



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

0 174 676
A1

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 85201282.2

Int. Cl.⁴: **F 27 B 21/06**
C 22 B 1/24

Anmeldetag: 08.08.85

Priorität: 08.09.84 DE 3433043

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.03.86 Patentblatt 86/12

Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB NL SE

Anmelder: METALLGESELLSCHAFT AG
Reuterweg 14 Postfach 3724
D-6000 Frankfurt/M.1(DE)

Erfinder: Kilian, Alois, Dr.
Ginnheimer Landstrasse 132
D-6000 Frankfurt am Main(DE)

Vertreter: Rieger, Harald
Reuterweg 14
D-6000 Frankfurt a.M.(DE)

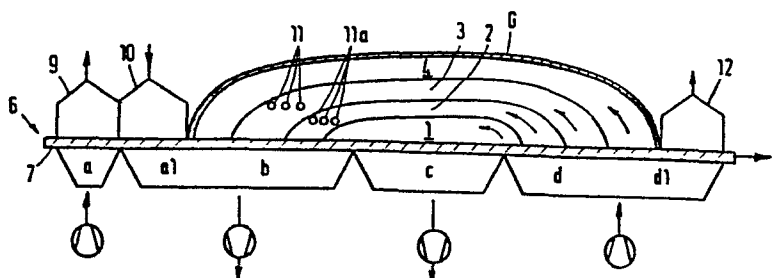
Verfahren zur thermischen Behandlung von stückigen oder agglomerierten Materialien auf einem Wanderrost.

Die thermische Behandlung erfolgt durch Hindurchleiten von heißen Gasen durch das Material-Bett, wobei heiße Gase in einer thermischen Behandlungszone (b,c) mit abwärts gerichteter Strömung der heißen Gase durch das Material-Bett geleitet werden, sauerstoffhaltige Kühlgase in einer Kühlzone (d) mit aufwärts gerichteter Strömung der Kühlgase durch das Material-Bett geleitet werden, und die aufgeheizten Kühlgase unter einer durchgehenden Gashau-
be (G) von der Kühlzone (d) in die thermische Behandlungszone (b,c) geleitet werden.

Die Strömungsgeschwindigkeit der aufgeheizten Kühl-

gase unter der durchgehenden Gashau-
be (G) über dem Obertrum des Wanderrostes wird so hoch eingestellt, daß die Auftriebserscheinungen in vertikaler Richtung praktisch keinen Einfluß ausüben und dadurch parallele Stromfäden (1-4) mit unterschiedlichen Temperaturen unter der Gashau-
be (G) erzeugt werden, wird in einzelne Stromfäden Brennstoff eingebracht, (11, 11a) werden einzelne Stromfäden auf unterschiedlich höhere Temperaturen aufgeheizt und dann in der thermischen Behandlungszone (b,c) abwärts durch das Material-Bett geleitet.

Fig.1



0174676

METALLGESELLSCHAFT AG
6000 Frankfurt/Main

24. August 1984
SCHR/LWÜ/1813P

Prov. Nr. 9231 L

Verfahren zur thermischen Behandlung von stückigen oder
agglomerierten Materialien auf einem Wanderrost

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Behandlung von stückigen oder agglomerierten Materialien auf einem Wanderrost durch Hindurchleiten von heißen Gasen durch das Material-Bett, wobei heiße Gase in einer thermischen Behandlungszone mit abwärts gerichteter Strömung der heißen Gase durch das Material-Bett geleitet werden, sauerstoffhaltige Kühlgase in einer Kühlzone mit aufwärts gerichteter Strömung der Kühlgase durch das Material-Bett geleitet werden, und die aufgeheizten Kühlgase unter einer durchgehenden Gashaube von der Kühlzone in die thermische Behandlungszone geleitet werden.

Stückige, agglomerierte oder geformte Materialien beliebiger Gestalt, wie z.B. Kalkstein, Erzpellets, Schamotte, Abfallstoffe, werden in vielen Fällen auf Wanderrosten in der Weise thermisch behandelt, daß heiße Gase durch das Material-Bett auf dem Wanderrost geleitet werden, wodurch das Material auf eine bestimmte Temperatur aufgeheizt wird. Anschließend wird das Material-Bett unter Hindurchleiten von kalten Gasen gekühlt. Die erhitzten Kühlgase werden in die thermische Behandlungszone geleitet und als Primär- und/oder Sekundärgas für die Brenner benutzt. Die thermische Behandlungszone besteht im allgemeinen aus Trocknungszone, Aufheizzone und Brennzone, wobei diese Zonen noch unterteilt sein können. Auch die Kühlzone ist in den meisten Fällen unterteilt.

Aus der US-PS 3 172 754 ist es bekannt, beim Hartbrennen von

pellets über der ersten Kühlzone eine Gashaube anzuordnen, die in einen durchgehenden Kanal mündet, der sich über die Nachbrennzone, Brennzone und Aufheizzone erstreckt. Dieser Kanal ist durch Öffnungen in der Deckenkonstruktion über diesen Zonen mit diesen Zonen verbunden. Die heißen Kühlgase strömen durch diese Öffnungen als Sekundärluft und vermischen sich mit den Brenngasen, die aus den seitlich angeordneten Brennern in diese Zonen strömen. Der durchgehende Kanal ermöglicht zwar den Verzicht auf separate Gasleitungen, jedoch ist die Vermischung der Brenngase mit der Sekundärluft schlecht, wodurch die Temperaturverteilung und Sauerstoffverteilung in den Gasen und im Bett ebenfalls nachteilig beeinflusst wird.

Aus der US-PS 3 620 519 ist es bekannt, eine durchgehende Gashaube über der ersten Kühlzone, der Brenn- und Aufheizzone anzuordnen. Über der Nachbrennzone und einer Vorkühlzone ist innerhalb dieser Gashaube eine weitere, niedrigere Gashaube angeordnet, in die Kühlluft aufwärts durch das Bett geleitet wird und dann abwärts in der Nachbrennzone durch das Bett geleitet wird. Die in der ersten Kühlzone aufwärts in die durchgehende Gashaube strömende erwärmte Kühlluft wird durch seitlich angeordnete Brenner aufgeheizt, wobei die Kühlluft als Sekundärluft für die Brenner dient. Die Brenner sind über der ersten Kühlzone angeordnet oder im Durchgang über der weiteren niedrigeren Gashaube. Die erhitzten Gase strömen dann unter der Gashaube in die Brenn- und Aufheizzone und werden dort abwärts durch das Bett geleitet, wobei zwischen diesen Zonen eine teilweise Querwand angeordnet ist. Bei diesem Verfahren werden die gesamten Gase in der Kühlzone bereits auf die maximal erforderliche Temperatur aufgeheizt und müssen dann z.B. in der Aufheizzone durch Zugabe von kalter Luft auf die dort erforderliche Temperatur abgekühlt werden. Dadurch fällt in der Kühlzone das maximale Gasvolumen an, die durchgehende Gashaube muß einen entsprechend großen Querschnitt haben, die Wärmeverluste an den Wänden sind groß und über der Nachbrennzone muß eine Abdeckung in Form einer weiteren Gas-

haube angeordnet werden. Diese Abdeckung führt zur Staubablagung und Ansatzbildung.

Aus der EP-PS 0 030 396 ist es bekannt, mindestens einen Teil des von außen in den Brennprozeß eingebrachten Brennstoffs in Form von festem Brennstoff auf die Oberfläche des Pellet-Bettes aufzugeben, wobei über der ersten Kühlzone, der Brennzone und der Aufheizzone eine durchgehende Gashaube angeordnet ist. Wenn die Beheizung nur durch Verbrennung des auf das Bett aufgegebenen festen Brennstoffs erfolgt, ist die Gashaube ohne Einbauten ausgeführt. Wenn nur ein Teil der erforderlichen Wärme durch Verbrennung dieses festen Brennstoffs erfolgt, sind über der Aufheiz- und Brennzone Einbauten angeordnet, an deren Seitenwänden Brennkammern angeordnet sind, die über Kanäle mit der Gashaube verbunden sind. Durch die Kanäle wird den Brennkammern heiße Kühlluft als Sekundärluft zugeführt. Beide Ausführungen haben die Vorteile, daß die Gase bei der Verbrennung des festen Brennstoffs sehr gleichmäßig aufgeheizt werden und das Gasvolumen relativ gering gehalten wird. Bei der Verwendung von Brennern können diese mit geringerer Belastung gefahren werden, jedoch besteht dann noch ein gewisses Problem der Ascheablagerung in den Kanälen. In beiden Fällen können billige feste Brennstoffe verwendet werden und die Energiekosten werden entsprechend der aufgegebenen Menge an festem Brennstoff gesenkt. Jedoch liegt nicht in allen Fällen fester Brennstoff vor bzw. der wahlweise Einsatz von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen wird gewünscht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Energieverbrauch bei der thermischen Behandlung beim Einsatz von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen zu senken und die Bau- und Betriebskosten der Anlage möglichst zu verringern.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß dadurch, daß die Strömungsgeschwindigkeit der aufgeheizten Kühlgase unter der durchgehenden Gashaube über dem Obertrum des Wanderrostes

so hoch eingestellt wird, daß die Auftriebserscheinungen in vertikaler Richtung praktisch keinen Einfluß ausüben und dadurch parallele Stromfäden mit unterschiedlichen Temperaturen unter der Gashaube erzeugt werden, in einzelne Stromfäden Brennstoff eingebracht wird, einzelne Stromfäden auf unterschiedlich höhere Temperaturen aufgeheizt werden und dann in der thermischen Behandlungszone abwärts durch das Material-Bett geleitet werden. Die „thermische Behandlungszone“ umfaßt immer die Brennzonen, oder bei einer Unterteilung die Brennzonen, und die Aufheizzone. Die Trocknungszone kann außerhalb der durchgehenden Gashaube angeordnet sein, sie kann aber auch in die thermische Behandlungszone einbezogen und von der durchgehenden Gashaube überdeckt werden. Die durchgehende Gashaube besitzt keine Trennwände und wird vorzugsweise an den Stromlinienverlauf der Stromfäden näherungsweise angepaßt. Wenn die Trocknungszone nicht unter der durchgehenden Gashaube angeordnet ist, wird nur der erste Teil der Kühlzone unter der Gashaube angeordnet, so daß nur die heißesten Kühlgase von der durchgehenden Gashaube erfaßt werden. Wenn auch die Trocknungszone unter der durchgehenden Gashaube angeordnet ist, wird auch der zweite Teil der Kühlzone unter der Gashaube angeordnet. Als Kühlgas wird im allgemeinen Luft verwendet. Wenn andere Gase verwendet werden, müssen sie genügend Sauerstoff für die Verbrennung der Brennstoffe bereits enthalten oder ihr Sauerstoffgehalt muß angereichert werden. Unter „Stromfäden“ sind Schichten der Gase unter der durchgehenden Gashaube zu verstehen, die übereinander und parallel zueinander strömen, und die sich über die Breite der Gashaube erstrecken. Sie beginnen beim Austritt aus dem Material-Bett in der Kühlzone und enden beim Eintritt in das Material-Bett in der thermischen Behandlungszone. Durch den Druck, mit dem die Kühlgase in die Kühlzone gedrückt werden, und den Unterdruck, mit dem die heißen Gase aus der thermischen Behandlungszone abgesaugt werden, wird die Strömungsgeschwindigkeit der Stromfäden unter der Gashaube so hoch eingestellt, daß die Auftriebserscheinungen unter der Gashaube in vertikaler Rich-

tung praktisch keinen Einfluß auf das Strömungsverhalten ausüben. Die Auftriebserscheinungen werden hauptsächlich durch unterschiedliche Temperaturen der einzelnen Stromfäden verursacht. Der genaue geometrische Verlauf der Stromfäden kann durch Berechnungen und/oder Versuche an einem physikalischen Strömungsmodell ermittelt werden, wobei die Strömungsbedingungen des Gesamtsystems so gewählt werden, daß sich eine stabile und definiert geschichtete Strömung einstellt. Die Aufheizung einzelner Stromfäden erfolgt durch unterschiedliche Brennstoffeindüsung innerhalb der jeweiligen Begrenzungslinien des einzelnen Stromfadens. Die Begrenzungslinien und damit die Dicke des jeweiligen Stromfadens werden entsprechend den gewünschten Betriebsbedingungen gewählt. Jeder einzelne Stromfaden von unterschiedlicher Anfangstemperatur kann durch genau definierte Aufheizung auf unterschiedliche oder gleiche Endtemperatur, je nach gewünschten Betriebsbedingungen, definiert aufgeheizt werden.

In der thermischen Behandlungszone muß - je nach Verfahrensbedingungen - eine bestimmte Gasmenge pro m^2 und Stunde in das Material-Bett eintreten. Diese Menge wird durch entsprechende Steuerung des Kühlgasgebläses in die Kühlzone eingebracht. Wenn durch die Verbrennung des eingebrachten Brennstoffs eine Änderung des Gasvolumens eintritt, muß das in die Kühlzone eingebrachte Gasvolumen entsprechend verändert werden.

Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß die Strömungsgeschwindigkeit der aufgeheizten Kühlgase unter der durchgehenden Gashaube an der Übergangsstelle von aufwärts gerichteter Strömung und abwärts gerichteter Strömung der Gase durch das Material-Bett auf dem Wanderrost über 3 m/sec liegt, vorzugsweise zwischen 10 bis 60 m/sec. Die Übergangsstelle von aufwärts gerichteter Strömung und abwärts gerichteter Strömung liegt an der Grenze zwischen Ende der thermischen Behandlungszone und Beginn der Kühlzone. Durch die Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit auf diese Werte werden gut

geschichtete und parallele Stromfäden erzeugt.

Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß die Aufheizung einzelner Stromfäden unter der durchgehenden Gashaube möglichst kurz vor dem Eintritt des jeweiligen Stromfadens in das Material-Bett erfolgt mit der Maßgabe, daß die beim Eintritt in das Bett zulässigen Temperaturunterschiede innerhalb des jeweiligen Stromfadens nicht überschritten werden. Der zulässige Temperaturunterschied innerhalb eines Stromfadens ist abhängig von den jeweiligen Verfahrensbedingungen an der Eintrittszone des Stromfadens in das Bett. So kann z.B. der zulässige Unterschied beim Hartbrennen von Pellets in der Aufheizzone größer sein, z.B. 20 bis 40 °C, während er in der Brennzone kleiner als z.B. 20 °C sein soll. Die Vergleichmäßigung der Gastemperatur innerhalb eines Stromfadens ist abhängig von den Impulsverhältnissen des eingedüsten Brennstoffs und des Stromfadens von der Zugabestelle bis zum Eintritt in das Bett. Daraus ergibt sich die zur Einhaltung der zulässigen Temperaturunterschiede notwendige Mischstrecke. Dadurch werden lange Verweilzeiten der aufgeheizten Gase auf hoher Temperatur vermieden, die zu erhöhter NO_x-Bildung führen können. Gleichzeitig wird der bauliche Aufwand für die Brennmachine verringert, da das durch die Aufheizung vergrößerte effektive Gasvolumen und die hohe Gastemperatur nur in einem kleinen Teil der Gashaube vorliegen.

Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß der Brennstoff für die Aufheizung der einzelnen Stromfäden ohne oder mit möglichst wenig Gas in die Stromfäden eingebracht wird. Wenn Gas, z.B. Erdgas, als Brennstoff eingebracht wird, ist meist kein weiteres Gas zur Impulserzeugung bei der Brennstoffeindüsung erforderlich. Wenn Öl oder feinkörniger fester Brennstoff eingebracht wird, wird der Brennstoff nur mit dem zur guten Verteilung notwendigen Impulsgas eingedüst, aber ohne Primär- oder Sekundärgas. Dieses Impulsgas wird im Bereich von 0,05 bis maximal 0,25 Masseneinheiten, bezogen auf

den Brennstoff, gewählt. Dadurch wird eine sehr gute Wärmebilanz erzielt.

Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß in der Kühlzone austretende Stromfäden mit umweltschädlichen Bestandteilen und niedriger Temperatur kurz oberhalb des Material-Bettes durch Zugabe von Brennstoff aufgeheizt werden. In der Kühlzone austretende Stromfäden können umweltschädliche Bestandteile enthalten, wenn Kühlgase verwendet werden, die bereits solche Bestandteile enthalten, oder wenn in der Kühlzone auf das gebrannte heiße Material-Bett eine zweite Material-Schicht aufgegeben wird, aus der solche Bestandteile verflüchtigt werden, wenn sie von den in der heißen Unterschicht aufgeheizten Kühlgasen durchströmt und aufgeheizt wird. Die Stromfäden werden auf eine Temperatur aufgeheizt, bei der die umweltschädlichen Stoffe in unschädliche Form umgewandelt werden. Durch die frühe Aufheizung wird sichergestellt, daß die Umwandlung weitgehendst erfolgt. Die Aufheizung erfolgt bevorzugt nur in den Stromfäden mit niedriger Austrittstemperatur, z.B. unterhalb 600 °C. Eine eventuell für die thermische Behandlungszone erforderliche weitere Aufheizung kann kurz vor dem Eintritt des Stromfadens in das Bett erfolgen.

Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß die durchgehende Gashaube über der gesamten Behandlungslänge des Wanderrostes angeordnet ist und mindestens ein Teil der Stromfäden aus dem letzten Teil der Kühlzone ohne zusätzliche Aufheizung in die Trocknungszone geleitet wird, wobei der kälteste Stromfaden aus dem hintersten Teil der Kühlzone in den ersten Teil der Trocknungszone geleitet wird, und in die anschließenden Teile der Trocknungszone Stromfäden mit steigender Temperatur eingeleitet werden. Die durchgehende Gashaube ist sowohl über der ersten als auch der zweiten Kühlzone angeordnet und umfaßt auch die Trocknungszone als thermische Behandlungszone. Die Gasführung erfolgt in der Weise, daß der am Ende der zweiten Kühlzone anfallende letzte Stromfaden mit

der niedrigsten Temperatur unter der Decke der Gashaube als erster Stromfaden in den Anfang der Trocknungszone ohne Aufheizung geleitet wird. Gegen die Laufrichtung des Wanderrostes folgende Stromfäden aus der zweiten Kühlzone haben steigende Temperaturen und werden ebenfalls ohne Aufheizung in die Trocknungszone geleitet. Die Trocknungszone wird also - in Laufrichtung gesehen - von Stromfäden mit steigender Temperatur beaufschlagt. Falls die Temperatur der aus der zweiten Kühlzone austretenden weiteren Stromfäden nicht mehr zur Erzielung der am Ende der Trocknungszone gewünschten Temperatur ausreicht, erfolgt eine Aufheizung durch Eindüsen von Brennstoff. Durch die steigende Temperatur der in die Trocknungszone eintretenden Stromfäden wird eine Überfeuchtung des Material-Bettes in den unteren Schichten bei der Trocknung vermieden.

Eine Ausgestaltung besteht darin, daß in Stromfäden vor dem Eintritt in das Material-Bett in der thermischen Behandlungszone Substitutionsgas von außen eingebracht wird, und das Volumen des in der thermischen Behandlungszone in das Material-Bett eintretenden Produkt-Gases durch Regelung des Volumens der in die Kühlzone eingebrachten Kühlgase auf den vorgegebenen Sollwert eingestellt wird. Als Substitutionsgas können Rauchgase, reduzierende Gase, Luft, sauerstoffangereicherte Gase, reiner Sauerstoff oder Mischungen eingesetzt werden. Die Substitutionsgase können aus dem eigenen Verfahren stammen oder aus Fremdgas bestehen. Das Substitutionsgas wird von den Seiten der Gashaube her in die entsprechenden Stromfäden eingedüst. Dabei können einzelne Stromfäden durch Vermischung teilweise substituiert werden, oder sie können auch durch das Substitutionsgas ganz ersetzt werden. Der Ausdruck „Substitutionsgas“ bedeutet, daß das pro m^2 und Stunde in der thermischen Behandlungszone erforderliche Eintritts-Gasvolumen nicht vollständig von dem aus der Kühlzone kommenden erhitzten Kühlgas gedeckt wird, sondern daß ein Teil durch das Substitutionsgas eingebracht wird, d.h. das Volumen des Kühlgases wird

um das Volumen des Substitutionsgases verringert. Wenn das Substitutionsgas ein Reaktionsgas ist und an chemischen Reaktionen teilnimmt, die eine Änderung des Gasvolumens bewirken, wird diese Volumenänderung bei der Bemessung des eingeleiteten Kühlgas-Volumens berücksichtigt, so daß das Volumen des in das Material-Bett eintretenden Volumens des Produkt-Gases immer dem Sollwert des gewünschten Gasvolumens entspricht. Die Regelung des eingeblasenen Volumens an Kühlgas erfolgt vorzugsweise in der Weise, daß der Druck in der Gashaube über der thermischen Behandlungszone gemessen und durch Regelung des Kühlgasgebläses konstantgehalten wird, d.h. es wird so viel Kühlgas zugeführt, daß die abgesaugte Gasmenge konstant auf dem Sollwert gehalten wird.

Die Verwendung von Substitutionsgas ermöglicht eine Beeinflussung und Steuerung von chemischen Prozessen an bestimmten Stellen bei der thermischen Behandlung des Materials. So kann z.B. beim Hartbrennen von magnetitischen Pellets oder Pellets mit eingebundenem Kohlenstoff die Oxidation des Magnetits zu Hämatit oder die Verbrennung des Kohlenstoffs im Bereich niedriger Temperaturen des Pellet-Bettes verzögert oder verhindert werden und im höheren Temperaturbereich beschleunigt werden. Dadurch kann das Freisetzen der Oxidationswärme von einer niedrigeren Temperaturstufe - an der ausreichende Prozeß-Abgase zur Aufheizung des Bettes zur Verfügung stehen - auf eine höhere Temperaturstufe verschoben werden, wo sonst fremder Brennstoff erforderlich wäre.

Eine Ausgestaltung besteht darin, daß nach der thermischen Behandlung des Materials eine Teilkühlung erfolgt, und in einer anschließenden Reduktionszone reduzierende Gase durch das Material-Bett geleitet werden. Bei der Erzeugung von Eisenschwamm durch Direktreduktion von eisenoxidhaltigen Materialien unterhalb des Schmelzpunktes der Materialien wird das eisenoxidhaltige Material in Form von Pellets oder Briketts zunächst hartgebrannt, dann in der Teilkühlung auf

die Reduktionstemperatur abgekühlt und in einer anschließenden Reduktionszone unter Hindurchleiten von reduzierenden Gasen zu Eisenschwamm reduziert. Der Eisenschwamm kann dann heiß in ein Einschmelzaggregat chargiert werden. Das aus der Reduktionszone austretende Gas enthält noch reduzierende Bestandteile. Es kann zur Aufstärkung in den Gaserzeuger rezirkuliert werden oder als Brennstoff in die thermische Behandlungszone eingesetzt werden. Die Reduktionszone wird mit einer eigenen Gashaube ausgestattet, wenn der Eisenschwamm heiß abgeworfen wird. Das Reduktionsgas kann abwärts oder aufwärts durch das Bett geleitet werden.

Eine Ausgestaltung besteht darin, daß nach der Reduktionszone eine Kühlung des reduzierten Materials in einer weiteren Kühlzone erfolgt, über dem gesamten Wanderrost eine durchgehende Gashaube angeordnet ist, Abgase aus der thermischen Behandlungszone und/oder aus der Reduktionszone als Kühlgas in der weiteren Kühlzone aufwärts durch das reduzierte Material geleitet werden, die Stromfäden aus der weiteren Kühlzone unter der Gashaube als obere Stromfäden in die thermische Behandlungszone geleitet werden, die reduzierenden Gase als Substitutionsgase über der Reduktionszone in die Gashaube eingeleitet und abwärts durch das Material-Bett geleitet werden. In manchen Fällen ist es erforderlich, den Eisenschwamm vor dem Abwurf zu kühlen, wobei diese Kühlung unter nicht-oxidierenden Bedingungen in Bezug auf den Eisenschwamm erfolgt. Diese Kühlung erfolgt in einer oder mehreren Kühlzonen, die an die Reduktionszone angeschlossen sind.

Als Kühlgas können Abgase aus der thermischen Behandlungszone mit niedrigem Sauerstoffgehalt, Abgase aus der Reduktionszone oder deren Gemische aufwärts durch das Bett geleitet werden. Die Abgase werden vorher in Wärmeaustauschern auf die erforderliche Kühltemperatur abgekühlt. In der thermischen Behandlungszone fallen Abgase mit niedrigem Sauerstoffgehalt in den Windkästen an, die unter Stromfäden liegen, in denen Brenn-

stoff zur Aufheizung verbrannt wurde. In der ersten Kühlzone muß der Sauerstoffgehalt am niedrigsten sein. In den folgenden Kühlstufen kann er etwas höher sein. Das Reduktionsgas wird in der Reduktionszone kurz oberhalb des Bettes und über die Länge der Reduktionszone verteilt eingedüst. Das Reduktionsgas wirkt als Substitutionsgas und ersetzt die Stromfäden, die ohne dieses Gas von der Kühlzone in die Reduktionszone eintreten würden. Es sind also keine Trennwände erforderlich. Chemische Reaktionen zwischen benachbarten Stromfäden können durch zwischengeschaltete schmale Stromfäden als Trenngas verhindert werden, wobei die chemische Zusammensetzung des Trenngases, z.B. Rauchgas, entsprechend gewählt wird. Das Trenngas wird zweckmäßigerweise als Substitutionsgas kurz oberhalb des Bettes eingedüst, es kann jedoch auch unterhalb der Rostwagen zugeführt werden. Das Abgas der Reduktionszone, das einen niedrigen Heizwert hat, kann bevorzugt als Substitutionsgas in die Stromfäden zur Aufheizzone und zum Anfang der Brennzone eingedüst werden und in Mischungen mit frischem Reduktionsgas als Substitutionsgas mit höherem Heizwert in die Stromfäden, die zur weiteren Brennzone führen. Wenn andere Gase vorliegen, wie Hochofengas, Stahlgas, Koksgas, Erdgas, können diese anstelle des Abgases der Reduktionszone verwendet werden. Die Temperatur des Material-Bettes in der Reduktionszone kann durch Einstellung des Verhältnisses von CO zu H_2 im Reduktionsgas beeinflusst werden und damit auch die Temperatur des Bettes, mit der es in die Kühlzone eintritt. Das Reduktionsgas wird zweckmäßigerweise durch Vergasung in einer zirkulierenden Wirbelschicht mit Sauerstoff oder sauerstoffangereicherter Luft unter gleichzeitiger Heißentschwefelung erzeugt. Ein solches Gas hat ein hohes Reduktionspotential und bei einer Verbrennung einen hohen Heizwert. Durch Aufgabe von festem kohlenstoffhaltigem Material auf die Oberfläche des Bettes am Anfang der Kühlzone können die austretenden Kühlgase in der glühenden Kohleschicht mit CO und H_2 angereichert werden. Diese Stromfäden werden in die Aufheizzone und eventuell in den Anfang der Brennzone geleitet, wodurch dort eine Oxidation

vermieden werden kann und außerdem ein Abgas anfällt, das sehr gut als Kühlgas in der ersten Kühlstufe verwendet werden kann.

Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß nach der Reduktionszone eine Kühlung des reduzierten Materials in einer weiteren Kühlzone erfolgt, festes kohlenstoffhaltiges Material auf die Oberfläche des Material-Bettes aufgegeben wird, Abgas aus der Reduktionszone in der weiteren Kühlzone aufwärts durch das Bett aus Eisenschwamm und der darauf befindlichen heißen kohlenstoffhaltigen Schicht geleitet und dabei aufgestärkt wird, und die Stromfäden mit dem aufgestärkten Gas als Reduktionsgas in die Reduktionszone geleitet werden. Das feste kohlenstoffhaltige Material wird vorzugsweise ab der Teilkühlzone als Schicht auf das Bett aufgegeben. Dort wird das kohlenstoffhaltige Material durch die Kühlluft entzündet, teilweise verbrannt und dabei aufgeheizt. Die Verbrennungsgase heizen die entsprechenden Stromfäden für die Brennzonen und gegebenenfalls für die Aufheizzone auf. Das Abgas aus der Reduktionszone, das durch die Reduktion einen bestimmten Gehalt an CO_2 und H_2O enthält, wird aufwärts durch das Bett in der Kühlzone geleitet, dabei aufgeheizt und strömt dann durch die glühende Schicht des kohlenstoffhaltigen Materials. Dabei wird der CO_2 - und H_2O -Gehalt des Gases wieder in CO und H_2 umgesetzt. Das aufgestärkte Gas wird in den entsprechenden Stromfäden in die Reduktionszone zurückgeleitet. Dort wird es abwärts zunächst durch die Schicht des kohlenstoffhaltigen Materials geleitet, wobei es weiter aufgestärkt wird, und dann als Reduktionsgas durch das Bett geleitet. Das zugegebene kohlenstoffhaltige Material kann - in Abhängigkeit von der Korngröße - als ruhende Schicht oder als Wirbelschicht vorliegen oder von den Gasen mitgeführt werden. Mitgeführte Partikel gelangen mit dem Bett wieder in die Kühlzone, bis sie vollständig verbraucht sind. Wenn in den Kreislauf des Reduktionsgases Falschlufteintritt, wird ein Teilstrom ausgeschleust und so eine Anreicherung mit N_2 vermieden. Die abgezogene Menge wird dann durch frisches

Reduktionsgas ersetzt. Wenn der Eisenschwamm kalt abgeworfen werden soll, erfolgt eine weitere Kühlung. Dazu können dann Abgase aus der Brenn- und/oder Aufheizzone verwendet werden. Mit Fallen der Temperatur des Eisenschwamms können die Kühlgase auch steigende Mengen an Sauerstoff enthalten. Restlicher fester Kohlenstoff auf dem Bett wird dabei verbraucht. Beim Anfahren des Wanderrosts wird in die Reduktionszone frisches Reduktionsgas von außen als Substitutionsgas eingeleitet.

Die Erfindung wird anhand von Figuren näher erläutert.

Die Figuren stellen schematische Querschnitte durch das Obertrum von Wanderrosten mit Gashauben über und Windkästen unter dem Obertrum dar. Die Unterteilung der Windkästen unterhalb des Wanderrosts wurde zur Verdeutlichung weggelassen. Unter der durchgehenden Gashaube G sind Stromfäden 1 bis 5 dargestellt. Bei 6 erfolgt die Aufgabe des Materials auf das Obertrum 7 und bei 8 der Abwurf des Materials vom Obertrum 7.

In der Figur 1 wird das Material zunächst in einer Druck-Trocknungszone a mit separater Gashaube 9 und dann in einer Saug-Trocknungszone a₁ mit separater Gashaube 10 getrocknet. Anschließend wird das Material in der Aufheizzone b aufgeheizt und in der Brennzone c gebrannt. Aufheizzone b und Brennzone c stellen die thermische Behandlungszone dar. Aus der ersten Kühlzone d treten die Stromfäden 1 bis 4 aus und strömen in die Zonen b und c. In den Stromfäden 2 und 3 sind kurz oberhalb des Eintrittes in das Bett Brennstoffdüsen 11, 11a in beiden Seiten der durchgehenden Gashaube G angeordnet. In der zweiten Kühlzone d₁ mit separater Gashaube 12 erfolgt die Kühlung des Materials auf die Abwurftemperatur.

In der Figur 2 wird bei 13 auf das Bett am Anfang der ersten Kühlzone d eine Schicht aus festem Material aufgegeben, welche durch das austretende heiße Kühlgas thermisch behandelt wird.

Aus diesem Material treten Gase mit umweltschädlichen Bestandteilen aus. In den Stromfäden 2 und 3 ist die Temperatur so hoch, daß diese umweltschädlichen Bestandteile in unschädliche Verbindungen umgesetzt werden. In Stromfaden 4 wird die dazu erforderliche Austrittstemperatur nicht mehr erreicht. Deshalb wird über die Brennstoffdüsen 14 Brennstoff eingedüst und die Gastemperatur auf die zur Umsetzung erforderliche Temperatur angehoben. Die Brennstoffdüsen 11, 11a zur Erzielung der für die thermische Behandlung des Materials erforderlichen Temperatur sind in den Stromfäden 3 und 4 angeordnet.

In Figur 3 ist die durchgehende Gashaube über die gesamte Länge des Obertrums 7 angeordnet und umfaßt die Trocknungszone a, die damit ebenfalls zur thermischen Behandlungszone gehört. Unter der durchgehenden Gashaube G sind fünf Stromfäden 1 bis 5 dargestellt, von denen der Stromfaden 5 vom letzten Teil der Kühlzone d in die Trocknungszone a geleitet wird. In den Stromfäden 3 und 4 sind Brennstoffdüsen 11, 11a angeordnet.

In Figur 4 ist die durchgehende Gashaube G ebenfalls über die gesamte Länge des Obertrums 7 angeordnet, und fünf Stromfäden 1 bis 5 sind unter der Gashaube dargestellt. Durch die Düsen 15 wird ein Substitutionsgas 15a eingedüst, das einen niedrigen Sauerstoffgehalt hat. Durch die Düsen 16 wird ein Substitutionsgas eingedüst, das einen hohen Sauerstoffgehalt hat. Dadurch wird im Eintrittsbereich des Substitutionsgases 15a z.B. die Oxidation von Magnetit oder die Verbrennung von Brennstoff im Bett verzögert und im Eintrittsbereich des Substitutionsgases 16a werden diese Reaktionen im Bereich höherer Temperatur beschleunigt. Die Substitutionsgase können auch an anderen Stellen 17 oder 19 und 18 oder 20 zugeführt werden, je nachdem, ob eine vollständige oder teilweise Substitution von Stromfäden beabsichtigt ist. Die Eindüsung innerhalb der Gashaube G erfolgt bei niedrigeren Druckdifferenzen zur Umgebung als bei den Zufuhrstellen 19 und 20.

In Figur 5 ist eine kombinierte thermische Behandlung mit Trocknungszone a, Aufheizzone b, Brennzone c und Teilkühlungszone d dargestellt. Anschließend folgen die Reduktionszone e, die erste weitere Kühlzone f und die zweite weitere Kühlzone g. Durch die Düsen 21 wird Reduktionsgas kurz oberhalb des Bettes eingedüst, durch das Bett gesaugt, in Wärmeaustauscher 22 abgekühlt, über Leitung 23 und Brennstoffdüsen in den Stromfaden 2 eingedüst. Durch die Düsen 24 wird ein Trenngas eingedüst, das eine Reaktion zwischen dem Stromfaden 2 und dem Reduktionsgas verhindert. Falls erforderlich, kann bei 25 oder 25a ebenfalls ein Trenngas eingedüst werden, wenn der Stromfaden 3 größere Mengen an Sauerstoff enthält. Bei 26 kann fester Brennstoff auf das Bett chargiert werden, der zur Aufstärkung der Gase im Stromfaden 3 an reduzierenden Bestandteilen dient. Das Abgas aus der Aufheizzone b wird über den Kühler 27 und Leitung 28 in die erste Kühlzone f geleitet. In den Stromfaden 1 wird über Brennstoffdüsen 11a ein Brenngas mit höherem Heizwert eingedüst. Das Abgas aus der Brennzone c wird über den Kühler 29 und Leitung 30 in die zweite weitere Kühlzone g geleitet.

In Figur 6 ist ebenfalls eine thermische Behandlung mit anschließender Reduktion dargestellt. Im Gegensatz zu Figur 5 wird das Reduktionsgas im Kreislauf geführt und immer wieder aufgestärkt. Diese Aufstärkung erfolgt in der Weise, daß das Abgas aus der Reduktionszone e nach einer Kühlung im Wärmeaustauscher 22 über Leitung 31 in die weitere Kühlzone f zurückgeleitet wird, im Bett aus reduziertem Material aufgeheizt und dann durch eine glühende Schicht aus festem kohlenstoffhaltigem Material auf dem Bett geleitet wird. Dabei wird im rückgeführten Abgas enthaltenes CO_2 und H_2O mit C zu CO und H_2 umgesetzt. Das aufgestärkte Gas strömt als Stromfaden 4 in die Reduktionszone, wird dort nochmals durch eine auf dem Bett befindliche Schicht aus festem kohlenstoffhaltigem Material geleitet, dabei weiter aufgestärkt und tritt in das Bett als Reduktionsgas ein. Das feste kohlenstoffhaltige Material wird

über die Aufgabestellen 26a auf das Bett chargiert. Das in der weiteren Kühlzone d aufgegebene kohlenstoffhaltige Material wird von der Kühlluft teilweise verbrannt und dabei aufgeheizt. Die heißen Verbrennungsgase heizen dabei die Stromfäden 1 und 2 auf. Ein Teilstrom des Abgases aus der Reduktionszone wird abgeführt und kann als Brennstoff über Leitung 23 in die Brennstoffdüsen 11 geleitet werden. Abgas aus der Aufheizzone b und Brennzone c kann als Kühlgas über Leitung 30a in die zweite weitere Kühlzone g geleitet werden.

Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß die Wärme- und Gasbildung des Systems verbessert und dadurch der Energieverbrauch gesenkt wird, und die Bau- und Betriebskosten der Anlage sowie die Umweltbelästigung durch Schadstoffe in den Abgasen verringert werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur thermischen Behandlung von stückigen oder agglomerierten Materialien auf einem Wanderrost durch Hindurchleiten von heißen Gasen durch das Material-Bett, wobei heiße Gase in einer thermischen Behandlungszone mit abwärts gerichteter Strömung der heißen Gase durch das Material-Bett geleitet werden, sauerstoffhaltige Kühlgase in einer Kühlzone mit aufwärts gerichteter Strömung der Kühlgase durch das Material-Bett geleitet werden, und die aufgeheizten Kühlgase unter einer durchgehenden Gashaube von der Kühlzone in die thermische Behandlungszone geleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsgeschwindigkeit der aufgeheizten Kühlgase unter der durchgehenden Gashaube über dem Obertrum des Wanderrostes so hoch eingestellt wird, daß die Auftriebserscheinungen in vertikaler Richtung praktisch keinen Einfluß ausüben und dadurch parallele Stromfäden mit unterschiedlichen Temperaturen unter der Gashaube erzeugt werden, in einzelne Stromfäden Brennstoff eingebracht wird, einzelne Stromfäden auf unterschiedlich höhere Temperaturen aufgeheizt werden und dann in der thermischen Behandlungszone abwärts durch das Material-Bett geleitet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsgeschwindigkeit der aufgeheizten Kühlgase unter der durchgehenden Gashaube an der Übergangsstelle von aufwärts gerichteter Strömung und abwärts gerichteter Strömung der Gase durch das Material-Bett auf dem Wanderrost über 3 m/sec liegt, vorzugsweise zwischen 10 bis 60 m/sec.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufheizung einzelner Stromfäden unter der durchgehenden Gashaube möglichst kurz vor dem Eintritt des jeweiligen Stromfadens in das Material-Bett erfolgt mit der Maßgabe, daß die beim Eintritt in das Bett zulässigen Temperaturunterschiede innerhalb des jeweiligen Stromfadens nicht überschritten werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoff für die Aufheizung der einzelnen Stromfäden ohne oder mit möglichst wenig Gas in die Stromfäden eingebracht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Kühlzone austretende Stromfäden mit umweltschädlichen Bestandteilen und niedriger Temperatur kurz oberhalb des Material-Bettes durch Zugabe von Brennstoff aufgeheizt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die durchgehende Gashaube über der gesamten Behandlungslänge des Wanderrostes angeordnet ist und mindestens ein Teil der Stromfäden aus dem letzten Teil der Kühlzone ohne zusätzliche Aufheizung in die Trocknungszone geleitet wird, wobei der kälteste Stromfaden aus dem hintersten Teil der Kühlzone in den ersten Teil der Trocknungszone geleitet wird, und in die anschließenden Teile der Trocknungszone Stromfäden mit steigender Temperatur eingeleitet werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in Stromfäden vor dem Eintritt in das Material-Bett in der thermischen Behandlungszone Substitutionsgas von außen eingebracht wird, und das Volumen des in der thermischen Behandlungszone in das Material-Bett

eintretenden Produkt-Gases durch Regelung des Volumens der in die Kühlzone eingebrachten Kühlgase auf den vorgegebenen Sollwert eingestellt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß nach der thermischen Behandlung des Materials eine Teilkühlung erfolgt, und in einer anschließenden Reduktionszone reduzierende Gase durch das Material-Bett geleitet werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Reduktionszone eine Kühlung des reduzierten Materials in einer weiteren Kühlzone erfolgt, über dem gesamten Wanderrost eine durchgehende Gashaube angeordnet ist, Abgase aus der thermischen Behandlungszone und/oder aus der Reduktionszone als Kühlgas in der weiteren Kühlzone aufwärts durch das reduzierte Material geleitet werden, die Stromfäden aus der weiteren Kühlzone unter der Gashaube als obere Stromfäden in die thermische Behandlungszone geleitet werden, die reduzierenden Gase als Substitutionsgase über der Reduktionszone in die Gashaube eingeleitet und abwärts durch das Material-Bett geleitet werden.
10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Reduktionszone eine Kühlung des reduzierten Materials in einer weiteren Kühlzone erfolgt, festes kohlenstoffhaltiges Material auf die Oberfläche des Material-Bettes aufgegeben wird, Abgas aus der Reduktionszone in der weiteren Kühlzone aufwärts durch das Bett aus Eisenschwamm und der darauf befindlichen heißen kohlenstoffhaltigen Schicht geleitet und dabei aufgestärkt wird, und die Stromfäden mit dem aufgestärkten Gas als Reduktionsgas in die Reduktionszone geleitet werden.

000000

0174676

1/6

Fig.1

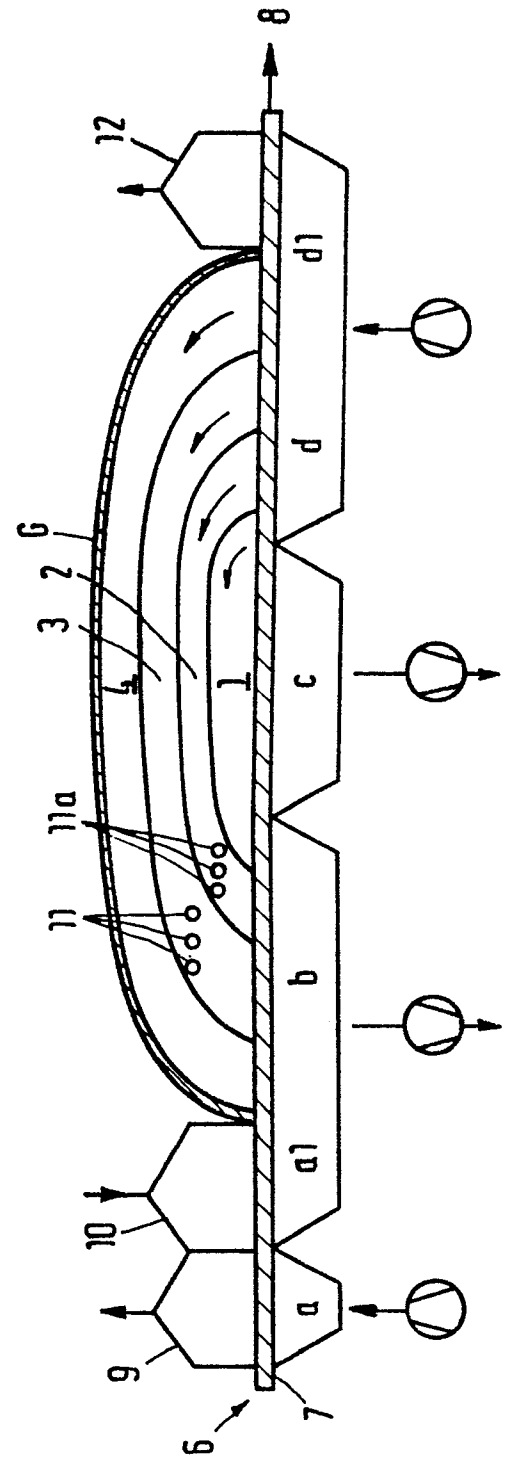


Fig. 2

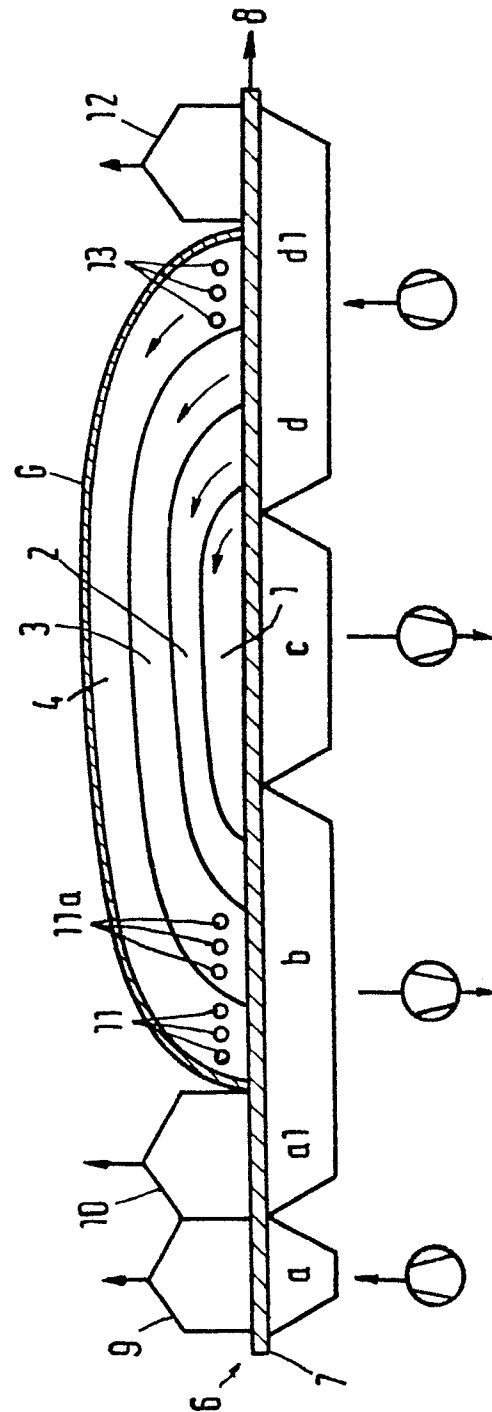


Fig.3

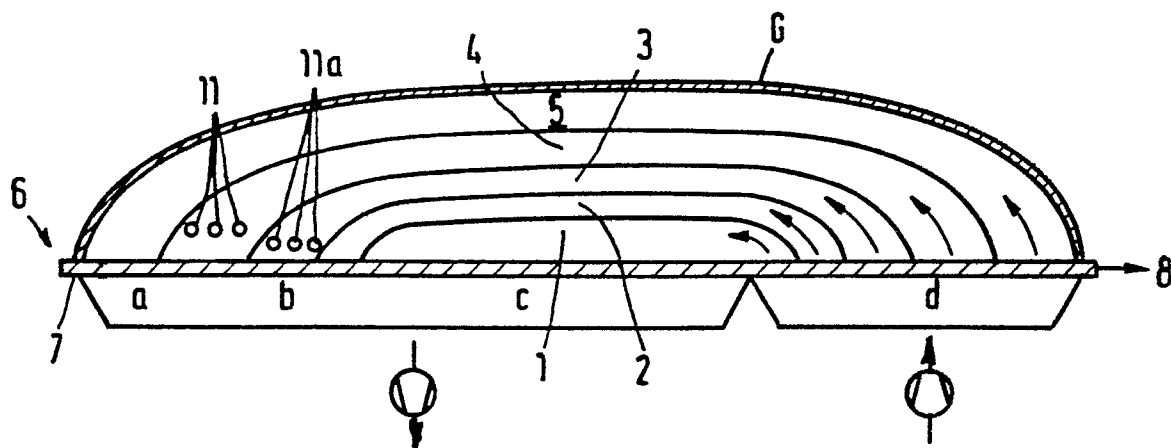


Fig. 4

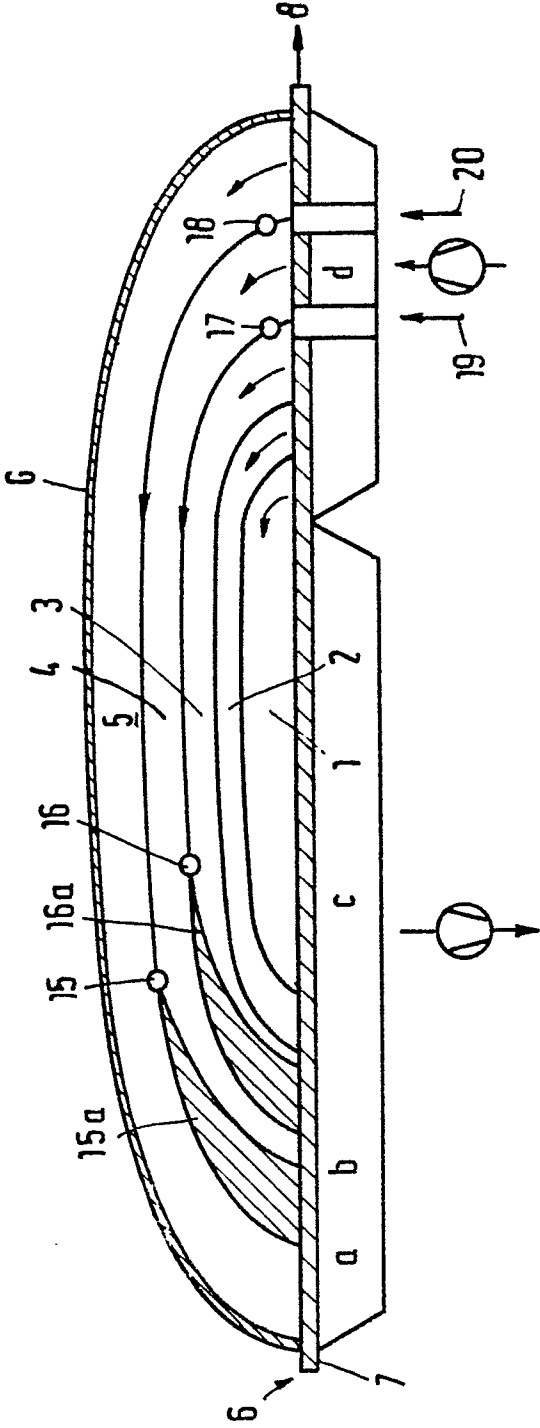
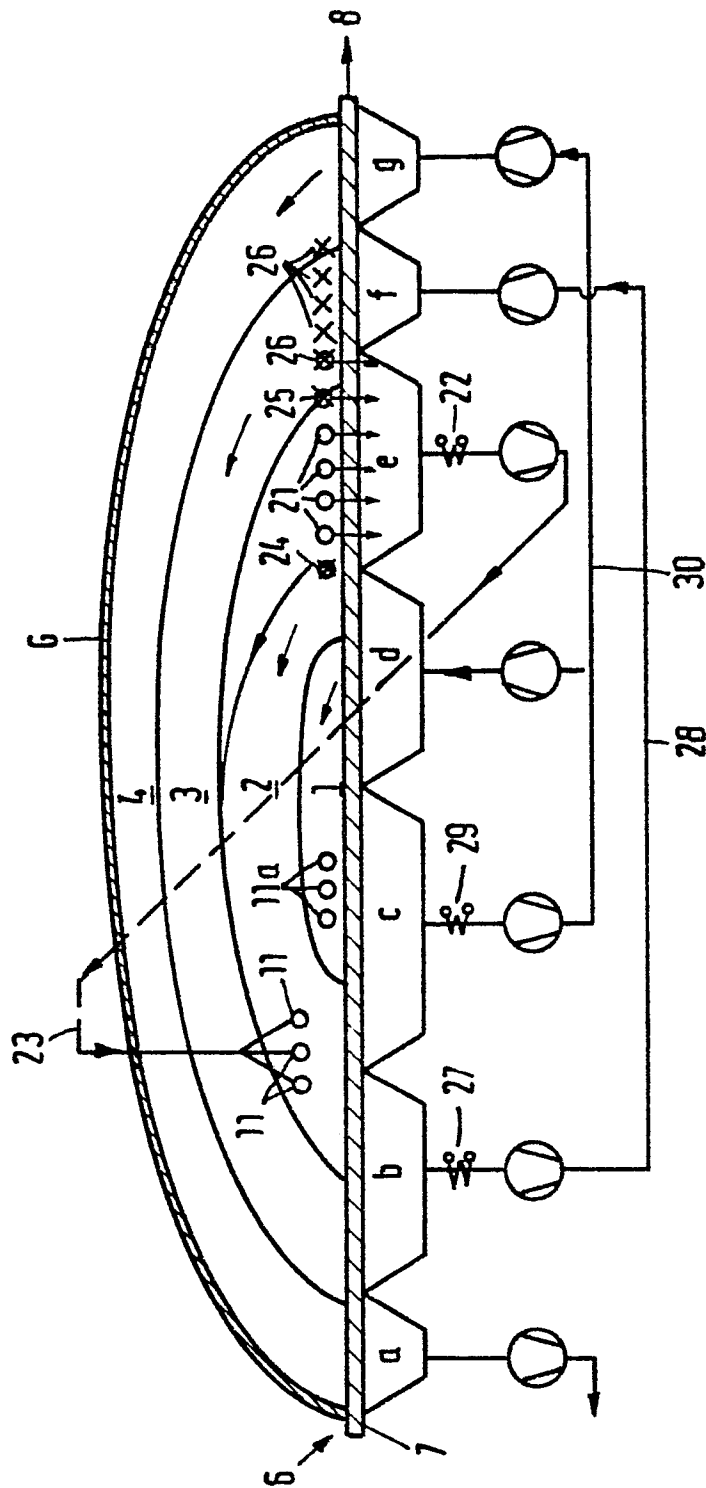


Fig. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0174676

Nummer der Anmeldung

EP 85 20 1282

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (int. Cl. 4.)
A	GB-A-2 042 144 (LUOSSAVAARA-KIIRUNAVAARA AB)		F 27 B 21/06 C 22 B 1/24
A	DE-A-3 041 958 (CH. JAQUEMAR)		
A,D	EP-A-0 030 396 (METALLGESELLSCHAFT AG)		
A,D	US-A-3 172 754 (J.A. ANTHU)		
A	FR-A-1 465 102 (CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES METALLURGIQUES)		
A	FR-A-1 244 355 (P. DEMOLON et al.)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (int. Cl. 4.)
			B 01 J F 27 B C 22 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 04-10-1985	Prüfer COULOMB J.C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			