



(10) **DE 10 2009 053 867 A1** 2011.05.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 053 867.4**

(22) Anmeldetag: **20.11.2009**

(43) Offenlegungstag: **26.05.2011**

(51) Int Cl.: **C09K 17/40 (2006.01)**

(71) Anmelder:

TerraNova Energy GmbH, 40231 Düsseldorf, DE

(72) Erfinder:

Buttmann, Marc, 40231 Düsseldorf, DE

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

DE 10 2007 012112 B3

DE 10 2009 024287 A1

DE 10 2007 062809 A1

DE 199 43 853 A1

DE 20 2008 012419 U1

GB 24 51 509 A

US 62 54 654 B1

US 2009/00 94 892 A1

EP 0 186 925 B1

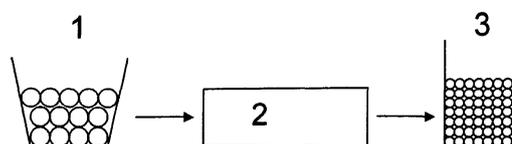
WO 2008/1 27 629 A4

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von Bodenzusatzstoffen zur Verbesserung der Kationenaustauschkapazität, der Nährstoff- und der Wasserhaltefähigkeit von Böden**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Zusatzstoffen zur Verbesserung der Fruchtbarkeit von Böden, in welchem Biomasse durch hydrothermale Karbonisierung behandelt wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Zusatzstoffen zur Verbesserung der Fruchtbarkeit von Böden, in welchem Biomasse durch hydrothermale Karbonisierung behandelt wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

Stand der Technik:

[0002] Der Stand der Technik wird durch EP0168556A2 und WO2009/021528A1 beschrieben. Beide Schriften erläutern die Herstellung von Bodenzusatzstoffen durch einen Fermentationsprozess, in den eine Mischung aus Biomasse, Kohle und anderen Hilfsstoffen eingebracht wird. Der mit dem hergestellten Produkt vermischte Boden hat verbesserte Eigenschaften bezüglich Kationenaustauschkapazität, Nährstoff- und Wasserhaltefähigkeit und bietet eine bessere Fruchtbarkeit.

[0003] Böden ähnlicher Struktur findet man im Amazonasgebiet unter der Bezeichnung Terra Preta, über deren genaue Entstehung allerdings keine gesicherten Erkenntnisse bestehen.

Nachteile Stand der Technik:

[0004] Das in EP0168556A2 beschriebene Verfahren nutzt als Ausgangsstoff für die Fermentation einen Sand-Kohle-Tonteil wie beispielsweise Gießereisand. Dieser zeichnet sich durch seinen Gehalt an Kohle und seine poröse Struktur aus, die sich vorteilhaft auf die Fermentationsbedingungen auswirkt. Nachteilig dabei ist, dass die Verfügbarkeit geeigneter Sand-Kohle-Tonteile eingeschränkt ist und damit das Verfahren, insbesondere in einem weltweiten Einsatz, angesichts weiter Transportwege für diesen Ausgangsstoff nicht wirtschaftlich angewandt werden kann.

[0005] Ein weiterer Nachteil ergibt sich durch die notwendige Anlagentechnik: da der sehr trockene Sand-Kohle-Tonteil mit einer pastösen Biomasse, bspw. Klärschlamm, homogen vermischt werden muss, sind dazu erfindungsgemäß Zwangsmischer erforderlich. Zudem ist eine Zerkleinerung der Biomassepartikel bis auf ein bestimmtes Verhältnis im Vergleich zu den Tonteilen notwendig.

[0006] In WO2009/021528A1 wird pyrogener Kohlenstoff der Biomasse vor der Fermentation zugegeben. Nachteilig hierbei ist, dass dieser pyrogener Kohlenstoff zunächst hergestellt oder andersweitig beschafft werden muss. Weiterhin weist WO2009/021528A1 auf die offene Frage der notwendigen Vermeidung von Schwermetallen und toxischen Substanzen hin. Ebenso ist der pyrogener Kohlenstoff vor der Fermentation zu zerkleinern oder zu

sieben. Dies erfordert zusätzliche Anlagenteile, die sich auf die Rentabilität des Verfahrens auswirken.

[0007] Weiterhin weist WO2009/021528A1 auf den positiven Klimaeffekt der Erfindung hin. Nachteilig ist allerdings, dass dieser nicht mengenmäßig bestimmt werden kann.

Aufgabe der Erfindung:

[0008] Die Aufgabe der Erfindung ist es, das Verfahren zur Herstellung eines Bodenzusatzstoffs in der Art zu verbessern, dass als Vorstufe des Fermentationsprozesses eine Kohlesubstanz hergestellt wird, die nicht zerkleinert oder gesiebt werden muss und einfach mit Biomasse vermischbar ist. Durch das Verfahren sollen Schwermetalle und toxische Substanzen im Bodenzusatzstoff reduziert werden. Weiterhin soll eine Möglichkeit aufgezeigt werden, wie ein Klimaeffekt mengenmäßig bestimmt werden kann.

Lösung:

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,

- dass die Kohle in Form eines flüssigen und/oder fließfähigen Kohleschlammes kleiner Partikelgröße hergestellt wird, der sich mit der zu verarbeitenden Biomasse, die ebenso über einen hohen Wasseranteil verfügt, leicht vermischen lässt und anschließend der Fermentation zugeführt wird.
- dass der Kohleschlamm durch hydrothermale Karbonisierung (HTC) von Biomasse in der Art hergestellt wird, dass er über kleine Partikelgröße verfügt. Dies kann beispielsweise durch die Verwendung von bereits schlammförmiger Biomasse, wie bspw. Klärschlamm, oder Verwendung eines Rührwerks während des Karbonisierungsprozesses geschehen.
- dass der Kohleschlamm durch hydrothermale Karbonisierung (HTC) von Biomasse in der Art hergestellt wird, dass hydrokolloide Strukturen durch Desintegration bei Temperaturen zwischen 180°C und 240°C und pH Werten im sauren Bereich aufgebrochen werden und der Kohleschlamm gut fließfähig und leicht vermischbar ist.
- dass Biomasse kontinuierlich einem Reaktionsgefäß zur hydrothermalen Karbonisierung zugeführt wird und das entstandene Reaktionsgemisch aus fertig karbonisierten Biomasseanteilen und noch nicht fertig karbonisierten Biomasseanteilen kontinuierlich diesem Reaktionsgefäß entnommen wird und ohne weitere Vermischungen direkt einer Fermentation zugeführt wird.
- dass während der hydrothermalen Karbonisierung durch die Einstellung eines sauren pH Werts Schadstoffe aus dem Biomasseschlamm ins Reaktionswasser überführt und abgetrennt werden.
- dass während der hydrothermalen Karbonisierung durch die Einstellung eines sauren pH Werts

Nährstoffe aus dem Biomasseschlamm ins Reaktionswasser überführt, zurückgewonnen und als Bodenzusatzstoff verwendet werden.

– dass die Abtrennung und Rückgewinnung der Schad- und Nährstoffe im Reaktionswasser durch Fällungsreaktion oder Ultrafiltration durchgeführt wird.

– dass der Gehalt an Kohlenstoff und das Gewicht des hergestellten Bodenzusatzstoffs durch geeignete Mittel bestimmt und registriert wird und somit die Gesamtmenge des über den Bodenzusatzstoff in die Böden ausgebrachten Kohlenstoffs bestimmt wird.

[0010] Die hydrothermale Karbonisierung von Klärschlamm erfolgt in einem Druckreaktor bei Temperaturen zwischen 180°C und 240°C und Drücken von über 16 bar. Bei Einstellung eines pH Werts von pH 4 zum Anfang der Reaktion kann eine vollständige Desintegration der wasserbindenden Hydrokolloide des Klärschlammes innerhalb von 2 bis 4 Stunden erreicht werden. Dadurch erhält der resultierende Kohleschlamm eine hohe Fließfähigkeit, die eine spätere Vermischung mit anderen Stoffen erleichtert. Die organischen Anteile des Klärschlammes werden durch die Karbonisierung auf Partikelgrößen kleiner 0,2 mm aufgebrochen. Der Brennwert der hergestellten Kohle liegt bei Klärschlamm je nach Verwendung von ausgefaultem Klärschlamm oder biologisch noch aktivem Klärschlamm zwischen 11.000 J/g und 24.000 J/g. Der mineralische Anteil der Kohle liegt, abhängig vom behandelten Klärschlamm, zwischen 20% und 60%.

[0011] Unter gleichen Bedingungen kann Grünschnitt ebenso karbonisiert werden. Die hergestellte Kohle enthält lediglich einen mineralischen Anteil von kleiner 5%. Die Brennwerte liegen zwischen 23.000 J/g und 30.000 J/g. Zur Beschleunigung des Verfahrens wird ein Rührwerk während der Reaktion eingesetzt, das auch eine Homogenisierung des Kohleschlammes unterstützt. Die Partikel des Kohleschlammes haben nach 4 Stunden eine Größe von maximal 0,4 mm.

Vorteile der Erfindung:

[0012] Als vorteilhaft erweist sich die Erfindung insbesondere in folgenden Punkten:

– Die Herstellung der Kohlesubstanz geschieht unter wässrigen Bedingungen, die bis zur Vermischung mit der ebenso wasserhaltigen Biomasse beibehalten wird. Dadurch entfallen aufwändige Trocknungsschritte, Zerkleinerungen, Siebungen und Trockenvermischungsschritte.

– Der Kohleschlamm kann durch seine gute Mischbarkeit, seine gute Fließfähigkeit und seiner geringen Partikelgröße entweder mit oder ohne Beigabe weiterer organischer Biomasse direkt

als Bodenzusatzstoff verwendet werden oder einer Fermentation zugeführt wird.

– Das Reaktionsgemisch aus fertig karbonisierten Biomasseanteilen und noch nicht fertig karbonisierten Biomasseanteilen in einem kontinuierlichen Reaktor zur hydrothermalen Karbonisierung kann ohne einen zusätzlichen Vermischungsschritt als Bodenzusatzstoff verwendet werden oder einer nachfolgenden Fermentation zugeführt werden.

– Die Herstellung der Kohle kann im Gegensatz zu alternativen Verfahren wie Pyrolyse aus feuchter Biomasse erfolgen. Dadurch kann auch die feuchte Biomasse, die der Fermentation zugeführt wird, als Eingangsstoff für die Kohleherstellung ohne zusätzliche, aufwändige Trocknungsschritte verwendet werden.

– Die Schadstoffkonzentration im Bodenzusatzstoff ist im Vergleich zu den Eingangsstoffen verringert.

– Die Nährstoffe, wie beispielsweise Phosphor, können aus der zu karbonisierenden Biomasse, beispielsweise Klärschlamm, während der hydrothermalen Karbonisierung abgetrennt werden, und nach Bedarf dem Bodenzusatzstoff zugegeben werden.

– Die während der hydrothermalen Karbonisierung entstehende Abwärme kann zur Einstellung eines geeigneten Temperaturniveaus bei der Fermentation genutzt werden.

– Die Bestimmung der Gesamtmenge des ausgebrachten Kohlenstoffs ermöglicht eine Quantifizierung der damit verbundenen CO₂ Sequenzierung und damit eine Teilnahme am Emissionshandel.

Ausführungsbeispiele:

[0013] Vorteilhafte Ausführungen des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im Folgenden beschrieben:

In einem ersten Ausführungsbeispiel lt. Zeichnung 1 wird Klärschlamm von einem Vorlagebehälter (1) in einen Reaktor zur hydrothermalen Karbonisierung (2) geführt. Dieser Reaktor kann sowohl zyklisch gefüllt und entleert werden oder kontinuierlich mit Klärschlamm beschickt und das Reaktionsgemisch entnommen werden. Das Produkt wird einer anschließenden Fermentation (3) zugeführt.

[0014] Im zweiten Ausführungsbeispiel lt. Zeichnung 2 wird ein Teil des Klärschlammes unbehandelt dem karbonisierten Klärschlamm in einer Mischvorrichtung (4) zugesetzt. Das resultierende Gemisch wird anschließend fermentiert (5) und vor der Ausbringung auf die Böden auf den Kohlenstoffgehalt analysiert (6) und verworfen (7).

[0015] Im dritten Ausführungsbeispiel lt. Zeichnung 3 wird Grünschnitt (8) in einem Mischer dem Kohleschlamm aus dem HTC Reaktor zugesetzt. Das Ge-

misch wird ohne anschließende Fermentation direkt auf die Böden (9) ausgebracht.

[0016] Im vierten Ausführungsbeispiel lt. Zeichnung 4 wird Klärschlamm und Grünschnitt im HTC Reaktor karbonisiert. Zur Herstellung ausreichend kleiner Partikelgrößen wird ein Rührwerk (10) während der Karbonisierung verwendet. Anschließend wird das karbonisierte Gemisch analysiert, gewogen und auf die Böden ausgebracht.

[0017] Zeichnung 5 zeigt die Abscheidung von Schadstoffen wie Schwermetallen aus dem Prozess. Das mit den Schadstoffen angereicherte Reaktionswasser des HTC Reaktors (11) wird einem Behälter (12) zugeführt, in dem Fällungsmittel (13) zudosiert werden. Der ausgefallene, schadstoffreiche Schlamm (14) wird entsorgt und das verbleibende Restwasser (15) wird auf die Böden ausgebracht.

Bezugszeichenliste

- 1 Vorlagebehälter Klärschlamm
- 2 Reaktor zur hydrothermalen Karbonisierung von Biomasse
- 3 Behälter zur Fermentation
- 4 Vorrichtung zur Vermischung von Klärschlamm mit karbonisiertem Klärschlamm
- 5 Behälter zur Fermentation
- 6 Vorrichtung zur Analyse des Kohlenstoffgehalts des fermentierten Gemischs
- 7 Vorrichtung zur Bestimmung der Masse des fermentierten Gemischs
- 8 Vorlagebehälter für Grünschnitt
- 9 Landwirtschaftliche Böden
- 10 Rührvorrichtung im Reaktor zur hydrothermalen Karbonisierung von Biomasse
- 11 Reaktionswasser aus der hydrothermalen Karbonisierung
- 12 Behälter zur Fällung von Schadstoffen
- 13 Fällungsmittelzugabe
- 14 ausgefallener Schlamm mit Schadstoffen
- 15 gereinigtes Restwasser

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0168556 A2 [[0002](#), [0004](#)]
- WO 2009/021528 A1 [[0002](#), [0006](#), [0006](#), [0007](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Bodenzusatzstoffen zur Verbesserung der Kationenaustauschkapazität, der Nährstoff- und der Wasserhaltefähigkeit von Böden durch biologische Fermentation, **dadurch gekennzeichnet**, dass organischer Biomasse vor der Fermentation ein flüssiger Kohleschlamm zugefügt wird.

2. Verfahren nach 1., dadurch gekennzeichnet, dass der flüssige Kohleschlamm durch hydrothermale Karbonisierung von Biomasse hergestellt wird.

3. Verfahren nach 1., dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem flüssigen Kohleschlamm um ein durch hydrothermale Karbonisierung behandelter Klärschlamm handelt.

4. Verfahren zur Herstellung von Bodenzusatzstoffen zur Verbesserung der Kationenaustauschkapazität, der Nährstoff- und der Wasserhaltefähigkeit durch biologische Fermentation, dadurch gekennzeichnet, dass organische Biomasse kontinuierlich einem Reaktionsgefäß zur hydrothermalen Karbonisierung zugeführt wird und das Reaktionsprodukt kontinuierlich diesem Reaktionsgefäß entnommen wird.

5. Verfahren zur Herstellung von Bodenzusatzstoffen zur Verbesserung der Kationenaustauschkapazität, der Nährstoff- und der Wasserhaltefähigkeit durch biologische Fermentation dadurch gekennzeichnet, dass organische Biomasse kontinuierlich einem Reaktionsgefäß zur hydrothermalen Karbonisierung zugeführt wird und das Reaktionsprodukt kontinuierlich diesem Reaktionsgefäß entnommen wird und nach weiteren Behandlungsschritten einer Fermentation zugeführt wird.

6. Verfahren nach 4. oder 5. dadurch gekennzeichnet, dass die organische Biomasse ganz oder teilweise aus Klärschlamm besteht und/oder dass das Reaktionsprodukt eine Mischung aus fertig karbonisierter Biomasse und noch nicht fertig karbonisierter Biomasse ist.

7. Verfahren nach vorgenannten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass während der hydrothermalen Karbonisierung das Reaktionsgemisch durch eine geeignete Vorrichtung gerührt und/oder vermischt wird.

8. Verfahren nach vorgenannten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass während der hydrothermale Karbonisierung ein saurer pH Bereich eingestellt wird und Schadstoffe aus dem Biomasse-schlamm ins Reaktionswasser überführt und abgetrennt werden

9. Verfahren nach vorgenannten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass während der hydrothermale Karbonisierung Nährstoffe aus dem Biomasse-schlamm ins Reaktionswasser überführt, zurückgewonnen und als Bodenzusatzstoff verwendet werden

10. Verfahren nach Anspruch 8. und 9., dadurch gekennzeichnet, dass die Abtrennung und Rückgewinnung durch Fällungsreaktion oder Ultrafiltration durchgeführt wird.

11. Verfahren nach vorgenannten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass die während der hydrothermalen Karbonisierung entstehende Abwärme zur Unterstützung eines nachfolgenden Fermentationsvorgangs genutzt wird.

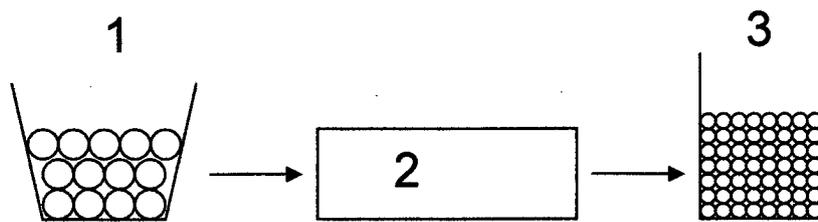
12. Verfahren nach vorgenannten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass der Gehalt an Kohlenstoff im hergestellten Bodenzusatzstoff durch geeignete Mittel bestimmt und registriert wird und somit die Gesamtmenge des über den Bodenzusatzstoff in die Böden ausgebrachten Kohlenstoff bestimmt wird.

13. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche

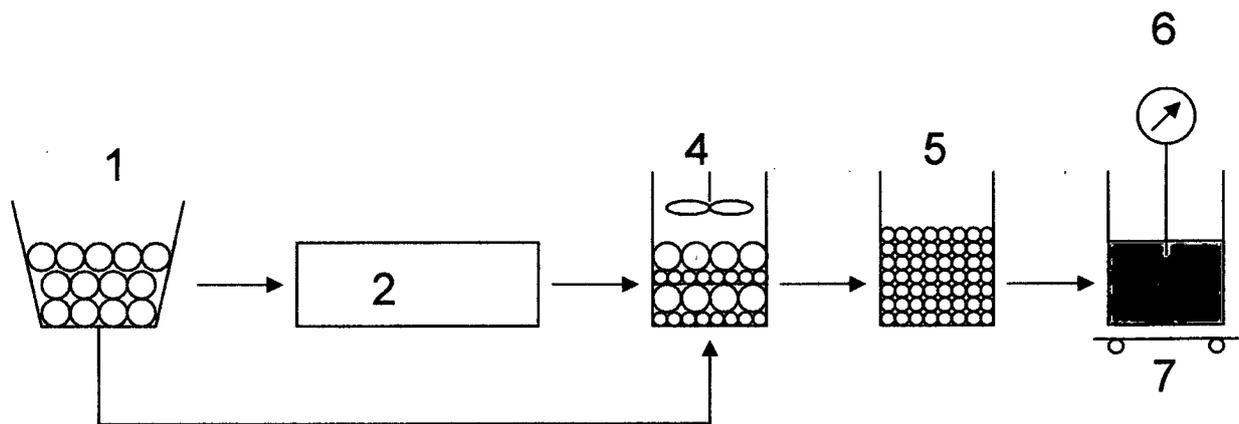
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

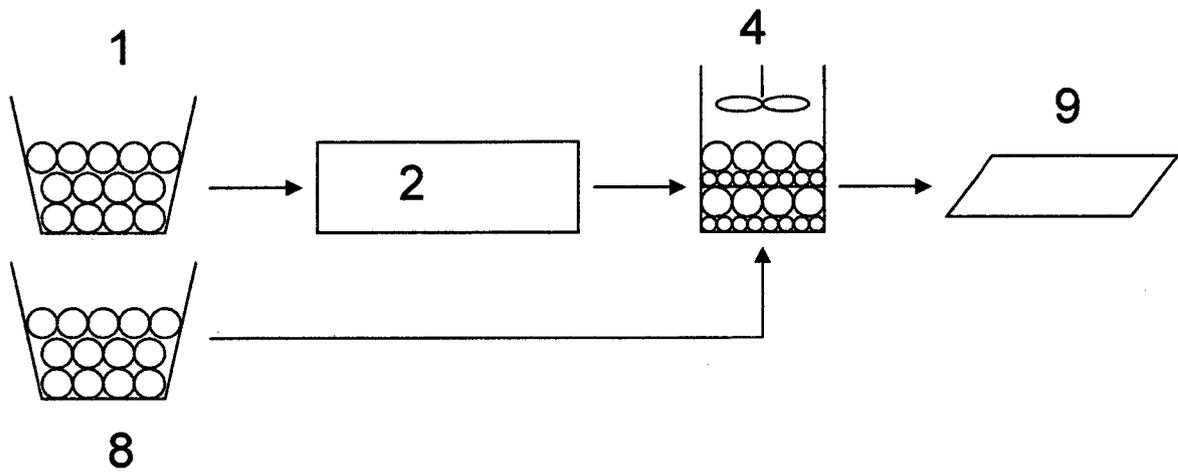
Zeichnung 1:



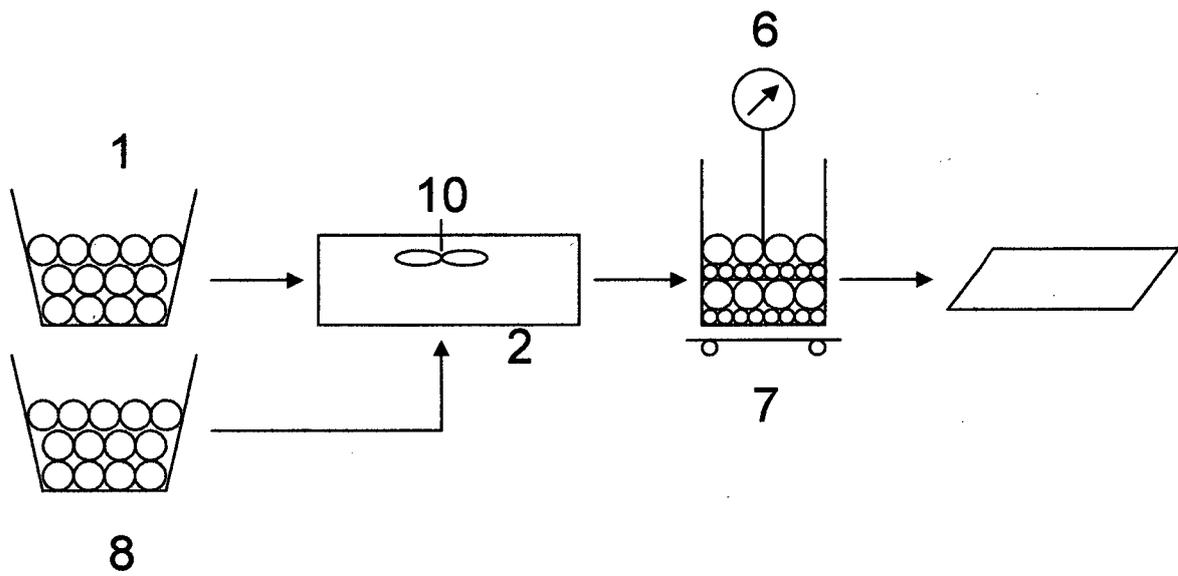
Zeichnung 2:



Zeichnung 3:



Zeichnung 4:



Zeichnung 5:

