



(10) **DE 10 2009 033 574 B4** 2011.07.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 033 574.9**

(22) Anmeldetag: **16.07.2009**

(43) Offenlegungstag: **03.02.2011**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.07.2011**

(51) Int Cl.: **A01G 33/00** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

Rogmans, Maria, 47546, Kalkar, DE

(74) Vertreter:

**Schmidt, Karl Michael, Dipl.-Phys., 47447, Moers,
DE**

(72) Erfinder:

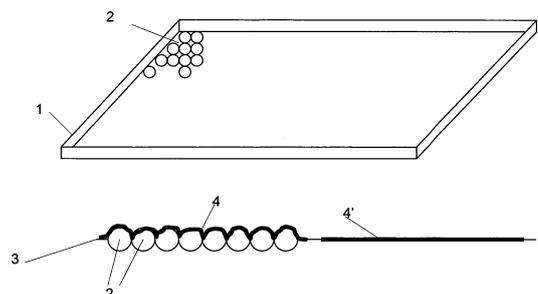
Wilhelm, Hermann-Josef, 47546, Kalkar, DE

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

DE 10 2004 007564 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Einrichtung zur Erzeugung von Biomasse**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Erzeugung von Biomasse, dadurch gekennzeichnet, dass als Biomasse aquatische Pflanzen, im wesentlichen Wasserlinsen eingesetzt werden, welche in flachen wassergefüllten Pflanzwannen oder -rinnen zur Vermehrung angesetzt sind, und dass zur Erhöhung der effektiven Vermehrungsfläche und zur Vereinfachung der Beerntung der Wasserflächen die Pflanzenwanne selbst aus einer Vielzahl von verteilten Kugelsphären besteht, oder Kugeln eingebracht werden, an welchen die aquatischen Pflanzen anhaften.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Einrichtung zur Erzeugung von Biomasse, gemäß Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 11.

[0002] Anlagen und Gewächshäuser zur Erzeugung von Biomasse sind bereits bekannt. Ihr Anbau findet zumeist in der Ebene statt, so dass der Ertrag schon dadurch stark begrenzt ist. Aus der DE 10 2004 007 564 A1 ist eine Vorrichtung zur Zucht und Massenproduktion von Algen bekannt, bei welchem geschlossene Wassergefüllte Schläuche verwendet werden. Da die Algen im wesentlichen im Wasser leben und nicht auf der Wasseroberfläche, findet eine Extinktion des einfallenden, zur Photosynthese notwendigen Lichtes, durch das Wasser statt. Eine weitere Abschwächung des photonischen Energieeintrages findet durch die Folienhäute statt. Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Einrichtung der gattungsgemäßen Art, dahingehend weiter zu entwickeln, dass ein optimierter Biomasseertrag entsteht.

[0003] Die gestellte Aufgabe ist bei einem Verfahren der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 10 angegeben.

[0004] Im Hinblick auf eine Einrichtung der gattungsgemäßen Art ist die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 11 gelöst.

[0005] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Einrichtung sind in den übrigen abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0006] Kern der verfahrensgemäßen Erfindung ist, dass als Biomasse aquatische Pflanzen, im wesentlichen Wasserlinsen eingesetzt werden, welche in flachen wassergefüllten Wannen zur Vermehrung eingesetzt sind, und dass zur Erhöhung der effektiven Vermehrungsfläche und zur Vereinfachung der Beerntung der Wasserflächen die Wanne selbst aus einer Vielzahl von verteilten Kugelsphären besteht, oder Kugeln eingebracht werden, an welchen die aquatischen Pflanzen anhaften.

[0007] Da es sich vorzugsweise um Wasserlinsen handelt, haften diese erheblich leichter an den Kugeln an, so dass bspw. die Beerntung so auf einfache Weise erfolgen kann. Es hat sich aber auch gezeigt, dass sich Wasserlinsen auch auf ins Wasser eingebrachten Kugeloberflächen vermehren, und nicht nur auf der Wasseroberfläche selbst. Dieser Effekt war erheblich überraschend und konnte aber einfach reproduziert werden. Anspruch 1 enthält aber auch die

Option, dass der Boden der Wanne mit dicht gepackten Kugelsphärenflächen konturiert sein kann, statt der Verwendung von Einzelkugeln.

[0008] Beide Möglichkeiten unterliegen demselben, Oberflächen vergrößernden Effekt.

[0009] Gegenüber einem flachen Wasserspiegel in einer Wanne stellt die Einbringung von halben Kugelsphären eine Vergrößerung dar, die sich mathematisch wie folgt ergibt. Annahme: Die Kugel liegt oder schwimmt zur Hälfte in Wasser, um dauerhaft den Wasserfilm auch auf der schwimmenden Fläche zu erhalten.

[0010] Die glatte projizierte Grundfläche der schwimmenden Kugel ist eine Kreisfläche mit demselben Durchmesser wie die Kugel und beträgt

$$A1 = D^2 \cdot \pi \cdot 1/4 \text{ (Zahl } \pi \text{ etwa } 3,14)$$

[0011] Die Oberfläche einer halben Kugelsphäre beträgt hingegen

$$A2 = 1/2 \cdot \pi \cdot D^2$$

[0012] Setzt man die beiden Flächen ins Verhältnis ergibt sich

$$A2/A1 = 2 \text{ weil sich alles } \ddot{\text{U}}\text{brige herauskürzt.}$$

[0013] Mit anderen Worten wird durch erfindungsgemäße Verwendung einer halben Kugelsphärenoberfläche eine Verdopplung der effektiven Oberfläche gegenüber einer flachen Oberfläche (Schnittfläche durch die Kugel) erreicht. Über die gesamte Oberfläche der Pflanzwannen wird somit durch eine verteilte Anordnung von Halbkugelsphären die effektive Oberfläche verdoppelt. Auf Grund neuer Züchtungen von Lemnacea (Wasserlinsen) stehen Sorten zur Verfügung, die auf nur dünnen Wasserfilmen gedeihen und sich vermehren. Die Verwendung von Lemnacea in Zusammenhang mit dieser effektiven Oberflächenvergrößerung stellt somit eine besonders effektive Vergrößerung der effektiv erzeugten Biomasse dar. Neben Lemnacea sind andere aquatische Pflanzen auch möglich hierzu zu verwenden.

[0014] Bringt man also über die gesamte Wanne entweder schwimmende oder aus dem Wasser herausragende Kugeln ein, oder strukturiert den Wannengrund entsprechend, dann erhöht sich die effektive Belegungsoberfläche der Wasserlinse um den Faktor 2. Es hat sich ferner gezeigt, dass der auf den Kugelsphären anhaftende Wasserfilm ausreicht, um die Wasserlinse zu versorgen. Ferner vermehrt sich die Wasserlinse ebenfalls auf dem besagten dünnen Wasserfilm.

[0015] Geht man von einer dichten Anordnung der Kugeln nebeneinander aus, so verbleiben nur ver-

gleichsweise geringe Zwischenflächen, so dass man auch praktisch von einer nahezu verdoppelten Produktionsfläche für Wasserlinsen ausgehen kann. Eine nahezu Verdopplung der Biomasseproduktionsfläche bei gleich gebliebener Grundfläche ist hierbei der herausragende Erfolg.

[0016] Dabei war aber grundlegend nicht trivial, dass die Wasserlinse tatsächlich auch auf einem dünnen Wasserfilm wachsen kann, und dann vor allem auch dieselben hohen Vermehrungsraten liefert, die bekannt sind. Die Beobachtung hat dies aber überraschend und reproduzierbar bestätigt.

[0017] Für die Dimensionierung der Kugeln stehen nun zwei Alternativen zur Verfügung.

[0018] Entweder, dass die Kugeln im Durchmesser etwa doppelt so groß sind, als die Wassertiefe der flachen wassergefüllten Wannen.

[0019] Oder, dass die Kugeln aus einem schwimmfähigen Werkstoff bestehen.

[0020] In beiden Fällen ragen sie etwa (näherungsweise) mit der halbe Kugelsphäre aus dem Wasser, bzw über die Wasseroberfläche hinaus. Bei dichter Verteilung der Kugeln führt dies gegenüber der völlig flachen Wasseroberfläche zur einer deutlichen Erhöhung der effektiven Produktionsfläche für Biomasse.

[0021] Alternativ dazu kann auch vorgesehen werden, dass der Boden der Wanne mit einer dicht verteilten und somit regelmäßig gewellten Vielfach-Halbkugelsphärenkontur versehen ist, derart, dass diese durch die Oberfläche des Wasserspiegels nach oben herausragen. So hat man denselben Effekt, aber ohne Einbringung von Kugeln. Dafür ist die Herstellung solcher Wannen etwas aufwändiger.

[0022] Anstatt der Ausbildung des Bodens der Pflanzwannen lassen sich auch flache Einlagen mit derselben Konturierung einbringen. Diese können dann innerhalb der Pflanzwannen verschieblich sein. D. h. man kann die Pflanzwannen auch als Pflanzrinnen einsetzen, und die Einlagen sind darin schwimmend verschieblich, so dass die Biomasse entweder zum Licht oder zur Ernte bewegbar sind. Die Bewegung kann durch Druckluft oder bewegtem Wasser erfolgen.

[0023] Bei der Verwendung von Kugeln ist vorgesehen, dass die Kugeln aus einem porösen Werkstoff bestehen.

[0024] Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist, dass der poröse Werkstoff ein poröser Glaskeramik-Werkstoff ist.

[0025] Ein sehr vorteilhafte Ausgestaltung ist, dass die Kugel zur Impfung der Wasserflächen mit der aquatischen Pflanze (Wasserlinse) geimpft, und so dann in die Wasserbecken gegeben werden.

[0026] Weiterhin ist ausgestaltet, dass die Wasserflächen direkt mit den aquatischen Pflanzen (Wasserlinsen) geimpft werden, und die Kugeln erst zur Ernte eingegeben werden.

[0027] Besonders vorteilhaft ist es, dass die porösen Kugeln vor dem Eingeben in die Wannen in eine Nährlösung getaucht werden.

[0028] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ist, dass die wassergefüllten oder teilgefüllten Wannen mit einem Tuch versehen sind, welches als Endlostuch von einer Wanne zur nächsten verläuft, und über eine Rolleneinrichtung durch die Wannen ziehbar ist.

[0029] Kern der einrichtungsgemäßen Erfindung ist, dass als Biomasse aquatische Pflanzen, im wesentlichen Wasserlinsen in flachen wassergefüllten Pflanzwannen zur Vermehrung angesetzt sind, und dass zur Erhöhung der effektiven Vermehrungsfläche und zur Vereinfachung der Beerntung der Wasserflächen der Wannenboden selbst aus einer Vielzahl von verteilten, aus der Wasseroberfläche hinausschauenden Kugelsphären besteht, oder Kugeln eingebracht werden, an welchen die aquatischen Pflanzen anhaften.

[0030] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass mindestens 2 Wannen in Stellagen gestapelt übereinander angeordnet sind, und dass zumindest die obere Pflanzwanne am Boden mit einer Oberflächenkonturierung aus einer Vielzahl von nebeneinanderliegenden Kugelsphären versehen ist, wobei am höchsten Punkt einer jeden Kugelsphäre eine Lichtdurchlassöffnung für die untere Pflanzwanne angeordnet ist.

[0031] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die gesondert einbringbaren Kugeln aus einem porösen Werkstoff bestehen.

[0032] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der mit verteilten Kugelsphären versehene Boden der Pflanzwanne durch eine entsprechend konturierte, in eine mit flachem Boden versehene Pflanzwanne als Inlet einlegbar ist.

[0033] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Kugeln eine resultierende Dichte von kleiner als 1 gramm/cubikzentimeter aufweisen.

[0034] Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und nachfolgend näher erläutert.

[0035] Es zeigt:

[0036] **Fig. 1:** Kugeln in wassergefüllter Pflanzwanne

[0037] **Fig. 2:** Wannenboden mit Vielfachkugelsphärenkontur

[0038] **Fig. 3:** Verfahrensdarstellung

[0039] **Fig. 1** zeigt eine Pflanzwanne **1** die auch als länglich Pflanzrinne ausgebildet sein kann und mit Wasser in wenigen Zentimeter oder gar Millimeter gefüllt ist. Darinnen sind aquatische Pflanzen bspw Lemnacea (Wasserlinsen) angeordnet. Der untere Bildteil von **Fig. 2** zeigt eine Seitenansicht auf die Kugeln **2** in der Wanne **1**. Im linken Teil ist die Oberfläche durch die Vielfachanordnung der Kugeln wellig und damit größer, als die glatte Wasseroberfläche im rechten Bildteil. Demnach ist auch die Ansiedlungsfläche **4** für Wasserlinsen im linken Bildteil deutlich größer als die Fläche **4'** im rechten Bildteil. Dabei findet, wie eingangs abgeleitet etwa eine Verdopplung der Oberfläche statt. Bei Lemnacea hat sich gezeigt, dass sie nicht nur auf dem dünnen Wasserfilm existieren kann, sondern auch große Vermehrungsraten produziert.

[0040] **Fig. 2** zeigt in Seitenschnittdarstellung wieder im oberen Bildteil einen entsprechend konturierten Boden der Wanne **1**. Darauf liegt die Schicht aus Lemnacea, wodurch sich auch hier die Produktionsfläche etwa verdoppelt.

[0041] Im unteren Bildteil ist für diese Ausgestaltungsform, bei welcher keine Kugeln, sondern nur ein entsprechend konturierter Wannenboden vorgesehen ist, die jeweiligen höchsten Punkte der Kugelsphärenflächen mit jeweils einer Lichtdurchlassöffnung **5** versehen. Dies lässt sodann einfallendes Licht zu einer unteren Wanne hindurch, ohne dass Wasser ausläuft. So können mehrere Wannen übereinandergestapelt werden, ohne dass sich diese gegenseitig vollständig abschatten.

[0042] **Fig. 3** zeigt Verfahrensmaßnahmen im Überblick.

[0043] Zunächst wird die Pflanzwanne oder -rinne mit Wasser gefüllt. Sodann erfolgt ein Impfen der Pflanzwannen mit bspw Lemnacea. Die Menge beträgt einige 10 oder 100 Stück pro Quadratmeter. Dies kann dabei gesondert oder mit Hilfe vorbelegter Kugel durchgeführt werden. Weiterhin können die Kugeln in eine Nährlösung getaucht werden, bevor sie ebenfalls sofort oder später mit in die Pflanzwannen gegeben werden. In der Pflanzwanne erfolgt dann eine allmähliche Vollbesiedlung. Die Erntung kann bei Verwendung loser Kugeln durch Abschwämmen der Lemnacea von den Kugeln geschehen, und anschließende Rückführung in die Wannen,

wobei die restlich anhaftenden Lemnacea die Wannen wieder erneut impfen.

[0044] Im Falle der Verwendung von in den Pflanzwannen oder -rinnen verschieblichen Einlagen mit entsprechender, oben beschriebener Konturierung können diese durch Bewegung einer Beerntung durchgeführt werden. Die Bewegbarkeit hat auch den Vorteil diese abwechselnd zwischen Licht und Schatten hin und her bewegen zu können.

[0045] Direkt bodenseitig konturierte Pflanzwanne können auch durch Abschwämmen beerntet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Biomasse, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Biomasse aquatische Pflanzen, im wesentlichen Wasserlinsen eingesetzt werden, welche in flachen wassergefüllten Pflanzwannen oder -rinnen zur Vermehrung angesetzt sind, und dass zur Erhöhung der effektiven Vermehrungsfläche und zur Vereinfachung der Beerntung der Wasserflächen die Pflanzenwanne selbst aus einer Vielzahl von verteilten Kugelsphären besteht, oder Kugeln eingebracht werden, an welchen die aquatischen Pflanzen anhaften.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kugeln im Durchmesser etwa doppelt so groß sind, als die Wassertiefe der flachen wassergefüllten Pflanzwannen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kugeln aus einem schwimmfähigen Werkstoff bestehen.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Boden der Pflanzwanne mit einer dicht verteilten Halbkugelsphärenkontur versehen ist, derart, dass diese durch die Oberfläche des Wasserspiegels durch dieselben nach oben herausragen.

5. Verfahren nach Anspruch 2, 3, oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kugel aus einem porösen Werkstoff bestehen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der poröse Werkstoff ein poröser Glaskeramik-Werkstoff ist.

7. Verfahren nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass die Kugel zur Impfung der Wasserflächen mit der aquatischen Pflanze (Wasserlinse) geimpft, und sodann in die Wasserbecken gegeben werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wasserflächen direkt mit den aquatischen Pflanzen (Wasser-

linsen) geimpft werden, und die Kugeln erst zur Erntung eingegeben werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die porösen Kugeln vor dem Eingeben in die Wannen in eine Nährlösung getaucht werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wasser-gefüllten oder teilgefüllten Wannen mit einem Tuch versehen sind, welches als Endlostuch von einer Wanne zur nächsten verläuft, und über eine Rolleneinrichtung durch die Wannen ziehbar ist.

11. Einrichtung zur Erzeugung von Biomasse aquatischer Pflanzen, dadurch gekennzeichnet, dass als Biomasse aquatische Pflanzen, im wesentlichen Wasserlinsen in flachen wasser-gefüllten Pflanzwannen (1) zur Vermehrung angesetzt sind, und dass zur Erhöhung der effektiven Vermehrungsfläche und zur Vereinfachung der Beerntung der Wasserflächen der Wannenboden selbst aus einer Vielzahl von verteilten, aus der Wasseroberfläche hinausschauenden Kugelsphären besteht, oder Kugeln (2) eingebracht werden, an welchen die aquatischen Pflanzen anhaften.

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens 2 Wannen in Stelagen gestapelt übereinander angeordnet sind, und dass zumindest die obere Pflanzwanne (1) am Boden mit einer Oberflächenkonturierung aus einer Vielzahl von nebeneinanderliegenden Kugelsphären versehen ist, wobei am höchsten Punkt einer jeden Kugelsphäre eine Lichtdurchlassöffnung (5) für die untere Pflanzwanne angeordnet ist.

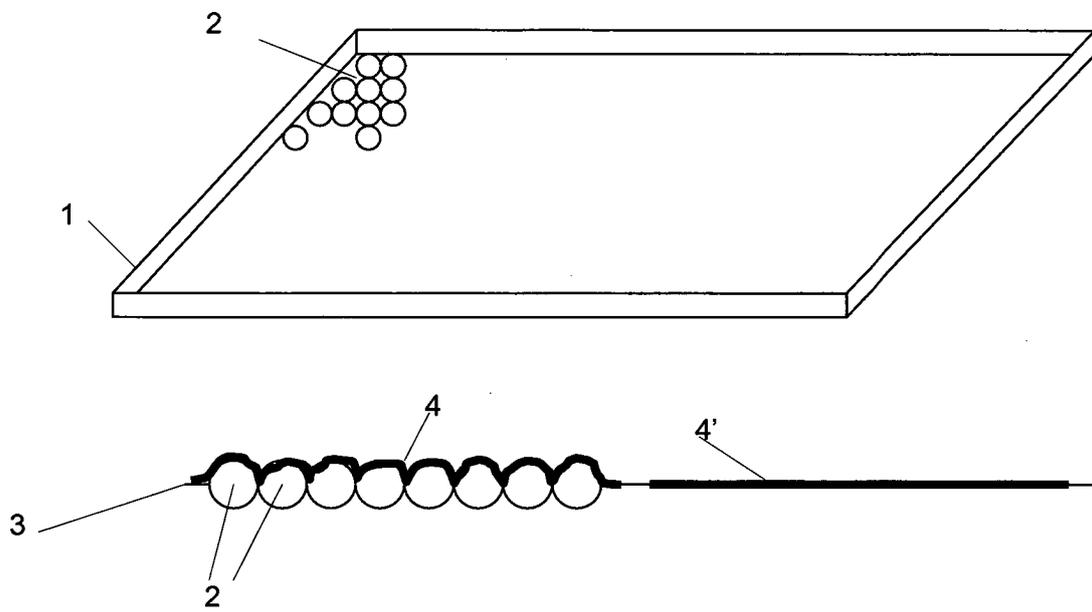
13. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die gesondert einbringbaren Kugeln (2) aus einem porösen Werkstoff bestehen.

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der mit verteilten Kugelsphären versehene Boden der Pflanzwanne (1) durch ein entsprechend konturiertes, in eine mit flachem Boden versehene Pflanzwanne als Inlet einlegbar ist.

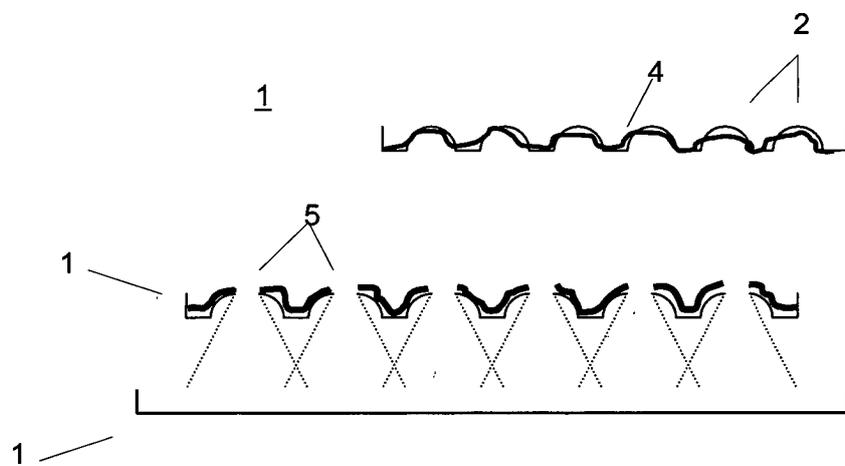
15. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kugeln (2) eine resultierende Dichte von kleiner als 1 gramm/kubikzentimeter aufweisen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

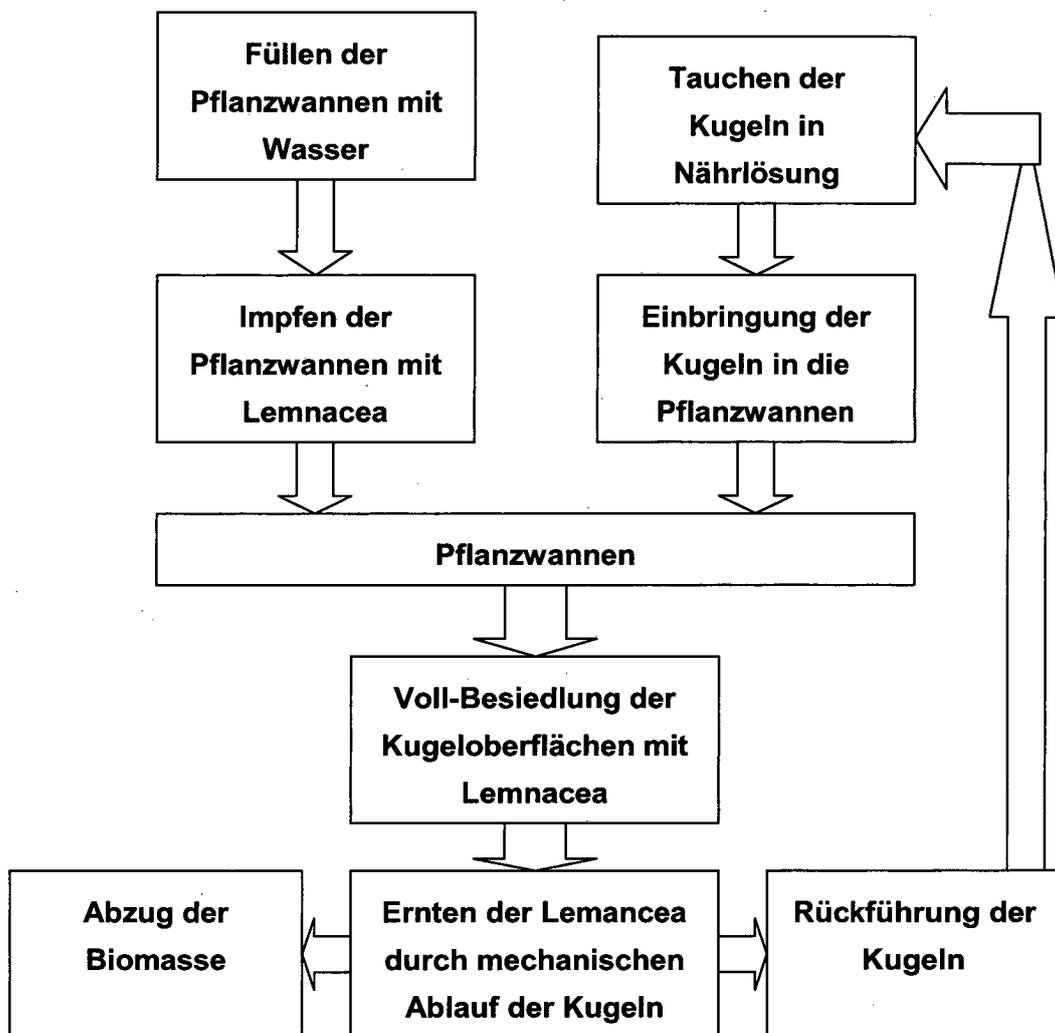
Anhängende Zeichnungen



Figur 1



Figur 2



Figur 3