



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 2499/85

⑫② Anmeldungsdatum: 13.06.1985

⑫④ Patent erteilt: 30.11.1987

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.11.1987

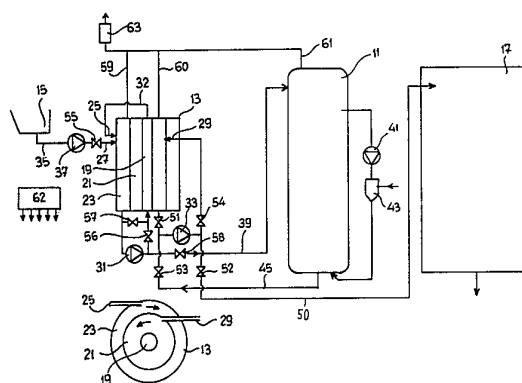
⑦③ Inhaber:
UTB Umwelttechnik Buchs AG, Buchs SG

⑦② Erfinder:
Jungbauer, Othmar, Feldkirch/Gisingen (AT)
Vocelka, Michael, Buchs SG

⑦④ Vertreter:
Dr. Conrad A. Riederer, Bad Ragaz

⑤④ **Anlage zum Konditionieren und Hygienisieren von Klärschlamm.**

⑤⑦ Die Anlage besitzt 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 zylindrische Gegenstand (19) in der Kammer (21) verhindert dabei eine Pfropfenbildung in der Mitte der Kammer (21), wobei die Ausbildung des Gegenstandes (19) als Kammer eine Zirkulation durch diese Kammer ermöglicht, was den Wärmeübergang vom warmen Klärschlamm auf den Frischschlamm erheblich beschleunigt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Anlage zum Konditionieren und Hygienisieren von Klärschlamm mit einem Reaktor (11) zur Wärmebehandlung, einem Faulraum (17) zur Aufnahme des wärmebehandelten Klärschlammes, sowie einer Vorrichtung (13) mit mindestens drei praktisch konzentrischen Kammern (19, 21, 23), um frischen Klärschlamm vor der Einführung in den Reaktor (11) mit heissem Klärschlamm aus dem Reaktor (11) oder mit warmem Klärschlamm aus dem Faulraum (17) vorzuwärmen und den aus dem Reaktor (11) abgeführten Klärschlamm vor der Weiterleitung in den Faulraum (17) abzukühlen und zu entgasen, und Pumpen (31, 33), um den in den Kammern (19, 21, 23) 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 (22) mit der zentralen Kammer (19) zu einem Kreislauf verbunden ist.

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.

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.

5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlässe (25, 27, 29) der äusseren und mittleren Kammer so angeordnet sind, dass sie einander entgegengesetzte Drehbewegungen in den Kammern (23, 21) bewirken.

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 Enterobakteriäzen und Wurmeier abgetötet wer-

den. 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 nicht-vorveröffentlichte europäische Patentanmeldung 0 179 234 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, währenddem 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 Wärme-gewinnung 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-ierung der im Klärschlamm enthaltenen organischen Stoffe statt. Diese Hydrolyseierung 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 wur-

den 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 Um-pumpen 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 und 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 19. Es ist aber zweckmässig, als zylindrischen Gegenstand 19 ein Rohr zu benutzen, 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 be-

schicken, um so eine noch bessere Wärmerückgewinnung zu erzielen.

