

**Ausschliessungspatent**Erteilt gemäÙ § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

0154 036Int.Cl.³

3(51) F 27 D 13/00

F 27 B 7/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

21) AP F 27 D/ 224 737
31) 088,522(22) 24.10.80
(32) 26.10.79(44) 17.02.82
(33) US

71) siehe (72)

72) JOHNSON, ALLEN ST. JR.;US;

73) siehe (72)

74) INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN, 1020 BERLIN, WALLSTRASSE 23/24

**54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BEHANDELN EINES FESTSTOFFES MIT EINEM STROEMENDEN
GAS**

57)Verfahren und Vorrichtung zum Waermebehandeln eines festen Behandlungsgutes, bei dem das Behandlungsgut durch einen Drehrohrföfen in einer nach unten geneigten Bewegungsbahn hindurch vorwaerts bewegt und von einem den Drehrohrföfen entgegengesetzt durchstroemenden erhitzten Gas auf hohe Temperatur erhitzt wird, wobei das als Abgas aus dem Drehrohrföfen abgefuehrte erhitzte Gas zum Vorwaermen des Behandlungsgutes verwendet wird. Ziel ist es, das Vorwaermen mit erhoehter Effektivitaet und niedrigerem Energieverbrauch durchzufuehren. Die Aufgabe besteht darin, ein sehr großes Waermeuebertragungsvermoegen bei gleichzeitiger Entfernung von Staeben aus dem Behandlungsgut im Vorwaermer zu erreichen. Dazu wird das Behandlungsgut durch einen von zwei gasdurchlaessigen Fuehrungswaenden gebildeten Kanal geleitet. Die Fuehrungswaende sind in einer nichtlinearen, zickzackfoermigen Konfiguration so angeordnet, daß sie eine duenne Schicht Behandlungsgut waehrend ihrer abwaerts gerichteten Bewegung im Kanal in eine sinusfoermige Bewegungsbahn lenken, wobei erhitztes Gas durch die Fuehrungswaende hindurch geleitet wird. Die Erfindung laeßt sich zum Waermebehandeln von Behandlungsgut, speziell zum Teil nach Korngröße vorklassiertem, anwenden. -Figur 1-

224 737 -1-

Berlin, 5. 3. 1981
AP C 04 B / 224 737
58 290 26

Verfahren und Vorrichtung zum Wärmebehandeln eines festen Behandlungsgutes

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Wärmebehandeln eines festen Behandlungsgutes, bei dem das Behandlungsgut durch einen Drehrohrofen in einer nach unten geneigten Bewegungsbahn hindurch vorwärtsbewegt und von einem den Drehrohrofen entgegengesetzt durchströmenden erhitzten Gas auf hohe Temperatur erhitzt wird, wobei das als Abgas aus dem Drehrohrofen abgeführte erhitzte Gas zum Vorwärmen des in den Drehrohrofen eingeleiteten Behandlungsgutes verwendet wird.

Die Erfindung läßt sich besonders vorteilhaft zum Wärmebehandeln von Behandlungsgut, das wenigstens zum Teil nach Korngröße vorklassiert worden ist und eine bestimmte Körnung aufweist, anwenden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt sind Verfahren und Vorrichtungen zum Wärmebehandeln eines festen Behandlungsgutes, bei denen das Behandlungsgut durch einen Drehrohrofen in einer nach unten geneigten Bewegungsbahn hindurch vorwärtsbewegt und von einem den Drehrohrofen entgegengesetzt durchströmenden erhitzten Gas auf hohe Temperatur erhitzt wird, wobei das als Abgas aus dem Drehrohrofen abgeführte erhitzte Gas zum Vorwärmen des in den Drehrohrofen eingeleiteten Behandlungsgutes verwendet wird.

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 2 -

Bei derartigen Fertigungseinrichtungen, in denen das Behandlungsgut, z. B. Minerale, durch Hindurchleiten durch einen auf hoher Temperatur gehaltenen Drehrohrofen wärmebehandelt werden, ist gewöhnlich am aufgabeseitigen Ende des Drehrohrofens ein Vorwärmer angeordnet, der das aufgegebene Material durch Inberührungbringen mit den aus dem Drehrohrofen abgeführten heißen Abgasen vorwärmt.

Wenn es sich um verhältnismäßig feinkörnige Stoffe handelt, wird der Vorwärmer häufig aus einer Reihe Zyklongehäusen gebildet, die dafür sorgen, daß der körnige Stoff in einem kaskadenförmigen Strom mit den erhitzten Gasen in Berührung kommt. Vorwärmer dieses allgemeinen Typs sind beispielsweise aus den US-PS 3 738 794, 4 004 876, 4 022 568 und 4 105 396 bekannt.

Wenn die warmzubehandelnden Minerale in verhältnismäßig grobstückiger Form vorliegen, muß ein verschiedenartig ausgebildeter Vorwärmer eingesetzt werden. Ein für die Behandlung von verhältnismäßig grobstückigen Feststoffen ausgelegter handelsüblicher Vorwärmer arbeitet absatzweise und hat eine Vorrichtung zum Positionieren eines stationären Feststoffbettes im erhitzten Gasstrom, wobei zum periodischen Entfernen des vorgewärmten Feststoffes aus dem Bett und Vorbereiten des letzteren für die Beschickung mit frischem Feststoff eine kräftige Schiebervorrichtung vorgesehen ist. Andere Vorwärmer-Typen zum Behandeln von Feststoffen sind aus den US-PS 3 159 386, 3 671 027, 3 883 294 und 4 038 025 bekannt.

Die bisher erhältlichen Feststoff-Vorwärmer haben verhältnismäßig große Abmessungen und sind sehr teuer. Die Vorwärmer weisen gewöhnlich mehrere bewegliche Teile auf, die

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 3 -

hohen Temperaturen und Temperaturänderungen ausgesetzt sind und somit im allgemeinen einen beträchtlichen Wartungsaufwand nötig machen. Außerdem sind die bekannten Feststoff-Vorwärmer von verhältnismäßig niedrigem Wirkungsgrad und lassen es zu, daß in den ins Freie abgeführten Abgasen ein beträchtlicher Anteil nutzbarer Wärmeenergie verbleibt. Wegen dieses niedrigen Wirkungsgrades und der verhältnismäßig hohen Temperatur der aus dem Vorwärmer ausgeleiteten Abgase ist es bei den herkömmlichen Feststoff-Vorwärmern im allgemeinen notwendig, die aus dem Vorwärmer austretenden Gase vor dem Filtern in einem Schlauchfiltergehäuse in irgendeiner Weise zu kühlen. Dies geschieht meistens mit einer zusätzlichen Kühlvorrichtung oder durch Einleiten von Außenluft, die sich mit den heißen Gasen vermischt und so ihre Temperatur herabsetzt. Die erstgenannte Lösung führt zu zusätzlichem Energieverbrauch, wogegen durch die letztgenannte Maßnahme das Filtersystem stärker belastet wird; eine Vergrößerung der Abmessungen und eine Erhöhung der Kosten des Filters sind die Folge.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, wobei das Behandlungsgut durch einen Drehrohrofen in einer nach unten geneigten Bewegungsbahn hindurch vorwärtsbewegt und von einem den Drehrohrofen entgegengesetzt durchströmenden erhitzten Gas auf hohe Temperatur erhitzt wird, wobei das als Abgas aus dem Drehrohrofen abgeführte erhitzte Gas zum Vorwärmen des in den Drehrohrofen eingeleiteten Behandlungsgutes verwendet wird. Das Vorwärmen geschieht mit erhöhter Effektivität und niedrigerem Energieverbrauch bei verringertem apparativem Aufwand und kleineren Abmessungen.

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 4 -

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung, wobei das Behandlungsgut durch einen Drehrohrofen in einer nach unten geneigten Bewegungsbahn hindurch vorwärts bewegt und von einem den Drehrohrofen entgegengesetzt durchströmenden erhitzten Gas auf hohe Temperatur erhitzt wird, wobei das als Abgas aus dem Drehrohrofen abgeführte erhitzte Gas zum Vorwärmen des in den Drehrohrofen eingeleiteten Behandlungsgutes verwendet wird, derart auszugestalten, um ein sehr großes Wärmeübertragungsvermögen im Vorwärmer und damit eine Ableitung der Gase aus dem Vorwärmer ohne eine zusätzliche Kühlung bei gleichzeitiger Entfernung von Stäuben aus dem Behandlungsgut im Vorwärmer zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Behandlungsgut beim Vorwärmen mit den Abgasen als verhältnismäßig dünne Schicht in einer vorbestimmten sinusförmigen Bewegungsbahn nach unten zum Drehrohrofen geleitet wird, wogegen die Abgase aus dem Drehrohrofen nach oben nacheinander von entgegengesetzten Seiten der sich nach unten bewegendenden dünnen Schicht Behandlungsgut her durch dieselbe hin- und hergelenkt werden und ihren Wärmeinhalt auf das Behandlungsgut übertragen.

Die dünne Schicht Behandlungsgut wird seitlich in entgegengesetzten Richtungen entlang einer Gruppe entgegengesetzt gerichteter, nach unten geneigter Bewegungsstrecken geführt, und an jeder dieser Bewegungsstrecken dringt das strömende Gas nach oben durch die dünne Schicht Behandlungsgut hindurch. Somit durchdringt das strömende Gas mehrmals die Schicht Behandlungsgut abwechselnd von ent-

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 5 -

gegengesetzten Seiten derselben her, wobei es jedesmal in die schrägverlaufende Schicht Behandlungsgut von unten her eindringt und an ihrer Oberseite austritt. Dadurch wird eine innige Berührung des Behandlungsgutes mit dem strömenden Gas herbeigeführt, um zwischen ihnen eine sehr wirkungsvolle Wärmeübertragung zu erreichen. Außerdem tragen die Neigung der Behandlungsgut-Bewegungsbahn und die Beziehung des Gasstromes dazu zur Entfernung aller eventuell in der Behandlungsgutschicht vorhandenen Staubteilchen bei, die dann im Gasstrom weggeschafft werden. Das Behandlungsgut wird also kontinuierlich und mit hohem Wirkungsgrad behandelt.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird diese Behandlung des Behandlungsgutes dadurch erreicht, daß ein Vorwärmer für das Behandlungsgut ein Paar gasdurchlässige Führungswände aufweist, die in einer nichtlinearen, zickzackförmigen Konfiguration mit geringem Zwischenabstand einander gegenüber ungefähr vertikal angeordnet sind, um einen langen, ungefähr vertikalen Kanal von verhältnismäßig dünnem Querschnitt zu bilden, den das Behandlungsgut in einer verhältnismäßig dünnen Schicht nach unten durchläuft, wobei jede der Führungswände von einer Gruppe sich seitlich erstreckender, mit Zwischenabstand angeordneter Latten gebildet ist, die in geneigten Wandsegmenten miteinander verbunden und so angeordnet sind, daß alle zweiten Wandsegmente aus der Vertikalachse heraus nach der anderen Seite geneigt sind, und die Latten der sich gegenüberliegenden Gruppen in der Bewegungsrichtung des Behandlungsgutes konvergierend nach unten geneigt und mit gegenseitiger Überlappung angeordnet sind, um dazwischen eine ungehinderte Gasströmung zu ermöglichen. Durch die Ausgestaltung der Führungswände wird erreicht, daß die sich im durch die Führungswände gebildeten Kanal abwärts be-

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 6 -

wegende dünne Schicht Behandlungsgut in eine sinusförmige Bahn gelenkt wird. Weiterhin sind die Latten in der Bewegungsrichtung des Behandlungsgutes deshalb nach unten geneigt und mit gegenseitiger Überlappung angeordnet, damit das Behandlungsgut leichter in seine abwärtsgerichtete Bewegungsbahn gelenkt und dabei im Kanal gehalten wird.

Vorteilhaft ist, daß mit den einzelnen Wandsegmenten der beiden Führungswände Ablenkkörper zusammenwirken, welche das aus dem Drehrohrofen ausströmende erhitzte Gas nacheinander so durch jedes der Wandsegmente lenken, daß es die dünne Schicht Behandlungsgut im Kanal seitlich in entgegengesetzten Richtungen mehrmals durchströmt.

Dabei sind die Wandsegmente unter einem Winkel zwischen etwa 10° und etwa 25° aus der Vertikalachse heraus geneigt.

Zweckmäßigerweise sind die beiden Führungswände in einem nahe der Aufgabeöffnung des Drehrohrofens angeordneten vertikalen hohlen Gehäuse angeordnet, das in seinem unteren Abschnitt eine Einlaßöffnung und in seinem oberen Abschnitt eine Auslaßöffnung für den aus dem Drehrohrofen kommenden erhitzten Gasstrom aufweist.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß mit den beiden Führungswänden nahe ihrem unteren Ende eine Walze zusammenwirkt, welche die Beschickung des Drehrohrofens mit dem Behandlungsgut steuert.

Bei Verwendung in Verbindung mit einem Drehrohrofen zum Vorwärmen des Behandlungsgutes durch Inberührungbringen mit den erhitzten Abgasen des Drehrohrofens vor ihrer Einleitung in den Drehrohrofen ist mit der Vorrichtung gemäß der Erfindung ein sehr hoher Wirkungsgrad erreichbar. Da-

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 7 -

bei werden mit dem sehr großen Wärmeübertragungsvermögen des Vorwärmers eine sehr beträchtliche Senkung der Temperatur der Ofenabgase und eine beträchtliche Vorwärmung des Behandlungsgutes erzielt. Dies senkt den Gesamtbrennstoffbedarf für den Drehrohrofen und ermöglicht eine Erhöhung seiner Durchsatzleistung. Außerdem ist es möglich, die verhältnismäßig kühlen Gase, die aus dem Vorwärmer austreten, direkt zu filtern und wegzuleiten, ohne daß die bei herkömmlichen Feststoff-Vorwärmern allgemein notwendig gewesene zusätzliche Kühlung vorgesehen werden müßte.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1: eine vereinfachte Seitenansicht einer Vorrichtung zum Wärmebehandeln von Behandlungsgut in einem Drehrohrofen mit einem Vorwärmer gemäß der Erfindung zum Vorwärmen des Behandlungsgutes vor dessen Einleitung in den Drehrohrofen,

Fig. 2: eine vereinfachte Schrägansicht des Vorwärmers gemäß der Erfindung, dessen äußeres Gehäuse mit strichpunktierten Linien gezeichnet ist, um den Innenaufbau des Vorwärmers deutlicher erkennen zu lassen,

Fig. 3: eine Seitenansicht des Vorwärmers im Schnitt,

Fig. 4: eine Schrägansicht, die den Aufbau der Feststoff-Führungswände im Innern des Vorwärmers verdeutlicht,

Fig. 5: einen vergrößerten Querschnitt durch einen Abschnitt des Vorwärmers.

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 8 -

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung zum Verarbeiten und Warmbehandeln von Stoffen in einem Drehrohrofen dargestellt, die beispielsweise zum Brennen von Kalkstein oder Rösten verschiedener anderer Mineral- oder Erzarten einsetzbar ist. Die in der dargestellten Vorrichtung verarbeiteten Minerale oder anderen festen Stoffe werden nachfolgend als Behandlungsgut bezeichnet. Dieser Begriff soll jedoch nicht mit der Beschränkung auf ein Mineral oder Gestein irgendeiner speziellen chemischen Zusammensetzung verstanden werden. Die dargestellte Vorrichtung ist speziell für die Verarbeitung von verhältnismäßig grobstückigem Behandlungsgut in Form von Brocken bis zu etwa fünf oder acht Zentimeter Durchmesser ausgelegt, zur Unterscheidung von feinkörnigem oder pulverförmigem Behandlungsgut mit einer beispielsweise wie Sand vergleichbaren Körnung. Die dargestellte Vorrichtung eignet sich speziell für die Verarbeitung von Behandlungsgut, das wenigstens zum Teil nach Korngröße vorklassiert worden ist und vorzugsweise eine Körnung zwischen etwa 19 mm und etwa 38 mm aufweist.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung enthält einen Förderer 10 zum Zuführen des Behandlungsgutes von einem nicht dargestellten Vorratslager zum oberen Ende eines Vorwärmers 11 für das Behandlungsgut. Das Behandlungsgut wird in nachstehend näher beschriebener Weise durch den Vorwärmer 11 hindurch langsam nach unten weiterbewegt und kommt dabei mit erhitzten Abgasen in Berührung, die aus einem Drehrohrofen 12 austreten. Das Behandlungsgut wird somit vor dem Eintritt in den Drehrohrofen 12 durch dessen erhitzte Abgase vorgewärmt. Das vorgewärmte Behandlungsgut wird dann im Drehrohrofen 12 in Längsrichtung vorwärtsbewegt, dabei auf die gewünschte Temperatur erhitzt, am entgegengesetzten Ende des Drehrohrofens 12 ausgetragen und in einen Kühler 13 abgegeben. Der Kühler 13 ist von bekanntem Aufbau und

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 9 -

hat einen Rost 14, auf den das erhitzte Behandlungsgut abgegeben wird, und mehrere Gebläse 15, die so angeordnet sind, daß sie Luft zum Kühlen des erhitzten Behandlungsgutes durch den Rost 14 hindurch mit dem Behandlungsgut in Berührung bringen. Das gekühlte Behandlungsgut wird vom Rost 14 entfernt und an einen Förderer 16 abgegeben, der es zur Lagerung oder anschließenden Verwendung wegschafft.

Die das Behandlungsgut im Kühler 13 durchströmende Luft wird durch das Behandlungsgut erhitzt und wird aus dem Kühler 13 in ein Ende des langen Drehrohrofens 12 eingeleitet. Letzterer hat einen langen, hohlen, rohrförmigen Körper 17, der um seine Längsachse drehbar an entsprechenden Stützsäulen 18 gelagert und über eine entsprechende Kupplung von einem Antriebsmotor 19 in der von einem Pfeil angegebenen Richtung antreibbar ist. Der Körper 17 ist wie üblich mit einer leichten Neigung angeordnet, so daß durch seine Drehung das Behandlungsgut in Längsrichtung allmählich durch den Drehrohrofen 12 hindurch vorwärtsbewegt wird. Der Drehrohrofen 12 weist ferner einen Brenner 21 auf, der mit Kohlenstaub oder einem anderen zweckdienlichen Brennstoff betreibbar und am abgabeseitigen Ende des Körpers 17 in einem Gehäuse 22 angeordnet ist. Der Brenner 21 richtet eine Flamme in Längsrichtung in den Innenraum des Körpers 17 des Drehrohrofens 12, um so das im Drehrohrofen 12 enthaltene Behandlungsgut auf eine gewünschte Temperatur zu erhitzen. Die erhitzte Luft und die Verbrennungsgase des Brenners 21 strömen in Längsrichtung durch den Körper 17 des Drehrohrofens 12, entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung des Behandlungsgutes im Drehrohrofen 12, und treten am entgegengesetzten Ende des Körpers 17 in den Vorwärmer 11 aus.

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 10 -

Im Vorwärmer 11 werden die heißen Gase mit dem einlaufenden Behandlungsgut in Berührung gebracht, das somit vor seiner Einleitung in den Drehrohrofen 12 vorgewärmt wird, während gleichzeitig die Temperatur der Abgase gesenkt wird. Die Gase treten am oberen Ende des Vorwärmers 11 aus und werden über ein Rohr 23 einem Staubsammelkasten 24 zugeführt, in dem schwerere Staub- und andere Feststoffteilchen aus dem Gasstrom entfernt werden. Die Gase werden dann über ein Rohr 25 einer entsprechenden Filtriervorrichtung 26 zugeleitet. Beim dargestellten Beispiel ist die Filtriervorrichtung 26 ein Schlauchfiltergehäuse eines zum Abscheiden von Stäuben und anderen feinteiligen Stoffen aus einem Gasstrom üblicherweise verwendeten Typs mit mehreren langen, rohrförmigen, sack- oder schlauchähnlichen Filterelementen. Die aus der Filtriervorrichtung 26 ausströmenden Gase gelangen über ein Rohr 27 zu einem Gebläse 28, das dazu dient, den Gasstrom durch das Schlauchfiltergehäuse, den Vorwärmer 11 und den Drehrohrofen 12 hindurch anzusaugen. Die Gase werden dann über einen Schornstein 29 ins Freie abgegeben.

Die Temperatur der aus dem Drehrohrofen 12 austretenden Gase beträgt meistens etwa 590 bis 680 °C. Beim Austritt aus dem Vorwärmer 11 ist die Temperatur der Gase auf etwa 65 bis 95 °C abgesenkt. Diese sehr beträchtliche Temperatursenkung, die dem hohen Wirkungsgrad des Vorwärmers 11 zuzuschreiben ist, ermöglicht die direkte Weiterleitung der Abgase zur Filtriervorrichtung 26, ohne daß zur Gastemperatursenkung zusätzliche Kühlmaßnahmen oder die Einleitung von Umgebungsluft vorgesehen werden müßten, wie es bisher bei Anlagen dieses allgemeinen Typs für die Warmbehandlung von derartigem Behandlungsgut notwendig gewesen ist. Dadurch, daß die Wärme der Abgase zuverlässig aufgefangen und auf das einlaufende

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 11 -

Behandlungsgut übertragen wird, wird eine beträchtliche Menge sonst vergeudeter Energie eingespart und der Brennstoffbedarf des Brenners 21 herabgesetzt. Diese Anordnung ermöglicht außerdem eine beträchtlich größere Produktionsleistung des Drehrohrofens 12, so daß das Behandlungsgut rascher verarbeitet wird.

Gemäß Fig. 2 und 3 weist der Vorwärmer 11 ein vertikales, hohles Gehäuse 31 von überwiegender Längserstreckung auf, das beim dargestellten Beispiel von kreisrundem Querschnitt ist. Das Gehäuse 31 hat an seinem unteren Ende eine Einlaßöffnung 32, die mit einem Ende des Körpers 17 des Drehrohrofens 12 in Verbindung steht, um die aus diesem austretenden heißen Abgase aufzufangen. Das Gehäuse 31 ist mit einem zweckdienlichen Isolierstoff 33 ausgekleidet, der als Schutz für das Gehäuse 31 selbst dient und Wärmeverluste durch Strahlung aus dem Gehäuse 31 verhindert. An seinem oberen Ende weist das Gehäuse 31 eine Auslaßöffnung 34 auf, durch welche die Gase aus dem Gehäuse 31 ausströmen und dann über das Rohr 23 zum Staubsammelkasten 24 geleitet werden.

Im Gehäuse 31 erstreckt sich in dessen Längsrichtung ein Paar Führungswände 36 für das Behandlungsgut. Die Führungswände 36 sind in geringem Abstand einander gegenüber so angeordnet, daß sie zwischen sich einen langen, sich vertikal erstreckenden Kanal 35 oder Rutsche für das Behandlungsgut bilden. Der Kanal 35 ist von verhältnismäßig dünnem Querschnitt, nimmt das Behandlungsgut an seinem oberen Ende auf und hält es bei seiner abwärtsgerichteten Bewegung im Kanal 35 in einer verhältnismäßig dünnen Schicht oder Bett von beispielsweise etwa 10 bis 12,5 cm Dicke. Beim gezeigten Beispiel sind die Führungswände 36 in einer nichtlinearen, zickzackförmigen Konfiguration angeordnet, so daß die dünne

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 12 -

Schicht Behandlungsgut bei ihrer Abwärtsbewegung im Kanal 35 einer sinusförmigen Bewegungsbahn folgt.

Die nichtlinear, zickzackförmig verlaufenden Führungswände 36 setzen sich je aus einer Gruppe von geneigten Wandsegmenten 37 zusammen, von denen jedes unter einem verhältnismäßig kleinen Winkel aus der Vertikalachse heraus geneigt ist. Der Neigungswinkel der einzelnen Wandsegmente 37 in bezug auf die Vertikalachse beträgt vorzugsweise zwischen etwa 10° und etwa 25° , insbesondere zwischen 17° und 18° . Die einzelnen Wandsegmente 37, die zusammen jede Führungswand 36 bilden, sind so angeordnet, daß jedes zweite Wandsegment 37 nach einer Seite und die dazwischenliegenden Wandsegmente 37 nach der entgegengesetzten Seite in bezug auf die Vertikalachse geneigt sind. Die dünne Schicht Behandlungsgut wird somit bei ihrer Abwärtsbewegung durch den Kanal 35 entlang einer Reihe von nach unten geneigten Bewegungsstrecken seitlich in entgegengesetzte Richtungen hin- und hergelenkt.

Die den Kanal 35 für das Behandlungsgut bildenden Führungswände 36 sind von gasdurchlässiger Konstruktion, um es den heißen Gasen im Gehäuse 31 zu ermöglichen, die dünne Schicht Behandlungsgut ungehindert zu durchströmen. Beim gezeigten Beispiel sind die zickzackförmig verlaufenden, gasdurchlässigen Führungswände 36 im Innenraum des Gehäuses 31 so angeordnet, daß die darin strömenden heißen Gase mehrmals durch die Führungswände 36 hindurchgelenkt und mit der zwischen den Führungswänden 36 gehaltenen dünnen Schicht Behandlungsgut in Berührung gebracht werden. Von den Führungswänden 36 ragen in deren Längsrichtung mit Zwischenabstand mehrere, beim gezeigten Beispiel plattenförmige Ablenkörper 38 nach außen zum umgebenden Gehäuse 31 so heraus, daß sie den Gasstrom in einer sinusförmigen,

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 13 -

nach oben gerichteten Bewegungsbahn mehrmals durch die Führungswände 36 hindurch seitlich hin- und herlenken und somit die heißen Gase mehrmals in und durch die nach unten sich vorwärtsbewegende dünne Schicht Behandlungsgut richten.

Gemäß Fig. 3 erstreckt sich zwischen den oberen Enden der Führungswände 36 und dem umgebenden Gehäuse 31 eine Wand 41, die zum offenen oberen Ende des Kanals 35 hin geneigt ist und am oberen Ende des Gehäuses 31 einen Aufgabetrichter bildet, der einen Vorrat Behandlungsgut aufnimmt und das Behandlungsgut in den Kanal 35 lenkt. Unterhalb des unteren Endes der Führungswände 36 bildet eine lange zylindrische Walze 42 ein Hindernis am unteren Ende des Kanals 35, so daß dieser mit Behandlungsgut zumindest annähernd gefüllt bleibt. Die Walze 42 ist gemäß Fig. 2 durch einen Antriebsmotor 43 antreibbar, um das Behandlungsgut aus dem unteren Ende des Kanals 35 mit gesteuerter Dosierung abzugeben. Vorzugsweise ist die Drehgeschwindigkeit des Antriebsmotors 43 an die Drehgeschwindigkeit des Drehrohrofens 12 so gebunden, daß bei einer Erhöhung der Drehgeschwindigkeit des Drehrohrofens 12 die Drehgeschwindigkeit der Walze 42 entsprechend erhöht wird, um dem Drehrohrföfen 12 Behandlungsgut rascher zuzuführen. Das am unteren Ende des Kanals 35 abgegebene vorgewärmte Behandlungsgut fällt unter dem Einfluß der Schwerkraftwirkung durch ein Einlaßrohr 44 hindurch in den Innenraum des Drehrohrofens 12.

Gemäß Fig. 4 und 5 sind die den Kanal 35 bildenden gasdurchlässigen Führungswände 36 für das Behandlungsgut jalousieartig aus einer Gruppe paralleler Latten 46 aufgebaut, die sich seitlich über fast die gesamte Breite

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 14 -

des Kanals 35 erstrecken und an sich gegenüberliegenden massiven Endwänden 47 befestigt sind. Die Latten 46 jeder Gruppe sind mit Zwischenabstand angeordnet, damit das Gas zwischen ihnen ungehindert durchströmen kann. Zwischen einander benachbarten Latten 46 sind in deren Breitenrichtung mit Zwischenabstand verstärkende Abstandsstücke 48 angeordnet, um die bauliche Festigkeit der Führungswand 36 zu vergrößern. Die Latten 46 sind in der Bewegungsrichtung des Behandlungsgutes nach unten geneigt und konvergieren mit den Latten 46 der gegenüberliegenden Gruppe. In jeder Gruppe sind die Latten 46 mit gegenseitiger Überlappung angeordnet, um die Führung des Behandlungsgutes in seiner abwärtsgerichteten Bewegungsbahn zu erleichtern sowie gleichzeitig das Behandlungsgut im Kanal 35 einzuschließen und zu halten und auch das ungehinderte Ein- und Durchdringen des Gasstromes in und durch die dünne Schicht Behandlungsgut zu ermöglichen.

Die einzelnen Wandsegmente 37, die zusammen die Führungswände 36 bilden, sind aus der Vertikalachse heraus so geneigt, daß die sich vorwärtsbewegende Behandlungsgutsäule nach unten einer geneigten sinus- oder zickzackförmigen Bewegungsbahn folgt. Der aufwärtsgerichtete Gasstrom wird so durch die einzelnen Wandsegmente 37 hindurchgelenkt, daß die Gase in die dünne Schicht Behandlungsgut stets von dem unteren der beiden sich gegenüberliegenden Wandsegmente 37 her eindringen und die Behandlungsgutschicht durch das obere der beiden zusammengehörenden Wandsegmente 37 verläßt. Wie in Fig. 5 durch Pfeile a angedeutet, bewirkt somit der jalousieartige Aufbau der Wandsegmente 37, daß die heißen Gase in die geneigte dünne Schicht Behandlungsgut nach unten unter einem Winkel hineingelenkt werden, ungefähr in der gleichen Richtung wie die Bewegungsrichtung des Behandlungs-

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 15 -

gutes. Die Strömung des Gases unterstützt somit die Abwärtsbewegung der Behandlungsgutschicht, statt sie zu stören oder ihr entgegenzuwirken, wie es geschehen könnte, wenn das Gas in einer verschiedenen Richtung die Behandlungsgutschicht durchströmen würde. Durch die schräge Durchströmung der Behandlungsgutschicht mit dem Gas wird durch den jalousieartigen Aufbau des Wandsegmentes 37 auch die Strecke vergrößert, die das Gas zum Durchdringen der Schicht zurücklegen muß; somit werden die Berührung und die Wärmeübertragung zwischen dem Gas und dem Behandlungsgut begünstigt.

Die schräge Anordnung der Wandsegmente 37 hat auch große Bedeutung für eine wirkungsvolle Entfernung von Staub und anderen feinteiligen Stoffen aus dem Behandlungsgut und für die Beseitigung von Verstopfungsgefahr der Gaskanäle zwischen den einzelnen Latten 46 als Folge von Staubansammlung zwischen den Latten 46. Gemäß Fig. 5 ist das Behandlungsgut in nächster Nähe des unteren der beiden Wandsegmente 37, wo also das Gas in die Behandlungsgutschicht eindringt, verhältnismäßig dicht gepackt, da es das Gewicht des darüberliegenden Behandlungsgutes trägt. Dagegen trägt das Behandlungsgut in nächster Nähe der Austrittswand, also des gemäß Fig. 5 rechten Wandsegmentes 37, das Gewicht des darüberliegenden Behandlungsgutes nicht und ist somit offener gepackt. Dies ermöglicht es, daß sich das losere Behandlungsgut während seiner Abwärtsbewegung in der Säule bewegt und dreht und das ungehinderte Fortspülen jedes von ihm mitgeführten Staubteilchens durch den ausströmenden Gasstrom ermöglicht. Außerdem sind die Latten 46 an der Ausströmwand mit verhältnismäßig großem Winkel nach oben schräggestellt, und die Gase werden entsprechend den Pfeilen b in Fig. 5 zwischen den Latten 46 schräg nach oben gelenkt. Die verhältnismäßig große Schrägstellung der Latten 46 trägt dazu bei, die Gaskanäle frei von jeder Staub-

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 16 -

ansammlung zu halten, da die freiliegenden Flächen der Latten 46 zu steil geneigt sind, als daß sich Staubteilchen daran anlagern könnten, und das strömende Gas hat das Bestreben, allen Staub, der sich an den Lattenflächen ansammeln könnte, fortzuspülen.

Wenn Staub oder anderes feinteiliges Material aus der Behandlungsgutsäule entfernt wird, haben die schwereren Teilchen das Bestreben, sich niederschlagen oder herabzufallen, statt im Gasstrom mitgerissen zu werden, und lagern sich an der Oberseite der Ablenkkörper 38 ab. Beim dargestellten Beispiel sind die Ablenkkörper 38 von den Führungswänden 36 weg nach unten und außen zum umgebenden Gehäuse 31 hin geneigt und dienen somit dazu, den Staub oder das feinteilige Material nach außen zum Gehäuse 31 hin zu lenken. Da das Gehäuse 31 von kreisrundem Querschnitt ist, sind die schräggestellten Ablenkkörper 38 gemäß Fig. 2 von halbelliptischer Gestalt und lenken somit die Staub- oder Feststoffteilchen in einem konvergierenden Strom zu ihrem tiefstgelegenen Punkt. An dieser Stelle ist in der Wand des Gehäuses 31 eine Öffnung 51 ausgebildet, durch die hindurch sich der angesammelte Staub aus dem Gehäuse 31 entfernen läßt. An die Öffnung 51 ist eine Leitung 52 angeschlossen, über die sich der Staub an einen entsprechenden Sammelplatz wegschaffen läßt. Jedem der Ablenkkörper 38 im Vorwärmer 11 sind eine ähnliche Öffnung 51 und eine ähnliche Leitung 52 zugeordnet.

Aufgrund der zickzackförmigen Anordnung der Führungswände 36 und dank des Einbaues der Ablenkkörper 38 werden die heißen Gase aus dem Drehrohröfen 12 durch die dünne Schicht Behandlungsgut in wechselnden Richtungen, d. h. zuerst von einer und dann von der anderen Seite der Behandlungsgut-

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 17 -

schicht her mehrmals hindurchgeleitet. Folglich wird in jeder Stufe eine verschiedene Seite oder Fläche des Behandlungsgutes den strömenden Gasen ausgesetzt, um dadurch die Wärmeübertragung von den strömenden Gasen auf das Behandlungsgut zu maximieren.

Nach mehrmaligem Durchtritt in entgegengesetzten Richtungen durch die dünne Schicht Behandlungsgut und bei Erreichen des oberen Abschnittes des Gehäuses 31 haben die Gase eine beträchtliche Temperatursenkung erfahren und ihren Wärmeinhalt an das Behandlungsgut abgegeben. Die auf diese Weise gekühlten Gase verlassen das Gehäuse 31 über die Auslaßöffnung 34 und werden durch das Rohr 23 hindurch zum Staubsammelkasten 24 geleitet, in dem sie unter einen Ablenkkörper 24a gelenkt werden. Wegen des ihnen im Innern des Staubsammelkastens 24 zur Verfügung stehenden beträchtlich größeren Strömungsquerschnittes verlieren die Gase beträchtlich an Strömungsgeschwindigkeit. Dies ermöglicht es, daß von den zuvor im Gasstrom mitgeführten Staub- und Feststoffteilchen zusätzliche Mengen aus dem Gasstrom ausfallen, bevor letzterer zur Filtriervorrichtung 26 geleitet wird.

224 737

5. 3. 1981

AP'C 04 B / 224 737

58 290 26

- 18 -

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zum Wärmebehandeln eines festen Behandlungsgutes, bei dem das Behandlungsgut durch einen Drehrohrofen in einer nach unten geneigten Bewegungsbahn hindurch vorwärtsbewegt und von einem den Drehrohrofen entgegengesetzt durchströmenden erhitzten Gas auf hohe Temperatur erhitzt wird, wobei das als Abgas aus dem Drehrohrofen abgeführte erhitzte Gas zum Vorwärmen des in den Drehrohrofen eingeleiteten Behandlungsgutes verwendet wird, gekennzeichnet dadurch, daß das Behandlungsgut beim Vorwärmen mit den Abgasen als verhältnismäßig dünne Schicht in einer vorbestimmten sinusförmigen Bewegungsbahn nach unten zum Drehrohrofen (12) geleitet wird, wogegen die Abgase aus dem Drehrohrofen (12) nach oben nacheinander von entgegengesetzten Seiten der sich nach unten bewegenden dünnen Schicht Behandlungsgut her durch dieselbe hin- und hergelenkt werden, und ihren Wärmeinhalt auf das Behandlungsgut übertragen.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß ein Vorwärmer (11) für das Behandlungsgut ein Paar gasdurchlässige Führungswände (36) aufweist, die in einer nichtlinearen, zickzackförmigen Konfiguration mit geringem Zwischenabstand einander gegenüber ungefähr vertikal angeordnet sind, um einen langen, ungefähr vertikalen Kanal (35) von verhältnismäßig dünnem Querschnitt zu bilden, den das Behandlungsgut in einer verhältnismäßig dünnen Schicht nach unten durchläuft, wobei jede der Führungswände (36) von einer Gruppe sich seitlich erstreckender, mit Zwischenabstand angeordneter Latten (46) gebildet ist, die zu geneigten Wandsegmenten (37) miteinander verbunden und so ange-

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 19 -

ordnet sind, daß alle zweiten Wandsegmente (37) aus der Vertikalachse heraus nach einer Seite und die dazwischen angeordneten Wandsegmente (37) aus der Vertikalachse heraus nach der anderen Seite geneigt sind, und die Lat-
ten (46) der sich gegenüberliegenden Gruppen in der Bewegungsrichtung des Behandlungsgutes konvergierend nach unten geneigt und mit gegenseitiger Überlappung angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß mit den einzelnen Wandsegmenten (37) der beiden Führungswände (36) Ablenkkörper (38) zusammenwirken, welche das aus dem Drehrohrofen (12) ausströmende erhitzte Gas nacheinander so durch jedes der Wandsegmente (37) lenken, daß es die dünne Schicht Behandlungsgut im Kanal (35) seitlich in entgegengesetzten Richtungen mehrmals durchströmt.
4. Vorrichtung nach Punkt 2 oder 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Wandsegmente (37) unter einem Winkel zwischen etwa 10° und etwa 25° aus der Vertikalachse heraus geneigt sind.
5. Vorrichtung nach einem der Punkte 2 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die beiden Führungswände (36) in einem nahe der Aufgabeöffnung des Drehrohrofens (12) angeordneten vertikalen, hohlen Gehäuse (31) angeordnet sind, das in seinem unteren Abschnitt eine Einlaßöffnung (32) und in seinem oberen Abschnitt eine Auslaßöffnung (34) für den aus dem Drehrohrofen (12) kommenden erhitzten Gasstrom aufweist.

224 737

5. 3. 1981

AP C 04 B / 224 737

58 290 26

- 20 -

6. Vorrichtung nach einem der Punkte 2 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß mit den beiden Führungswänden (36) nahe ihrem unteren Ende eine Walze (42) zusammenwirkt, welche die Beschickung des Drehrohrofens (12) mit dem Behandlungsgut steuert.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen





