



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 299 958 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1

des Patentrechts der DDR

vom 27.10.1983

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 02 F 11/12

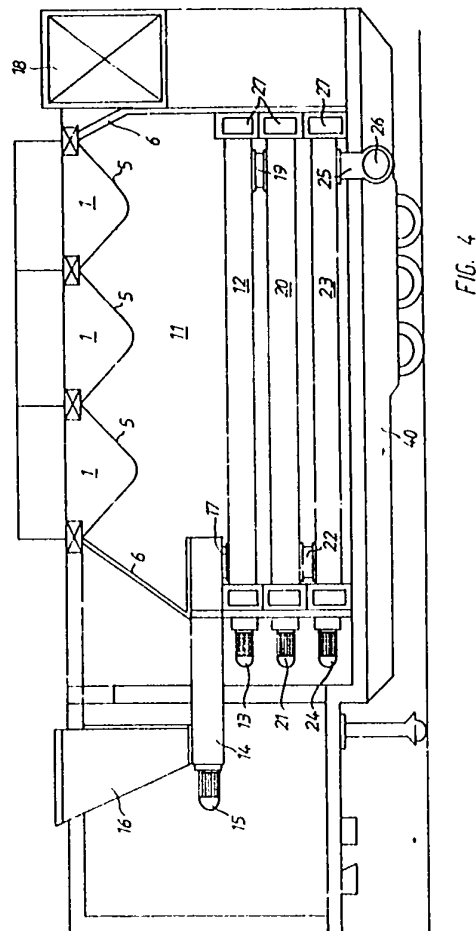
DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD C 02 F / 338 284 0	(22)	01.03.90	(44)	14.05.92
(31)	89103604.8	(32)	02.03.89	(33)	EP
(71)	siehe (72)				
(72)	Schmidt, Gerhard, CA; Schmidt, Heinz, DE				
(73)	siehe (72)				
(74)	Sroka, Feder u. Feder, Patentanwälte, Dominikaner Straße 37, PF 11 10 38, W - 4000 Düsseldorf 11, DE				

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Trocknung von Klärschlamm

(55) Klärschlamm; Klärschlammfördermittel; Wärmestrahler; Trocknungskammer; Wärmeaustauscher; Heißluft; Brüden; Kondensator; Abgas; Feststoffgehalt, (57) Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß man durch Verbrennung von Heizöl oder Heizgas gleichzeitig Strahlungswärme und Heißluft erzeugt, die Strahlungswärme auf den feuchten Klärschlamm unter mechanischer Fortbewegung einwirken läßt und gleichzeitig den Klärschlamm in indirekten Wärmeaustausch mit der erzeugten Heißluft bringt und die aus dem Klärschlamm entwickelte Brüden aus dem Raum oberhalb des Klärschlammes abzieht und kondensiert. Die Vorrichtung ist gekennzeichnet durch mehrere nebeneinander angeordnete Wärmestrahler (1) mit je einem Wärmeaustauscher (7, 8) zur Lufterhitzung durch die heißen Verbrennungsgase, in einer Trocknungskammer (11) unterhalb der Wärmestrahlungsflächen der Strahler (1) angeordnete, offene Klärschlammfördermittel, deren Förderweg sich im wesentlichen von einem zum anderen Ende des Strahlungsbereiches der Wärmestrahler (1) erstreckt und die zur indirekten Beheizung mit Heißluft eingerichtet sind, und einen an die Trockenkammer (11) strömungsmäßig angeschlossenen Kondensator (18). Es fällt kein mit Schadstoffen beladenes Abgas und kein schadstoffhaltiges Kondensat an. Der Klärschlamm kann bis auf einen Feststoffgehalt von mehr als 98 Gew.-% getrocknet werden. Fig. 4



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Trocknung von Klärschlamm, **dadurch gekennzeichnet**, daß man durch Verbrennung von Heizöl oder Heizgas gleichzeitig Strahlungswärme und Heißluft erzeugt, die Strahlungswärme auf den feuchten Klärschlamm unter mechanischer Fortbewegung einwirken läßt und gleichzeitig den Klärschlamm in indirektem Wärmeaustausch mit der erzeugten Heißluft bringt und die aus dem Klärschlamm entwickelten Brüden aus dem Raum oberhalb des Klärschlammes abzieht und kondensiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Trocknung des in der ersten Stufe durch die Wärmestrahlung teilweise getrockneten Klärschlammes in einer zweiten Stufe und ggfs. weiteren Stufen unter mechanischer Fortbewegung und indirektem Wärmeaustausch mit der erzeugten Heißluft fortsetzt und die in der zweiten Stufe und den ggfs. weiteren Stufen entwickelten Brüden mit einem Warmluftstrom abführt und kondensiert.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die durch Wärmeaustausch in der zweiten und ggfs. weiteren Stufen teilweise abgekühlte Heißluft als Warmluftstrom zur Abführung der in diesen Stufen entwickelten Brüden einsetzt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß man den nach der Brüdenkondensation verbleibenden Luftstrom der Heizöl- bzw. Heizgasverbrennung zuführt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Heißluft mit einer Temperatur in dem Bereich von 500°C bis 850°C mit dem Klärschlamm in Wärmeaustausch bringt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß man den Klärschlamm in zwei aufeinanderfolgenden Stufen in entgegengesetzten Richtungen im wesentlichen geradlinig fortbewegt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß man in der ersten Stufe aus dem Klärschlamm freigesetzte organische Verbindungen, wie z. B. Kohlenwasserstoffe und Dioxine, in der Dampfphase durch die Strahlungswärme bei Temperaturen in dem Bereich von 850°C bis 1200°C crackt bzw. zerstört.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die in der ersten Stufe entwickelten Brüden durch Unterdruck in die Kondensationsstufe saugt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die nach der Brüdenkondensation verbleibenden Gase nach Filtration bei der Heizöl- bzw. Heizgasverbrennung einsetzt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Brüdenkondensation mit im Kreislauf tiefgeköhltem Kühlwasser durchführt.
11. Vorrichtung zur Trocknung von Klärschlamm, **gekennzeichnet durch** mehrere nebeneinander angeordnete Wärmestrahler (1) mit je einer Brennkammer (4), deren untere Wandung als Wärmestrahlungsfläche (5) ausgebildet ist, einem Heizöl- oder Heizgasbrenner (2) an jeder Brennkammer und einem Wärmeaustauscher (7, 8) zur Lufterhitzung durch die heißen Verbrennungsgase, in einer Trocknungskammer (11) unterhalb der Wärmestrahlungsflächen (5) angeordnete, offene Klärschlammfördermittel, deren Förderweg sich im wesentlichen von dem einen zum anderen Ende des Strahlungsbereiches der Wärmestrahler (1) erstreckt und die zur indirekten Beheizung mit Heißluft eingerichtet sind, und einen an die Trockenkammer (11) strömungsmäßig angeschlossenen Kondensator (18).
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Klärschlammfördermittel aus mehreren parallel nebeneinander angeordneten Trögen (12) mit in den Trögen drehbaren Förderschnecken (30) bestehen und die Tröge (12) mit einem Mantel (28) und die Förderschnecken (30) mit einer Honlwelle (30^a) für die Beheizung mit Heißluft ausgestattet sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß an den Trögen (12) in Troglängsrichtung verlaufende, mit Öffnungen (32) versehene Ansaugkanäle (31) angebracht sind, die an den Kondensator (18) angeschlossen sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß unterhalb der offenen Klärschlammfördermittel (12, 28-32) wenigstens eine Lage, vorzugsweise zwei Lagen geschlossene Klärschlammfördermittel (20, 33-39) angeordnet sind, deren Förderwege im wesentlichen gleich dem Förderweg der offenen Klärschlammfördermittel sind und von Lage zu Lage abwechselnd entgegengesetzte Richtungen haben.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die geschlossenen Klärschlammfördermittel in jeder Lage aus mehreren parallel nebeneinander angeordneten Rohren (20) mit in den Rohren drehbaren Förderschnecken (36) bestehen, die Rohre (20) mit einem Mantel (33) und die Förderschnecken (36) mit einer Hohlwelle (36^a) zur Beheizung mit Heißluft ausgestattet sind und an jedem Rohr (20) ein in Rohrlängsrichtung verlaufender, durch Öffnungen (39) mit dem Rohrrinnenraum verbundener Abzugskanal (34) angebracht ist, der einerseits an die zentrale Bohrung (37) der Hohlwelle (36^a) oder an den Mantel (33) des Rohres (20) und andererseits an den Kondensator (18) angeschlossen ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Trog (12) und die unter ihm liegenden Rohre (20) durch abwechselnd an beiden Enden vorgesehene Fallstützen (19, 22) verbunden sind, so daß sich ein hin und hergehender Förderweg des Klärschlammes durch den Trog und die Rohre ergibt.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fallstützen (25) der untersten Lage der Schneckenrohre (23) an ein Austragsschneckenrohr (26) angeschlossen sind, das quer zu den darüberliegenden Schneckenrohren (20, 23) angeordnet ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Förderschnecken (30, 36) an Antriebsmotoren (13, 21, 24) angeschlossen sind und die Drehzahl der Motoren einer Schneckenlage unabhängig von der Drehzahl der Motoren der anderen Schneckenlagen steuerbar ist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß an dem einen Ende der Trocknungskammer (11) eine durch die Kammerwandung ragende Einführeinrichtung (14) angeordnet ist, die aufgabeseitig mit einem Beschickungstrichter (16) verbunden ist und abgabeseitig über dem Aufgabende der offenen Klärschlammfördermittel (12, 28-32) endet.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einführeinrichtung (14) aus einer der Anzahl der Tröge (12) gleichen Anzahl von Einführschnecken besteht.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie auf einem Auflager-Fahrgestell (40) angebracht ist.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trocknung von Klärschlamm, insbesondere des in kommunalen Klärwerken anfallenden Klärschlammes.

In städtischen Klärwerken fallen große Mengen frischer oder ausgefauter Klärschlamm an, der nur zu weniger als 10% aus Feststoffen besteht. Um diesen Schlamm zu verwerten oder zu beseitigen, ist daher zunächst eine Trocknung erforderlich. Durch mechanische Schlamm-trocknung, wie z. B. auf Saugzellenfiltern, erreicht man Trockenschlämme, deren Feststoffgehalt z. B. bei 30% liegt und die somit noch überwiegend aus Wasser bestehen. Diese Trockenschlämme sind im allgemeinen nicht geruchsfrei. Es ist weiter bekannt, Klärschlämme mit Heißluft von 600°C z. B. in Trockentrommeln zu trocknen, wobei eine erhebliche Steigerung des Feststoffgehalts des Trockenschlammes und ein im wesentlichen geruchsneutraler Trockenschlamm erreicht wird. Dabei gelangen allerdings flüchtige organische Schadstoffe aus dem Schlamm in die Brüden, so daß im weiteren Verlauf des Verfahrens ein mit Schadstoffen belastetes wäßriges Kondensat oder eine schadstoffhaltige Abluft anfällt. Oftmals wird eine solche thermische Schlamm-trocknung auch mit der Verbrennung des Trockenschlammes kombiniert, wobei die mit Schadstoffen beladene Luft ebenfalls durch die Verbrennungszone geleitet wird, um die Schadstoffverbrennung zu erreichen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trocknung von Klärschlamm zu schaffen, bei denen kein mit Schadstoffen beladenes Abgas und kein schadstoffhaltiges Kondensat anfallen. Darüber hinaus soll der feuchte Klärschlamm, der z. B. ein Frischschlamm oder ein ausgefauter Schlamm sein kann, bis auf einen Feststoffgehalt von mehr als 95 Gew.-%, insbesondere mehr als 98 Gew.-% getrocknet werden. Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Vorrichtung gehen aus der nachfolgenden Beschreibung hervor.

Diese Aufgabe wird in verfahrensmäßiger Hinsicht nach der Erfindung dadurch gelöst, daß man durch Verbrennung von Heizöl oder Heizgas gleichzeitig Strahlungswärme und Heißluft erzeugt, die Strahlungswärme auf den zu trocknenden Klärschlamm unter mechanischer Fortbewegung einwirken läßt und gleichzeitig den Klärschlamm in indirekten Wärmeaustausch mit der erzeugten Heißluft bringt und die aus dem Klärschlamm entwickelten Brüden aus dem Raum oberhalb des Klärschlammes abzieht und kondensiert. Durch die gleichzeitige Einwirkung von Wärmestrahlung und Wärmeübertragung von der Heißluft auf den feuchten Klärschlamm wird bereits eine weitgehende Trocknung erreicht, z. B. von einem Feststoffgehalt von weniger als 10% auf einen Feststoffgehalt von 50 bis 90%. Dabei entwickeln sich erhebliche Wasserdampfmengen. Die von dem mechanisch fortbewegten Klärschlamm abgegebenen flüchtigen organischen Schadstoffe, wie z. B. Kohlenwasserstoffe und Dioxine, unterliegen in der Dampfphase der Einwirkung der Wärmestrahlung und werden dabei gekrückt bzw. zersetzt. Die Krack- bzw. Zersetzungsprodukte sind im wesentlichen unschädlich und bewirken daher – soweit sie mit den Brüden kondensieren – keine Verunreinigung des Kondensats. Eine oxidative Zersetzung des Klärschlammes ist ausgeschlossen, da die Dampfphase im wesentlichen frei von Sauerstoff ist, der Schlamm also nicht mit Sauerstoff in Berührung kommt.

Nach der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens setzt man die Trocknung des in der genannten ersten Stufe durch die Wärmestrahlung teilweise getrockneten Klärschlammes in einer zweiten Stufe und ggfs. weiteren Stufen unter mechanischer Fortbewegung und indirektem Wärmeaustausch mit der erzeugten Heißluft fort und führt die in der zweiten Stufe und den ggfs. weiteren Stufen entwickelten Brüden mit einem Warmluftstrom ab und kondensiert sie.

Während aus der ersten (offenen) Stufe nur Brüden in den Kondensator abgezogen werden, wird der in den folgenden Stufen aus dem Schlamm entwickelte Wasserdampf mit einem Luftstrom in den Kondensator geführt. Dabei setzt man zweckmäßigerweise die durch den Wärmeaustausch in der zweiten ggfs. weiteren Stufen teilweise abgekühlte Heißluft als Warmluftstrom zur Abführung der in diesen Stufen entwickelten Brüden ein. Den nach der Brüdenkondensation verbleibenden Luftstrom führt man vorzugsweise der Heizöl- bzw. Heizgasverbrennung als Verbrennungsluft zu, wobei die in dem Luftstrom ggfs. enthaltenen Schadstoffe verbrannt werden.

Nach der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bringt man die bei der Heizöl- oder Heizgasverbrennung anfallende Heißluft mit einer Temperatur in dem Bereich von 500 bis 850°C mit dem Klärschlamm in Wärmeaustausch. Dabei ist in allen Fällen der indirekte Wärmeaustausch gemeint, so daß der Schlamm nicht mit Luft in Berührung kommt und auch nach fast vollständiger Trocknung des Schlammes keine oxidative Zersetzung eintreten kann. Zweckmäßigerweise bewegt man den Klärschlamm in zwei aufeinanderfolgenden Stufen in entgegengesetzten Richtungen im wesentlichen geradlinig fort. Durch die hin und hergehende Schlammführung in den übereinanderliegenden Stufen ist die Trocknung bei vergleichsweise geringem Grundflächenbedarf möglich, so daß die Vorrichtung auch auf einem Fahrzeug angeordnet werden kann.

Nach der Erfindung werden in der ersten Stufe aus dem Klärschlamm freigesetzte organische Verbindungen, insbesondere Kohlenwasserstoffe und/oder Dioxine, in der Dampfphase durch die Strahlungswärme bei Temperaturen in dem Bereich von 850 bis 1200°C gekrackt.

Ein besonderes Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die hohen Temperaturen, vorzugsweise 800 bis 1200°C, insbesondere 900 bis 1150°C in der Dampfphase bei gleichzeitigem Ausschluß von Luftsauerstoff, durch die nicht nur der Schlamm schnell eine oxidative Zersetzung Wasser abgibt, sondern auch die aus dem Schlamm in die Dampfphase übergegangenen Schadstoffe zu weniger oder nicht schädlichen Verbindungen gekrackt oder zersetzt werden.

Zweckmäßigerweise saugt man die in der ersten Stufe entwickelten Brüden durch Unterdruck in die Kondensationsstufe. Hierzu wird der Kondensator unter einem Unterdruck gehalten, beispielsweise durch einen abströmseitig der Kondensationsstufe angeordnetes Saugzugesbläse. Die nach der Kondensation verbleibenden Gase können nach einer Filtration bei der Heizöl- bzw. Heizgasverbrennung eingesetzt werden. Um eine weitgehende Brüdenkondensation zu erreichen, erfolgt die Kondensation durch Wärmeaustausch mit Kühlwasser, das im Kreislauf durch eine Tiefkühlanlage gekühlt wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe ferner vorrichtungsmäßig gelöst durch mehrere nebeneinander angeordnete Wärmestrahler mit je einer Brennkammer, deren untere Wandung als Wärmestrahlungsfläche ausgebildet ist, einem Heizöl- oder Heizgasbrenner an jeder Brennkammer und einem Wärmeaustauscher zur Lufterhitzung durch die heißen Verbrennungsgase, in einer Trocknungskammer unterhalb der Wärmestrahlungsflächen angeordnete, offene Klärschlammfördermittel, deren Förderweg sich im wesentlichen von dem einen zu dem anderen Ende des Strahlungsbereiches der Wärmestrahler erstreckt und die zur indirekten Beheizung mit Heißluft eingerichtet sind, und einen an die Trocknungskammer strömungsmäßig angeschlossenen Kondensator. Die Vorrichtung besteht demgemäß im wesentlichen aus den Heizstrahlern, die neben der Wärmestrahlung auch Heißluft erzeugen, den Klärschlammfördermitteln, die den Klärschlamm durch den Wärmestrahlungsbereich fördern, dabei der Wärmestrahlung aussetzen, wobei der Schlamm Wasser in Dampfform abgibt, sowie dem Kondensator für die Kondensation des entwickelten Wasserdampfes. Von Bedeutung ist ferner, daß der Wärmeaustauscher zur Erzeugung der Heißluft in den Wärmestrahler integriert ist und mit diesem zusammen eine kompakte Baueinheit darstellt. Daher kann auch ein fahrbarer Trockner mit mehreren dieser Wärmestrahler bestückt werden. Der einzelne Wärmestrahler erzeugt einen Wärmestrahlungskegel. Durch lineare Aneinanderreihung mehrerer Wärmestrahler erhält man einen langgestreckten Strahlungsbereich, in dem die Klärschlammfördermittel in Längsrichtung angeordnet sind.

Nach der bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung bestehen die Klärschlammfördermittel aus mehreren parallel nebeneinander angeordneten Trögen mit in den Trögen drehbaren Förderschnecken und sind die Tröge mit einem Mantel und die Förderschnecken mit einer Hohlwelle für die Beheizung mit Heißluft ausgestattet. Die in dem die Brennkammer des Wärmestrahlers ringförmig umgebenden Wärmeaustauscher erzeugte Heißluft dient zur Beheizung dieser Trogschnecken in der Weise, daß die bis zu 850°C heiße Luft zunächst durch den Trogmantel und dann in der Gegenrichtung durch die Hohlwelle der Schnecke geleitet wird. Bei dieser Ausführungsform sind vorzugsweise an den Trögen in Troglängsrichtung verlaufende, mit Öffnungen versehene Absaugkanäle angebracht, die an den Kondensator angeschlossen sind. Diese Absaugkanäle werden vom Kondensator her unter Unterdruck gehalten, so daß die aus dem Klärschlamm abgegebenen Brüden in die Absaugkanäle und von dort in den Kondensator gesaugt werden.

In weiterer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, daß unterhalb der offenen Klärschlammfördermittel wenigstens eine Lage, vorzugsweise zwei Lagen geschlossener Klärschlammfördermittel angeordnet sind, deren Förderweg im wesentlichen gleich dem Förderweg der offenen Klärschlammfördermittel sind von Lage zu Lage abwechselnd entgegengesetzte Richtungen haben. In den geschlossenen Klärschlammfördermitteln wird der teilweise getrocknete Klärschlamm weiter bis auf einen End-Feststoffgehalt von mindestens 95 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 98 Gew.-% getrocknet. Durch die lagenweise Anordnung der Klärschlammfördermittel übereinander ergibt sich eine kompakte Bauweise der Vorrichtung mit vergleichsweise geringem Grundflächenbedarf. Nach der bevorzugten Ausführungsform bestehen die geschlossenen Klärschlammfördermittel in jeder Lage aus mehreren parallel nebeneinander angeordneten Rohren mit in den Rohren drehbaren Förderschnecken, sind die Rohre mit einem Mantel und die Förderschnecken mit einer Hohlwelle zur Beheizung mit Heißluft ausgestattet und ist an jedem Rohr ein in Rohrlängsrichtung verlaufender, durch Öffnungen mit dem Rohrrinnenraum verbundener Abzugskanal angebracht, der einerseits an die zentrale Bohrung der Hohlwelle oder an den Mantel des betreffenden Rohres und andererseits an den Kondensator angeschlossen ist. Jede Lage der Klärschlammfördermittel kann aus fünf bis etwa fünfzehn, insbesondere auch acht bis zwölf Trögen bzw. Rohren bestehen. Die Beheizung der Rohre erfolgt wie die Beheizung der Tröge in der Weise, daß die Heißluft jeweils eines Wärmestrahlers in eine Lage der Rohrschnecken

eingeleitet wird. Bei der Rohrschnecke wird die Heißluft zunächst durch den Rohrmantel, anschließend von dort durch die Hohlwelle und dann von dieser durch den Abzugskanal und dann zum Kondensator geleitet. Die in den Rohren entwickelten Brüden treten durch die genannten Öffnungen in den Abzugskanal und werden mit dem Luftstrom in den Kondensator getrieben und dort kondensiert.

Vorzugsweise sind bei dieser Ausführungsform jeder Trog und die unter ihm liegenden Rohre durch abwechselnd an beiden Enden vorgesehene Stützen verbunden, so daß sich ein hin und hergehender Förderweg des Klärschlammes durch den Trog und die Rohre ergibt.

Zweckmäßigerweise sind die Stützen der untersten Lage der Schneckenrohre an ein Austragsschneckenrohr angeschlossen, das quer zu den darüberliegenden Schneckenrohren angeordnet ist. Die unterste Rohrlage, die beispielsweise aus 10 Schneckenrohren besteht, gibt den Trockenschlamm durch Stützen in das Austragsschneckenrohr ab, aus dem der Trockenschlamm seitlich ausgefrachtet wird.

Die Fördererschnecken sind an Antriebsmotoren angeschlossen, und die Drehzahl der Motoren einer Schneckenlage ist unabhängig von der Drehzahl der Motoren der anderen Schneckenlagen steuerbar. Hierdurch ist es möglich, die Verweilzeit des Klärschlammes in der Trogschneckenlage und den darunterliegenden Rohrschneckenlagen, d. h. in den einzelnen Trocknungsstufen unterschiedlich einzustellen und der Art des Schlammes bzw. der Wasserdampfgeschwindigkeit anzupassen.

Weiterhin ist vorgesehen, daß an dem einen Ende der Trocknungskammer eine durch die Kammerwandung ragende Einführeinrichtung angeordnet ist, die aufgabeseitig mit einem Beschickungstrichter verbunden ist und abgabeseitig über dem Aufgabebereich der offenen Klärschlammfördermittel endet. Die Beschickung des Beschickungstrichters mit Schlamm kann beispielsweise mittels eines Förderbandes erfolgen. Nach der bevorzugten Ausführungsform besteht die Einführeinrichtung aus einer der Anzahl der Tröge gleichen Anzahl von Einführschnecken, die Rohrschnecken sein können. Dabei ist jede Einführschnecke einem Trog zugeordnet. Die Einführschnecken können auch beheizt werden, wozu zweckmäßigerweise die aus der Hohlwelle der betreffenden Trogschnecke abströmende Warmluft dient.

Nach der bevorzugten Ausführungsform ist die Vorrichtung auf einem Auflieger-Fahrgestell angebracht. Es ist daher möglich, die mobile Vorrichtung mit einem Fahrzeug, z. B. einem Sattelschlepper, an verschiedenen Standorten zum Einsatz zu bringen. So kann auch in kleineren Klärwerken das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz kommen, wo der geringere Schlammfall nur einen zeitweiligen Betrieb der Anlage erfordert.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1: ein vereinfachtes Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2: ein vereinfachtes Flußdiagramm der Luftführung bei dem erfindungsgemäßen Verfahren;

Fig. 3: eine vereinfachte Darstellung des bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Heizstrahlers;

Fig. 4: eine Gesamtdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 5: eine perspektivische Darstellung der in der Vorrichtung verwendeten Trogschnecke; und

Fig. 6: eine perspektivische Darstellung der bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendeten Rohrschnecke, wobei ein Teil des Außenmantels weggebrochen ist.

Das Diagramm der Figur 1 zeigt die wesentlichen Stufen des erfindungsgemäßen Verfahrens und ist aus sich heraus verständlich. Figur 2 zeigt die Heißluftführung in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in schematischer Darstellungsweise. Dabei sind zur Vereinfachung nur zwei Heizstrahler dargestellt, obwohl die Vorrichtung drei oder auch mehr Strahler umfassen kann. Während die Heizstrahlung aus allen Strahlern auf die zuoberst liegenden Trogschnecken gerichtet ist, wird die von einem Heizstrahler erzeugte Heißluft jeweils nur einer Schneckenlage, also z. B. den Trogschnecken oder aber der einen oder der anderen Rohrschneckenlage zur Beheizung zugeführt. Dabei durchströmt die Luft zunächst den Mantel der Schnecke und tritt dann aus dem Mantel in die Bohrung der Schneckenwelle ein. Bei den Trogschnecken strömt die Heißluft aus der Schneckenwelle weiter zur Einführschnecke, um auch diese zu beheizen. Da diese Heißluft nur in indirektem Wärmetausch mit dem Schlamm war, enthält sie keinerlei Verunreinigungen und kann abströmseitig der Einführschnecke in die Atmosphäre abgeblasen werden. Beispielsweise wird sie mit Rauchgas vermischt dem Kamin zugeführt. Die in der Trogschnecke entwickelten Brüden werden durch den Absaugkanal in den Kondensator gesaugt und dort kondensiert. Bei der Rohrschnecke tritt die Heißluft ebenfalls zunächst in den Mantel und von dort in die Schneckenwelle ein. Anschließend durchströmt die noch warme Luft den Absaugkanal der Schnecke und fördert damit die aus dem Klärschlamm entwickelten Brüden in den Kondensator. Nach der Kondensation der Brüden wird die verbleibende Luft für die Verbrennung in den Heizstrahlern eingesetzt.

Figur 3 zeigt einen Heizstrahler 1 zur Erzeugung von Infrarotstrahlung und Heißluft, der in der erfindungsgemäßen Trocknungsvorrichtung Verwendung findet. Der Heizstrahler hat einen Heizölbrenner 2, dem durch Leitung 3 Heizöl und durch die Leitung 4 Verbrennungsluft zugeführt wird. Der Brenner 2 ist von einem zur Brennkammer 4 offenen Hohlmantel 2' umgeben, dem durch die Leitung 4 Abluft aus dem Brüdenkondensator 18 zugeführt wird. In der Brennkammer 4 herrschen Temperaturen bis zu 1700°C. Der metallische Strahlkegel 5 strahlt nach unten Wärmestrahlung ab, die unter dem Kegel zu Temperaturen bis zu 1200°C führen. Der Strahlkegel 5 ist von einem kegelförmigen Reflexionsschirm 6 umgeben, der die Wärmestrahlung bündelt. Die Kammer 4 ist von einer weiteren Kammer 7 umgeben, die von dem heißen Verbrennungsgas aus Brennkammer 4 durchströmt wird. In der Kammer 7 ist ein wendelförmig verlaufendes Rohr 8 untergebracht, das an ein Luftgebläse 9 angeschlossen ist. Das Gebläse 9 saugt Luft aus der Umgebung an und drückt sie durch den Wärmeaustauscher 8, 7. Die dabei erzeugte Heißluft verläßt den Wärmeaustauscher bei 10 mit Temperaturen bis zu 850°C, vorzugsweise 600 bis 800°C. Die in Figur 4 dargestellte erfindungsgemäße Vorrichtung ist auf einem Fahrgestell 40 angebracht, das nach Art eines Aufliegers gebaut ist und durch eine Zugmaschine gezogen werden kann. Die Vorrichtung hat drei Heizstrahler 1, deren Strahlkegel 5 Wärmestrahlung in die darunterliegende Trocknungskammer 11 abgeben. In der Trocknungskammer 11 sind zehn in Fahrzeuglängsrichtung angeordnete Trogschnecken 12 gelagert, deren Schnecken durch Elektromotoren 13 angetrieben werden. Jede Trogschnecke 12 wird durch eine Einführschnecke 14 beschickt, die ebenfalls durch einen Elektromotor 15

angetrieben wird. Die Reihe der Einführschnecken 14 nimmt den feuchten Klärschlamm von einem Beschickungstrichter 16 auf und fördert ihn bis zu einem Stutzen 17, durch den der Schlamm in den Schneckenrog 12 gedrückt wird. In dem Rog 12 ist der feuchte Klärschlamm der direkten Einwirkung der Wärmestrahlung der drei Strahler 1 ausgesetzt. Außerdem werden der Rog 12 und die Schneckenwelle noch durch Heißluft beheizt, wie weiter unten noch näher erläutert wird. Der feuchte Klärschlamm wird durch die Schnecke des Roges bis zum anderen Ende des Rohres befördert, dabei umgewälzt und bereits weitgehend getrocknet. Die entstehenden Brüden werden in einen Absaugkanal gesaugt, der weiter unten näher beschrieben wird, und darin in einen Kondensator 18 geleitet, in dem sie kondensiert werden.

Der teilweise getrocknete Klärschlamm gelangt durch den Stutzen 19 in das Schneckenrohr 20, dessen Schnecke durch einen Elektromotor 21 angetrieben wird. In dem Schneckenrohr 20 wird der teilweise getrocknete Klärschlamm wieder nach vorne zum Stutzen 22 befördert. Das Schneckenrohr 20 wird durch Heißluft aus dem mittleren Heizstrahler 1 beheizt, so daß die Trocknung des Schlammes während seiner Förderung zum Stutzen 22 weiter fortschreitet. Die hierbei entstehenden Brüden werden durch einen Absaugkanal in dem Rohr 20, der weiter unten näher beschrieben ist, mit einem Warmluftstrom abgezogen und ebenfalls dem Kondensator 18 zugeführt und kondensiert.

Der weitgehend getrocknete Klärschlamm gelangt durch den Stutzen 22 in das untere Schneckenrohr 23, in dem die fast vollständige Trocknung, d. h. die Trocknung bis auf einen Feststoffgehalt von etwa 98% erfolgt. Die Schnecke des Rohres 23 wird ebenfalls durch einen Elektromotor 24 angetrieben, wodurch der Schlamm nach hinten zum Stutzen 25 befördert wird. Der trockene Schlamm wird durch den Stutzen 25 in die querliegende Austragschnecke 26 gedrückt, die den Trockenschlamm auf einer Seite der Vorrichtung auswirft. Jeweils an beiden Enden der Schneckenröge 12 und Schneckenrohre 20, 23 sind Luftkästen 27 vorgesehen, die der in Figur 2 im einzelnen dargestellten Luftführung, speziell der Umlenkung von dem Mantel in die Bohrung der Hohlwelle dienen.

Der in Figur 5 vereinfacht dargestellte Schneckenrog 12 hat einen Hohlmantel 28, durch den die von einem Heizstrahler 1 erzeugte Heißluft geleitet wird. Die aus dem Mantel 28 abströmende Heißluft tritt dann entsprechend dem eingezeichneten Pfeil in die Bohrung 29 der Schneckenwelle 30^a ein und beheizt damit die Schnecke 30. Auf dem Schneckenrog 12 ist ein Absaugkanal 31 angebracht, der auf der Seite der Schnecke 30 eine Reihe von Öffnungen 32 aufweist. Der Absaugkanal 31 ist an den Kondensator 18 angeschlossen (nicht dargestellt), der seinerseits unter Unterdruck gehalten wird, so daß die in dem Rog 12 aus dem Klärschlamm entwickelten Brüden durch die Öffnungen 32 und den Absaugkanal 31 in den Kondensator gesaugt werden.

Das in Figur 6 dargestellte Schneckenrohr 20 ist identisch mit dem Schneckenrohr 23 sowie weiteren Schneckenrohren, die ggfs. in einer vierten Lage vorgesehen sein können. Das Schneckenrohr 20 hat einen Hohlmantel 33, in dem durch radiale Wandungen 35 ein Absaugkanal 34 abgeteilt ist. Die Schneckenwelle 36^a der Schnecke 36 ist ebenfalls zur Beheizung mit einer Bohrung 37 versehen. Im Bereich des Absaugkanals 34 ist die Innenwand 38 des Rohres 20 über seine gesamte Länge mit Öffnungen 39 versehen. Durch die Öffnungen 39 gibt der Klärschlamm Brüden in den Absaugkanal 34 ab. Die Heißluft zur Beheizung des Schneckenrohres 20 wird von einem Heizstrahler 1 kommend in Pfeilrichtung zunächst in den Rohrmantel 33 geleitet, anschließend in die Bohrung 37 der Schneckenwelle 36^a und schließlich in den Absaugkanal 34, durch den die Brüden abgeleitet und dann mit dem Luftstrom in den Kondensator 18 befördert werden.

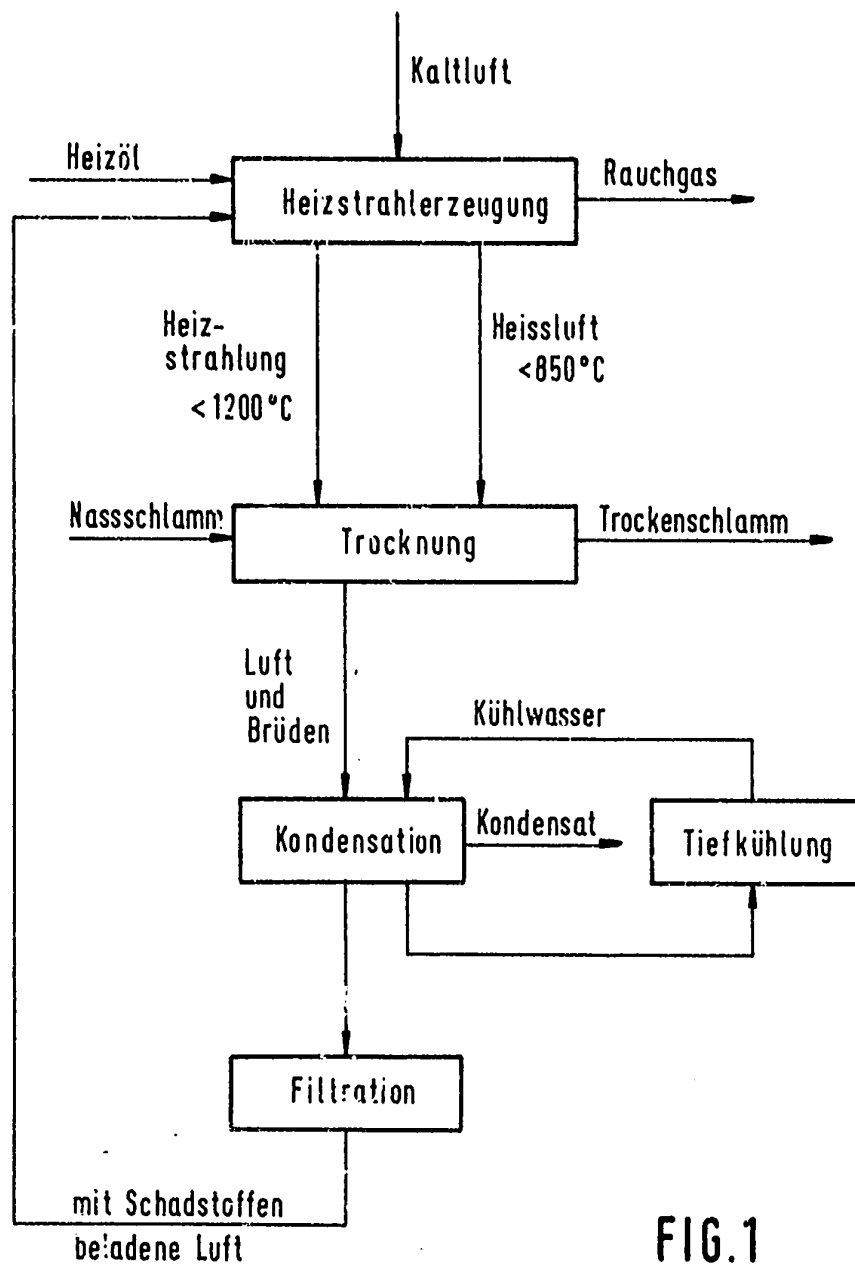


FIG.1

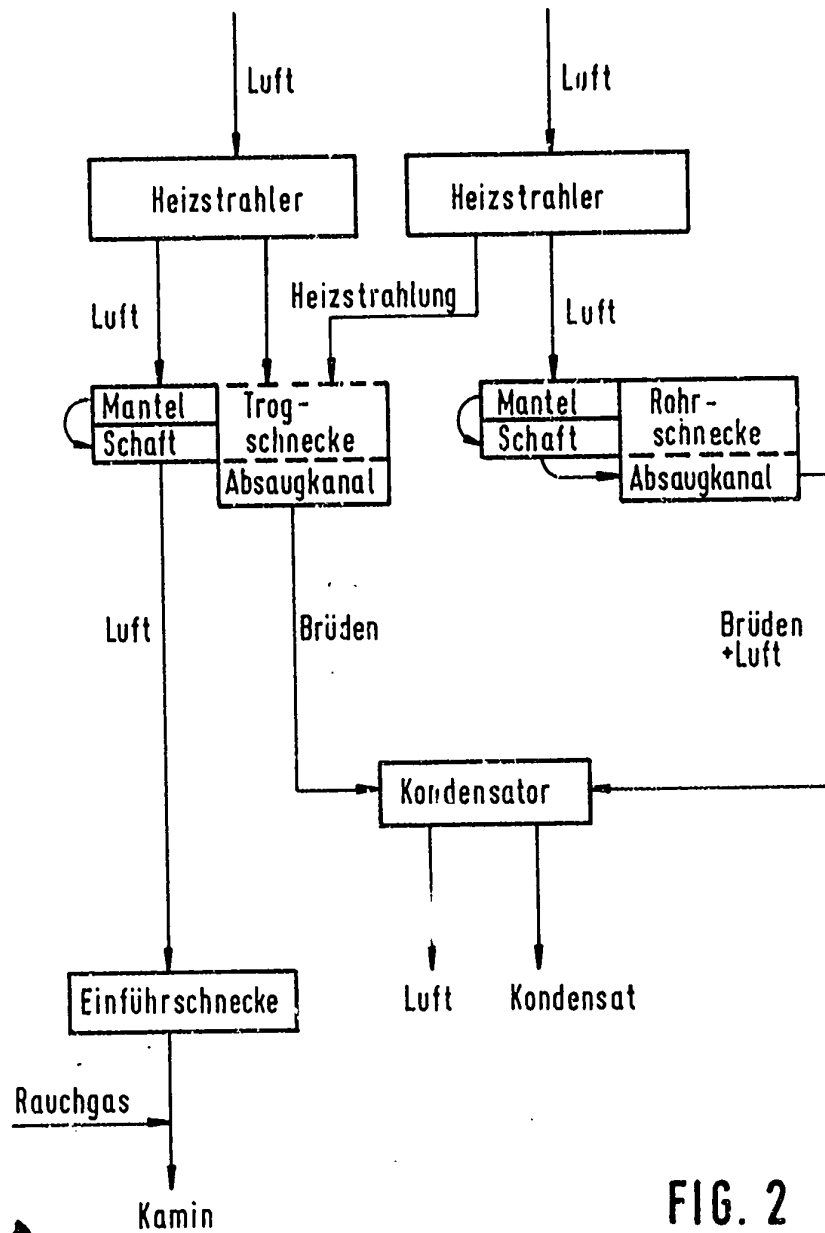


FIG. 2

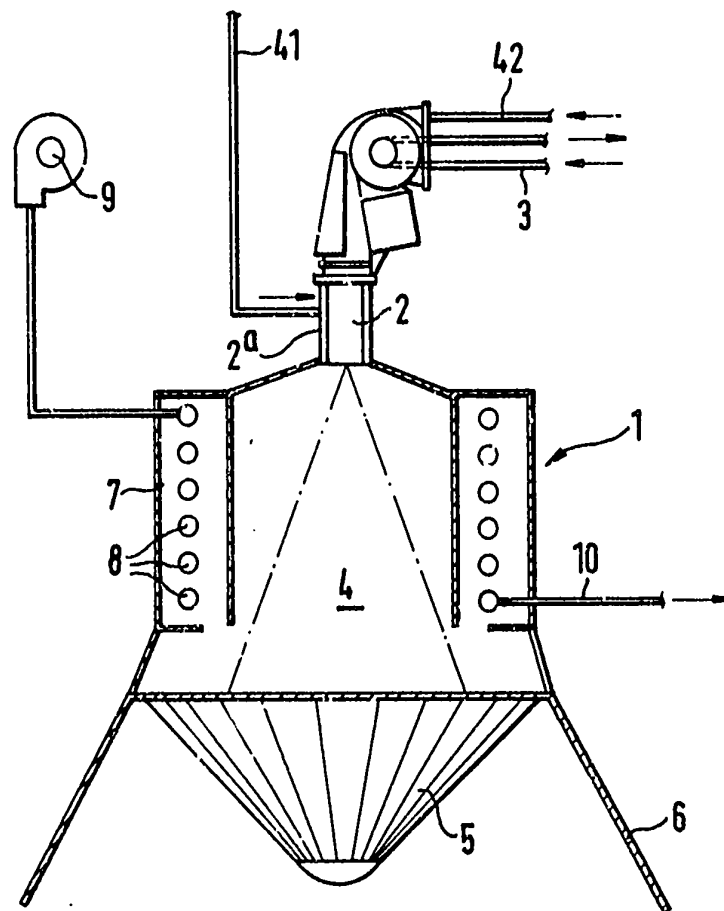


FIG. 3

FIG. 4

