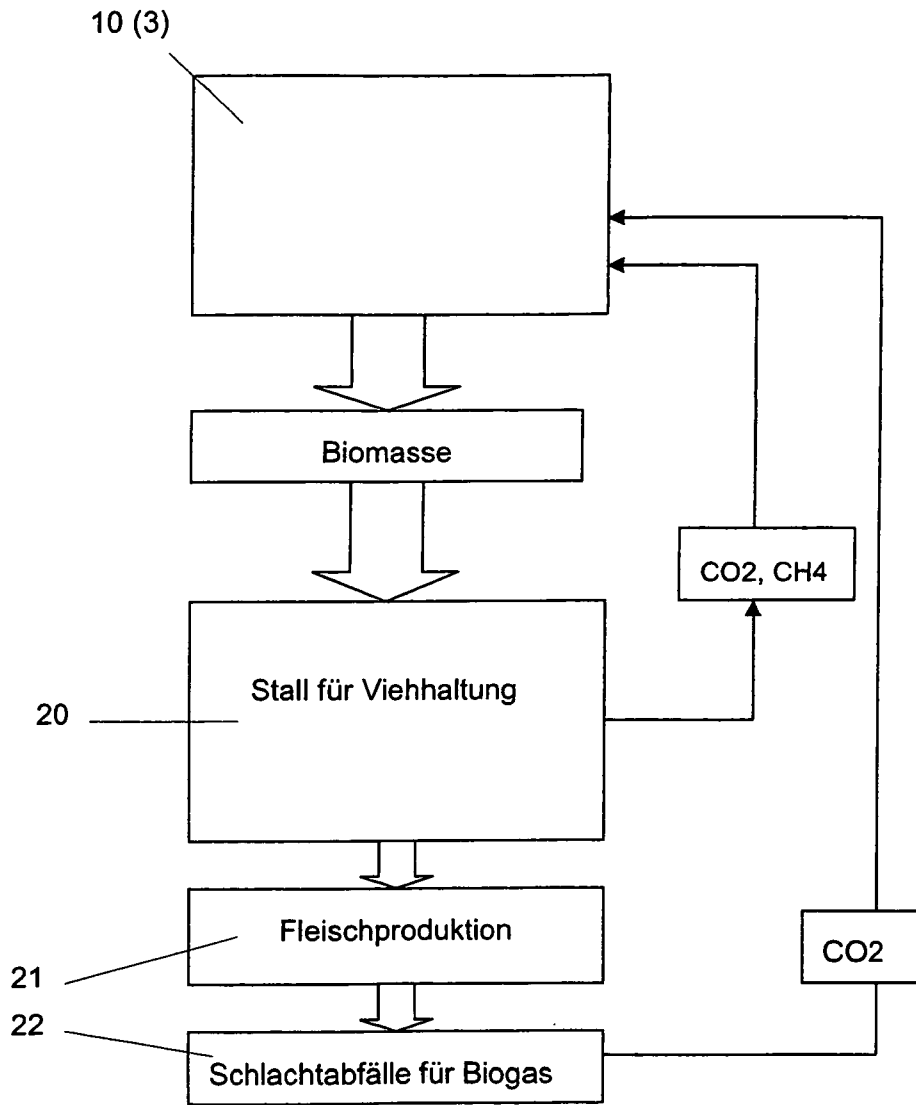
22. Bioethanolgrundstoff aus der nach dem Verfahren nach Anspruch 1 bis 17 hergestellten Biomasse, oder der Reststoffen aus den Grundstoffen nach den Ansprüchen 15 bis 17, aus welchen Bioethanol in Bioethanolanlagen erzeugbar ist.

3

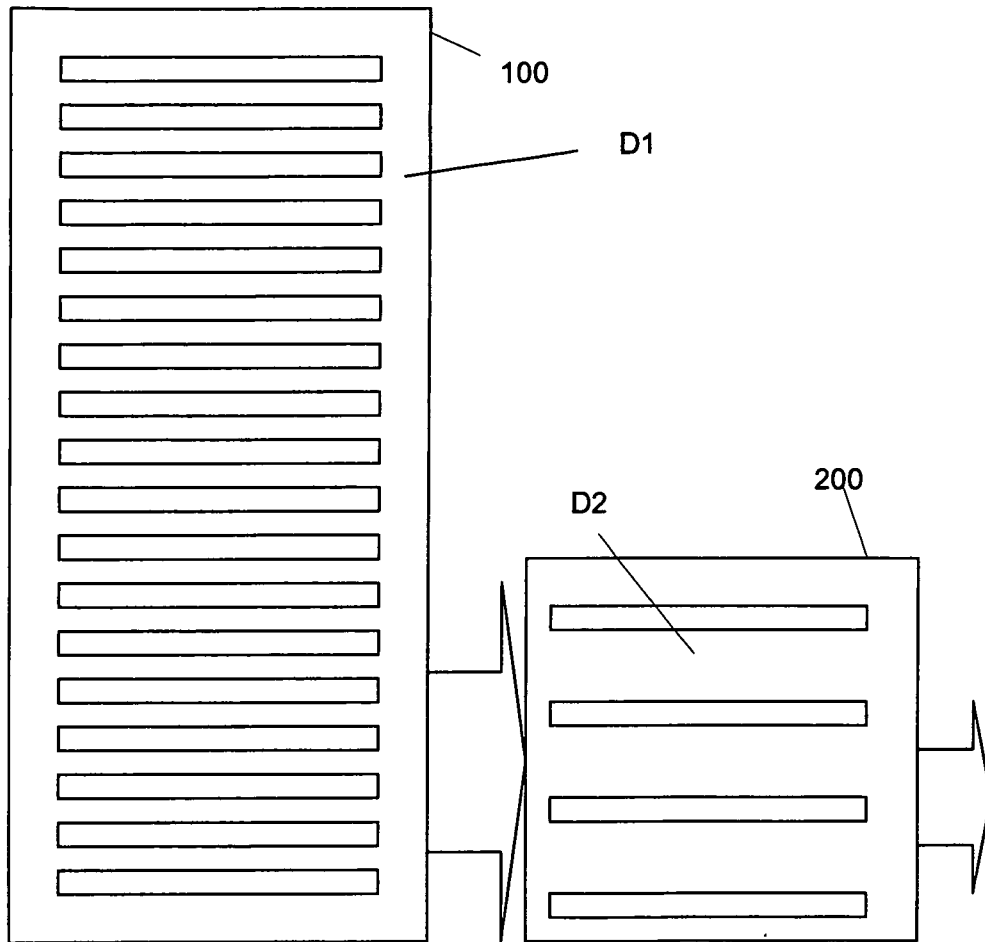


Figur 1





Figur 3



Figur 4