



(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1155/86

(51) Int.Cl.⁵ : C02F 11/12

(22) Anmeldetag: 29. 4.1986

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 9.1990

(45) Ausgabetag: 10. 4.1991

(30) Priorität:

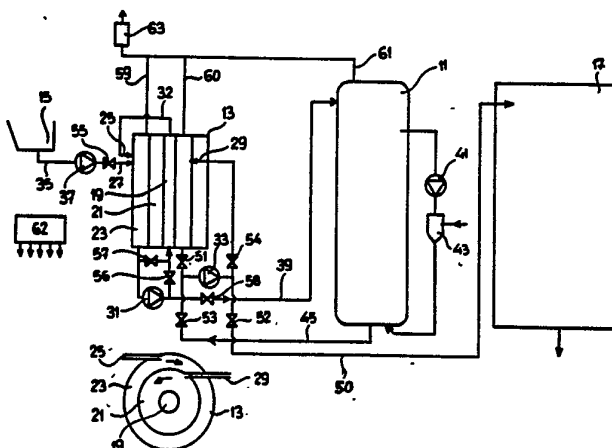
13. 6.1985 CH 2499/85 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

UTB UMWELTECHNIK BUCHS AG
CH-9470 BUCHS/SG (CH).

(54) ANLAGE ZUM KONDITIONIEREN UND HYGIENISIEREN VON KLÄRSCHLAMM

(57) Die Anlage zum Konditionieren und Hygienisieren von Klärschlamm besitzt neben einem Reaktor (11) zur Wärmebehandlung und einem Faulraum (17) zur Aufnahme des wärmebehandelten Klärschlammes eine Vorrichtung (13) mit drei Kammern (19, 21, 23). Frischer Klärschlamm aus der Kläranlage (15) wird in die Kammer (23) eingeführt und durch die Kammern (23, 19) zirkuliert. Warmer Klärschlamm aus dem Reaktor (11) wird in die Kammer (21) eingeführt und zirkuliert. Die Einführung erfolgt über tangentielle Einlässe (25, 27, 29), um innerhalb der Kammern (23 und 21) Rotationsbewegungen in entgegengesetztem Sinn zu erzeugen. Der in der Kammer (21) abgekühlte Schlamm wird zum Faulraum (17) abgeleitet. Die auch als zylindrischer Gegenstand ausgebildete Kammer (19) in der Kammer (21) verhindert dabei eine Pfropfbildung in der Mitte der Kammer (21), wobei die Ausbildung des Gegenstandes als Kammer (19) eine Zirkulation durch diese Kammer ermöglicht, was den Wärmeübergang vom warmen Klärschlamm auf den Frischschlamm erheblich beschleunigt.



Die Erfindung betrifft eine Anlage zum Konditionieren und Hygienisieren von Klärschlamm, mit einem Reaktor zur Wärmebehandlung, insbesondere zur biologischen Wärmebehandlung, einem Faulraum zur Aufnahme des wärmebehandelten Klärschlammes, sowie einer Vorrichtung mit mindestens drei praktisch konzentrischen Kammern, um frischen Klärschlamm vor der Einführung in den Reaktor mit heißem Klärschlamm aus dem Reaktor und/oder warmem Klärschlamm aus dem Faulraum vorzuwärmen und den aus dem Reaktor abgeführten Klärschlamm vor der Weiterleitung in den Faulraum abzukühlen und zu entgasen, und Pumpen, um den in den Kammern enthaltenen Klärschlamm umzuwälzen.

In der Praxis hat sich ein Behandlungsverfahren für Klärschlamm bewährt, bei welchem zuerst der Klärschlamm durch Erwärmen auf eine Temperatur von $> 60^{\circ}\text{C}$ während zirka 24 Stunden hygienisiert und hydrolysiert wird, worauf dann der so vorbehandelte Klärschlamm abgekühlt und in einer oder mehreren Stufen in Faulschlamm umgewandelt wird. Energetisch besonders vorteilhaft ist die biologische Erwärmung des Klärschlammes. So sieht beispielsweise das europäische Patent 0 053 777 vor, daß zur biologischen Erwärmung auf etwa 70°C Sauerstoff in Luft oder von mit Luftsauerstoff versehenem Gas in die in einem Belüftungsbehälter befindlichen Abfallstoffe eingebracht wird, wobei dann eine erhöhte Temperatur solange aufrecht erhalten wird, daß Enterobakteriaceen und Wurmeier abgetötet werden. Es wird aber nicht nur eine Hygienisierung sondern auch eine Hydrolyse des Klärschlammes erreicht. Dies hat den Vorteil, daß die nachfolgende Faulung beschleunigt wird. Die zitierte europäische Patentschrift sieht vor, daß nach dem Austritt aus dem Belüftungsbehälter mittels eines Wärmetauschers Wärme dem konditionierten Klärschlamm entzogen und auf den frischen Klärschlamm übertragen wird.

Auch die EP-A-0179234 sieht eine solche Erwärmung des Klärschlammes vor, wobei aber noch vor diesem Verfahrensschritt der frische Klärschlamm mit Faulschlamm vorgewärmt wird. Zur Erwärmung des frischen Klärschlammes ist eine Vorrichtung mit drei konzentrischen Kammern vorgesehen, wobei die innere Kammer zur Aufnahme des frischen Klärschlammes aus der Kläranlage, die mittlere Kammer zur abwechselungsweisen Aufnahme des warmen Faulschlammes aus dem Faulraum und des heißen Klärschlammes aus dem Reaktor dient, während dem die äußerste Kammer mit Kühlwasser beschickt wird, um Faulschlamm aus dem Faulraum weiter abzukühlen. Umwälzpumpen sind vorgesehen, um den Inhalt der inneren und mittleren Kammer in einem Kreislauf umzuwälzen.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß bei den beschriebenen Anlagen relativ viel Zeit für den Wärmeaustausch benötigt wird. Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Anlage der eingangs erwähnten Art dahingehend zu verbessern, daß der Wärmeaustausch beschleunigt wird.

Gemäß der Erfindung wird dies dadurch erreicht, daß die Einlässe in die äußere und die mittlere Kammer der Vorrichtung tangential angeordnet sind, um eine Drehbewegung des Kammerinhalts durch den einströmenden Klärschlamm zu bewirken, und daß die äußere Kammer an einem Ende über eine der Pumpen und am anderen Ende über eine Leitung mit der zentralen Kammer zu einem Kreislauf verbunden ist. Bei dieser Anordnung haben die äußere und mittlere konzentrische Kammer eine hohlzylindrische Form. Dadurch wird eine Drehbewegung des Kammerinhalts begünstigt. Klärschlamm hat Fließeigenschaften, die erheblich von den Fließeigenschaften von Wasser abweichen. Bei einer zylindrischen Kammer besteht daher die Gefahr, daß der Inhalt in der Nähe des Zentrums an der Drehbewegung nicht teilnimmt, sich verfestigt und einen praktisch stillstehenden Pfropfen bildet. Dadurch wird aber der Wärmeaustausch behindert und es besteht auch die Gefahr von Betriebsstörungen durch die Pfropfenbildung. Im Gegensatz dazu wird durch die Anordnung eines zylindrischen Gegenstandes in einer Kammer die Pfropfenbildung vermieden. Da zudem dieser zylindrische Gegenstand in der Kammer eine zentrale Kammer bildet, durch welche Klärschlamm aus der äußeren Kammer im Kreislauf zirkuliert wird, erfolgt ein besonders rascher Wärmeaustausch.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Summe der Volumina der zentralen und der äußeren Kammer gleich dem Volumen der mittleren Kammer. Dies ermöglicht es, pro Zeiteinheit gleiche Volumen von Klärschlamm durch die Vorrichtung durchzulassen. Die Vorrichtung kann also auch die gleichen Abmessungen aufweisen wie die bisher verwendeten Vorrichtungen.

Zweckmäßigerweise ist der Durchmesser der äußeren Kammer etwa 8 bis 12 mal größer als der Durchmesser der zentralen Kammer. Bei dieser Bemessung ergeben sich zweckmäßige Fließgeschwindigkeiten durch die zentrale Kammer. Versuche haben gezeigt, daß der Durchmesser der äußeren Kammer zweckmäßigerweise etwa 10 mal größer ist als der Durchmesser der zentralen Kammer.

Von Vorteil ist es, wenn die Einlässe in die äußere und die mittlere Kammer so angeordnet sind, daß sie einander entgegengesetzte Drehbewegungen in den Kammern bewirken. Dies begünstigt den Wärmeaustausch.

Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Anlage und

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Vorrichtung mit den drei Kammern.

Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Anlage zum Konditionieren und Hygienisieren von Klärschlamm besteht im wesentlichen aus dem Reaktor (11) und der Vorrichtung (13). Im Reaktor (11) wird der frische Klärschlamm aus der Kläranlage (15) während etwa 24 Stunden einer aerob-thermophilen oder thermischen Behandlung bei $> 60^{\circ}\text{C}$ unterzogen, nach einer Abkühlung in der Vorrichtung (13) erfolgt eine Faulung im Faulraum (17), bei der Methan anfällt. Das so erzeugte Methan kann in bekannter Weise zum Antrieb von Gasmotoren für die Stromerzeugung und/oder Wärmeengewinnung verwendet werden.

Wie bereits erwähnt wurde, dient der Reaktor (11) der Erwärmung des frischen Klärschlammes auf eine Temperatur von $> 60^{\circ}\text{C}$. Bei dieser Temperatur findet eine Hydrolyse der im Klärschlamm enthaltenen organischen Stoffe statt. Diese Hydrolyse begünstigt die nachfolgende Faulung und Methangewinnung. Durch eine Temperaturerhöhung auf $> 60^{\circ}\text{C}$ während etwa 12 bis 72 Stunden wird ferner eine Hygienisierung des Klärschlammes erreicht. Bei diesen Temperaturen werden nämlich Wurmeier, Salmonellen und Enterobakteriaceen abgetötet.

Die Erwärmung des Klärschlammes im Reaktor (11) kann durch Fremdwärme erfolgen. Besonders vorteilhaft ist jedoch die Selbsterhitzung, die durch Belüftung des Reaktors (11) erfolgen kann. Durch die Belüftung werden ideale Bedingungen für die aerob-thermophilen Bakterien geschaffen, wobei deren Tätigkeit zu einer Erwärmung des Klärschlammes auf Temperaturen von $> 60^{\circ}\text{C}$ führt.

Die Vorrichtung (13) weist drei konzentrische Kammern (19), (21) und (23) auf. Von Bedeutung ist nun, daß die Einlässe (25), (27) und (29) tangential angeordnet sind. Dadurch wird eine Drehbewegung des Kammerinhalts durch den einströmenden Klärschlamm bewirkt. Wie Figur 2 zeigt, sind die Einlässe (25) und (29) in die äußere und die mittlere Kammer (21) einander entgegengesetzt angeordnet, so daß sie einander entgegengesetzte Drehbewegungen in den Kammern bewirken. Es ist zu beachten, daß beide Kammern (21) und (23) einen ringförmigen Querschnitt besitzen. Im Gegensatz zu einer zylindrischen Kammer kann sich daher in keiner dieser Kammern eine Art Pfropfen in der Mitte bilden, welcher an der Drehbewegung des Kammerinhalts nicht oder praktisch nicht teilnimmt. Die Pfropfenbildung in Kammer (19) wird durch eine genügende Fließgeschwindigkeit des Klärschlammes unterbunden.

Die äußere Kammer (23) ist an einem Ende über eine Pumpe (31) und am anderen Ende über eine Leitung (32) mit der zentralen Kammer (19) zu einem Kreislauf verbunden. Der Inhalt der beiden Kammern (23) und (19) kann also durch die Pumpe (31) umgewälzt werden. Eine entsprechende Pumpe (33) dient der Umwälzung des Inhalts der mittleren Kammer (21).

Die Summe der Volumina der zentralen und der äußeren Kammer (19), (23) entspricht dem Volumen der mittleren Kammer (21). Der Durchmesser der äußeren Kammer (23) ist etwa 8 bis 10 mal größer als der Durchmesser der zentralen Kammer (19). Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wurden gute Ergebnisse mit einem Durchmesser der äußeren Kammer von 2500 mm und einem Durchmesser der inneren Kammer von 250 mm und einer Höhe der Kammern von 3550 mm erzielt. Die durch die Pumpe (31) erzeugte Fließgeschwindigkeit in der zentralen Kammer (19) betrug dabei etwa 1,5 m/s.

Die Leitung (35) verbindet die Kläranlage (15) über die Pumpe (37) mit der Vorrichtung (13). Die Leitung (39) verbindet die Vorrichtung (13) mit dem Reaktor (11). Beim Reaktor (11) ist in bekannter Weise eine Umwälzpumpe (41) und ein Injektor (43) zum Einführen von Luft in den Klärschlamm beim Umpumpen im Kreislauf vorgesehen. Die Leitung (45) verbindet den Reaktor (11) mit der Vorrichtung (13). Von der Vorrichtung (13) führt über das Ventil (51), die Pumpe (33) und das Ventil (52) die Leitung (50) zum Faulraum (17). Die Ventile (51) bis (58) sind vorgesehen, um die einzelnen Schritte des Verfahrens zu steuern. Zweckmäßigerweise werden diese Ventile durch eine Steuereinheit (62) gesteuert.

Die Leitungen (59), (60) und (61) dienen der Entlüftung. Ein Filter (63) ist vorgesehen, um störende Gerüche zu neutralisieren.

Im Betrieb arbeitet die Anlage wie folgt. Frischer Klärschlamm aus der Kläranlage (15) wird mit der Pumpe (37) über die Leitung (35) und das offene Ventil (55) in die äußere Kammer (23) gepumpt. Gleichzeitig wird warmer Klärschlamm aus dem Reaktor (11) über die Leitung (45), das Ventil (53), die Pumpe (33) und das Ventil (54) durch den Einlaß (29) in die mittlere Kammer (21) eingelassen. Dank der tangentialen Anordnung der Einlässe (27) und (29) werden die Inhalte der Kammern (23) und (21), wie mit den Pfeilen in Figur 2 eingezeichnet, bewegt. Da auch die Pumpe (31) arbeitet, fließt auch Klärschlamm im Kreislauf aus der Kammer (23) über die Pumpe (31) und das Ventil (56) in die zentrale Kammer (19) und von dort über die Leitung (32) wieder zurück in die äußere Kammer (23).

Nachdem die Kammern der Vorrichtung (13) die gewünschten Chargen enthalten haben, erfolgt eine Zirkulierung der Kammerinhalte. Die Zirkulation in den Kammern (23) und (19) wurde bereits beschrieben. Die Zirkulation des Inhalts der Kammer (21) erfolgt über das Ventil (51), die Pumpe (33), das Ventil (54) und den Einlaß (29). Dank dieser Zirkulation erfolgt eine rasche Wärmeübertragung von warmem Schlamm in der Kammer (21) auf den frischen Klärschlamm in der Kammer (23). Im Gegensatz zum bisherigen Zweikammersystem kann mit der beschriebenen Anlage die Wärmeübertragungszeit auf rund die Hälfte reduziert werden. Von Bedeutung ist auch, daß während der Zirkulation in der Kammer (21) der Klärschlamm aus dem Reaktor (11) weitgehend entgast und abgekühlt wird, bevor er in den Faulraum (17) gelangt. Dadurch wird der Faulprozeß in dem Faulraum (17) begünstigt. Zum Ablassen des Klärschlammes in den Faulraum wird das Ventil (54) geschlossen und die Ventile (51) und (52) geöffnet, so daß die Pumpe (33) den Klärschlamm über die Leitung (50) in den Faulraum (17) pumpen kann. In entsprechender Weise kann der Inhalt der Kammern (23) und (19) mittels der Pumpe (31) nach Schließen des Ventils (56) und Öffnen der Ventile (57) und (58) in den Reaktor (11) gepumpt werden.

Es sind verschiedene Änderungen der Anlage möglich, ohne vom grundlegenden Prinzip der Erfindung abzuweichen. Wenn beispielsweise die Verhinderung einer Pfropfenbildung in der Kammer (21) im Vordergrund steht, so genügt der Einbau eines zylindrischen Gegenstandes an Stelle der Kammer (19). Es ist aber

zweckmäßig, als zylindrischen Gegenstand ein Rohr zu benützen, welches zugleich eine zentrale Kammer bildet und den beschriebenen Kreislauf durch das Zentrum der Kammer (21) hindurch ermöglicht, was zu einem besseren Wärmeaustausch erheblich beiträgt. Es wäre auch möglich, die Kammer (21) abwechselungsweise mit Faulschlamm aus dem Faulraum (17) und Klärschlamm aus dem Reaktor (11) zu beschicken, um so eine noch

5 bessere Wärmerückgewinnung zu erzielen.

10

PATENTANSPRÜCHE

- 15 1. Anlage zum Konditionieren und Hygienisieren von Klärschlamm mit einem Reaktor zur Wärmebehandlung, einem Faulraum zur Aufnahme des wärmebehandelten Klärschlammes, sowie einer Vorrichtung mit mindestens drei praktisch konzentrischen Kammern, um frischen Klärschlamm vor der Einführung in den Reaktor mit heißem Klärschlamm aus dem Reaktor oder mit warmem Klärschlamm aus dem Faulraum vorzuwärmen und den aus dem Reaktor abgeführten Klärschlamm vor der Weiterleitung in den Faulraum abzukühlen und zu entgasen,
- 20 und Pumpen, um den in den Kammern enthaltenen Klärschlamm umzuwälzen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einlässe (25, 27, 29) in die äußere und die mittlere konzentrische Kammer (23, 21) der Vorrichtung (13) tangential angeordnet sind, um eine Drehbewegung des Kammerninhalts durch den einströmenden Klärschlamm zu bewirken, und daß die äußere Kammer (23) an einem Ende über eine (31) der Pumpen und am anderen Ende über eine Leitung (32) mit der zentralen Kammer (19) zu einem Kreislauf verbunden ist.
- 25 2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Summe der Volumina der zentralen und der äußeren Kammer (19, 23) dem Volumen der mittleren Kammer (21) entspricht.
- 30 3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchmesser der äußeren Kammer (23) etwa 8 bis 12 mal größer als der Durchmesser der zentralen Kammer (19) ist.
4. Anlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchmesser der äußeren Kammer (23) etwa 10 mal größer als der Durchmesser der zentralen Kammer (19) ist.
- 35 5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einlässe (25, 27, 29) der äußeren und mittleren Kammer einander entgegengesetzt so angeordnet sind, daß sie einander entgegengesetzte Drehbewegungen in den Kammern (23, 21) bewirken.

40

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

