CH 616 395 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.²: C 02 C 3/00
C 05 F 7/00

ETH-BIBLIOTHEK ZÜRICH

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11) 616 395

(21) Gesuchsnummer: 12343/76

(22) Anmeldungsdatum: 29.09.1976

(24) Patent erteilt: 31.03.1980

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.03.1980

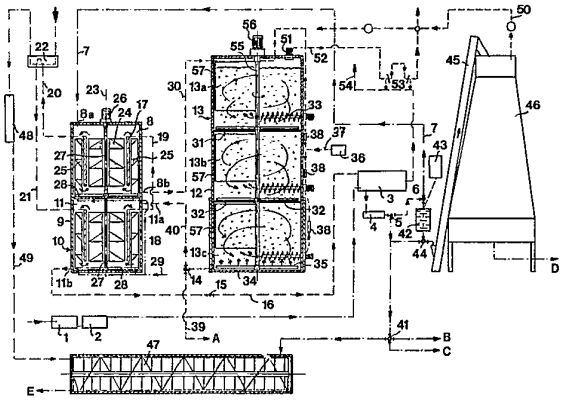
(73) Inhaber:
Norm A.M.C. Aktiengesellschaft, Buochs

(72) Erfinder:
Joseph Richard Kaelin, Buochs

(74) Vertreter:
Dipl.-Ing. H.R. Werffeli, Zürich

(54) Verfahren zur Aufbereitung von Nassschlamm aus einer Kläranlage und Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

(57) Um den Energieaufwand zur Kompostierung von Schlamm zu reduzieren, wird vermieden, dass in einem Nassschlammbelüftungsbehälter (13) die Temperatur des Gutes unterhalb die für den aeroben, thermophilen Abbau erforderliche Reaktionstemperatur absinkt. Dazu erwärmt man den aufzubereitenden, einen Trockensubstanzgehalt von 3 bis 25% aufweisenden Nassschlamm mit Hilfe einer Wärmeaustauschereinheit (10) um mindestens 10°C auf mindestens 25°C, entwässert und leitet ihn in einen wärmeisolierten Nassschlammbelüftungsbehälter (13). In letzterem werden mit Hilfe der während des biologischen Umwandlungsprozesses entstehenden Wärme Temperaturen von 64 bis 72°C erreicht. Darauf wird der im Nassschlammbelüftungsbehälter (13) pasteurisierte, warme Schlamm zur Wärmeübertragung auf den frisch zugeführten, durch die Wärmeaustauschereinheit (10) fliessenden Nassschlamm ohne direkten Kontakt mit letzterem durch die Wärmetauschereinheit fliessen gelassen. Nach Entwässerung des biologisch behandelten Nassschlammes mittels einer Entwässerungsvorrichtung (3) auf 35% Trockensubstanzgehalt wird dieser Schlamm in einem Belüftungsreaktor (46) belüftet und einer Endkompostierung ausgesetzt, um eine gesunde, Bodenbakterien enthaltende, humusähnliche Erdsubstanz zu erhalten.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur kontinuierlichen Aufbereitung von aus einer Kläranlage anfallendem Nassschlamm, dadurch gekennzeichnet, dass man den Nassschlamm mit einem Trockensubstanzgehalt von 3 bis 25% mit Hilfe einer Wärmeaustauschereinheit um mindestens 10°C auf mindestens 25°C erwärmt, darauf den derart erwärmten Nassschlamm entwässert und mit einem Trockensubstanzgehalt von 10 bis 28% in einer solchen Menge in einen wärmeisolierten Nassschlammbelüftungsbehälter leitet und in demselben den Schlamm mit einem sauerstoffhaltigen Gas oder reinem Sauerstoff derart belüftet, dass im Schlamm mit Hilfe der während des biologischen, thermophilen Umwandlungsprozesses entstehenden Wärme Temperaturen von 64 bis 72°C erreicht werden, und dass man darauf den im Nassschlammbelüftungsbehälter pasteurisierten, warmen Schlamm zur Wärmeübertragung auf den frisch zugeführten, durch die Wärmeaustauschereinheit fliessenden Nassschlamm ohne direkten Kontakt mit letzterem durch die Wärmeaustauschereinheit fliessen lässt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man den Schlamm vor seiner Einleitung in den Nassschlammbelüftungsbehälter, vorzugsweise vor dem Durchströmen der Wärmeaustauschereinheit, auf einen Trockensubstanzgehalt von 15 bis 28% entwässert.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man den aus dem Nassschlammbelüftungsbehälter abgezogenen und anschliessend durch die Wärmeaustauschereinheit geleiteten erwärmten, pasteurisierten Nassschlamm nach seinem Austritt aus der letzteren, vorzugsweise in noch warmem Zustand, vorzugsweise mit einer Temperatur von mindestens 35°C auf einen Trockensubstanzgehalt von mindestens 35%, vorzugsweise auf einen Trockensubstanzgehalt im Bereich von 40 bis 55%, entwässert.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass man den auf mindestens 35% Trockensubstanzgehalt entwässerten, pasteurisierten Schlamm einer Kompostierung aussetzt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass man den entwässerten Schlamm zu seiner Kompostierung in einem nachgeschalteten Belüftungsreaktor mit sauerstoffhaltigem Gas oder reinem Sauerstoff durchsetzt, bis durch den biologischen Umwandlungsprozess Temperaturen von 65 bis 85°C im Belüftungsreaktor erreicht werden und Humus mit einem Trockensubstanzgehalt von 45 bis 60%, vorzugsweise von 50 bis 55%, gebildet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man zur kontinuierlichen Entwässerung des im Nassschlammbelüftungsbehälters sich befindenden warmen Schlammes im Innern des Nassschlammbelüftungsbehälters einen Unterdruck erzeugt und feuchtes Gas oder feuchtes Gas und Wasserdampf aus letzterem abzieht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass man dem Nassschlamm bis zu 20% Trokkenmüll und/oder Zuschlagstoffe beimischt.

8. Verfahren nach Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass man dem pasteurisierten Schlamm nach seiner nach der Wärmeaustauschereinheit durchgeführten Entwässerung und vor der Kompostierung mittels eines Mischers bis zu 20% Trockenmüll und/oder Zuschlagstoffe beimischt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass man zur weiteren kontinuierlichen Entwässerung des Schlammes im Innern des Mischers einen Unterdruck erzeugt und feuchtes Gas oder feuchtes Gas und Wasserdampf aus dem Mischer abzieht.

10. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass man das entwässerte Gut mit einer Temperatur von mindestens 35°C dem Belüftungsreaktor zuführt.

11. Verfahren nach den Ansprüchen 5 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass man das aus dem Belüftungsreaktor austretende, infolge der durch den biologischen Umwandlungsprozess entstehenden Wärme erwärmte, an Sauerstoff verarmte Abgas zur Erwärmung des Mischers und/oder zur zusätzlichen Erwärmung des frisch zugeführten Nassschlammes in der Wärmeaustauschereinheit verwendet.

12. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Intensität der Belüftung des im nachgeschalteten Belüftungsreaktor sich befindenden Gutes und die Austraggeschwindigkeit des behandelten Gutes derart aufeinander abgestimmt werden, dass das letztere einen Trockensubstanzgehalt von 45 bis 60% aufweist.

13. Verfahren nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass man den Nassschlamm vor seiner Einleitung in den Nassschlammbelüftungsbehälter mittels einer Entwässerungsvorrichtung auf einen Trockensubstanzgehalt von mindestens 15%, vorzugsweise von 18 bis 25%, entwässert und den derart entwässerten Schlamm im Nassschlammbelüftungsbehälter dem biologischen Umwandlungsprozess aussetzt, darauf die Zufuhr von frischem Nassschlamm zur Entwässerungsvorrichtung unterbricht und die gleiche Entwässerungsvorrichtung auf ihrer Eintrittsseite zur weiteren Entwässerung des im Nassschlammbelüftungsbehälters sich befindenden, pasteurisierten Schlammes mit der Austrittsseite des letzteren verbindet, und diese Entwässerungsschritte abwechselnd wiederholt.

14. Verfahren nach den Ansprüchen 3, 8 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass man den entwässerten pasteurisierten Schlamm einer Trocknungseinrichtung zuführt.

15. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Wärmeaustauschereinheit (10) zur Erwärmung des frisch anfallenden Nassschlammes um mindestens 10°C auf eine Temperatur von mindestens 25°C und einen mit der Wärmeaustauschereinheit (10) verbundenen, mit Belüftungsmitteln (36) versehenen, wärmeisolierten Nassschlammbelüftungsbehälter (13) zur Aufnahme und Belüftung des von der Wärmeaustauschereinheit (10) anfallenden Nassschlammes aufweist, und dass die Austrittsseite des Nassschlammbelüftungsbehälters (13) mit der Wärmeaustauschereinheit (10) verbunden ist, wodurch der belüftete, erwärmte und pasteurisierte Nassschlamm ohne direkten Kontakt Wärme an den frischen Nassschlamm überträgt.

16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen zur Aufnahme des entwässerten, pasteurisierten Schlammes bestimmten, dem Nassschlammbelüftungsbehälter nachgeschalteten Belüftungsreaktor, welcher mit Zufuhrmitteln zur Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas oder reinem Sauerstoff versehen ist, aufweist.

17. Einrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine mit einem Mischer verbundene Zufuhranordnung vorgesehen ist, um dem entwässerten Schlamm vor dem Eintritt in den Belüftungsreaktor bis zu 20% Trockenmüll und/oder Zuschlagstoffe beizumischen.

18. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zufuhranordnung vorgesehen ist, um dem im Nassschlammbelüftungsbehälter sich befindenden, warmen Schlamm bis zu 20% Trockenmüll und/oder Zuschlagstoffe beizumischen.

19. Einrichtung nach Anspruch 15 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Innere des Nassschlammbelüftungsbehälters und/oder des Mischers mit mindestens einem Unterdruckerzeuger zur Erzeugung von Unterdruck im Innern desselben respektive derselben und zur Absaugung von feuchtem Gas oder feuchtem Gas und Wasserdampf aus demselben respektive denselben, verbunden ist.

20. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Nassschlammbelüftungsbehälter (13) mindestens

einen senkrecht zu seiner Hauptdurchströmrichtung verlaufenden, ihn in mindestens zwei aufeinanderfolgende Belüftungskammern (13a, 13b, 13c) unterteilten Lochboden (31, 32) aufweist.

21. Einrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Belüftungskammern (13a, 13b, 13c) mindestens eine Flüssigkeitsumwälzvorrichtung (33) zugeordnet ist, wobei die letzteren derart angeordnet und/oder ausgebildet sind, dass der in den einzelnen Belüftungskammern sich befindenden Flüssigkeit ein um eine senkrecht zum Lochboden (31, 32) verlaufende Kammermittelachse verlaufender Drall erteilt wird.

22. Einrichtung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Nassschlammbelüftungsbehälter (13) eine zylindrische Form aufweist, dem Behälterboden (34) sowie jedem der Lochböden (31, 32) mindestens je ein Räumerarm (35, 35) zugeordnet ist, und die Räumerarme (35, 35) über eine gemeinsame Antriebswelle (55) miteinander sowie mit einem Antriebsmotor (56) verbunden sind.

23. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeaustauschereinheit (10) mindestens zwei Behälter (8, 11) aufweist, von denen der eine Behälter (8) auf seiner Eintrittsseite (8a) mit der Frischschlammzufuhr (7) und auf seiner Austrittsseite (8b) mit dem Nassschlammbelüftungsbehälter (13), und der andere Behälter (11) auf seiner Eintrittsseite (11a) mit dem Nassschlammbelüftungsbehälter (13) verbunden ist, und dass in beiden Behältern (8, 11) mindestens je ein von einer Wärmeaustauschflüssigkeit durchströmtes Wärmeaustauschelement (17, 18) angeordnet ist, die zur Zirkulation der Wärmeaustauschflüssigkeit über ein Leitungssystem (19, 20, 21) miteinander verbunden sind.

24. Einrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass im die Wärmeaustauscherelemente (17, 18) miteinander verbindenden Leitungssystem (19, 20, 21) zur zusätzlichen Erwärmung der Wärmeaustauscherflüssigkeit eine Wärmepumpe (22) angeordnet ist, welche vorzugsweise aus dem aus der Nachklärung stammenden Wasser Wärme entzieht.

25. Einrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Behälter (8, 11) der Wärmeaustauschereinheit (10) einen zylindrischen Innenquerschnitt und die konzentrisch zu den Behälterlängsachsen angeordneten Wärmeaustauscherelemente (17, 18) einen kreisringförmigen Querschnitt aufweisen, dass im von den Wärmeaustauscherelementen (17, 18) umschlossenen Innenraum sowie zwischen der Aussenseite derselben und der Innenseite dieser Behälter (8, 11) je eine gleichzeitig als Wandabstreifanordnung ausgebildete, parallel zur Behälterlängsachse fördernden Flüssigkeitsfördervorrichtung (24, 25) angeordnet ist, wobei die Förderrichtungen von je zwei konzentrisch zueinander und im gleichen Behälter angeordneten Flüssigkeitsfördervorrichtungen (24, 25) entgegengesetzt zueinander verlaufen, derart, dass sich im Betrieb eine mindestens annähernd torusförmige Zirkulationsströmung um die Wärmeaustauscherelemente (17, 18) ergibt, und dass jeder der Behälter (8, 11) mit einem über seinen Boden bewegbaren Räumer (28) versehen ist.

26. Einrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Behälter (8, 11) zur Bildung einer einzigen Einheit stirnseitig miteinander verbunden sind, und eine einzige mit einem Antriebsmotor (26) verbundene Antriebswelle (27) für alle Flüssigkeitsfördervorrichtungen (24, 25) und Räumer (28) vorgesehen ist.

27. Einrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass in beiden Behältern (8, 11) Belüftungsmittel zur Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas oder reinem Sauerstoff in den in diesen Behältern sich befindenden Schlamm vorgesehen sind.

28. Einrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die äussere Flüssigkeitsfördervorrichtung (25) fest mit dem Räumer (28) verbunden ist.

29. Einrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Belüftungskammern (13a, 13b, 13) mit mindestens einem Innenwandabstreifer (57) versehen ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Aufbereitung von aus einer Kläranlage anfallendem Nassschlamm sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Es ist bekannt, aus Kläranlagen anfallenden Schlamm in gasdichten Mischbehältern unter Druck einer Nasskompostierung auszusetzen. Dieses Verfahren erfordert eine in Konstruktion, Betrieb und Unterhalt relativ komplizierte und teure Vorrichtung. Die unter Druck stehenden Behälter dieser Vorrichtung erweisen sich im Betrieb ferner als sehr gefährlich. Ausserdem ist der zur Nasskompostierung erforderliche Energieaufwand bei dieser Vorrichtung ausserordentlich hoch und es sind sehr grosse Behälter erforderlich, da sehr lange Belüftungszeiten benötigt werden.

Zweck der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens, welches die vorangehend angeführten Nachteile nicht aufweist, d.h., mit dem es möglich ist, in kürzerer Zeit und mit bedeutend weniger Energie- und Investitionsaufwand als bei allen bisher bekanntgewordenen Verfahren einen pasteurisierten Schlamm zu erzielen.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass man den Nassschlamm mit einem Trockensubstanzgehalt von 3 bis 25% mit Hilfe einer Wärmeaustauschereinheit um mindestens 10°C auf mindestens 25°C erwärmt, darauf den derart erwärmten Nassschlamm entwässert und mit einem Trockensubstanzgehalt von 10 bis 28% in einer solchen Menge in einen wärmeisolierten Nassschlammbelüftungsbehälter leitet und in demselben den Schlamm mit einem sauerstoffhaltigen Gas oder reinem Sauerstoff derart belüftet, dass im Schlamm mit Hilfe der während des biologischen, thermophilen Umwandlungsprozesses entstehenden Wärme Temperaturen von 64 bis 72°C erreicht werden und dass man darauf den im Nassschlammbelüftungsbehälter pasteurisierten, warmen Schlamm zur Wärmeübertragung auf den frisch zugeführten, durch die Wärmeaustauschereinheit fliessenden Nassschlamm ohne direktem Kontakt mit letzterem durch die Wärmeaustauschereinheit fliessen lässt.

Es ist zweckmässig, wenn man den Schlamm vor seiner Einleitung in den Nassschlammbelüftungsbehälter, vorzugsweise vor dem Durchströmen der Wärmeaustauschereinheit auf einen Trockensubstanzgehalt von 15 bis 28% entwässert.

Für verschiedene Verwendungszwecke ist es vorteilhaft, wenn man den aus dem Nassschlammbelüftungsbehälter abgezogenen und anschliessend durch die Wärmeaustauschereinheit geleiteten erwärmten, pasteurisierten Nassschlamm nach seinem Austritt aus der letzteren vorzugsweise in noch warmem Zustand, vorzugsweise mit einer Temperatur von mindestens 35°C auf einen Trockensubstanzgehalt von mindestens 35%, vorzugsweise auf einen Trockensubstanzgehalt im Bereich von 40 bis 55%, entwässert. Dabei ist es zweckmässig, wenn man den Nassschlamm vor seiner Einleitung in den Nassschlammbelüftungsbehälter mittels einer Entwässerungsvorrichtung auf einen Trockensubstanzgehalt von mindestens 15%, vorzugsweise von 18 bis 25%, entwässert und den derart entwässerten Schlamm im Nassschlammbelüftungsbehälter dem biologischen Umwandlungsprozess aussetzt, darauf die Zufuhr von frischem Nassschlamm zur Entwässerungsvorrichtung unterbricht und die gleiche Entwässerungsvorrichtung auf ihrer Entrittsseite zur weiteren Entwässerung des im Nass-

schlammbelüftungsbehälter sich befindenden, pasteurisierten Schlammes mit der Austrittsseite des letzteren verbindet, und diese Entwässerungsschritte abwechselnd wiederholt.

Zur Erzielung einer Endverrottung und zum Erhalt der sehr erwünschten Bodenbakterien ist es vorteilhaft, wenn man den auf mindestens 35% Trockensubstanzgehalt entwässerten, pasteurisierten Schlamm einer Kompostierung aussetzt.

Es ist bekannt, kalten Nassschlamm mit Müll oder einer anderen Trockensubstanz zu vermischen, und anschliessend in einer Behandlungskammer, auch Belüftungsreaktor genannt, zu seiner Kompostierung zu belüften, wobei durch den dabei ablaufenden biologischen Umwandlungsprozess Wärme erzeugt wird, und nach genügend langer Belüftungszeit im Belüftungsreaktor ein Humus ensteht. Die dazu bekannten Verfahren weisen jedoch den Nachteil auf, dass das sehr nasse, in kaltem Zustand sich befindende zu belüftende Gut sehr lange Belüftungszeiten im Belüftungsreaktor und damit einen hohen Energieaufwand für die Belüftung sowie einen grossvolumigen Belüftungsreaktor erfordert.

Es hat sich nun gezeigt, dass die Nachteile des vorangehend angeführten Verfahrens vermieden werden können, wenn man den im Nassschlammbelüftungsbehälter vorkompostierten, entwässerten, pasteurisierten und noch warmen Schlamm zu seiner Nachkompostierung in einem nachgeschalteten Belüftungsreaktor mit sauerstoffhaltigem Gas oder reinem Sauerstoff durchsetzt, bis durch den biologischen Umwandlungsprozess Temperaturen von 65 bis 85°C im Belüftungsreaktor erreicht werden und Humus mit einem Trockensubstanzgehalt von 45 bis 60%, vorzugsweise von 50 bis 55%, gebildet wird.

Durch die Vorbehandlung des frisch anfallenden Nassschlammes im Nassschlammbelüftungsbehälter bei einer Temperatur im Bereich von 64 bis 72°C erfolgt der biologische Umwandlungsprozess des in diesem Behälter sich befindenden Schlammes mittels thermophiler Bakterien. Der Vorteil der thermophilen Ausfaulung im Nassschlammbelüftungsbehälter ist, dass sie wesentlich schneller vor sich geht als die bisher bei wesentlich tieferen Temperaturen ohne thermophile Bakterien durchgeführte Verfahren und die im nachfolgenden Belüftungsreaktor noch erforderliche Aufenthaltszeit des zu belüftenden Gutes in manchen Fällen bis auf etwa 50% der bei den bisher angewendeten Verfahren notwendigen sehr langen Aufenthaltszeit verringert werden kann, so dass der konstruktionsmässig relativ aufwendige Belüftungsreaktor viel kleiner als bisher bemessen werden kann, und die Verweilzeit des aufzubereitenden Gutes in der gesamten dabei erforderlichen Aufbereitungsanlage bedeutend verkürzt wird, da bei allen Schlammaufbereitungsanlagen der zur Belüftung des entwässerten Schlammes erforderliche Belüftungsreaktor den grössten Teil der in der gesamten Aufbereitungsanlage erforderlichen Verweilzeit beansprucht. Dies hat auch zur Folge, dass der zur Belüftung des aufzubereitenden Gutes erforderliche Gesamtaufwand bei Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens verglichen mit den bisher angewendeten Verfahren ebenfalls stark verringert werden kann.

Bei einer nachfolgenden Kompostierung in einem Belüftungsreaktor ist es oft zweckmässig, wenn man dem pasteurisierten Schlamm nach seiner nach der Wärmeaustauschereinheit durchgeführten Entwässerung und vor der Kompostierung mittels einem Mischer bis zu 20% Trockenmüll und/oder Zuschlagstoffe beimischt.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ferner eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass sie eine Wärmeaustauschereinheit zur Erwärmung des frisch anfallenden Nassschlammes um mindestens 10°C auf eine Temperatur von mindestens 25°C und einen mit der Wärmeaustauschereinheit verbundenen, mit Belüftungsmitteln versehenen, wärmeisolierten Nassschlammbelüftungsbehälter zur Aufnahme und Belüftung des von der Wärmeaustauschereinheit anfallenden Nassschlammes aufweist, und dass die Austrittsseite des Nassschlammbelüftungsbehälters mit der Wärmeaustauschereinheit verbunden ist, wodurch der belüftete, erwärmte und pasteurisierte Nassschlamm ohne direkten Kontakt Wärme an den frischen Nassschlamm überträgt.

Um zu vermeiden, dass frisch in den Nassschlammbelüftungsbehälter eingeleiteter Nassschlamm die Temperatur des gesamten in diesem sich befindenden Nassschlamm relativ stark erniedrigt, ist es zweckmässig, wenn der Nassschlammbelüftungsbehälter mindestens einen senkrecht zu seiner Hauptdurchströmrichtung verlaufenden, ihn in mindestens zwei aufeinanderfolgende Belüftungskammern unterteilenden Lochboden aufweist. Dabei ist es zur Vermeidung eines senkrechten Aufstiegs der in den Nassschlamm eingeleiteten, ein sauerstoffhaltiges Gas wie z.B. Luft oder reinen Sauerstoff enthaltenden Blasen vorteilhaft, wenn man jeder der Belüftungskammern mindestens eine Flüssigkeitsumwälzvorrichtung zugeordnet ist, wobei die letzteren derart angeordnet und/oder ausgebildet sind, dass der in den einzelnen Belüftungskammern sich befindenden Flüssigkeit ein um eine senkrecht zum Lochboden verlaufende Kammermittelachse verlaufender Drall erteilt wird. Ferner ist es dabei zweckmässig, wenn der Nassschlammbelüftungsbehälter eine zylindrische Form aufweist, dem Behälterboden sowie jedem der Lochböden mindestens je ein Räumerarm zugeordnet ist, und die Räumerarme über eine gemeinsame Antriebswelle miteinander sowie mit einem Antriebsmotor verbunden sind.

Es ist vorteilhaft, wenn die Wärmeaustauschereinheit mindestens zwei Behälter aufweist, von denen der eine Behälter auf seiner Eintrittsseite mit der Frischschlammzufuhr und auf seiner Austrittsseite mit dem Nassschlammbelüftungsbehälter, und der andere Behälter auf seiner Eintrittsseite mit dem Nassschlammbelüftungsbehälter verbunden ist, und dass in beiden Behältern mindestens je ein von einer Wärmeaustauscherflüssigkeit durchströmtes Wärmeaustauschelement angeordnet ist, die zur Zirkulation der Wärmeaustauschflüssigkeit über ein Leitungssystem miteinander verbunden sind. Dabei ist es zweckmässig, wenn die Behälter der Wärmeaustauschereinheit einen zylindrischen Innenquerschnitt und die konzentrisch zu den Behälterlängsachsen angeordneten Wärmeaustauscherelemente einen kreisringförmigen Querschnitt aufweisen, dass im Innern der Wärmeaustauscherelemente sowie zwischen der Aussenseite derselben und der Innenseite dieser Behälter je eine gleichzeitig als Wandabstreifanordnung ausgebildete, parallel zur Behälterlängsachse fördernden Flüssigkeitsfördervorrichtung angeordnet sind, wobei die Förderrichtungen von je zwei konzentrisch zueinander und im gleichen Behälter angeordneten Flüssigkeitsfördervorrichtungen entgegengesetzt zueinander verlaufen, derart, dass sich im Betrieb eine mindestens annähernd torusförmige Zirkulationsströmung um die Wärmeaustauscherelemente ergibt, und dass jeder der Behälter mit einem über seinen Boden bewegbaren Räumer versehen ist.

Nachstehend wird das Verfahren der Erfindung anhand der Zeichnung für eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens beispielsweise erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 im Aufriss schematisch eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Einrichtung; und

Fig. 2 im Grundriss die in Fig. 1 dargestellte Einrichtung, mit der Wärmeaustauschereinheit und dem Nassschlammbelüftungsbehälter im Schnitt.

Bei der in der Zeichnung dargestellten Einrichtung wird der z.B. aus einer Kläranlage oder einem Faulturm anfallende Nassschlamm mit einem Trockensubstanzgehalt von 3 bis 8% über einen feinkörnig zerkleinerten Zerkleinerer 1 mittels einer Pumpe 2 einer Entwässerungsvorrichtung 3 zugeführt, in

welcher der Nassschlamm bis auf einen Trockensubstanzgehalt von 18 bis 25% entwässert wird. Aus der Entwässerungsvorrichtung 3 gelangt der stark entwässerte Nassschlamm über die Schieber 5 und 6 und die Verbindungsleitung 7 in den oberen Behälter 8 der mit einer sehr guten Wärmeisolation 9 versehenen Wärmeaustauschereinheit 10. Die auf ihrer Aussenseite wärmeisolierte Wärmeaustauschereinheit 10 weist, wie aus Fig. 1 ersichtlich, zwei aus Platzgründen übereinander angeordnete Behälter 8 und 11 auf, wobei der obere Behälter 8 auf seiner Eintrittsseite 8a mit der Frischschlammzufuhr 7 und auf seiner Austrittsseite 8b mit dem Einlass des auf seiner Aussenseite mit einer stark wärmeisolierenden Wärmeisolierung 12 versehenen Nassschlammbelüftungsbehälters 13 verbunden ist. Der untere Behälter 11 ist auf seiner Eintrittsseite 11a über einen Schieber 14 mit dem Auslass des Nassschlammbelüftungsbehälters 13 und auf der Austrittsseite 11b über einen Schieber 15 und eine Leitung 16 mit der Entwässerungsvorrichtung 3 verbunden.

In beiden Behältern 8 und 11 der Wärmeaustauscheinheit 10 ist je ein von einer Wärmeaustauschflüssigkeit durchströmtes Wärmeaustauschelement 17 bzw. 18 angeordnet, die zur Zirkulation der Wärmeaustauschflüssigkeit über ein Leitungssystem 19, 20 und 21 miteinander verbunden sind. Im die Wärmeaustauscherelemente 17 und 18 miteinander verbindenden Leitungssystem 19, 20 und 21 ist zur zusätzlichen Erwärmung der Wärmeaustauscherflüssigkeit, insbesondere zur zusätzlichen Erwärmung bei relativ kalt anfallendem Nassschlamm und beim Anfahren der gesamten Anlage, eine Wärmepumpe 22 angeordnet, welche vorzugsweise aus dem aus der Nachklärung stammenden Wasser Wärme entzieht und auf einem höheren Temperaturniveau an die Wärmeaustauschflüssigkeit abgibt.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, weisen die stirnseitig miteinander verbundenen Behälter 8 und 11 einen zylindrischen Innenquerschnitt und die konzentrisch zu den Behälterlängsachsen 23 im Innern der Behälter 8 und 11 angeordneten Wärmeaustauscherelemente 17 und 18 einen kreisringförmigen Querschnitt auf, wobei im Innern der Wärmeaustauscherelemente 17 und 18 sowie zwischen der Aussenseite derselben und der Innenseite dieser Behälter 8 und 11 je eine gleichzeitig als Wandabstreifanordnung ausgebildete, parallel zur Behälterlängsachse 23 fördernde Flüssigkeitsfördervorrichtung 24 bzw. 25 angeordnet ist. Die Förderrichtungen von je zwei konzentrisch zueinander und im gleichen Behälter 8 bzw. 11 angeordneten Flüssigkeitsfördervorrichtungen 24 bzw. 25 verlaufen entgegengesetzt zueinander, so dass sich im Betrieb der Anlage eine mindestens annähernd torusförmige Zirkulationsströmung um die vom Behälterboden distanzierten Wärmeaustauscherelemente 17 bzw. 18 und somit ein guter Wärmeübergang zwischen dem in den beiden Behältern 8 und 11 sich befindenden Nassschlamm und der Wärmeaustauscherflüssigkeit ergibt. Da die Flüssigkeitsförderräder 24 und 25 gleichzeitig als Wandabstreifer dienen, werden den Wärmeübergang verschlechternde Ablagerungen auf den Oberflächen der Wärmeaustauscherelemente 17 und 18 und das Behältervolumen verringernde Ablagerungen auf den Behälterinnenwandungen einwandfrei und auf einfache Weise vermieden. Die inneren Förder- und Abstreifräder 24 sind direkt auf der gemeinsamen, mit einem Antriebsmotor 26 gekuppelten Antriebswelle 27 befestigt. Die äusseren Förder- und Abstreifräder 25 sind über je einen Bodenräumer 28 mit der Antriebswelle 27 fest verbunden. In vielen Fällen ist es zweckmässig, wenn beide Behälter 8 und 11 mit je einer in den Bodenbereich mündenden Belüftungsanordnung 29 zur Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas, wie beispielsweise Luft, oder reinem Sauerstoff in den in diesen Behältern 8 und 11 sich befindenden Nassschlamm vorgesehen sind.

Der in den oberen Behälter 8 der Wärmeaustauscheinheit 10 strömende, bereits teilweise entwässerte, und dadurch ein geringeres Volumen und eine stärkere Feststoffkonzentration aufweisende Nassschlamm wird in diesem Behälter 8 beispielsweise auf eine Temperatur von etwa 45°C erwärmt und dann über den Auslass 8b und die Leitung 30 in den Nassschlammbelüftungsbehälter 13 abgegeben. Um zu vermeiden, dass durch die Zufuhr von frischem Schlamm über die Leitung 30 in den Nassschlammbelüftungsbehälter 13 die Temperatur des gesamten in letzterem sich befindenden Nassschlammes unterhalb die Pasteurisierungstemperatur von etwa 70°C sinkt, ist das Innere des Nassschlammbelüftungsbehälters 13 wie aus Fig. 1 ersichtlich, durch beispielsweise zwei Lochböden 31 und 32 in drei untereinander angeordnete, in Flüssigkeitsaustausch miteinander stehende Belüftungskammern 13a, 13b und 13c unterteilt. Diese durchlöcherten Zwischenböden 31 und 32 verhindern, dass oben in den Nassschlammbelüftungsbehälter 13 einströmender, auf einem niedrigeren Temperaturniveau sich befindender Nassschlamm auf dem kürzesten Weg bis zuunterst in den Behälter 13 gelangen kann. Mit Hilfe der durchlöcherten Zwischenböden 31 und 32 werden strömungsmässig relativ stark voneinander getrennte Belüftungskammern 13a, 13b und 13c gebildet, die jedoch in relativ gutem Flüssigkeitsübergang miteinander stehen.

In jeder der einzelnen Belüftungskammern 13a, 13b und 13c sind je zwei Flüssigkeitsfördervorrichtungen 33 angeordnet, die in dem in den einzelnen Belüftungskammern 13a, 13b und 13c sich befindenden Nassschlamm einen um die vertikale Behälterlängsachse rotierenden Drall erzeugen, so dass über die den Zwischenböden 31 und 32 und dem Behälterboden 34 zugeordneten Räumer 35 und die hohlen Längsachsen der Flüssigkeitsfördervorrichtungen 33 in den einzelnen Belüftungskammern 13a, 13b und 13c sich befindenden Nassschlamm hinein beförderten, aus sauerstoffhaltigem Gas, wie beispielsweise Luft, oder reinem Sauerstoff bestehenden Gasblasen an einem vertikalen Aufsteigen gehindert werden und somit sehr lange in Kontakt mit dem zu belüftenden Nassschlamm bleiben.

Durch die starke Belüftung des Nassschlammes läuft in diesem ein biologischer Umwandlungsprozess ab, welcher eine Erwärmung des Nassschlammes zur Folge hat. Durch die Aufteilung des Nassschlammbelüftungsbehälters 13 in drei aufeinanderfolgende Belüftungskammern 13a, 13b und 13c weist der Schlamm in der obersten Belüftungskammer 13a eine Mitteltemperatur von etwa 53°C, in der mittleren Belüftungskammer 13b eine Mitteltemperatur von etwa 65°C und in der untersten Belüftungskammer eine Mitteltemperatur von etwa 70°C auf. Auf diese Weise werden thermophile Bakterien aktiv, die bewirken, dass der biologische Umwandlungsprozess viel schneller als bei den bisher angewandten Verfahren abläuft und sich eine hohe Konzentration an Enzymen bildet, was für den noch nachfolgenden Verfahrensablauf sehr wichtig ist.

Die in das Innere des Nassschlammbelüftungsbehälters 13 zu befördernde Luft wird vom Kompressor 36 aus über die Leitung 37 und die einzelnen Luftmengemesser 38 den einzelnen Lufteinführstellen dosiert zugeleitet. Durch Regulierung der in die einzelnen Belüftungskammern 13a, 13b und 13c eingeführten Luftmenge kann die durch den biologischen Umwandlungsprozess entstehende Wärme so reguliert werden, dass sie nicht über 72°C steigt, was ausserordentlich wichtig ist, da bei darüberliegenden Temperaturen die biologische Aktivität negativ beeinflusst wird.

Zusätzlich ist im Innern jeder Belüftungskammer 13a, 13b bzw. 13c je ein auf der Antriebswelle 55 befestigter Innenwandabstreifer 57 vorgesehen, um Ablagerungen auf der Innenseite der Behälterwandung zu vermeiden.

Um die Ingangsetzung des biologischen Umwandlungsprozesses bei der Inbetriebsetzung der Anlage zu beschleunigen,

um die Temperatur in der letzten Kammer 13c auf das gewünschte Temperaturniveau anzuheben oder um bei bestimmten Schlammzusammensetzungen zu vermeiden, dass die Temperatur des Schlammes über eine Temperatur ansteigt, oberhalb welcher die für den biologischen Umwandlungsprozess wichtigen Mikroorganismen absterben, ist die Behälterwandung im Bereich der untersten Kammer 13c als Doppelwand ausgebildet, durch welche je nach Bedarf ein kaltes oder warmes, gasförmiges oder flüssiges Medium durchgeleitet werden kann.

Der im Nassschlammbelüftungsbehälter 13 pasteurisierte und hygienisierte Nassschlamm kann nun bei Bedarf am unteren Ende des Behälters 13 abgezogen und z.B. über den Schieber 14 und die Abzugsleitung 39 (A) für einen Flüssigaustrag für auf das Feld entnommen werden.

Der grösste Teil, bzw. normalerweise der gesamte Teil des derart im Nassschlammbelüftungsbehälter 13 vorbehandelten Schlammes wird aus dem letzteren in möglichst warmem Zustand von beispielsweise 68°C über die Leitung 40 in den zweiten Behälter 11 der Wärmeaustauschereinheit 10 geleitet, wo ihm mit Hilfe des Wärmeaustauscherelementes 18 möglichst viel Wärme entzogen und auf den im ersten Behälter 8 sich befindenden, frisch zugeführten Schlamm zu dessen Erwärmung übertragen wird.

Nach erfolgter Unterbrechung der Zufuhr von Frischschlamm zur Entwässerungsvorrichtung 3 wird der aus dem unteren Behälter 11 ausströmende, abgekühlte, pasteurisierte und bereits teilweise entwässerte Schlamm mit einer Temperatur von etwa 35°C erneut der Entwässerungsvorrichtung 3 zugeleitet und in dieser bis auf einen Trockensubstanzgehalt von 40 bis 50% weiter entwässert. Durch diesen alternierenden Einsatz der Entwässerungsvorrichtung 3 wird diese sehr gut ausgenutzt.

Der derart weiter entwässerte, pasteurisierte Schlamm kann nun über die Schieber 5 und 41 sowie die Leitung B der Anlage entnommen oder einem Trockner 47 zugeführt werden.

Anderseits kann der derart weiter entwässerte, pasteurisierte Schlamm über die Schieber 5 und 6 einem Zerkleinerungs- und Auflockerungsapparat 42 zugeleitet werden, wobei dem Schlamm vor dem letzteren mittels einer Beimischanordnung 43 noch Zusatzstoffe beigemischt werden können, wobei als Zusatzstoffe auch Müll verwendet werden kann.

Das aus dem Zerkleinerer- und Auflockerungsapparat 42 austretende Gut kann nun über den Schieber 44 entweder der Fördereinrichtung 45 und damit dem Belüftungsreaktor 46 sowie dem Auslass C oder dem ein trockenes Granulat herstellenden Trockner 47 zugeleitet werden, wobei das trockene Granulat die Anlage über die Leitung E verlässt.

Wie aus dem Schema ferner ersichtlich, erwärmt die Wärmepumpe 22 über einen Wärmeaustauscher 48 Luft, welche über die Leitung 49 in möglichst warmem Zustand in den Trockner 47 eingeleitet wird.

Wird das stark entwässerte, pasteurisierte Gut über die Fördereinrichtung 45 in den auf seiner Aussenseite wärmeisolierten Belüftungsreaktor 46 abgegeben, dann wird es in diesem auf bekannte Weise intensiv mit einem sauerstoffhaltigen Gas, wie beispielsweise Luft, mit reinem Sauerstoff angereicherter Luft oder reinem Sauerstoff belüftet. Dabei entstehen im heissesten Bereich des Belüftungsreaktors 46 infolge des biologischen Umwandlungsprozesses Temperaturen im Bereich von 65 bis 80°C.

Nach einer genügend langen Verweil- und Belüftungszeit im Belüftungsreaktor 46 kann an der Unterseite desselben eine gesunde, Bodenbakterien enthaltende Erdsubstanz in humusähnlicher Form und mit einem Trockensubstanzgehalt von etwa 50 bis 55% ausgetragen werden.

Durch das Einführen von bereits vorbehandeltem, stark entwässertem pasteurisiertem, warmem Schlamm kann der Belüftungsreaktor 46 bedeutend kleiner als bisher bemessen werden.

Je nach der gewünschten Art des behandelten Materials kann z.B. der Belüftungsreaktor 46 und/oder der Granulat erzeugende Trockner 47 weggelassen werden.

Es ist auch möglich, die aus dem Belüftungsreaktor 46 über die Leitung 50 abgezogenen heissen Abgase zur zusätzlichen Erwärmung des im Behälter 8 sich befindenden Schlammes zu verwenden, wobei zweckmässigerweise der Behälter 8 z.B. mit einer Doppelwandung ausgebildet ist, zwischen welchen die aus dem Belüftungsreaktor 46 stammenden heissen Abgase geleitet werden.

In den meisten Fällen ist der Nassschlammbelüftungsbehälter 13 auf seiner Oberseite noch mit einer Schaumzerschlägeranordnung 51, einer Luftabsaugleitung 52 sowie in letzterer angeordneten Syphons und Wasserabscheidern 53 versehen. Das aus der Entwässerungsvorrichtung 3 und dem Wasserabscheider 53 stammende Wasser wird über die Leitung 54 wieder der Kläranlage zugeführt.

Um eine bakteriologische Verunreinigung des aus dem Nassschlammbelüftungsbehälter 13 austretenden pasteurisierten Schlammes durch den frisch zugeführten Schlamm zu vermeiden, ist es zweckmässig, die Entwässerungsvorrichtung 3 durch zwei voneinander getrennte Entwässerungseinheiten zu ersetzen, wobei dann die eine zur kontinuierlichen kalten Entwässerung des frisch dem oberen Behälter 8 zuzuführenden Schlammes und die zweite zur kontinuierlichen warmen Entwässerung (bei einer Temperatur von etwa 25 bis 40°C) des aus dem Nassschlammbelüftungsbehälter 13 stammenden, pasteurisierten und hygienisierten Schlammes dient, und somit eine bakteriologische Verunreinigung des letzteren durch den der Anlage frisch zugeführten Schlamm nicht erfolgen kann.

Selbstverständlich kann der Nassschlammbelüftungsbehälter 13 sowie die Wärmeaustauschereinheit 10 auch liegend angeordnet werden.

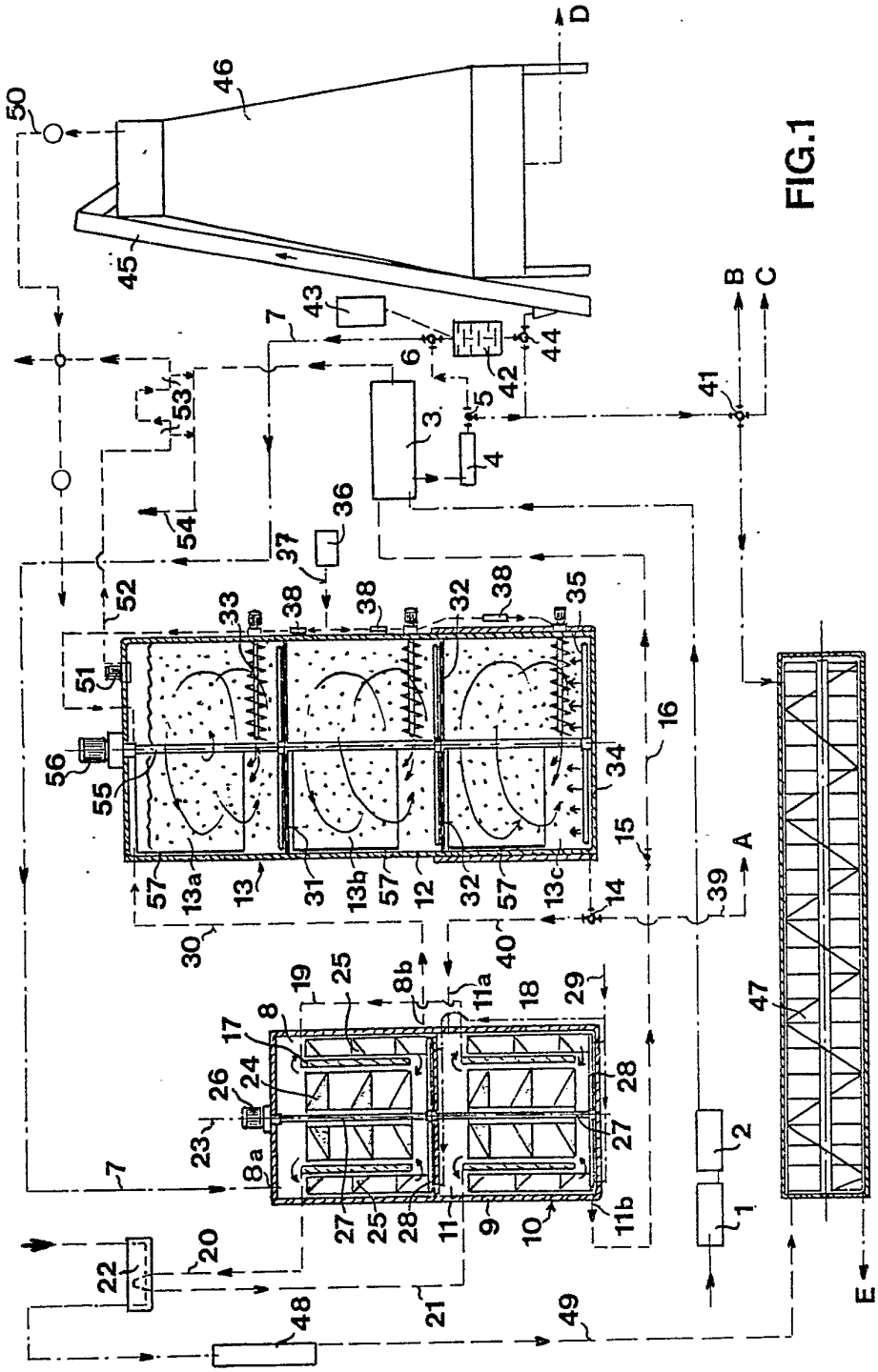


FIG.1

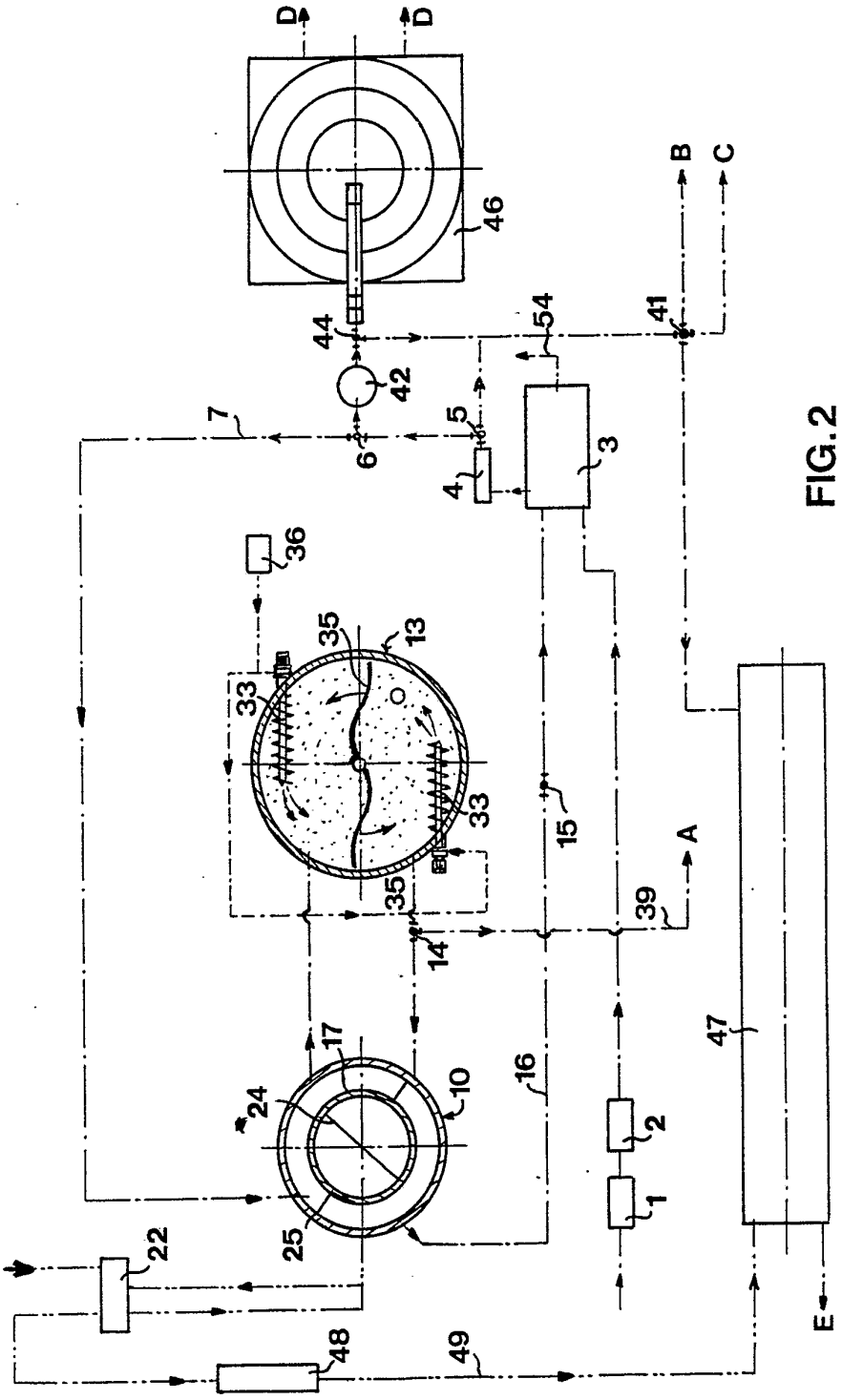

D
D
46
B
C
44
54
41
42
7
5
6
4
3
36
35
13
33
33
15
A
35
39
14
47
17
16
10
24
2
1
25
22
48
49
E

FIG.2