



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

## **Office européen des brevets**



(11)

EP 0 819 900 A1

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
21.01.1998 Patentblatt 1998/04

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F26B 3/08**

(21) Anmeldenummer: 96111495.6

(22) Anmeldetag: 17.07.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE DK FI SE**

AT DE DK FI SE

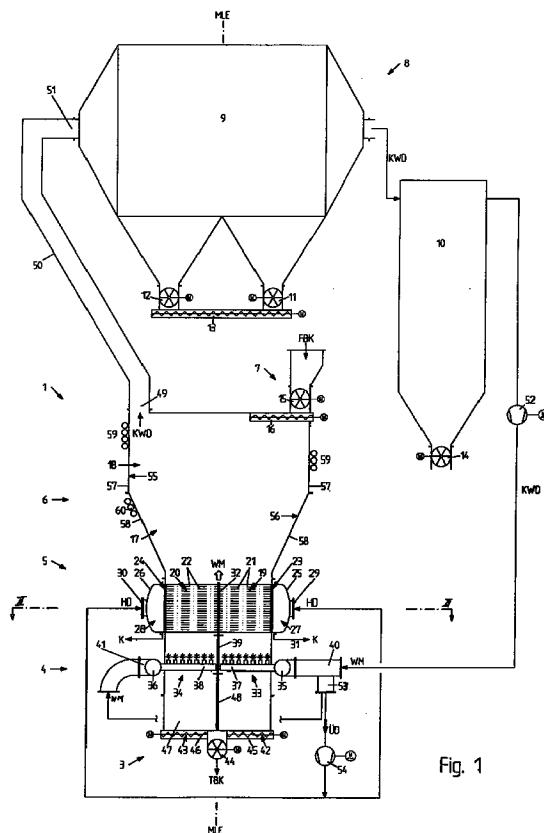
(71) Anmelder:  
**GEA Wärme- und Umwelttechnik GmbH**  
**44809 Bochum (DE)**

(72) Erfinder:  
**Schaberg, Ulrich Dr.Ing.  
45529 Hattingen (DE)**

(74) Vertreter:  
Ksoll, Peter, Dr.-Ing. et al  
Bergstrasse 159  
44791 Bochum (DE)

## (54) Anlage zur Dampf-Wirbelschicht-Trocknung von Rohbraunkohle

(57) Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Dampfwirbelschicht-Trocknung gebrochener Rohbraunkohle (FBK) mit mindestens zwei Trocknungsaggregaten (1). Die Trocknungsaggregate (1) sind modular aufgebaut und umfassen in vertikaler Übereinanderanordnung eine Abzugseinheit (3) für getrocknete Braunkohle (TBK), eine Düsenboden-Einheit (4), eine Wärmeübertrager-Einheit (5), eine Dampfwirbelschichttrockner-Einheit (6) sowie eine Aufgabeeinheit (7) für die Rohbraunkohle (FBK). Dem Trocknungsaggregat (1) ist eine Entstaubungsvorrichtung (8) zugeordnet. Die Modularbauweise ermöglicht eine wirtschaftliche Fertigung und eine einfache Wartung und Reparatur. Die Trocknungsaggregate (1) werden kolonnenweise zu einer Anlage für den großtechnischen Einsatz in Kraftwerken zusammengefaßt.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Dampf-Wirbelschicht-Trocknung gebrochener Rohbraunkohle.

Braunkohle hat als Primärenergieträger wesentliche Bedeutung bei der Elektrizitätserzeugung, insbesondere in der sogenannten Grundlast für die Dauerverbraucher, und wird in großem Umfang zur Erzeugung und Lieferung von elektrischer Energie in Kraftwerken verbrannt.

Um den Einsatz dieser wichtigen Primärenergie auch unter ökologischen Aspekten dauerhaft zu sichern, ist man bestrebt, den Wirkungsgrad der Braunkohlenverstromung weiter zu steigern und den Schadstoffausstoß wirkungsvoll zu vermindern.

Rohbraunkohle weist einen Wassergehalt von ca. 50 % bis 60 % auf. Zur Steigerung der energetischen Ausnutzung der Braunkohle in einem Kraftwerk trägt die Absenkung des Wassergehaltes der Rohbraunkohle wesentlich bei. Je stärker der Wassergehalt reduziert ist, umso höher ist der Wirkungsgrad bei der Dampfproduktion und Elektroenergie-Erzeugung. Auch anlagentechnisch wirkt sich die Trocknung der Braunkohle vorteilhaft aus, da die bei der Verbrennung aus der Braunkohle verdampfte Wassermenge mitbestimmend ist für die Bemessung der Ofen- und Abgasanlagenquerschnitte.

Neben der Trocknung in Röhrentrocknern ist auch die Dampf-Wirbelschicht-Trocknung der gebrochenen Rohbraunkohle bekannt. Solche Dampfwirbelschichttrockner gehören beispielsweise durch die DE-OS 37 24 960 oder die DD 224 649 A1 zum Stand der Technik. Dabei werden die Rohbraunkohleteilchen unter Verwendung von Dampf als Wirbelmedium fluidisiert und eine wesentliche Erhöhung des Wärmeübergangs an beheizten Wärmeübertragereinbauten des Trockners erreicht. Für die Beheizung wird in der Regel Wasserdampf als Heizmedium eingesetzt.

Mit der Dampfwirbelschichttechnik ist ein hoher Trocknungsgrad, eine hohe Leistungsübertragungsdichte und eine hohe Trocknungsqualität erreichbar, und zwar bei vergleichsweise geringer äußerer Energiezufuhr, weil als Wirbelmedium der ausgetriebene Kohlenwasser-Dampf benutzt wird und dessen Verdampfungswärme bei relativ hoher Temperatur als Kondensationswärme wieder genutzt werden kann.

Nachteilig wirken sich jedoch die hohen Investitionskosten bei sehr großen Abmessungen der Trocknungssystem-Elemente aus. An seine Grenzen stößt diese Technik bei großtechnischen Kraftwerks-Einsätzen, wo ein hoher Kohlendurchsatz gefordert ist. Dies ist bei den heutigen Kraftwerken mit Blöcken einer Leistung von 600 MW oder sogar geplanten 900 MW der Fall. Die bekannten Dampfwirbelschichttrockner können den Anforderungen solcher Kraftwerke hinsichtlich ihrer Durchsatzleistung, Betriebssicherheit, Wartungsfreundlichkeit und Fertigungsmöglichkeit nicht gerecht werden, da hierfür Anlagendimensionen erforderlich

sind, bei denen in Dampfwirbelschichttrocknern bekannter Bauweise mit großen Einheitsleistungen Probleme bei der Realisierung homogen fluidisierter Wirbelschichten auftreten.

5 Nachteilig wirkt sich bei den bekannten Trocknern auch aus, daß diese mit relativ hohen Systemdrücken betrieben werden. Folglich müssen die großen Druckbehälter konstruktiv entsprechend aufwendig ausgelegt werden. Dies führt zu einer deutlichen Kostensteigerung. Solche Druckbehälter führen auch zwingend zu runden Behälterabmessungen. Darüberhinaus führen die hohen Drücke zu einem schlechteren thermodynamischen Wirkungsgrad beim Trocknungs- und Kraftwerksprozeß.

10 Ein weiteres Problem ergibt sich daraus, daß die Trocknungsanlagen nur am Kraftwerksstandort aufgebaut werden können. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß es sich um Druckapparate handelt, die besonderen sicherheitstechnischen Anforderungen unterliegen. Ein Transport von komplett montierten Trocknungsaggregaten zum Kraftwerksstandort scheitert jedoch bei den erforderlichen Dimensionen an den infrastrukturellen Gegebenheiten. Folglich müßte ein Trocknungsaggregat zerlegt und am Kraftwerksstandort wieder zusammengeschweißt werden. Hierfür ist jedoch sehr viel Arbeitsaufwand erforderlich. Zusätzlicher Aufwand entsteht auch durch die notwendige Prüfung der Schweißnähte am Kraftwerksstandort.

15 Der Erfindung liegt ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, eine Anlage zur Trocknung gebrochener Rohbraunkohle unter Anwendung der bekannten Dampfwirbelschichttechnik für den seriенreifen, großtechnischen Einsatz in Großkraftwerken zu schaffen, die in kompakter Bauweise wirtschaftlicher zu fertigen, einfach zu warten und reparaturfreundlicher ist.

20 Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den im Anspruch 1 aufgeführten Merkmalen.

25 Kernpunkt der Erfindung bildet die Maßnahme, mindestens zwei Trocknungsaggregate vorzusehen, welche aus einzelnen Modulen aufgebaut sind. Die Leistung einer Trocknungsanlage wird durch die Anzahl der Trocknungsaggregate bestimmt, welche zu einer Trockner-Kolonne zusammengeschaltet werden. Dabei ist eine Anordnung der Trocknungsaggregate in einer Linie (Straße) ebenso wie eine kreisförmige Anordnung denkbar, bei der die einzelnen Trocknungsaggregate ein Kreissegment bilden.

30 In vertikaler Übereinanderanordnung umfaßt jedes Trocknungsaggregat eine Abzugseinheit für die getrocknete Braunkohle, eine Düsenboden-Einheit zur Einleitung des Wirbelmediums, eine Wärmeübertrager-Einheit, eine sich nach oben erweiternde Dampfwirbelschichttrockner-Einheit sowie eine Aufgabeeinheit für die Rohbraunkohle. Jedem Trocknungsaggregat ist eine Entstaubungsvorrichtung zugeordnet. Dabei kann grundsätzlich jedem Trocknungsaggregat eine eigene Entstaubungsvorrichtung zugeordnet sein. Möglich ist

es aber auch, daß eine Entstaubungsvorrichtung mehreren Trocknungsaggregaten nachgeschaltet ist.

Als Entstaubungsvorrichtung können Grobstaubzyklone, Elektrofilter und/oder Gewebefilter zum Einsatz gelangen. Auch die Kombination mit weiteren Staubabscheidevorrichtungen ist möglich und jeweils abhängig von der weiteren Nutzung des aus der Rohbraunkohle ausgetriebenen Kohlenwasser-Dampfs.

Die Dampfwirbelschichttrockner-Einheit ist so konzipiert, daß sie sich nach oben hin erweitert. Hierdurch wird eine Geschwindigkeitsabsenkung des aufwärts strömenden Kohlenwasser-Dampfs erreicht und die Mitnahme bzw. der Austrag von Feinkorn und Staub minimiert.

Zweckmäßig wird die Dampfwirbelschichttrockner-Einheit in zwei Abschnitte getrennt, und zwar in einen Abschnitt mit einem durchgehend rechteckigen Querschnitt und einen sich erweiternden Abschnitt. Dieser ist in der Seitenansicht trapezförmig, wodurch die Querschnittsfläche kontinuierlich nach oben hin zunimmt.

In der Dampfwirbelschichttrockner-Einheit können zusätzlich Heizflächenpakete und Leitbleche installiert sein. Durch die Anordnung von Leitblechen kann die Ausbildung von nachteiligen, in homogenen Strömungskanälen im fluidisierten Wirbelschichtbett verhindert werden.

Am Kraftwerkstandort werden die einzelnen weitestgehend vorgefertigten Module der Trocknungsaggregate zu beliebigen Leistungsgrößen (Trocknerstraßen) zusammengefügt und untereinander mediendicht gekoppelt. Diese Modulbauweise läßt ein hohes Maß an Werstattfertigung zu. So ist auch eine Serienfertigung möglich, da es sich bei den einzelnen Modulen und Wiederholelementen handelt. Es werden im allgemeinen Rechteckquerschnitte eingesetzt.

Die vorgefertigten Module können komplett oder in kleinere Einheiten zerlegt ohne großen logistischen und transporttechnischen Aufwand zum Kraftwerkstandort gebracht und dort installiert werden. Der Zeitaufwand für den Aufbau ist gering.

Die Bauweise der jeweiligen Modul-Bauelemente ist für verschiedene Leistungsgrößen verwendbar, ohne Neukonstruktionen oder Neuentwicklungen vornehmen zu müssen.

Darüberhinaus wird auch eine wesentliche Erleichterung bei Reparatur- oder Wartungsarbeiten an der Trocknungsanlage erreicht, da ein einfacher Ein- und Ausbau der einzelnen Komponenten möglich ist. Auch bei Ausfall eines Trocknungsaggregats kann die Anlage in Betrieb bleiben.

Ein weiterer erfundungswesentlicher Vorteil ist darin zu sehen, daß jede Dampfwirbelschichttrocknungs-Einheit so ausgelegt werden kann, daß homogen fluidisierbare Wirbelschichtquerschnittsflächen gewährleistet sind. Demgemäß werden ein kontinuierlicher großer Durchsatz und eine qualitativ hochwertige Trocknung der Rohbraunkohle in den einzelnen Trocknungsaggregaten realisiert.

Jedes Trocknungsaggregat kann eine stündliche Leistung zwischen 6 t bis 10 t Trockenbraunkohle erreichen. Die Gesamtleistung einer Trocknungsanlage wird dann durch die entsprechende Anzahl von Trocknungsaggregaten bestimmt.

Als verfahrenstechnisch vorteilhaft wirkt sich aus, daß die Trocknungsaggregate mit geringen Systemdrücken betrieben werden können. Auf den Einsatz von aufwendigen kosten- und fertigungsintensiven Druckgefäßern kann daher verzichtet werden. Durch die Dampfatmosphäre im Trocknungsaggregat handelt es sich um ein inertes System, so daß auch eine Brand- oder Explosionsgefahr minimiert ist.

Im Trocknungsaggregat wird die von oben über die Aufgabeeinheit kontinuierlich zugeführte Rohbraunkohle vom Wirbelmedium von unten nach oben durchströmt. Als Wirbelmedium wird der aus der Rohbraunkohle ausgetriebene Kohlenwasser-Dampf benutzt. Die Menge an Wirbelmedium und dessen Strömungsgeschwindigkeit sind so abgestimmt, daß die Rohbraunkohlenschüttung in die Wirbelschicht übergeht. Hierbei wird die Gewichtskraft der Braunkohlenkörner durch die entgegengesetzte gerichtete Strömungskraft des Wirbelmediums nahezu aufgehoben. Die fluidisierte Braunkohlenschüttung verhält sich dann flüssigkeitsähnlich und fließt durch die Wärmeübertrager-Einheit. Hier findet eine intensive Wärmeübertragung durch hohe Turbulenz statt und das in der Rohbraunkohle enthaltene Wasser wird verdampft. Auf diese Weise kann eine zuverlässige Trocknung der Rohbraunkohle auf einen beliebigen Restwassergehalt von kleiner 30 % erreicht werden.

Wesentlich ist, daß der turbulente Wärmeübergang an der gesamten Wärmeübertragerfläche durch eine voll funktionsfähige Wirbelschicht in allen Betriebszuständen aufrechterhalten bleibt. Die Wirbelgeschwindigkeit liegt oberhalb des Wirbelpunkts und bleibt in etwa konstant unabhängig vom Kohlemassenstrom. Erreicht wird das durch einen Dampfkreislauf, zu dem mindestens zur Überwindung der Strömungsverluste noch ein Gebläse gehört, das immer einen Teil des Kohlenwasser-Dampfs im Kreislauf fördert.

Die getrocknete Braunkohle kann anschließend über die unterhalb der Düsenboden-Einheit angeordnete Abzugseinheit entnommen werden.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des allgemeinen Erfindungsgedankens ist in den Merkmalen des Anspruchs 2 zu sehen. Danach weisen mindestens die Düsenboden-Einheit, die Wärmeübertrager-Einheit und die Dampfwirbelschichttrockner-Einheit zweier nebeneinander angeordneter Trocknungsaggregate jeweils eine gemeinsame Trennwand auf.

Diese Bauweise ist sowohl in fertigungstechnischer als auch in konstruktiver Hinsicht vorteilhaft. Zwischen die Trennwände können dann die Einzelaggregate integriert werden.

Nach den Merkmalen des Anspruchs 3 sind die Innenflächen mindestens der Außenwände der Dampf-

wirbelschichttrockner-Einheit sowie der Aufgabeeinheiten und der Abzugseinheiten beheizbar.

Auf diese Weise können Anbackungen im Inneren des Trocknungsaggregats vermieden werden. Die Heiztemperatur wird so eingestellt, daß sie oberhalb der Kondensationstemperatur des im Trocknungsaggregat geführten Kohlenwasser-Dampfes liegt. Eine Kondensation des Dampfes an den Innenflächen der Außenwände der Dampfwirbelschichttrockner-Einheiten bzw. in den Aufgabeeinheiten oder den Abzugseinheiten wird folglich verhindert und ein Anhaften von Kohlenstaub im Kondensatfilm unterbunden.

Die Beheizung kann grundsätzlich auf unterschiedlichste Weise vorgenommen werden. Eine für die Praxis zweckmäßige Ausführungsform kann beispielsweise durch außen verlegte Heizrohrschnüre realisiert werden.

Gemäß den Merkmalen des Anspruchs 4 umfaßt jede Wärmeübertrager-Einheit Wärmeübertragerrohre, die zur Horizontalen geneigt angeordnet sind. Dabei liegen die Eintrittsöffnungen der Wärmeübertragerrohre im niedrigsten Höhenniveau.

Die Wärmeübertragerrohre werden mit Heizdampf beschickt. Dieser kondensiert an den Innenwänden durch die Abkühlung beim Wärmeübergang während der Trocknung. Die Neigung der Wärmeübertragerrohre sorgt für einen kontinuierlichen Abfluß des hierbei anfallenden Kondensats.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ist in den Merkmalen des Anspruchs 5 charakterisiert. Danach umfaßt jede Wärmeübertrager-Einheit zwei Gruppen von gebündelten Wärmeübertragerrohren. Diese sind ebenfalls leicht geneigt angeordnet und steigen von der Dampfeinlaßseite zur Mittellängsebene hin an.

Durch die Aufteilung des Wärmeübertragers in zwei Gruppen wird eine Gewichtsreduzierung und eine Verringerung der Abmessungen der einzelnen Baukomponenten erreicht. Demgemäß ist deren Fertigung, Montage und Handhabung bei der Installation und Wartung einfach.

Die beiden Gruppen werden in Serien vorgefertigt bereitgestellt. Für den Einbau in ein Trocknungsaggregat müssen sie nur seitlich in die Wärmeübertrager-Einheit eingeschoben und montiert werden.

Zweckmäßigerverweise ist in der vertikalen Mittellängsebene eine Stützwand für die Wärmeübertragerrohre angeordnet, wie dies Anspruch 6 vorsieht.

Die Stützwand kann Öffnungen aufweisen, die einen Übertritt von Wirbelmedium und/oder Braunkohle gestatten.

Ebenso vorteilhaft ist es, in der Düsenboden-Einheit zwei getrennte nebeneinander liegende Rostdüsenböden (offene Düsenböden) anzutragen, wie dies Anspruch 7 vorsieht.

Damit ist eine Aufteilung in gut handhabbare kompakte Einzelkomponenten möglich. Der Ein- und Ausbau erfolgt ebenso wie die Beschickung der Rostdüsenböden mit Wirbelmedium jeweils von einer

der Außenseiten des Trocknungsaggregats her.

Nach den Merkmalen des Anspruchs 8 erfolgt die Verbindung zwischen dem Kohlenwasser-Dampf-Auslaß jeder Dampfwirbelschichttrockner-Einheit und dem Einlaß der Entstaubungsvorrichtung durch eine im wesentlichen vertikal geführte Rohrleitung. Damit werden Staubablagerungen im Rohrleitungssystem verhindert bzw. reduziert.

Die getrocknete Braunkohle verläßt ein Trocknungsaggregat kontinuierlich über die Abzugseinheit. In der Praxis bewährt haben sich hierfür Zellenradschleusen, denen die getrocknete Braunkohle mittels einer Förderschnecke zugeführt wird.

Dabei ist es möglich, zwei getrennte Förderschnecken einzusetzen mit gegenläufig ausgerichteten Wendeln, die das Trockengut zur mittig angeordneten Zellenradschleuse transportieren, wie dies Anspruch 9 vorsieht.

Grundsätzlich kann aber auch eine Förderschnecke vorgesehen werden, welche zwei Abschnitte mit einer entsprechend gegenläufigen Wendelführung aufweist (Anspruch 10).

Eine erfindungsgemäße Anlage zur Trocknung von Rohbraunkohle setzt sich aus Trocknungsaggregaten zusammen, die aus transportfähigen Modulen aufgebaut werden. Diese können in einem hohen Maß werkstattmäßig vorgefertigt werden.

Eine erfindungsgemäße Anlage weist praktisch keine Leistungsgrenze auf, da die Gesamtleistung allein durch die Anzahl der kolonnenweise zusammenge schalteten Trocknungsaggregate bestimmt wird. Vorteilhaft ist auch, daß die Konstruktion der einzelnen Module universell auch bei verschiedenen Größen beibehalten werden kann. Verfahrenstechnisch vorteilhaft ist insbesondere die Tatsache, daß in jedem Trocknungsaggregat ein homogen fluidisierbarer Wirbel schichtquerschnitt realisiert wird. Im einzelnen Trocknungsaggregat herrschen nur geringe Drücke, was sicherheitstechnische Vorteile mit sich bringt.

Darüberhinaus zeichnet sich die erfindungsgemäße Anlage durch ein hohes Maß an Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit aus, da eine gute Zugänglichkeit und ein leichter Austausch einzelner Komponenten gewährleistet ist.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 in technisch generalisierter Darstellungs weise einen vertikalen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Anlage und

Figur 2 einen horizontalen Längsschnitt durch die Darstellung der Figur 1 entlang der Linie II-II.

Die Figur 1 zeigt einen vertikalen Querschnitt durch ein Trocknungsaggregat 1 einer Anlage 2 zur Dampf-

Wirbelschicht-Trocknung gebrochener Rohbraunkohle, wie sie in der Figur 2 schematisch dargestellt ist.

Bei der Anlage 2 sind insgesamt zehn Trocknungsaggregate 1, 1'-1<sup>X</sup> kolonnenweise zusammengeschaltet.

Ein Trocknungsaggregat 1 umfaßt in vertikale Übereinanderanordnung eine Abzugseinheit 3 für getrocknete Braunkohle TBK, eine Düsenboden-Einheit 4, eine Wärmeübertrager-Einheit 5, eine Dampfwirbelschichttrockner-Einheit 6 sowie eine Aufgabeeinheit 7 für die feuchte Rohbraunkohle FBK.

Oberhalb des Trocknungsaggregats 1 ist eine Entstaubungsvorrichtung 8 angeordnet. Die Entstaubungsvorrichtung 8 umfaßt einen Elektrofilter 9 für die Grobabscheidung, dem ein Gewebefilter 10 für die Feinabscheidung nachgeschaltet ist.

Der im Elektrofilter 9 abgeschiedene Staub wird über die Zellenradschleusen 11, 12 ausgetragen und über die Fördereinrichtung 13 abtransportiert. Der Austrag des Gewebefilters 10 ist durch die Zellenradschleuse 14 verdeutlicht.

Feuchte Rohbraunkohle FBK in einem Körnungsbereich von 0 bis 10 mm wird im Betrieb durch die Aufgabeeinheit 3 über eine Zellenradschleuse 15 und eine Förderschnecke 16 in die Dampfwirbelschichttrockner-Einheit 6 kontinuierlich aufgegeben und fällt abwärts gegen das aufwärts strömende Wirbelmedium WM. Als Wirbelmedium WM kommt der aus der Rohbraunkohle ausgetriebene und gereinigte Kohlenwasser-Dampf KWD zum Einsatz.

Die Dampfwirbelschichttrockner-Einheit 6 umfaßt einen sich im Querschnitt nach oben hin trapezförmig erweiternden Abschnitt 17, an den sich ein rechteckiger Abschnitt 18 anschließt. Durch die Querschnittserweiterung in der Dampfwirbelschichttrockner-Einheit 6 kann eine Geschwindigkeitsabsenkung des aufwärts strömenden Kohlenwasser-Dampfes KWD erreicht werden. Auf diese Weise wird der Austrag von Feinkorn reduziert.

Unter der Dampfwirbelschichttrockner-Einheit 6 ist die Wärmeübertrager-Einheit 5 angeordnet. Diese umfaßt im wesentlichen zwei Gruppen 19, 20 mit zur Horizontalen geneigt angeordneten Wärmeübertragerrohren 21, 22. Die Wärmeübertragerrohre 21, 22 sind so ausgerichtet, daß sie von ihrer Dampfeinlaßseite 23, 24 zur Mittellängsebene MLE hin leicht ansteigen.

Außenseitig sind die Wärmeübertragerrohre 21, 22 durch Haubenböden 25, 26 geschlossen. Die Haubenböden 25, 26 bilden Kammern 27, 28 für die Zuführung von Heizdampf HD. Über Einlässe 29, 30 in den Haubenböden 25, 26 erfolgt die Beschickung der Kammern 27, 28 mit Heizdampf HD. Dieser durchströmt die Wärmeübertragerrohre 21, 22, wobei deren Neigung für einen kontinuierlichen Abfluß des anfallenden Kondensats K sorgt. Das Kondensat K wird über die hier ange deuteten Abzüge 31 abgeführt.

Mittig stützen sich die Wärmeübertragerrohre 21, 22 auf einer vertikal ausgerichteten Wand 32 ab.

In der Düsenboden-Einheit 4 sind zwei Rostdüsenböden 33, 34 eingegliedert. Diese umfassen jeweils eine Verteilerkammer 35, 36, an die eine Reihe parallel nebeneinander liegender Düsenrohre 37, 38 angeschlossen sind. Die Rostdüsenböden 33, 34 werden seitlich in die Düsenboden-Einheit 4 eingeschoben und liegen eingebaut auf beiden Seiten der Mittellängsebene MLE. Zwischen den Rostdüsenböden 33, 34 ist eine Trennwand 39 angeordnet. Über die Anschlußleitungen 40, 41 wird die Düsenboden-Einheit 4 mit dem gereinigten Kohlenwasser-Dampf KWD als Wirbelmedium WM beschickt.

Die getrocknete Braunkohle TBK kann über die Abzugseinheit 3 aus dem Trocknungsaggregat 1 abgezogen werden. Hierzu wird die getrocknete Braunkohle TBK über zwei getrennte Förderschnecken 42, 43 einer Zellenradschleuse 44 zugeführt. Hierzu weisen die Förderschnecken 42, 43 gegenläufig ausgerichtete Wendeln 45, 46 auf.

Die Seitenwände 47 der Abzugseinheit 3 verlaufen trichterartig auf die mittig angeordnete Zellenradschleuse 44 zu. Durch eine Wand 48 ist die Abzugseinheit 3 mittig geteilt.

Zur Erzielung der Wirbelschicht wird gereinigter Kohlenwasser-Dampf KWD über die Düsenboden-Einheit 4 und die Rostdüsenböden 33, 34 in das Trocknungsaggregat 1 geleitet. Dieser ist mit einer geringen Temperaturdifferenz überhitzt (druckabhängig). Der Kohlenwasser-Dampf KWD durchströmt die feuchte Rohbraunkohle FBK auf dem Weg durch die Wärmeübertrager-Einheit 5 und die Dampfwirbelschichttrockner-Einheit 6 von unten nach oben. Die zu trocknende Braunkohle wird von dem durchströmenden Kohlenwasser-Dampf in einen schwebartigen Zustand versetzt. Die eingelegte Menge Kohlenwasser-Dampf KWD und die Anströmgeschwindigkeit sind so gesteuert, daß im Bereich oberhalb der Wärmeübertrager-Einheit 5 eine homogene Wirbelschicht entsteht. Es liegen dann außerordentlich günstige Verhältnisse bei der Wärmeübertragung vor. Auf dem Weg durch die Wärmeübertrager-Einheit 5 aus der nach unten fließenden Braunkohle Kohlenwasser getrieben und der Wassergehalt auf ca. 10 % Restfeuchte abgesenkt.

Der ausgetriebene Kohlenwasser-Dampf KWD wird über den Auslaß 49 aus der Dampfwirbelschichttrockner-Einheit 6 abgeführt und durch die Rohrleitung 50 zum Einlaß 51 des Elektrofilters 9 geleitet. Durch die überwiegend vertikale Führung der Rohrleitung 50 werden Staubablagerungen in ihr vermieden.

Der Kohlenwasser-Dampf KWD wird zunächst grob und im nachgeschalteten Gewebefilter 10 fein gereinigt. Anschließend kann der Kohlenwasser-Dampf KWD wieder als Wirbelmedium WM benutzt werden. Über ein Kreislaufgebläse 52 wird der Kohlenwasser-Dampf KWD der Düsenboden-Einheit 4 zugeführt. Das Kreislaufgebläse 52 sorgt für einen Ausgleich der im System entstehenden Druckverluste durch Reibungswiderstände und ähnlichem.

Überschüssiger Dampf ÜD kann über einen Abgang 53 entnommen werden, um den Druck im Trocknungsaggregat 1 konstant zu halten. Damit wird auf die Massenbilanz ausgeglichen. Der Überschußdampf ÜD wird mittels eines Gebläses 54 verdichtet und als Heizdampf HD für die Wärmetauscher-Einheit 5 benutzt. Die Dampfführung ist durch den Pfeil ÜD verdeutlicht. Selbstverständlich kann der Überschußdampf ÜD auch anderweitig genutzt werden.

Um eine Kondensation des Kohlenwasser-Dampfs KWD an den Innenflächen 55, 56 der Dampfwirbelschichttrockner-Einheit 6 zu vermeiden, sind dessen Außenwände 57, 58 beheizbar. Hierzu sind Heizschlangen 59, 60 an den Außenwänden 57, 58 verlegt. Diese sind in der Figur 1 nur angedeutet. Ebenso sind die Abzugseinheit 3 und die Aufgabeeinheit 7 beheizbar.

Im Trocknungsaggregat 1 herrschen nur geringe Drücke. Im Betrieb beträgt der Druck im oberen Bereich der Dampfwirbelschichttrockner-Einheit 6 etwa 1 bar. Zum unteren Bereich der Dampfwirbelschichttrockner-Einheit 6 herrscht eine Druckdifferenz von ca. 0,2 bar, erzeugt durch das Kreislaufgebläse 52. Aufwendige Druckgefäße sind bei dieser Auslegung nicht erforderlich.

Wie aus der Figur 2 hervorgeht, weisen die Wärmeübertrager-Einheiten 5, 5', 5" jeweils zweier nebeneinander liegender Trocknungsaggregate 1, 1', 1" eine gemeinsam Trennwand 61, 62 auf.

Eine gemeinsame Trennwand weisen auch die Düsenboden-Einheiten und die Dampfwirbelschichttrockner-Einheiten der Trocknungsaggregate 1-1<sup>x</sup> auf. Dies lässt einen konstruktiv und anlagentechnisch günstigen Aufbau der Trocknungsanlage 2 zu. So kann vorab ein Gerüst aufgebaut werden, in das von den Außenseiten 63, 64 her die erforderlichen Einzelkomponenten der Wärmeübertragergruppen 19, 20, die Rostdüsenböden 33, 34 und die Förderschnecken 42, 43 eingeschoben werden.

#### Patentansprüche

#### Bezugszeichenaufstellung

1 -	Trocknungsaggregat	12 -	Zellenradschleuse v. 9
	1' - Trocknungsaggregat	13 -	Fördereinrichrung
	1 <sup>x</sup> - Trocknungsaggregat	14 -	Zellenradschleuse v. 10
2 -	Anlage	15 -	Zellenradschleuse v. 7
3 -	Abzugseinheit	5 16 -	Förderschnecke v. 7
4 -	Düsenboden-Einheit	17 -	Abschnitt v. 6
5 -	Wärmeübertrager-Einheit	18 -	Abschnitt v. 6
	5' - Wärmeübertrager-Einheit	19 -	Gruppe v. Wärmeübertragerrohren
	5" - Wärmeübertrager-Einheit	20 -	Gruppe v. Wärmeübertragerrohren
6 -	Dampfwirbelschichttrockner-Einheit	10 21 -	Wärmeübertragerrohre
7 -	Aufgabeeinheit	22 -	Wärmeübertragerrohre
8 -	Entstaubungsvorrichtung	23 -	Dampfeinlaßseite
9 -	Elektrofilter	24 -	Dampfeinlaßseite
10 -	Gewebefilter	15 25 -	Haubenboden
11 -	Zellenradschleuse v. 9	26 -	Haubenboden
		27 -	Kammer
		28 -	Kammer
		29 -	Einlaß
		30 -	Einlaß
		20 31 -	Kondensatabzug
		32 -	Stützwand
		33 -	Rostdüsenboden
		34 -	Rostdüsenboden
		35 -	Verteilerkammer
		25 36 -	Verteilerkammer
		37 -	Düsenrohr
		38 -	Düsenrohr
		39 -	Trennwand
		40 -	Anschlußleitung
		30 41 -	Anschlußleitung
		42 -	Förderschnecke
		43 -	Förderschnecke
		44 -	Zellenradschleuse
		45 -	Wendel v. 42
		35 46 -	Wenden v. 43
		47 -	Seitenwand v. 3
		48 -	Trennwand
		49 -	Auslaß v. 6
		50 -	Rohrleitung
		40 51 -	Einlaß v. 9
		52 -	Kreislaufgebläse
		53 -	Abgang
		54 -	Gebläse
		55 -	Innenfläche
		45 56 -	Innenfläche
		57 -	Außenwand
		58 -	Außenwand
		59 -	Heizschlange
		60 -	Heizschlange
		50 61 -	Trennwand
		62 -	Trennwand
		63 -	Seite v. 2
		64 -	Seite v. 2
		55 FBK -	Feuchtbraunkohle
		HD -	Heizdampf
		K -	Kondensat
		KWD -	Kohlenwasser-Dampf
		MLE -	Mittellängsebene

TBK - Trockenbraunkohle  
 ÜD - Überschußdampf  
 WM - Wirbelmedium

1. Anlage zur Dampf-Wirbelschicht-Trocknung gebro- 5  
 chener Rohbraunkohle, mit mindestens zwei Trock-  
 nungsaggregaten (1, 1'-1<sup>X</sup>), bei welcher jedes  
 Trocknungsaggregat (1, 1'-1<sup>X</sup>) in Modulbauweise in  
 vertikaler Übereinanderanordnung eine Abzugsein-  
 heit (3) für getrocknete Braunkohle, eine Düsenbo-  
 den-Einheit (4), eine Wärmeübertrager-Einheit (5),  
 eine sich nach oben erweiternde Dampfwirbel-  
 schichttrockner-Einheit (6) sowie eine Aufgabeein-  
 heit (7) für die Rohbraunkohle umfaßt und jedem  
 Trocknungsaggregat (1, 1'-1<sup>X</sup>) eine Entstaubungs-  
 vorrichtung (8) zugeordnet ist.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeich- 10  
 net**, daß mindestens die Düsenboden-Einheit (4),  
 die Wärmeübertrager-Einheit (5) und die Dampfwir-  
 belschichttrockner-Einheit (6) zweier nebeneinan-  
 der angeordneter Trocknungsaggregate (1, 1', 1'')  
 jeweils eine gemeinsame Trennwand (61, 62) auf-  
 weisen.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekenn- 15  
 zeichnet**, daß die Innenflächen (55, 56) minde-  
 stens der Außenwände (57, 58) der  
 Dampfwirbelschichttrockner-Einheiten (6) sowie  
 der Aufgabeeinheiten (7) und der Abzugseinheiten  
 (3) beheizbar sind.
4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 20  
**dadurch gekennzeichnet**, daß jede Wärmeüber-  
 trager-Einheit (5) zur Horizontalen geneigt ange-  
 ordnete Wärmeaustauscherrohre (21, 22) umfaßt.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 25  
**dadurch gekennzeichnet**, daß jede Wärmeüber-  
 trager-Einheit (5) zwei Gruppen (19, 20) von  
 gebündelten Wärmeübertragerrohren (21, 22) auf-  
 weist, welche von der Dampfeinlaßseite (23, 24)  
 zur Mittellängsebene (MLE) hin ansteigen.
6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 30  
**dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils etwa in der  
 vertikalen Mittellängsebene (MLE) eine Stützwand  
 (32) für die Wärmeübertragerrohre (21, 22) vorge-  
 sehen ist.
7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 35  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Düsenboden-  
 Einheit (4) zwei auf beiden Seiten der Mittellängs-  
 ebene (MLE) liegende Rostdüsenböden (33, 34)  
 aufweist.
8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 40  
**dadurch gekennzeichnet**, daß ein Kohlenwasser-
- Dampf-Auslaß (49) jeder Dampfwirbelschichttrock-  
 ner-Einheit (6) und ein Einlaß (51) der Entstaub-  
 ungsvorrichtung (8) durch eine im wesentlichen  
 vertikal geführte Rohrleitung (50) verbunden sind.
9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 45  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Abzugseinheit  
 (3) zwei getrennte Förderschnecken (42, 43) mit  
 gegenläufig ausgerichteten Wendeln (45, 46)  
 umfaßt.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 50  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Abzugseinheit  
 eine Förderschnecke mit bezüglich der vertikalen  
 Mittellängsebene gegenläufig ausgerichteten Wen-  
 delabschnitten umfaßt.

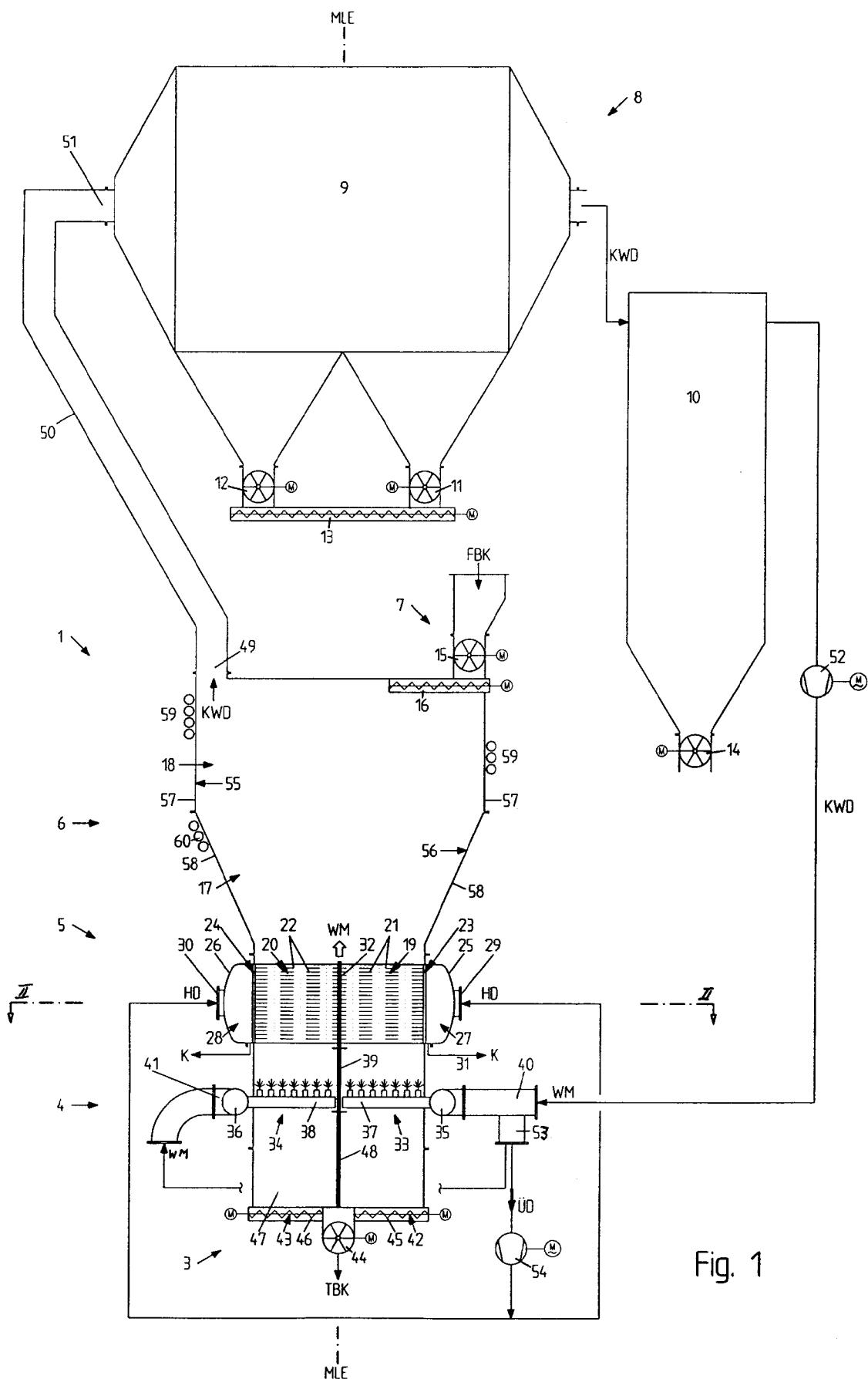
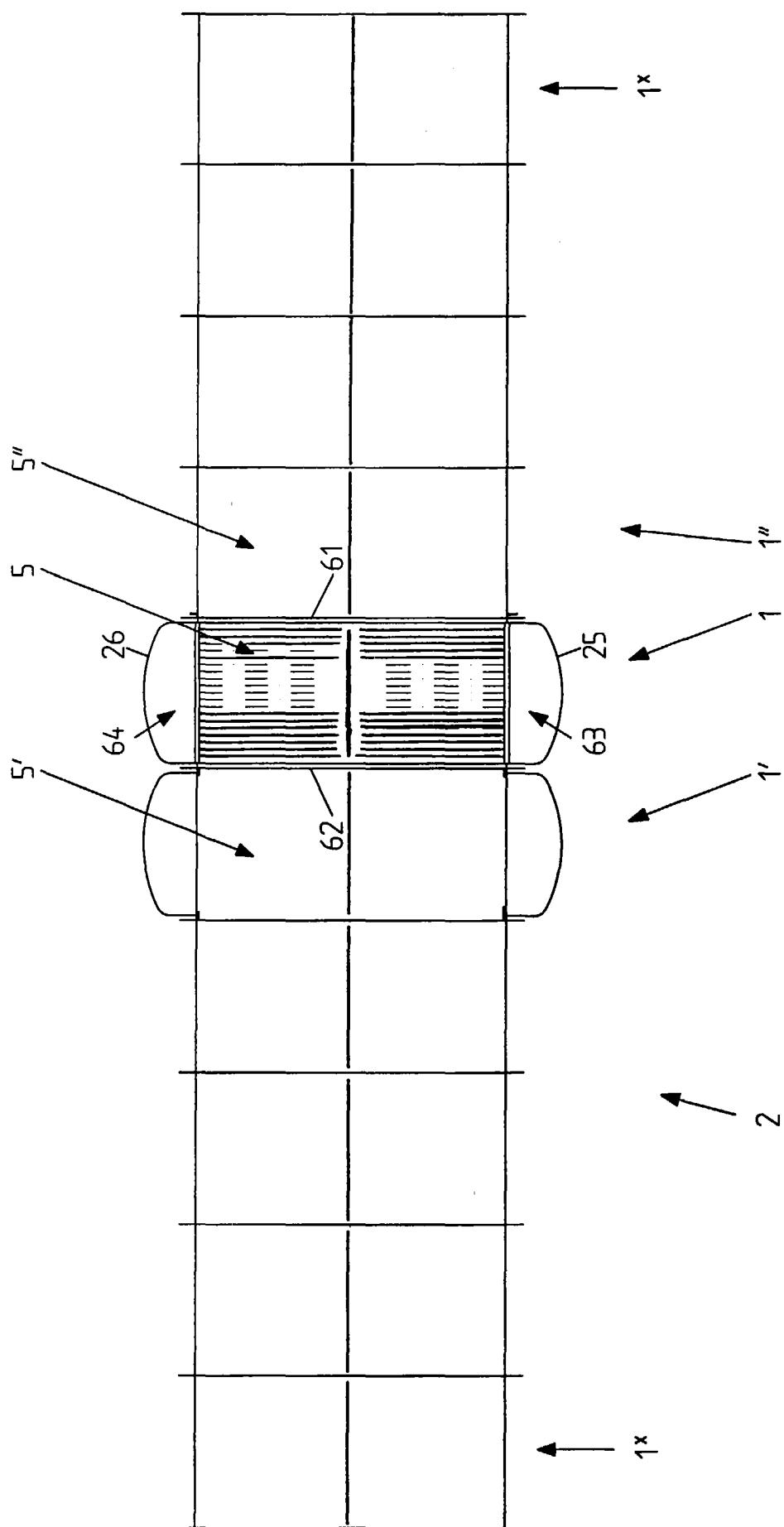


Fig. 2





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 11 1495

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP-A-0 343 407 (WAAGNER-BIRO AKTIENGESELLSCHAFT ET AL) * das ganze Dokument *	1,7	F26B3/08
Y	---	2,4,6	
Y	GB-A-2 136 101 (KABUSHIKI KAISHA OKAWARA SEISAKUSHO (JAPAN)) * das ganze Dokument *	2	
Y	---		
Y	DD-A-51 590 (RAMMLER ET AL) * das ganze Dokument *	4	
Y	---		
Y	GB-A-715 836 (F.L.SMIDTH & CO A/S) * Abbildungen 1,2 *	6	
A	---		
A	EP-A-0 713 070 (POWDERING JAPAN K.K.) * das ganze Dokument *	1,5	
A	---		
A	US-A-4 245 395 (POTTER) * das ganze Dokument *	1,8	
A	---		
A	GB-A-1 395 505 (STRUTHERS SCIENTIFIC & INTERNATIONAL CORPORATION) * das ganze Dokument *	9,10	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)
	-----		F26B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	6.Januar 1997	Silvis, H	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		