



CH 679664 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 679664 A5

51 Int. Cl.⁵: C 02 F 11/02
C 05 F 7/00
C 05 F 17/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 1415/90

73 Inhaber:
International Process Systems, Glastonbury/CT
(US)

22 Anmeldungsdatum: 26.04.1990

72 Erfinder:
Stauffer, Hans Fred, Ittigen
Obrist, Walter, Niederhasli

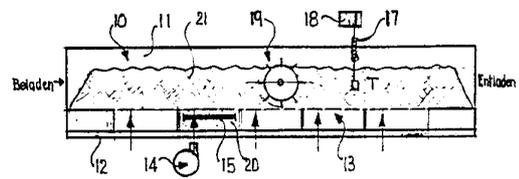
24 Patent erteilt: 31.03.1992

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.03.1992

74 Vertreter:
Dr. R. Keller & Partner, Bern

54 **Verfahren zum Kompostieren von mit Schadstoffen kontaminiertem Abwasserschlamm und Abfallholz durch aerobes Verrotten sowie eine Anwendung.**

57 Das aus Abwasserschlamm und Abfallholz bestehende Mischmaterial wird in mehreren Verfahrensschritten kompostiert. Dazu wird das Material in einen langen Behälter (10) eingebracht und während des Kompostiervorgangs mittels einer Förder-Maschine (19) regelmässig gemischt sowie aufgelockert, langsam dem Behälter (10) entlang bewegt und der Kompost aus dem Behälter (10) ausgebracht. Dabei wird jedes Partikel des kompostierenden Materials (21) vom Boden (12) her intervallartig belüftet wird. Dabei bildet sich in jeder Zone (13) im kompostierenden Material (21) eine etwa gleichmässige Wärme- und Sauerstoffschichtung mit einer aeroben Mikroorganismen-Population aus, wobei vorzugsweise die Temperatur (T) des kompostierenden Materials (21) entlang dem Behälter (10) ändert. Diese gesteuerte aerobe Verrottung und eventuelle Reifung hat zum Zwecke, die Kompostierung eines jeden Partikels des Materials (21) innerhalb einer günstigen Verweilzeit im Behälter (10) von 18 bis 24 Tagen zu erreichen. Der anfallende Kompost ist stabilisiert, ohne Geruch und trocken, sieht aus wie Erde und hat eine Struktur wie Torf; das Endprodukt ist verwendbar als Brennstoff für Feuerungen.



CH 679664 A5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kompostieren von mit Schadstoffen kontaminierten Abwasserschlämme und Abfallholz durch aerobes Verrotten sowie eine Anwendung.

Der Abfall und dessen Entsorgung bilden ein zentrales Umwelt-Problem. Eine Lösung ist die Wiederverwertung und Rückführung pflanzlicher und tierischer Abfälle in den Naturkreislauf (Recycling). Ein Teil dieser Abfälle ist mit Schadstoffen, wie Schwermetalle, Pestizide und Konservierungsmittel derart kontaminiert, dass sie im Pflanzenbau als nicht wiederverwertbare und umweltbelastende Abfälle bezeichnet werden, z.B. Abwasserschlämme, Baumrinden, Autobahn-Gras und Abfallholz vom Bau. Diese Materialien sollen nach Ansicht der Umwelt-Fachstellen verbrannt werden, um Schäden in den Kreisläufen der Natur weitgehend zu verhindern.

Es ist bekannt, Abwasserschlämme mit Holzschnitzeln zu mischen und in einer Miete zu belüften, sodann nach einer Verweilzeit umzuschichten und weiter zu belüften, wobei dieser Vorgang wiederholt wird. Auf diese Weise werden der Abwasserschlämme und die Holzteile in Gegenwart von Mikroorganismen verrottet, hygienisiert und biologisch stabilisiert, so dass das Endprodukt landwirtschaftlich nutzbar ist. Die Behandlungsdauer beträgt 6 bis 10 Wochen, für Reifekompost bis 20 Wochen.

Derartige Verfahren mit herkömmlichen Kompostmieten und anderen Kompostiersystemen haben Probleme des anaeroben Betriebes, des Kompaktierens, der zuverlässigen Strukturierung und des Wassergehaltes im Endprodukt; insbesondere ergeben sich Umweltbelastungen durch stinkende oder verschmutzte Abluft sowie üble Sickerwässer. Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Kompostieren von Mischmaterial aus entwässertem Abwasserschlämme und zerkleinertem Abfallholz, welche mit Schadstoffen kontaminiert sind, zu optimieren unter Anwendung mehrerer Verfahrensstufen, um jeweils in Abhängigkeit des Reifegrades optimale biologische Verhältnisse für die während des Kompostiervorgangs im kompostierenden Material tätigen Mikroorganismen zu schaffen und den Wasseranteil im Endprodukt zu regulieren.

Ausgehend von dem eingangs genannten Verfahren wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass das auf ein rottefähiges C/N-Verhältnis und einen rottefähigen Wassergehalt gebrachte Mischmaterial homogen gemischt wird und in einen langen Behälter eingebracht wird, dass das Material während des Kompostierens im Behälter regelmässig gemischt, aufgelockert sowie dem Behälter entlang bewegt wird, dass das kompostierende Material in mehreren Verfahrensstufen mittels computerisiertem Temperatur-monitoring in Intervallen belüftet wird, um im kompostierenden Material hohen Sauerstoff-Level beizubehalten sowie die Temperatur zu limitieren, und dass der stabilisierte, hygienisierte und trockene Kompost aus dem Behälter entfernt wird.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen umschrieben.

Durch das erfindungsgemässe Kompostierverfahren wird das kompostierende Material mehreren Verfahrensstufen zugeführt, in denen den in jeder Verfahrensstufe allein tätigen Aerobier stets günstigste Lebensverhältnisse geboten werden durch Aufrechterhalten optimaler Sauerstoff-, Temperatur-, Wassergehalt- und Nährstoffangebot-Parameter, welche Parameter ausserdem maximale Geruchskontrolle ermöglichen.

Bei diesem Kompostierverfahren wird das kompostierende Material in einer Verweilzeit von 14 bis 30 Tagen durch den Bioreaktorbehälter bewegt, wobei die Verweilzeit im wesentlichen durch den gewünschten Reifegrad des als Endprodukt anfallenden Kompostes bestimmt wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im folgenden anhand eines Fließ-Schemas mit Stoff-Bilanz und einer schematischen Darstellung einer Anlage zur Durchführung des Verfahrens erläutert.

Einem nicht dargestellten Mischer werden über eine erste Fördereinrichtung der entwässerte Abwasserschlämme, über eine zweite Fördereinrichtung das zur Einstellung eines rottefähigen C/N-Verhältnisses notwendige, zerkleinerte Abfallholz zugeführt. Ein rottefähiges Mischmaterial weist ein C/N (Kohlenstoff / Stickstoff)-Verhältnis von etwa 30:1 und einen Wassergehalt zwischen 55% und 65% auf. Der zweiten Fördereinrichtung können dem zu kompostierenden Material 21 organische und/oder anorganische Zuschläge zugeführt werden, z.B. um die biologische Zersetzung zu maximalisieren oder das Endprodukt zu veredeln.

Auf einem im Erdboden gegründeten Fundament sind mehrere, im Querschnitt trichterförmige, lange Behälter 10 horizontal angeordnet, deren senkrechte Wandungen 11 wärmeisoliert sind und am vorderen Ende je eine Beladeöffnung für zu kompostierendes Material und am hinteren Ende je eine Entladeöffnung für fertigen Kompost aufweisen. Eine Maschine 19 ist vorgesehen, um das in den Behältern 10 befindliche kompostierende Material 21 mechanisch, mittels kultivierenden Werkzeugen zu verarbeiten, wie intensives Mischen, Zerbröckeln, Lockern und Bewegen entlang dem Behälter 10.

Der Boden 12 eines jeden Behälters 10 ist in mehrere Zonen 13 unterteilt und der Behälter 10 ist mit einer Belüftungseinrichtung 14 verbunden, die jede Zone 13 über ein von einem Motor angetriebenes Druckgebläse mit Frischluft speist. Die von dem Druckgebläse angesaugte Frischluft wird über Belüftungsrohre 15 in ein Plenum 20 über dem Boden 12 jeder Zone 13 des Behälters 10 gefördert, um dort das in dem Behälter 10 befindliche kompostierende Material 21 zu durchströmen. Mittels nicht dargestellter Sauggebläse und jeweils oberhalb des durch das kompostierende Material 21 gebildeten Materialkörpers wird ein Unterdruck erzeugt, so dass das über dem Materialkörper jeweils austretende Luft-Gasgemisch abgesaugt und über einen Biofilter gereinigt in die Atmosphäre abgeleitet wird. In die Abluftleitungen können Messgeräte für CO₂ oder dergleichen Messgrößen eingeschaltet sein.

In die senkrechten Wandungen 11 des Behälters 10 sind für jede Zone 13 Temperatursonden 17 einge-

baut. In Abhängigkeit der im kompostierenden Material 21 von einer Temperatursonde 17 gemessenen Temperatur T und einer mittels eines nicht dargestellten Monitors überwachten Soll-Temperatur wird eine einzuleitende Luftmenge ermittelt.

Die vom Monitor bestimmte Luftmenge für jede Zone 13 wird über die Betriebsdauer und die Pauseneinstellung des zugeordneten Druckgebläses erzeugt und durch das kompostierende Material 21 geblasen. Über einen Computer 18 sind diese Parameter des Steuerungsprogramms einstellbar.

Die Monitor-Überwachung der Belüftung 14 bzw. der Gebläse mittels der Rückmeldung der Kompost-Temperatur T kann zuverlässig einen Betriebsbereich von 55 bis 60°C im kompostierenden Material 21 aufrechterhalten. Über den Computer 18 kann der Temperaturverlauf während der Rotte-Zeit registriert, ausgedruckt und graphisch aufgezeichnet werden, um damit den Beweis für hygienisierten Kompost (drei Tage kontinuierlich bei minimum 55°C) zu erbringen.

Jede Beladeöffnung der Behälter 10 ist für eine Zufuhrvorrichtung und jede Entladeöffnung der Behälter 10 ist für eine Entladevorrichtung vorbereitet.

Die Wirkungsweise der beschriebenen Anlage ist folgende: Das auf ein rottefähiges C/N-Verhältnis und rottefähigen Wassergehalt eingestellte sowie homogen gemischte Material wird mit Hilfe der Zufuhrvorrichtung in einen der Behälter 10 eingebracht, so dass das kompostierende Material 21 im Behälter 10 als langer Materialkörper angeordnet ist. Regelmässig verarbeitet die Maschine 19 das kompostierende Material 21. Die Maschine 19 beginnt dazu am hinteren Ende des Behälters 10, entfernt den fertigen Kompost und bewegt sich gegen das vordere Ende zu – mischend, lockernd sowie zerbröckelnd –.

Das kompostierende Material 21 wird dabei eine Distanz entlang dem Behälter 10 bewegt und damit wird Raum geschaffen für eine neue Ladung Mischmaterial. Während des Rotteprozesses wird in jeder Zone 13 Luft vom Boden 12 des Behälters 10 intervallartig durch das kompostierende Material 21 geblasen. Kontinuierlich wird die Temperatur T im kompostierenden Material 21 gemessen und im Monitor ausgewertet. Die Belüftung wird über den Monitor so dosiert, dass möglichst allen im kompostierenden Material 21 vorhandenen aeroben Mikroorganismen optimale Lebensverhältnisse geboten werden, damit sich diese explosionsartig vermehren können und so durch ihre Stoffwechselfvorgänge den Abbau der organischen Stoffe in Abwasserschamm und Abfallholz zu Kompost in kürzerer Zeit als in der Natur geschehend durchführen. Mit dieser optimalen aeroben Mikroorganismen-tätigkeit wird in Verbindung mit einem geschlossenen Gebäude für die Anlage grösstmögliche Geruchskontrolle erreicht. Die Intervall-Belüftung mittels des Druckgebläses erfolgt in der Weise, dass etwas ein Luftvolumen des 1- bis 3fachen Rauminhaltes der Behälter-Zone 13 in 10- bis 45-Minuten Betriebsdauer durch das kompostierende Material 21 in der Behälter-Zone 13 gedrückt wird, die von 1- bis 20-Minuten Pausen unterbrochen sind. Sowohl die Betriebs-

dauer als auch die Pauseneinstellung ist einstellbar mit Hilfe des erwähnten Computers 18. Der aus dem Behälter 10 entladene Kompost kann nunmehr direkt gestapelt oder einer Verbrennungsanlage zugeführt werden.

Beim Erreichen unerwünschter Trockenheit des kompostierenden Materials kann diesem im offenen Behälter Wasser zugeführt werden. In der Regel muss aber Wasser abgeführt werden, was insbesondere durch die in Zonen durchgeführte Intervallbelüftung steuerbar erfolgt. Durch die beschriebene Aufteilung in Zonen der Verrottung können optimale Verhältnisse auf kleinstem Raum bei grossen Anlagen erreicht werden, die zu einer Verbesserung des Endproduktes führen.

Es ist auch möglich, die Verweilzeit des kompostierenden Materials im Behälter so einzustellen, dass im Behälter nur eine teilweise Verrottung oder die vollständige Verrottung und Reifung erfolgt. Auch hier wird die beschriebene Belüftung beibehalten, so dass im Behälter nur aerobe Abbauvorgänge stattfinden. Darüber hinaus ist die Zuführung von geeigneten Nährstoffen und/oder Zuschlägen in jeder Zone des Behälters möglich, so dass eine Verbesserung des Kompostes bzw. aber der Brennstoff-Herstellung aus Kompost erzielbar ist.

Im Vergleich der Abfall-Entsorgung von verbrennbarem Hauskehricht zu verbrennbarem mit Schadstoffen kontaminierten Abwasserschamm ergeben sich recht unterschiedliche Mengen (geschätzt 1990):

Verbrennbarer Hauskehricht:

450 kg/a pro Einwohner

Abwasserschamm mit 21/2% Trockensubstanz (TS),

nass:

350 kg/a pro Einwohner

daraus Trockensubstanz (TS), trocken:

9 kg/a pro Einwohner

zusätzlich Holzabfall:

5 kg/a pro Einwohner

kompostierte Trockensubstanz (TS):

14 kg/a pro Einwohner

mit Anteil Wasser:

5 kg/a pro Einwohner

Verbrennbarer ARA-Schlamm-Kompost:

19 kg/a pro Einwohner

d.h. Die Kehricht-Menge ist ca. 20 x grösser als die Schlamm-Menge.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kompostieren von mit Schadstoffen kontaminiertem Abwasserschamm und Abfallholz durch aerobes Verrotten, wobei der Abwasserschamm entwässert wird und das Abfallholz zerkleinert wird, dadurch gekennzeichnet, dass das auf ein rottefähiges C/N-Verhältnis und einen rottefähigen Wassergehalt gebrachte Mischmaterial homogen gemischt wird und in einen langen Behälter eingebracht wird, dass das Material während des Kompostierens im Behälter regelmässig gemischt, aufgelockert sowie dem Behälter entlang bewegt wird, dass das kompostierende Material in mehre-

ren Verfahrensstufen mittels computerisiertem Temperatur-monitoring in Intervallen belüftet wird, um im kompostierenden Material einen hohen Sauerstoff-Level beizubehalten sowie die Temperatur zu limitieren, und dass der stabilisierte, hygienisierte und trockene Kompost aus dem Behälter entfernt wird.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in allen Verfahrensstufen nur aerob gerottet wird.

10

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Mischmaterial in den Behälter an dessen vorderem Ende eingebracht wird und nach einer Verweilzeit aus dem Behälter an dessen hinterem Ende ausgebracht wird, dass jedes Partikel des aus kompostierendem Material bestehenden Materialkörpers im Behälter innerhalb einer günstigen Verweilzeit von 14 bis 30 Tagen durch den Behälter bewegt wird, dass das kompostierende Material während dieser Verweilzeit von unten her intervallartig in den einzelnen Zonen derart belüftet wird, dass innerhalb des kompostierenden Materials in jeder Zone sich eine etwa gleichmässige Wärme- und Sauerstoffschichtung mit einer aeroben Mikroorganismen-Population ausbildet, zum Zwecke der Verrottung und möglichen Reifung jedes Partikels des kompostierenden Materials.

15

20

25

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das intervallartige Belüften in den einzelnen Verfahrensstufen mittels Temperatur-monitoring durch Intervall-Betrieb von Druckgebläsen erzeugt wird, und dass die Intervalldauer geändert wird, insbesondere die Blasdauer und die Pausendauer geändert werden.

30

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass dem kompostierenden Material Nährstoffe und/oder organische bzw. anorganische Zuschläge zugegeben werden.

35

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das kompostierende Material im Behälter mit wässriger Flüssigkeit vermengt wird.

40

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftung in jeder Verfahrensstufe durch Erzeugen von Überdruck erfolgt.

45

8. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, zur Brennstoff-Erzeugung aus Abwasserschlämme und Abfallholz.

50

55

60

65

4

Fig.1 FLIESS-SCHEMA und STOFF-BILANZ

für Abwasserschlämme und Abfallholz Kompostierung
(geschätzte Jahres-Mengen)

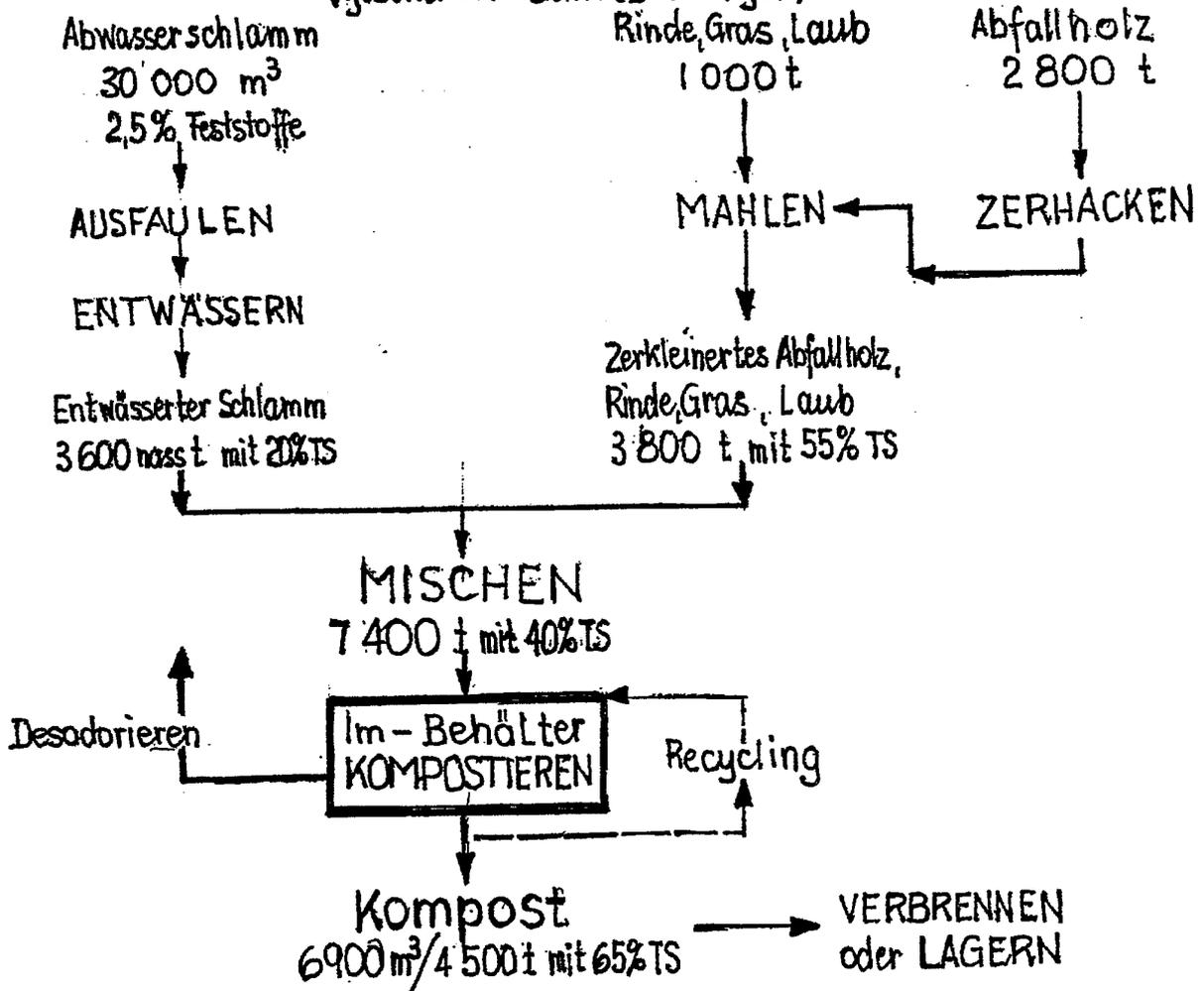


Fig.2

