



Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: **AT 393 379 B**

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2797/80

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : **C02F 11/12**

(22) Anmeldetag: 27. 5.1980

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 9.1988

(45) Ausgabetag: 10.10.1991

(30) Priorität:

28. 5.1979 CH 4940/79 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

CH-PS 478716 US-PS3954069 US-PS4099336 AT-PS 345769  
US-PS3654705 DE-OS2320614 US-PS3585732

(73) Patentinhaber:

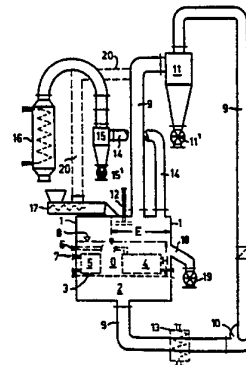
ESCHER WYSS AKTIENGESellschaft  
CH-8023 ZÜRICH (CH).

(72) Erfinder:

CURTIUS FRIEDRICH  
LINDAU (DE).

(54) VERFAHREN ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG, INSBESONDERE ZUM TROCKNEN EINES FLIESSFÄHIGEN, WASSERHALTIGEN, FEUCHTEN MATERIALS

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Behandlung, insbesondere zum Trocknen eines fließfähigen, wasserhaltigen, feuchten Materials, insbesondere eines Abwasserschlammes. Die Erfindung ist gekennzeichnet durch Führen des vorab kompaktierten bzw. granulierten Materials in ein Fließbett in einem geschlossenen Fließbettapparat, wo dieses mittels eingebauter Heizflächen zum Entstehen eines inerten Gases beheizt wird, das im wesentlichen Wasserdampf ist, wobei das Fließbett ausschließlich mit dem Gas fluidisiert wird.



AT 393 379 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Behandlung, insbesondere zum Trocknen eines fließfähigen, wasserhaltigen, feuchten Materials, insbesondere eines Abwasserschlammes.

Es handelt sich um ein Verfahren, bei welchem das zu behandelnde Material in Kontakt mit beheizten Kontaktflächen kommt, wodurch Wärme den Materialpartikeln übergeben wird. Die Kontaktflächen sind in der zu behandelnden Materialschicht eingebaut. Durch Begasung wird die Schicht zum Intensivieren des Wärmeübergangs bewegt. Ein bekannter Apparat zum Durchführen solcher Behandlungen ist, z. B. ein Kontaktfließbettrockner. Es ist bekannt, zur Begasung der Wirbelschicht heiße Luft zu benutzen. Diese Methode setzt jedoch den Temperaturen Grenzen, welche in der Schicht herrschen können. Es ist nicht möglich, in der Wirbelschicht Temperaturen herrschen zu lassen, welche oberhalb des Brennpunktes des zu behandelnden Materials liegen, da dieses zu brennen beginnen würde. D. h., daß die Temperaturen relativ niedrig gehalten werden, um das Produkt nicht zu beschädigen, so daß der durchzuführende Prozeß länger dauert als es bei höheren Temperaturen vielleicht der Fall wäre. Der Prozeß ist deswegen weniger wirtschaftlich.

In anderen Fällen wären höhere Temperaturen erwünscht, um eine Hygienisierung, Entkeimung, Desinfizierung des Produkts durch Behandlung bei einer entsprechend hohen Temperatur zu erreichen.

Dies ist beispielsweise der Fall bei thermischer Behandlung, insbesondere bei Trocknen eines Abwasserschlamms, wobei das Produkt hygienisch einwandfrei sein sollte, um es z. B. in der Landwirtschaft zur Aufbesserung des Bodens benutzen zu können.

Aus der CH-PS 478 716 ist es bekannt, vorgewärmtes Salzwasser bei direktem Wärmeaustausch mit einem immer neuen, frisch irgendwo anders (Abgas eines Kraftwerkes) entstandenen Gasstrom weiter aufzuwärmen.

Aus der US-PS 3 954 069 ist es bekannt, ein Material mit einem ständig neu in einem Kessel erzeugten Dampf zu durchströmen, welcher nachher kondensiert. Das Kondensat wird zum Kessel zurückgeführt.

Aus der US-PS 4 099 336 ist es schließlich bekannt, ein Material mit einem ständig neu erzeugten Verbrennungsabgas zu kontaktieren.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Wirtschaftlichkeit der eingangs genannten thermischen Verfahren zu verbessern, eine verbesserte Trocknung zu erreichen und die Anwendung höherer Temperaturen in der Wirbelschicht als bisher möglich zu machen. Ferner sollen durch Anwendung höherer Temperaturen neue Qualitäten des Produkts, z. B. seine Entkeimung, erreicht werden. Schließlich soll die Umweltfreundlichkeit solcher Verfahren verbessert werden, indem die Umwelt durch Abgase des Verfahrens nicht belastet wird.

Dies wird am Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß durch Führen des vorab kompaktierten bzw. granulierten Materials in ein Fließbett in einem geschlossenen Fließbettapparat, wo dieses mittels eingebauter Heizflächen zum Entstehen eines inerten Gases beheizt wird, das im wesentlichen Wasserdampf ist, wobei das Fließbett ausschließlich mit dem Gas fluidisiert wird, erreicht. Es wird somit das Fluidisieren des Fließbettes ausschließlich mit dem in dem Fließbett entstandenen Gas (Wasserdampf) vorgenommen. Damit ist es möglich, mit höheren Temperaturen ohne Beschädigung des zu behandelnden Materials zu arbeiten, was ein wirtschaftlicheres Regime mit sich bringt und gegebenenfalls noch eine Hygienisierung des Materials ermöglicht.

Bei dem vorgeschlagenen Verfahren werden also inerte Gase, z. B. beim Trocknen eines Abwasserschlamms im wesentlichen Dampf benutzt. Die inerten Gase verhindern Brennprozesse des Trockengutes. Es ist also möglich, mit höheren Produkt-Temperaturen zu arbeiten als bisher. Es ist möglich, Temperaturen zu benutzen, die z. B. eine Hygienisierung des Produkts, z. B. eines Abwasserschlamms, gewährleisten.

Es ist möglich, einen Kontaktfließbettapparat zu benutzen, bei welchem bei der Behandlung die Materialschicht oberhalb seines Anströmbodens im Bereich der beheizten Kontaktflächen gehalten wird und das Fassen der Gase oberhalb der Materialschicht vorgesehen ist, wobei das zu behandelnde Material auf die Oberfläche der Schicht oder in diese eingetragen wird.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die inerten Gase vor dem Einsatz zum Fluidisieren entstaubt werden.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind der folgenden Beschreibung und den Unteransprüchen zu entnehmen.

Im weiteren wird der Erfindungsgegenstand anhand einer Zeichnung näher beschrieben und erklärt.

Die Zeichnung zeigt eine beispielsweise Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in schematischer Darstellung.

Die dargestellte Anlage dient zum Trocknen eines flüssigkeitshaltigen Gutes, z. B. eines Abwasserschlamms, welcher vorher mechanisch entwässert und zu einem Granulat aufbereitet wurde.

Die Anlage weist einen geschlossenen Kontaktfließbettrockner (1) auf, welcher mit einem Gasverteiler (2) unterhalb eines Anströmbodens (3) versehen ist. Oberhalb des Anströmbodens (3) sind Kontaktflächen (4) und (5) angeordnet, die durch Leitungen (6) bzw. (7) an eine Wärmequelle regulierbar angeschlossen sind, z. B. an einen Dampfkessel. An den anderen Seiten der Kontaktflächen sind in diesem Fall Kondensatleitungen vorhanden zum Abführen des Kondensats. In dem durch die Kontaktflächen begrenzten Raum des Trockners wird eine Materialschicht des zu behandelnden Gutes in einer Höhe (H) zu einer Oberfläche (8) gehalten. So wird die Schicht durch die Kontaktflächen beheizt, d. h. die Wärme, welche durch die Leitungen (6) und (7) eingeführt wird, wird über die Kontaktflächen (4) und (5) auf die Partikel des Gutes beim Kontakt mit den Flächen übertragen.

Die Materialschicht wird zum besseren Wärmeaustausch begast, u. zw. ausschließlich mit den beim Trocknen

entstehenden inerten Gasen, die nach dem Austreten aus der Schicht oberhalb der Schicht gefaßt werden und im Kreislauf über eine Leitung (9), unter gleichmäßiger Verteilung über den Gasverteiler und durch den Anströmboden (3) durch die Schicht getrieben werden. Dazu ist in dem Kreislauf, in der Leitung (9) ein Gebläse (10) geschaltet. Für eine Entstaubung der inerten, kreislaufenden Gase sorgt ein Zyklon oder ein Filter (11) mit einer

Schleuse (11<sup>1</sup>). Die Gase werden in der Menge und mit solcher Geschwindigkeit durch die Materialschicht getrieben, so daß diese fluidisiert ist. In dem fluidisierten Zustand der Materialschicht ist ein sehr guter Wärmeaustausch zwischen den Kontaktflächen und dem Gut erreicht.

Die inerten Gase sind im wesentlichen die Dämpfe der bei Trocknen verdampften Flüssigkeit des zu trocknenden Gutes. Die Inertisierung stellt sich so beim Kreislaufen der Gase von selbst ein durch allmähliche Aufnahme der Dämpfe aus dem Gut, oder sie kann beim Anfahren der Anlage durch Besprühen der Kontaktflächen mittels einer Dusche (12) erzielt werden.

Im wesentlichen wird die ganze zur Verdampfung der zu verdampfenden Flüssigkeit zuzuführende Wärmemenge über die in dem Raum der Schicht eingebauten Kontaktflächen (4) und (5) in die fluidisierte Schicht geführt. Es ist naheliegend, daß die Höhe der Schicht durch die Höhe des durch die Kontaktflächen verbauten Raumes im Trockner gegeben ist. Es muß nämlich so viel Kontaktfläche eingebaut werden, welche zur

Übergabe der zuzuführenden Wärmemenge notwendig ist.

Im Falle des Bedarfes ist es möglich die kreislaufenden Gase z. B. mittels eines dem Gasverteiler (2) vorgeschalteten Wärmeaustauschers (13) aufzuheizen, welcher an eine Wärmequelle angeschlossen wäre, um z. B. eine Kondensierung der umlaufenden Gase in der Materialschicht zu vermeiden. Im anderen Falle könnte dieser Wärmeaustauscher auch an die Kondensatleitung der Kontaktflächen angeschlossen werden.

Die übrigen, den Bedarf der Begasung der Materialschicht übersteigenden Abgase werden aus dem Kontaktfließbettrockner (1) auf einem von dem Kreislauf abgezweigten Wege, d. h. durch die Leitung (14) abgeführt. An diesem Wege sind zur Hygienisierung (1) der Abgase ein Zyklon, bzw. ein Filter (15) mit einer Schleuse (15<sup>1</sup>), bzw. zur Wärmerückgewinnung z. B. ein Kondensator (16) geschaltet.

Das zu trocknende Frischgut wird in den Kontaktrockner mittels eines Förderaggregates (17) eingetragen. Z. B. kann das ein Dekanter mit einer Förderschnecke sein. Die Eintragung erfolgt auf die Oberfläche (8) der Materialschicht, und zwar in einer Entfernung (E) von der Stelle des Produktaustritts (18). In Richtung zur Produktaustrittsstelle hin gesehen ist es in der ersten Hälfte der Materialschicht.

Diese Eintragungsstelle befindet sich an einem Raum (0) der Materialschicht, welcher freigelassen ist, d. h. in welchem sich keine Kontaktflächen befinden. Diese Kontaktflächen sind in zwei Systemen (4) und (5) im Raume der Schicht eingebaut und zwischen ihnen ist ein Raum (0) freigelassen. Die beiden Systemen können unterschiedliche Wärmemengen übermitteln. So kann die Schicht in jedem der Systeme eine unterschiedliche Temperatur aufweisen. Es ist vorteilhaft, daß das Frischgut in diesen Raum (0) eingetragen wird. Es kann dort unter den Bedingungen der Fluidisierung sehr intensiv mit dem vorhandenen Trockengut vermischt werden.

Dieser Raum (0) saugt sozusagen die Wärme aus den zwei mit den Kontaktflächen beheizten Räumen auf. Diese Maßnahme hilft wesentlich zur Aufrechterhaltung der fluidisierten Schicht, da das feuchte Frischgut ständig mit genügender Menge bereits trockenen Gutes gemischt wird. Dabei muß man jedoch durch Regulieren der Wärme- und/oder der Frischgutzufuhr in die Schicht die durchschnittliche Feuchtigkeit der Schicht niedrig halten. Sie bleibt dann fluidisierbar, bricht nicht zusammen, denn bei höherer Feuchtigkeit der Schicht würden die kreislaufenden Gase, die Dämpfe kondensieren.

Zur Erhaltung der Materialschicht im fluidisierten Zustand ist ihre geometrische Form sehr wichtig. Die Schicht ist relativ hoch, schon wie erwähnt wegen der Höhe der notwendigerweise eingebauten Kontaktflächen. Es wurde auch gefunden, daß es aus dem selben Grunde wichtig ist, daß das Verhältnis: Entfernung (E)/Höhe (H), zwischen 0,1 bis 5,0 liegt.

Die Produktaustrittsstelle (18) ist, und so der Kontaktrockner (1), gegen die Atmosphäre mit einer Schleuse (19) abgeschlossen. In dem Trockner wird so ein leichter Überdruck gehalten, um eine Ansaugung der Luft aus der Umgebung zu vermeiden. Um ein Eindringen von Luft mit dem Frischgut über den Förderapparat (17) zu vermeiden, kann vorgesehen sein, daß der Weg der aus dem Trockner abzuführenden Abgase, wenigstens teilweise gegen den Strom der Frischgutzufuhr geführt ist, um dabei mit dem entgegengesetzten Strom der Abgase die Luft aus dem Frischgutstrom wegzudrängen. Eine dazu geeignete Abgasleitung ist in der Zeichnung gestrichelt angedeutet und mit (20) bezeichnet.

Andererseits kann es von Vorteil sein, z. B. bei einem übelriechenden Gut, dagegen Luft in den Trockner einzusaugen. Diese kann dann z. B. bei der Kondensation der Abgase abgesondert werden und z. B. durch Verbrennen desodoriert werden. In dem Falle kann man in dem Trockner einen leichten Unterdruck einstellen.

Das beschriebene Verfahren ist nicht nur zum Trocknen, wie beim beschriebenen Ausführungsbeispiel anwendbar. Die gleiche Technik ist auch bei anderen thermischen Prozessen anwendbar z. B. Kalzinieren von Natriumbikarbonat zu Leichtsoda durch entsprechende thermische Behandlung.

Beispiel 1 - Technische Daten eines erfindungsgemäßen Verfahrens:

## Trocknen von Klärschlamm:

5	Produktform:	Granulat, das durch Rückführen von Trockengut durch Mischen mit Frischschlamm aufbereitet wurde, Korngröße	0,1 - 8,0 mm
	Trockengutmenge:		12 000 kg
10	Wassermenge:		3 000 kg (entspr. 20 %)
	Wasserverdampfung:		3 000 kg
15	Abmessungen des Kontaktfließbettrockners:		
	Anströmboden: Länge x Breite		2,5 x 2 = 5 m <sup>2</sup>
20	Kontaktflächen:	1. System (5) 30 m <sup>2</sup> 2. System (4) 60 m <sup>2</sup>	zusammen 90 m <sup>2</sup>
	Schichthöhe (H):		H = 1,5 m
25	Längen:	Kontaktflächen (5) --- 0,75 m Kontaktflächen (4) --- 1,35 m dazwischen Aufgaberaum (0) - 0,4 m (E) = 1,35 + 1/2 (0,4) = 1,55 m (E/H) = 1,55/1,5 = 1,033	
30	Heizmedium für Kontaktflächen:		Sattdampf 30 bar/230 °C
	Heizmedium für Wärmeaustauscher (13) im Kreislauf:		Sattdampf 30 bar/230 °C
35	Kreislaufgasmenge:		14 000 kg/h bei 170 °C 28 600 m <sup>3</sup> /h
	Begasungsgeschwindigkeit:		1,6 m/sec
40	<u>Anfahren der Anlage:</u>		
45	a) Beim Einsprühen von Wasser zum Austausch des Gasvolumens in der geheizten Anlage:		
	Wassermenge:		ca. 150 ltr
	b) Einfüllen von 5 m <sup>3</sup> Trockengranulat und Aufheizen des Trockengranulats auf über 130 °C, anschließend Speisung mit Naßgut.		
50	<u>Betriebszustand:</u>		
	Produktaufgabe:		7 500 kg/1 m Bettbreite
55	Durchschnittliche Abgastemperatur:		120 °C (oberhalb der Schicht)
	Temperatur in der Aufgabebzone (0):		103 °C
	Produktendtemperatur:		125 °C

60

Temperatur im Bereich der Systeme der Kontaktflächen (4, 5):  
ca. 120 °C

Temperatur der fluidisierenden Gase: 170 °C

Abgas: 3 000 kg/h bei 120 °C aus Anlage

Möglichkeit der Wärmerückgewinnung:

Kondensation von 3 000 kg bei 1 bar = ca.  $1,618 \times 10^6$  kcal/h  
Staubanteil aus dem Zyklon (11) und (15) geht in die Aufbereitung des Granulats zurück.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur thermischen Behandlung, insbesondere zum Trocknen eines fließfähigen, wasserhaltigen, feuchten Materials, insbesondere eines Abwasserschlammes, **gekennzeichnet durch** Führen des vorab kompaktierten bzw. granulierten Materials in ein Fließbett in einem geschlossenen Fließbettapparat, wo dieses mittels eingebauter Heizflächen zum Entstehen eines inerten Gases beheizt wird, das im wesentlichen Wasserdampf ist, wobei das Fließbett ausschließlich mit dem Gas fluidisiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur ein Teil des produzierten inerten Gases zum Fluidisieren des Fließbettes benutzt wird, wobei der den Bedarf des Fluidisierens übersteigende, überschüssige Teil abgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Teil des inerten Gases gegen den Strom des frisch in das Fließbett geführten Materials geführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Temperaturniveau des fluidisierten Fließbettes über der zur Verdampfung der Flüssigkeit des zu trocknenden Materials notwendigen Temperatur, insbesondere im Bereich einer zur Entkeimung bzw. Hygienisierung des Produkts notwendigen Temperatur gehalten wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die inerten Gase vor dem Einsatz zum Fluidisieren entstaubt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Beheizen mittels der eingebauten Heizflächen in mindestens zwei Räumen des Fließbettes erfolgt, zwischen welchen jeweils ein Raum vorgesehen ist, welcher heizflächenfrei ist, wobei die Frischgutzufuhr in diesen heizflächenfreien Raum erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der heizflächenfreie Raum in der ersten Hälfte des Fließbettes vorgesehen ist, gesehen in Richtung zum Produktaustritt hin.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem ersten und in dem zweiten Raum, in welchen die Beheizung mittels der Heizflächen erfolgt, jeweils eine andere Temperatur des Fließbettes gehalten wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verhältnis zwischen der Entfernung von der Frischgutzufuhrstelle bis zu der Stelle des Produktaustritts und der Höhe des fluidisierten Fließbettes 0,1 bis 5,0 ist.

AT 393 379 B

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei großen Produktströmen die Frischgutaufgabe auf mehrere Aufgabestellen erfolgt, die jeweils in einem Raum sind, welcher keine Heizflächen aufweist, und die zu der Produktstromrichtung durch den Apparat nebeneinander oder hintereinander angeordnet sind.
- 5
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das abzuführende, überschüssige inerte Gas kondensiert und gereinigt, gegebenenfalls entgiftet wird.
- 10
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß an dem abzuführenden inerten Gas Wärmerückgewinnung vorgenommen wird.

15

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

