



(19) Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: AT 392 957 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1995/87

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : C02F 3/30  
C02F 9/00

(22) Anmeldetag: 6. 8.1987

(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.1990

(45) Ausgabetag: 25. 7.1991

(56) Entgegenhaltungen:

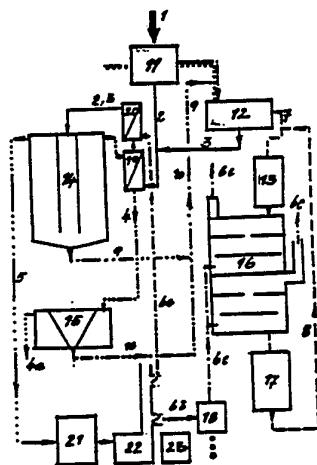
US-PS4251359

(73) Patentinhaber:

TECHNOAGRAR CONSULTING AKTIENGESELLSCHAFT  
FL-9490 VADUZ (LI).

## (54) VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG UND ENTSORGUNG VON GEMENGEN AUS FESTSTOFFEN UND FLÜSSIGKEITEN

(57) Ein Verfahren zur Behandlung und Entsorgung von Gemengen aus Feststoffen und Flüssigkeiten mit organischen Komponenten, wobei das Gemenge durch mechanische Trennung in eine Flüssigkomponente mit einem Feststoffgehalt von 1,5 bis 5 Gew.-% und eine Feststoffkomponente mit einem Wassergehalt von 45 bis 70 Gew.-% aufgespalten wird, zeichnet sich dadurch aus, daß die Feststoffe in der Flüssigkomponente zufolge der mechanischen Trennung in feinst verteilter Form vorliegen und daß der Schlamm aus einem anaeroben Reaktor mit der Feststoffkomponente vermischt wird, diese Mischung einer ein- bis dreistündigen anaeroben und anschließend einer aeroben Behandlung unterworfen, beispielsweise in einem Rotteturm, stabilisiert, hygienisiert und getrocknet wird.



AT 392 957 B

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung und Entsorgung von Gemengen aus Feststoffen und Flüssigkeiten mit organischen Komponenten mittels zweier parallel laufender mikrobiologischer Verfahren mit optimalem Synergieeffekt.

Die Behandlung und Entsorgung von Gemengen aus Feststoffen und Flüssigkeiten mit überwiegendem Flüssigkeitsanteil und organischen Komponenten, wie beispielsweise Molke, Gülle aus Massentierhaltungen u. dgl. wird, wenn überhaupt, heute durch anaerobe Vergärung im mesophilen bzw. thermophilen Bereich durchgeführt. In der Regel ist damit keine Totalentsorgung erreichbar. Die flüssige Komponente muß nach der anaeroben Behandlung noch einer aeroben Behandlung unterzogen werden, während der Schlamm bzw. Feststoffrückstand aus beiden Behandlungsstufen entweder mit erheblichen Kosten deponiert oder für eine wirtschaftliche Verwendung weiter behandelt werden muß. Oft ist gerade dieser Schlamm bzw. Feststoffrückstand Träger von Wertstoffen, welche während des anaeroben Verfahrens geschädigt oder in eine Form gebracht werden, welche nicht optimal ist.

So wird beispielsweise der organisch gebundene Stickstoff in eine Form gebracht, welche dem Handelsdünger sehr ähnlich ist, z. B.  $\text{NH}_3$ -Ammoniakstickstoff, welcher leicht auswaschbar ist. Nun wird gerade wieder Stickstoffdünger gesucht, welcher in organischer Form gebunden ist, wie z. B. die  $\text{NH}_4^-$ - oder  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ -Gruppen, die eine echte Langzeidüngung ohne Schädigung des Grundwassers sicherstellen.

Auch eine andere Verwertung des Stickstoffes wird angestrebt, nämlich als Proteinfuttermittel. Auch hiefür ist eine lange, anaerobe Behandlung abträglich, siehe R. Braun, Biogas-Methangärung organischer Abfallstoffe, Springer-Verlag, Wien 1982, Seiten 129 ff.

Letztlich ist die Entwässerung und beispielsweise Trocknung des anfallenden Schlammes aufwendig, vor allem wegen des hohen Wassergehaltes und der geringen Anteile an leicht kompostierbaren Inhaltsstoffen. Beim anaeroben Verfahren ist auch eine gewisse Begrenzung des Feststoffanteiles notwendig, um Betriebsstörungen, z. B. durch Schwimmschlammbildung, auszuschalten. Am wirtschaftlichsten sind Substrate zu entsorgen, welche den Feststoff weitgehend in gelöster Form oder zumindest feinst verteilt enthalten. Hier ist die Abbauphase kurz, die erforderliche Investition geringer und die Abbaurate über 90 % BSB<sub>5</sub>. Die aerobe Nachbehandlung kann gering sein oder sogar entfallen, siehe Wilkie, A., Newell, P., 1981, The operation and economic assessment of full-scale anaerobic fixed bed reactors, 2nd Int. Symp. Anaerobic Digestion, Travemünde.

Das anfallende Biogas ist bei derartigen Substraten ebenfalls besser und enthält kaum Schadstoff, sodaß von einer aufwendigen Reinigung Abstand genommen werden kann, siehe Wilkie und Newell, loc. cit.

Die Verwertung des Biogases zur Wärmegegewinnung ist in der Regel nicht ganzjährig möglich, sodaß der Erzeugung von Strom der Vorzug gegeben wird. Hierbei fällt eine Abwärme von bis zu 400 °C Abgastemperatur an, welche nur zur Warmwassererzeugung eingesetzt werden kann. Das Warmwasser kann auch nicht ganzjährig verwendet werden.

Unter Berücksichtigung aller vorstehend aufgeführten Punkte wurde nun ein Verfahren konzipiert, das eine totale Entsorgung des anfallenden Gemenges sicherstellt, bei gleichzeitiger Ausnutzung des Synergieeffektes zweier parallel laufender Einzelverfahren, nämlich einerseits der anaeroben Behandlung der Flüssigphase des Gemenges mit weitgehend nur gelöstem oder feinst verteiltem Feststoff, und andererseits der aeroben Behandlung des größeren Teiles des Feststoffes, welcher mechanisch aus dem Gemenge abgetrennt wurde, zusammen mit dem Schlamm aus den Flüssigphasen.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit ein Verfahren zur Behandlung und Entsorgung von Gemengen aus Feststoffen und Flüssigkeiten mit organischen Komponenten, wobei das Gemenge durch mechanische Trennung in eine Flüssigkomponente mit einem Feststoffgehalt von 1,5 bis 5 Gew.-% und eine Feststoffkomponente mit einem Wassergehalt von 45 bis 70 Gew.-% aufgespalten wird, welches Verfahren sich dadurch auszeichnet, daß die Feststoffe in der Flüssigkomponente zufolge der mechanischen Trennung in feinst verteilter Form vorliegen und daß der Schlamm aus einem anaeroben Reaktor mit der Feststoffkomponente vermischt wird, diese Mischung einer ein- bis dreistündigen anaeroben und anschließend einer aeroben Behandlung unterworfen, beispielsweise in einem Rotteturm, stabilisiert, hygienisiert und getrocknet wird.

Für die anaerobe Behandlung der Flüssigphase können alle Systeme, die heute bekannt sind, eingesetzt werden. Ebenfalls können für die aerobe Behandlung des Feststoffanteiles z. B. Schnellkompostierverfahren mit Kompostiertrommel oder ähnliche Verwendung finden.

Die Trennung des Gemenges in einen homogenen Flüssiganteil und einen Feststoffanteil kann z. B. mit Hilfe einer organischen Filterschicht, welche von Zeit zu Zeit erneuert wird, oder auch durch eine Siebbandpresse oder mit einem Dekanter erfolgen.

Für die Aufgabe in beispielsweise die Kompostiertrommel kann durch Beimischung von trockenem Endprodukt der aeroben Behandlung des Feststoffanteiles der gewünschte Wassergehalt erreicht werden, unter gleichzeitiger Einimpfung von Mikroorganismen in das Frischgut. Zur Beschleunigung der Fermentation kann Abwärme aus einem Gasmotor verwendet werden, welcher mit dem gebildeten Biogas betrieben wird und Strom erzeugt. Der Strom wird für den Betrieb der gesamten Anlage verwendet.

Ein weiterer Teil der Abwärme wird zweckmäßig zur Trocknung des Feststoffes, nachdem dieser die aerobe Behandlung durchlaufen hat, verwendet. Ein weiterer Teil der Abwärme, die als Gasmotorabwärme ziemlich wenig Sauerstoff enthält, kann zur direkten Vorwärmung des Flüssiganteils verwendet werden.

Das Kohlendioxid wird dabei mit dem Wasser Kohlensäure bilden und den pH-Wert der Flüssigkeit absenken, sodaß der anaerobe Abbau beschleunigt wird, oder beispielsweise mit dem  $K_2O$  Kaliumkarbonat bilden, welches im Schlamm abgesetzt und dem Feststoff zugeführt wird. Der  $K_2O$ -Gehalt des Abwassers wird dadurch gesenkt. Durch die direkte Aufwärmung der Flüssigkeit durch Einperlen des heißen Abgases, zum Beispiel nach dem Venturi-Effekt, besteht auch keine Gefahr des Verlegens des Wärmetauschers durch Proteinkoagulation und Verlegen der Wärmetauscherrohre.

5 Durch eine zutreffende Anordnung der einzelnen Verfahrensteilschritte kann alle Abwärme aus der Stromerzeugung, welche ja nicht gleichmäßig sein wird, optimal genutzt werden.

Der Schlamm, welcher aus der anaeroben Behandlung der Flüssigphase anfällt, wird vor der mechanischen 10 Entwässerung in die Feststoffphase eingemischt. Dadurch läuft im Feststoff eine kurze anaerobe Phase ab, bei der verschiedene, aerob schwer zerlegbare Inhaltsstoffe im Feststoff, wie hoher Zucker, Mercaptane etc. aufgeschlossen und bei der anschließenden aeroben Phase leichter umgewandelt werden. Dadurch wird im Endprodukt keine unangenehme Geruchsentwicklung auftreten. Der Stickstoff, welcher im Faulschlamm enthalten ist, wird in der aeroben Phase organisch eingebunden und eine Grundwasserschädigung damit 15 ausgeschlossen. Letztlich wird durch die hohe Abbaurate, welche in der abgesiebten Flüssigphase erreicht wird, die aerobe Nachbehandlung der Flüssigphase einfach und wirtschaftlich. Geruchsentwicklungen sind bei einwandfreier Fahrweise ausgeschlossen.

Anhand des beiliegenden Fließschemas Fig. 1 wird das Verfahren beispielhaft an der Entsorgung von Molke 20 beschrieben, ist aber in keiner Weise darauf beschränkt.

Die Molke (1) wird in einem Festbettfilter (11) von zirka 50 g per 1 Feststoff auf zirka 20 g per 1 Feststoff 25 gebracht. Als Filtermaterial werden beispielsweise Heu, Spelzen oder Gras verwendet, welche chargenweise erneuert werden. Das Filtermaterial mit dem anfallenden Feststoffanteil, welcher auch anorganische Komponenten enthält, wird beispielsweise in einer Siebbandpresse (12) nochmals entwässert. Der Siebunterlauf (3) wird der Flüssigphase (2) zugeführt. Der Feststoffanteil (7) geht in den Vorratsbehälter (13). Vor der mechanischen Entwässerung wird dem Filterkuchen noch der Schlamm aus der anaeroben (9) und der aeroben Behandlung (10) der Flüssigphase der Molke zugegeben.

Der Faulschlamm aus der anaeroben Behandlung (9) verursacht im Aufgabebehälter (13) eine kurze, anaerobe Phase. Der Feststoff wird dann zum Beispiel einem vertikalen Rotteturm (16) aufgegeben. Hier wird in den oberen Etagen ein aeroben Rotteprozeß ablaufen, wobei ein Gemenge von Luft und Motorabgas (6c) 30 eingedrückt wird, um den aeroben Prozeß zu beschleunigen. Dieser ist nach 12 bis 16<sup>h</sup> abgeschlossen. In den unteren Etagen des Rotteturms wird eine wesentlich größere Menge von Luft und Motorabgas durchgedrückt, um den Feststoff auf zirka 15 % Restwassergehalt zu trocknen. Das Endprodukt (im Sammelbehälter (17)) ist ein 35 Futtermittel mit zirka 20 - 25 % Protein und mineralischen Spurenelementen, welches sich hervorragend für Rindermast eignet. Mit 15 % Wassergehalt ist es auch lagerbar. Für die Vermarktung kann es granuliert werden. Ein Teil des erhaltenen Produktes wird als Rückgut (8) dem Feststoffanteil (7) zur Feuchteeinstellung und zum Animpfen zugesetzt.

Die Flüssigphase der Molke (2) zusammen mit dem Siebunterlauf (3) werden der anaeroben Ausfaulung 40 (14) zugeführt. Da dieser Prozeß heute in der Regel thermophil abläuft, werden Flüssigphase (2) und Siebunterlauf (3), welche im Jahresmittel mit 15 °C anfallen, in zwei Wärmetauschern (19, 20) auf zirka 55 °C gebracht. Im ersten Wärmetauscher (19) wird das ablaufende Wasser der Flüssigphase (4) auf zirka 22 °C 45 gekühlt und im Gegenstrom Flüssigphase (2) und Siebunterlauf (3) auf zirka 45 °C erwärmt. Im zweiten Wärmetauscher werden dann mittels eines Teilstromes (6a) des Motorgases die Flüssigphase (2) und der Siebunterlauf (3) entweder indirekt oder direkt durch Einperlen des Motorabgases auf 55 °C erwärmt. Beim direkten Einperlen müßte anschließend, beispielsweise mittels Zylklen, eine Entlüftung der Flüssigphase durchgeführt werden, bevor sie in den Reaktor (14) gebracht wird.

Das ablaufende Wasser (4) wird einer kurzen, aeroben Behandlung (15) zum Beispiel durch Bodenbelüftung 50 ausgesetzt, geht durch ein Absetzbecken und kann über Leitung (4a) jedem Vorfluter zugeleitet werden. Das produzierte Biogas (5) wird in einem Zwischentank (21) kurz gespeichert. Auf Grund der Vorbehandlung der Molke ist eine Reinigung des Biogases vor seiner Verwendung in einem Gasmotor nicht erforderlich.

Ein Elektroblock, bestehend aus einem Gasmotor (22) und einem Generator (23), erzeugt Strom für die 55 ganze Anlage und kann auch Strom nach außen liefern. Das Motorabgas, welches mit zirka 400 °C Abgastemperatur anfällt, reicht aus, um einerseits die Vorwärmung der Flüssigphase (2, 3) sicherzustellen und andererseits - mit Luft vermischt - über das Gebläse (18) die Wärme für die mikrobiologische Phase des Rotteturmes sowie für die anschließende Trocknungsphase zu liefern.

Bei Feststoff-Flüssigkeits-Gemengen mit hohem Stickstoffgehalt, wie Schweinegülle, kann im ablaufenden Wasser aus der anaeroben Phase ein so hoher Stickstoffgehalt in Form von  $NH_4$  und  $NH_3$  auftreten, daß dieser in der nachfolgenden aeroben Phase vor allem wegen des Mangels an Kohlenstoff nicht vollständig abgebaut werden kann.

60 Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann daher zwischen der anaeroben Phase und der aeroben Phase eine zusätzliche Behandlung der Flüssigphase (4) aus der anaeroben Ausfaulung (14) eingeschoben werden, die in Fig. 2 dargestellt ist.

In der ablaufenden Flüssigphase (4) wird beispielsweise mittels Kalkmilch, welche aus einem Behälter (25) zudosiert wird, der pH-Wert auf 9 angehoben. Bei diesem pH-Wert und der Temperatur von 50 °C liegt ein Großteil des Stickstoffs in Form von Ammoniak vor. Das aus dem Mischer (26) ablaufende Wasser wird einer Füllkörperkolonne (27) aufgegeben. Am Kopf der Füllkörperkolonne (27) wird mittels eines Saugzuggebläses (28) in der Kolonne (27) ein leichter Unterdruck von zirka 100 mm Wassersäule erzeugt. Dadurch dampft das Ammoniak aus dem ablaufenden Wasser (4) aus und wird mittels des Saugzuggebläses (28) beispielsweise in eine Schwefelsäurelösung (29) gedrückt. Das Ammoniak reagiert mit der Schwefelsäure zu Ammonsulfat und fällt aus.

5 Zur Absenkung der pH-Wertes in dem ablaufenden Wasser (4) wird am unteren Teil der Kolonne (27) über Rohrschlüsse (30) so viel Motorabgas zugeführt, daß durch die darin enthaltene Kohlensäure der pH-Wert auf zirka 7,5 abgesenkt wird. Aus dem Sumpf der Kolonne (27) geht das ablaufende Wasser (4) dann in den Wärmetauscher (19) (siehe Fig. 1) und anschließend in die aerobe Phase (15).

15

## PATENTANSPRÜCHE

20

1. Verfahren zur Behandlung und Entsorgung von Gemengen aus Feststoffen und Flüssigkeiten mit organischen Komponenten, wobei das Gemenge durch mechanische Trennung in eine Flüssigkomponente mit einem Feststoffgehalt von 1,5 bis 5 Gew.-% und eine Feststoffkomponente mit einem Wassergehalt von 45 bis 25 70 Gew.-% aufgespalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Feststoffe in der Flüssigkomponente zufolge der mechanischen Trennung in feinst verteilter Form vorliegen und daß der Schlamm aus einem anaeroben Reaktor mit der Feststoffkomponente vermischt wird, diese Mischung einer ein- bis dreistündigen anaeroben und anschließend einer aeroben Behandlung unterworfen, beispielsweise in einem Rotteturm, stabilisiert, hygienisiert und getrocknet wird.

30

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur mechanischen Trennung des Gemenges ein organisches Filtermaterial, beispielsweise Spelzen oder Gras, eingesetzt wird.

35

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur mechanischen Trennung des Gemenges ein anorganisches Filtermaterial, beispielsweise Urgesteinsmehl, eingesetzt wird.

40

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei hohen Stickstoffgehalten der aus der anaeroben Behandlung ablaufenden Flüssigphase vorerst der pH-Wert dieser Flüssigphase, beispielsweise mittels Kalkmehl, auf 9 bis 10 angehoben wird und danach das entstehende Ammoniak in einer Rieselkolonne ausgedampft wird und der Ammoniakdampf beispielsweise in ein Schwefelsäurebad eingeleitet wird, worin das Ammoniak als Ammonsulfat abgeschieden wird.

45

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

Ausgegeben

25.07.1991

Int. Cl. 5: C02F 3/30, 9/00

Blatt 1

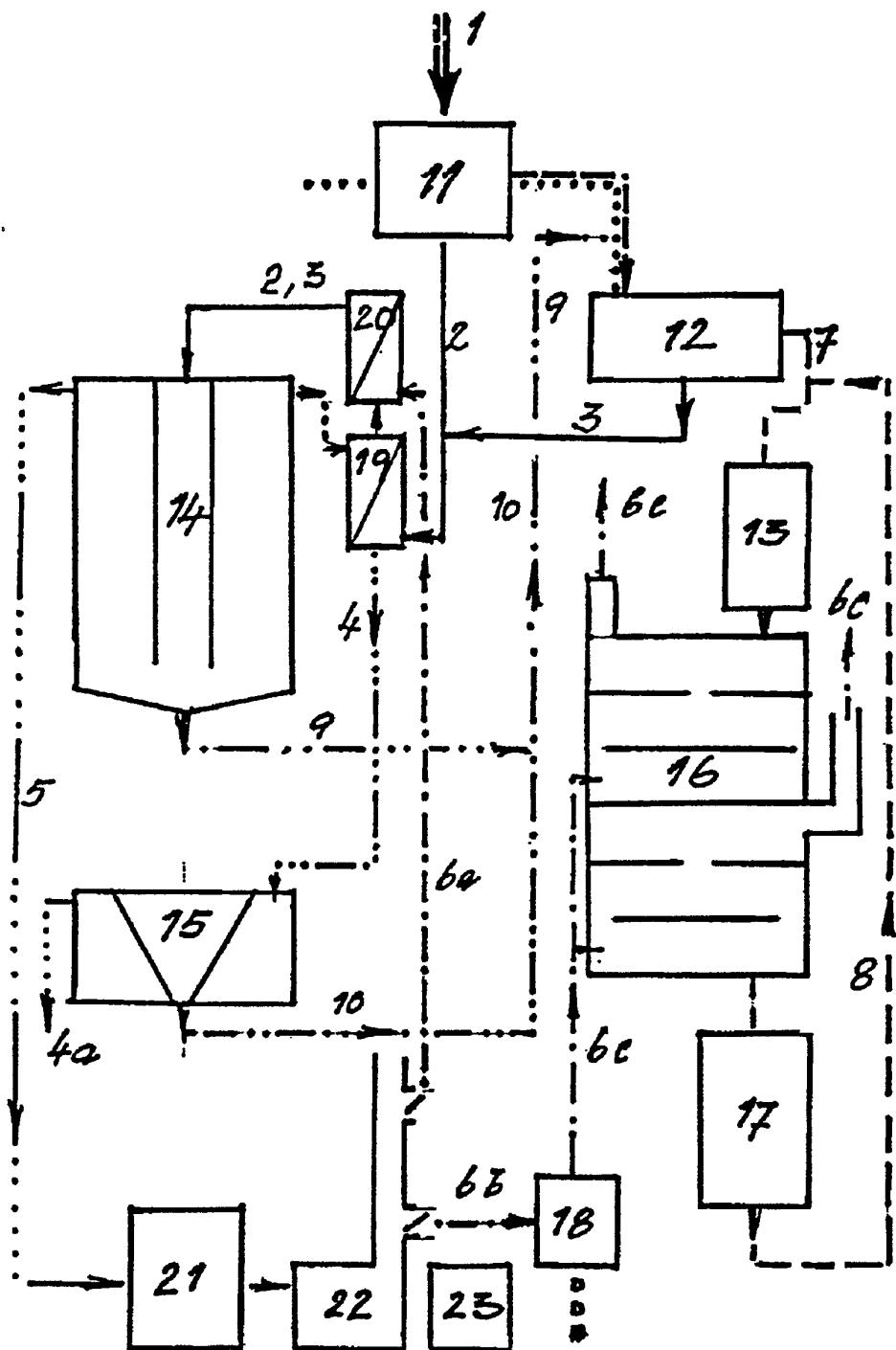


FIG. 1

Ausgegeben

25. 07.1991

Int. Cl. 5: C02F 3/30, 9/00

Blatt 2

