



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

① Anmeldenummer: 83101537.5
② Anmeldetag: 18.02.83

⑤ Int. Cl.³: H 05 B 3/60

③ Priorität: 20.04.82 DE 3214472

⑦ Anmelder: Eirich, Walter, Sandweg 16, D-6969 Hardheim (DE)
Anmelder: Eirich, Hubert, Bahnhofstrasse 11, D-6969 Hardheim (DE)
Anmelder: Eirich, Paul, Spessartweg 18, D-6969 Hardheim (DE)

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 26.10.83
Patentblatt 83/43

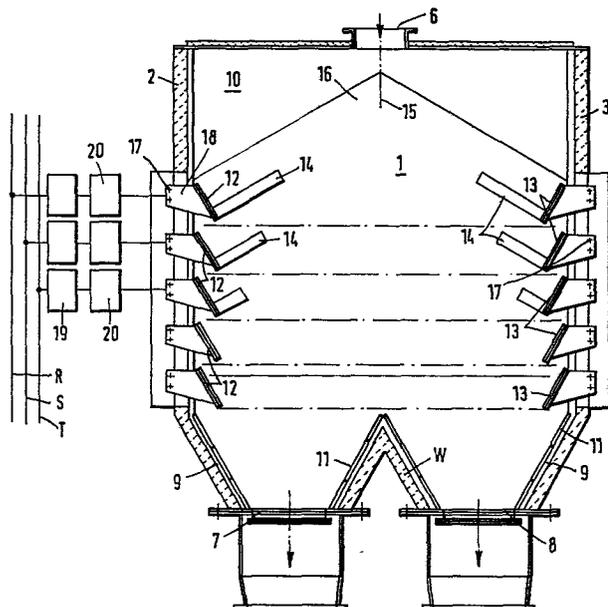
⑧ Erfinder: Goldschmidt, Erwin, Alte Würzburger Strasse 4, D-6969 Hardheim (DE)
Erfinder: Eirich, Paul, Bahnhofstrasse 11, D-6969 Hardheim (DE)
Erfinder: Eirich, Walter, Spessartweg 18, D-6969 Hardheim (DE)
Erfinder: Eirich, Hubert, Sandweg 16, D-6969 Hardheim (DE)

⑥ Benannte Vertragsstaaten: CH DE FR GB IT LI

⑨ Vertreter: Weber, Dieter, Dr. et al, Dr. Dieter Weber und Klaus Seiffert Patentanwälte
Gustav-Freytag-Strasse 25, D-6200 Wiesbaden 1 (DE)

④ Vorrichtung zum Erhitzen von elektrisch leitfähigen Schüttgütern.

⑦ Beschrieben ist eine Vorrichtung zum Erhitzen von elektrisch leitfähigen Schüttgütern mittels Widerstandsheizung mit einem Einlauf, einem Auslauf und dazwischen angeordneten, einen Ofenraum bildenden Stirn- und Seitenwänden und mit an den Stirnwänden angebrachten Elektroden. Um eine solche Vorrichtung dahingehend zu verbessern, daß das Schüttgut gleichmäßig erwärmt werden kann und dennoch die geometrische Form des Ofenraumes möglichst einfach ist, so daß der Einsatz handelsüblicher Werkstoffe ohne besondere Bearbeitungen möglich ist, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß wenigstens zwei Paare von an gegenüberliegenden Stirnwänden (2, 3) befestigten Elektroden (12, 13) galvanisch voneinander getrennt vorgesehen sind. Damit werden Stromdurchbrüche mit den nachteiligen Folgen vermieden, und die Strombahnen können beeinflusst und gesteuert werden.



1 Vorrichtung zum Erhitzen von elektrisch
 leitfähigen Schüttgütern

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erhitzen von elektrisch leitfähigen Schüttgütern mittels Widerstandsheizung mit einem Einlaß, einem Auslaß und dazwischen angeordneten, einen Ofenraum bildenden Stirn- und Seitenwänden und mit an den Stirnwänden angebrachten Elektroden.

10

Es ist bekannt, kohlenstoffhaltige Rohstoffe bei der Herstellung von Elektrodenmassen für die Elektroden der elektrischen Schmelzöfen oder die Elektrolytmasse bei der schmelzelektrolytischen Aluminiumerzeugung zu erwärmen.

15 Insbesondere zur Herstellung von hochwertigen Briketts wird bekanntlich das Ausgangsmaterial, wie Koks, Ruß, Kohle, innig vermischt, sodann mit einem thermoplastischen Bindemittel, insbesondere Pech, versehen und anschließend gepreßt. Dabei ist es zur hinreichenden Füllung der Preß-
20 formen zweckmäßig, das Schüttgut zuvor anzuwärmen, und hierfür werden widerstandsbeheizte Vorrichtungen der vorstehend genannten Art benutzt.

Es sind ferner elektrische Öfen bekannt, bei denen der
25 Strom horizontal durch Kohlenstoffmaterialien hindurchgeht und mittels über Rollen abgehängter Elektroden zugeführt wird, die mit fortschreitender Füllung des Ofens nach oben herausgezogen werden. Man versuchte hiermit, den gesamten Ofeninhalt möglichst gleichmäßig aufzuheizen, hat aber mit
30 dem zuletzt erwähnten Aufbau einen erheblichen mechanischen Aufwand mit umständlichen Vorkehrungen für die Stromzuführung vorgesehen. Die Wärme war dennoch nicht zufriedenstellend verteilt, weil eine Ruheperiode nach dem Befüllen von etwa 12 Stunden für notwendig erachtet wurde.

35

Bekannt ist auch ein kontinuierlicher Ofen mit ringförmigen Elektroden, bei welchem der Strom durch eine einzige Strombahn durch den Koks hindurchgeleitet wird. Zwar kann

- 1 hierdurch ein kleinerer Ofenquerschnitt gewählt werden,
die Füllung verringert sich hierbei jedoch unter übermäßi-
ger Vergrößerung der Bauhöhe, und der kontinuierliche Be-
trieb hat sich in der Praxis auch insofern nicht durchge-
5 setzt, weil die meisten Aufbereitungsmaschinen nicht kon-
tinuierlich sondern im Chargenbetrieb arbeiten. Zwischen-
geschaltete Puffer sind aber außerordentlich umständlich
und aufwendig.
- 10 Gemäß der DE-PS 15 71 443 hat man daher zur Vergleichmäßi-
gung der Erwärmung einen widerstandsbeheizten Ofen vorge-
sehen, bei dessen Konstruktion das Quermaß der Strombahn
mit zunehmendem Abstand von der Elektrode abnimmt, um hier-
durch die Stromdichte über dem ganzen Ofenquerschnitt zu
15 vergleichmäßigen. Mit Nachteil ergibt sich hier aber eine
komplizierte Behälterform, die nicht nur sehr teuer her-
zustellen ist, sondern auch den Einsatz moderner, tempera-
turbeständiger und verschleißfester Werkstoffe erschwert,
die nur in bestimmten Standardformaten geliefert werden,
20 ohne wesentliche Veränderungen vorzusehen. Insbesondere
ist eine nachträgliche Bearbeitung mit herkömmlicher Tech-
nik kaum möglich.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vor-
25 richtung der eingangs bezeichneten Art sowie unter Umgehung
der Nachteile des Ofens nach der DE-PS 15 71 443 so zu ver-
bessern, daß das Schüttgut gleichmäßig erwärmt werden kann
und dennoch die geometrische Form des Ofenraumes möglichst
einfach ist, so daß der Einsatz handelsüblicher Werkstoffe
30 ohne besondere Bearbeitungen möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß
mindestens zwei Paare von an gegenüberliegenden Stirnwän-
den befestigten Elektroden galvanisch voneinander getrennt
35 vorgesehen sind. Auf diese Weise hat man mehrere, galva-
nisch voneinander getrennte Stromkreise zur Verfügung, wel-
che eine gleichmäßige Einleitung und Verteilung des Stro-
mes in dem zu erwärmenden Schüttgut ermöglichen. Das je-

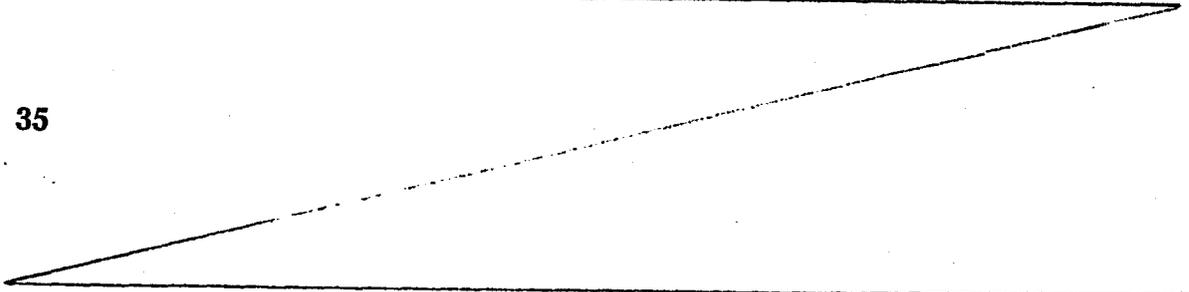
1 weilige Elektrodenpaar kann unter gleichem oder verschiede-
nem elektrischem Potential stehen, so daß die eine Strom-
bahn des einen Elektrodenpaares schwerlich einen Einfluß
auf die des anderen Elektrodenpaares hat. Das gleiche gilt
5 auch bei der Verwendung einer Vielzahl von Elektrodenpaaren.
Aber nicht nur eine gleichmäßige Erwärmung des Schüttgutes
wird auf diese Weise erzielt, sondern auch die Stromdurch-
brüche und die damit verbundene Bildung von Kanälen mit er-
höhter Materialtemperatur wird in vorteilhafter Weise ver-
10 hindert. Die Maßnahmen der Erfindung berücksichtigen die
Tatsache, daß der durch das Schüttgut geleitete Strom stets
die Tendenz hat, jeweils den Weg des geringsten Widerstan-
des zu gehen, wie auch in Veröffentlichungen bereits er-
kannt und geäußert ist. Das Überhitzen des Schüttgutes an
15 einigen Stellen, nämlich in der Nähe von Stromfäden gerin-
geren Widerstandes bei unzureichender Erwärmung daneben-
liegender Materialbereiche kann durch die Vergleichmäßi-
gung mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen wesentlich besser
vermieden werden als bei der komplizierten Ofenkonstruktion
20 des bekannten, widerstandsbeheizten Ofens. Dort müßten die
den Ofenraum bildenden Seitenwände so angeordnet werden,
daß mit zunehmendem Abstand von der Elektrode das Quer-
maß der Strombahn verkleinert würde. Nur hierdurch wird die
Wahrscheinlichkeit einer gleichmäßigen Stromdichte über den ganzen Ofen-
25 querschnitt verbessert. Es ist aber ersichtlich einfacher, durch die An-
ordnung von Elektroden an den Stirnwänden des Ofenraumes
die Stromdichte zu beeinflussen, während man von den Sei-
tenwänden und den die Elektroden halternden Stirnwänden
in der Gestaltung und geometrischen Form unabhängig bleibt.
30 Bei zweckmäßiger weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind
die Elektroden an den am weitesten voneinander entfernten,
vorzugsweise ebenen Stirnwänden des im Querschnitt längli-
chen Ofenraumes angebracht. Dadurch kann der Ofenraum nicht
35 nur in einfachsten geometrischen Formen sondern auch unter
Bildung langer Strombahnen ausgeführt werden. Dennoch ist
der Einbau des Ofens in eine Gesamtanlage und die Verwen-
dung von handelsüblichen Werkstoffen günstig und mit niedri-

1 gen Kosten möglich.

Die Elektroden können aus Graphit, Metall oder anderen geeigneten Stoffen bestehen und sind erfindungsgemäß zweckmäßig an einer Stirnwand getrennt über- und/oder nebeneinander angebracht, wobei der Auslauf vorzugsweise zwei Entleerungsöffnungen mit Auslaufkegeln aufweist, die einander etwa unter der Mitte des Ofenraumes berühren. Im Allgemeinen ist die Vorrichtung gemäß der Erfindung in der Praxis so aufgebaut, daß die Stirn- und Seitenwände etwa vertikal hochgehen, so daß der Einlauf oben und der Auslauf unten angeordnet sind. In diesem Falle wird Schüttgut nach dem Befüllen des Ofenraumes zumeist einen Schüttkegel bilden, so daß bei ebener Auslauffläche in der Mitte des Ofenraumes zwischen den einander gegenüberliegenden Elektrodenpaaren eine größere Querschnittsfläche vorhanden wäre. Ordnet man nach den vorstehend erwähnten Maßnahmen der Erfindung zwei Entleerungsöffnungen mit Auslaufkegeln in der beschriebenen Weise nebeneinander an, dann wird die durch den erwähnten Einschüttkegel bedingte Querschnittsvergrößerung in der Ofenfüllung in der Mitte des Ofenraumes kompensiert, und in vorteilhafter Weise bleibt die Stromdichte im gesamten Behälter für die von der einen zur gegenüberliegenden Elektrode fließende Strombahn wiederum gleich.

Die Elektroden befinden sich gemäß der Erfindung also beispielsweise übereinander angeordnet an einer und entsprechend auch an der gegenüberliegenden Stirnwand. Um zu vermeiden, daß auch in schwierigen Fällen der Strom statt direkt in das Heizgut zu fließen erst durch andere benachbarte Elektroden fließt, ist _____

35



1 es erfindungsgemäß zweckmäßig, wenn die Elektroden jalou-
sieförmig über- und/oder nebeneinander angeordnete Platten
sind. Zweckmäßigerweise besteht jede Elektrode aus einer
gegebenenfalls in horizontaler Richtung länglichen Platte,
5 und die nächste Elektrode ist in schuppenförmigem Aufbau
oder wie in Gestalt der einzelnen Blätter einer Jalousie
darüber bzw. die nächste darunter angeordnet, wodurch der
eigentliche Abstand von einer Elektrode zu der danebenlie-
genden Elektrode mit Vorteil vergrößert wird. Damit wird
10 aber der vorstehend erläuterte Querfluß des Stromes durch
mehrere Elektrodenplatten verhindert. Auf diese Weise wird
also der von einer Elektrode zur jeweils anderen fließende
Strom in die verschiedenen Strombahnen gezwungen, wengleich
beispielsweise im unteren Teil des Ofenraumes die Dichte des
15 Schüttgutes größer ist und damit auch eine bessere Wärme-
leitfähigkeit des Schüttgutes im unteren Bereich vorliegt.
Die jalousieförmige Anordnung der Elektrodenplatten erlaubt
die volle Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Wandfläche
für die Elektroden und zwingt den Strom entlang getrennter
20 Strombahnen zwischen den jeweiligen Elektrodenpaaren.

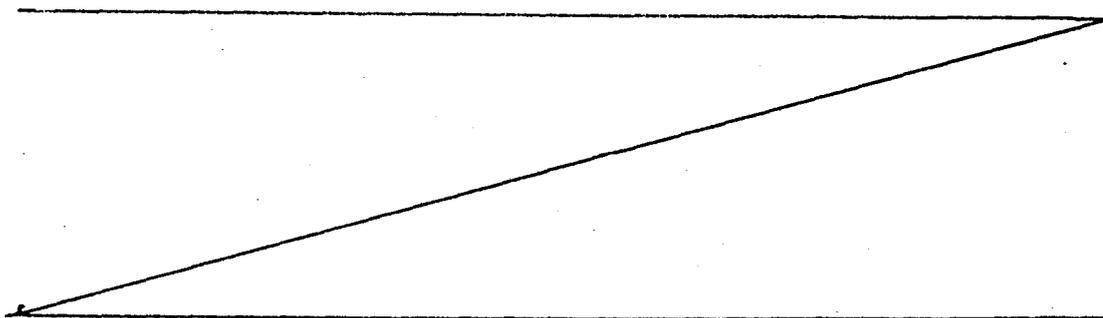
Um die Gleichmäßigkeit des Stromflusses auch bei ungünstigen
Verhältnissen, z. B. durch unterschiedliche Befüllung des
Behälters, unterschiedliche Dichte des Schüttgutes, Kornver-
25 teilung desselben usw., sicherzustellen, ist es erfindungs-
gemäß besonders vorteilhaft, wenn mindestens eine Elektrode
mit einer in den Ofenraum ragenden Stromleitschiene verse-
hen ist. Diese ragt vorzugsweise quer aus der Platte und da-
mit an der Stirnwand heraus in das Schüttgut hinein. Beson-
30 ders bevorzugt ist die Anordnung derartiger Stromleitschie-
nen im oberen Bereich des Schüttgutes geringerer Dichte,
lockerer Aufschüttung und insbesondere bei Vorhandensein
eines ausgeprägten Schüttkegels. Den Stromfluß kann man
nämlich durch diese Stromleitschienen in der gewünschten
35 Richtung zwingen und für jeden Einzelfall individuell in
gewünschter Weise verteilen. Dabei spielen selbstverständ-
lich Länge, Richtung und Größe der Stromleitschiene eine we-
sentliche Rolle, wie noch erläutert wird.

1 Deshalb ist es vorteilhaft, wenn bei weiterer Ausgestaltung
der Erfindung die Länge und/oder die Stellung der von den
Elektrodenplatten herausstehenden Stromleitschienen verstell-
bar ist. Günstig ist es auch, wenn man den Winkel, unter
5 welchem die Stromleitschienen von den Elektrodenplatten ab-
stehen, verstellen kann. Beispielsweise hängt die Verstel-
lung des Winkels und auch der Länge der Stromleitschiene von
dem jeweiligen Schüttgut ab. Vor Inbetriebnahme einer erfin-
dungsgemäßen Vorrichtung kann mit Temperaturmessungen im
10 Schüttgut die optimale Stromverteilung bzw. Führung der
Strombahnen durch entsprechende Einstellung der Stromleit-
schienen eingestellt werden.

15 Durch die Anordnung und Verstellung von Richtung und Länge
dieser Stromleitschienen ist es erfindungsgemäß in sehr
einfacher Weise möglich, den Stromfluß im Ofenraum nach
oben in den Einschüttkegel und auch in die Schichten des
Schüttgutes mit geringerer Dichte hineinzuführen. Die An-
20 bringung und Ausführung dieser Stromleitschienen ist damit
so gestaltet, daß ein Verstellen nach individuellen Bedürf-
nissen bei der Inbetriebnahme durchgeführt werden kann.

Die Anordnung der Stromleitschienen, gegebenenfalls in Ver-
25 bindung mit der jalousieförmigen Anordnung der Elektroden-
platten, ermöglicht weiterhin die einfache geometrische Ge-
staltung des Behälters bzw. der den Ofenraum bildenden
Wände. Auf diese Weise ist eine leichte Anpassung an häufig
schwierige Einbauverhältnisse möglich. Weiterhin sind ver-
30 schiedene Größen der Vorrichtung mit der gleichen Grundform
durch mehr oder weniger Stromführungssektionen möglich, die

35



1 durch Anordnung mehrerer Elektroden in der Höhe übereinander eingerichtet werden können.

Bei dem oben erwähnten Einsatz von zwei Entleerungsöffnungen mit Auslaufkegeln kann man beispielsweise eine rechteckige oder quadratische Form an Stelle eines runden Kegels für die Auslaufpyramidenstümpfe vorsehen, so daß eine Auskleidung mit hochtemperaturbeständigen Platten, die auch gleichzeitig besonders verschleißfest sind,
5 vorsehen, wobei insbesondere an die in der Technik derzeit schon übliche Aluminiumoxidkeramik gedacht ist. Dieses außerordentlich verschleißbeständige und temperaturunempfindliche Material wird nur in bestimmten Normformaten geliefert und kann durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen bei
10 jeder Art Vorrichtung eingesetzt werden, ohne daß eine nachträgliche Bearbeitung erforderlich ist.

Es versteht sich, daß die Stromstärke einstellbar und automatisch regelbar ist. Es ist dabei zweckmäßig, wenn jeder Stromkreis ein Drehstrom-Thyristor-Regelgerät zur
20 Regelung der Stromstärke und einen Trenntransformator aufweist für die galvanische Trennung und Spannungsreduzierung. Die Vorrichtung gemäß der Erfindung kann mit Gleichstrom, Wechselstrom oder Drehstrom betrieben werden. Bei der Verwendung von Gleichstrom ist in jedem Stromkreis zusätzlich
25 noch ein Gleichrichter eingebaut, z.B. ein Drehstrom-Gleichrichter.

Zweckmäßig ist es gemäß der Erfindung ferner, wenn die in
30 das Schüttgut im Ofenraum eingeleitete elektrische Energie für jedes Paar von Elektroden und/oder für alle Strombahnen insgesamt voreinstellbar ist. Der gewünschte Aufheizungsgrad kann damit in vorteilhafter Weise durch die Vorgabe der einzuleitenden Energie (in Kilowattstunden) vorge
35 wählt werden. Es besteht die Möglichkeit einer getrennten Energievorgabe für jede einzelne Strombahn oder auch eines Gesamtenergiewertes für alle Strombahnen zusammen. Sobald die gewünschte Strommenge pro Bahn im einen Fall und/oder

1 pro Vorrichtung insgesamt im anderen Fall, eingeleitet ist,
wird die jeweilige Bahn bzw. die Stromzufuhr der Vorrich-
tung insgesamt abgeschaltet. Die Messung der eingeleiteten
Energie erfolgt beispielsweise durch einen Drehstromzähler
5 mit Kontakteinrichtung und Null-Rückstellung.

Es kann ferner zweckmäßig sein, wenn erfindungsgemäß in
dem Ofenraum ein Rührwerk und/oder am Einlauf der Vorrich-
tung ein Streuteller vorgesehen sind. Dann kann auch bei
10 Vorhandensein verschiedener Körnungen oder unzureichender
Homogenisierung des zu erwärmenden Schüttgutes die Einlei-
tung und Verteilung des elektrischen Stromes begünstigt
werden. Der Einsatz eines Streutellers über dem Einlauf
schafft z.B. eine äußerst gleichmäßige Beschickung des
15 Ofenraumes ohne Entstehung des oben beschriebenen Einschütt-
kegels, so daß damit auch die in diesem Zusammenhang stehen-
den Separierungen zwischen Grob- und Feinkörnern entfallen.

Wenn man bei weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorsieht,
20 daß die den Ofenraum bildenden Wände eben und auf Wiege-
einrichtungen aufgesetzt und gelagert sind, kann man die
Vorrichtung gemäß der Erfindung direkt als Wiegebehälter
benutzen. Bei kontinuierlichem Betrieb kann die Überwachung
des Ofengewichtes zur Steuerung der Durchlaufmenge und/oder
25 zur Steuerung der Stromzufuhr benutzt werden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der
vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Be-
schreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele in Verbindung
30 mit den Zeichnungen. Es zeigen:

Figur 1 die Vorrichtung zum Erhitzen im Querschnitt,
Figur 1a eine Draufsicht auf die Vorrichtung der Figur 1,
die insofern eine Schnittansicht entlang der Li-
nie A-B der Figur 1a darstellt,
35 Figur 1b eine andere Querschnittsansicht der Vorrichtung
nach Figur 1, und zwar entlang der Linie C-D in
Figur 1a,

- 1 Figur 2 schematisch eine ähnliche Bauform, bei welcher verstellbare Stromleitschienen mit unterschiedlicher Eintauchtiefe von der Seite gezeigt sind,
Figur 2a die Ansicht in die Vorrichtung der Figur 2 von oben,
5 Figur 3 wiederum schematisch die Vorrichtung ähnlicher Bauform, bei welcher am Auslauf Austragsgeräte und Regeleinrichtungen vorgesehen sind,
Figur 4 eine weitere andere Gestaltung des Ofenraumes unter schematischer Darstellung der Vorrichtung,
10 Figur 5 eine wiederum andere Modifikation der schematisch in ihren Umrissen dargestellten Vorrichtung,
Figur 6 eine weitere andere Ausgestaltung der Vorrichtung mit am Einlauf vorgesehenem Streuteller und mit Austragseinrichtungen und
15 Figur 7 eine ähnlich aufgebaute Vorrichtung wie nach Figur 1, wobei jedoch die Lagerung der Vorrichtung auf einer Wiegeeinrichtung vorgesehen ist, mit Regeleinrichtungen.

In Figur 1 ist die Vorrichtung zur Erhitzung von elektrisch leitfähigem Schüttgut 1 gezeigt, wobei in Verbindung mit den Figuren 1a und 1b die Stirnwände 2, 3, die Seitenwände 4, 5, der Einlaß 6 und die Entleerungsöffnungen 7, 8 mit den Auslaufkegeln 9 gezeigt sind. Es versteht sich, daß die den mit 10 bezeichneten Ofenraum bildenden Wände 2-5
25 außen ein Stahlskelett mit Wärmeisolierung und zum Ofenraum 10 hin innen temperaturbeständige Isolierplatten aufweisen. Im Bereich der Auslaufkegel 9 erkennt man außerdem die Belegung mit keramischen Kacheln 11.

30 Aus den Figuren 1 und 1b erkennt man die Anordnung von fünf Paaren von Elektrodenplatten 12 bzw. 13, die mechanisch und elektrisch vollständig separat voneinander und jalousieförmig übereinander angeordnet sind. Die oberen drei Paare von Elektroden 12, 13 weisen außerdem in den Ofenraum 10 ragende Stromleitschienen 14 auf, die etwa senkrecht von den
35 schräggeneigten Elektrodenplatten 12 bzw. 13 in das Schüttgut 1 hineinragen. Die Platten befinden sich in einem Winkel von 30 bis 45° zur Vertikalen, während die Stromleitschie-

1 nen 14 etwa senkrecht aus den Platten herausstehen. Man er-
kennt, daß die oberen, in der Mitte 15 und damit dem Schütt-
kegel 16 zugewandte Stromleitschiene 14 länger als die je-
weils darunter angeordnete Stromleitschiene ist. Die beiden
5 in Figur 1 gezeigten untersten Elektroden 12, 13 weisen
Stromleitschienen nicht auf. Bei dieser Ausführungsform ist
dafür gesorgt, daß die oberen, mit den Stromleitschienen
14 versehenen Elektrodenplatten 12, 13 in einer durch drei
teilbaren Anzahl vorgesehen sind, so daß hier vorzugsweise
10 Drehstrombetrieb vorgesehen ist. Die elektrischen An-
schlüsse 17 sind schematisch gezeigt und befinden sich an
Halterungen 18 hinter den Elektrodenplatten 12, 13 und er-
lauben die Zuführung des Stromes bzw. den Anschluß an die
jeweilige Spannung der in Figur 1 gezeigten elektrischen
15 Leitungen RST mit jeweils vorgeschaltetem Wechselstromstel-
ler 19 und Transformator 20.

Aus Figur 1b erkennt man deutlich, daß auf einer Elektro-
denplatte 12 mehrere Stromleitschienen 14 im Abstand neben-
20 einander angeordnet sind und daß unten der Auslauf 7 mit
einer Verschußklappe 21 abgeschlossen ist, die über den
hydraulischen oder pneumatischen Zylinder 22 geöffnet oder
geschlossen wird.

25 In Figur 2 ist schematisch eine Vorrichtung der Gestalt
nach Figur 1 dargestellt, und die Besonderheit - auch in
Verbindung mit Figur 2a - besteht in der Verstellbarkeit
der von den Elektrodenplatten herausstehenden Stromleit-
schienen 14. In Figur 2 sind übereinander drei Ebenen von
30 nicht dargestellten Elektrodenplatten 12 bzw. 13 angede-
tet, und es ragen hier etwa in der horizontalen Richtung
die Stromleitschienen 14 in verschiedener Länge heraus.
In der obersten Ebene A ragt die Stromleitschiene 14 am
weitesten zur Mitte 15 hin, während in der untersten Ebene
35 C der Abstand zwischen den zwei in das Schüttgut 1 hinein-
ragenden Stromleitschienen 14 am größten ist. Folglich
steht das nach außen herausstehende Ende in dieser Ebene
C am weitesten nach rückwärts heraus. Mit gestrichelten

1 Linien ist gezeigt, daß man in allen drei Ebenen A, B und C die Stromleitschienen 14 gleichweit zur Mitte 15 des Ofenraumes 10 hin ragen lassen kann, je nach der gewünschten Stellung.

5

In Figur 2a sind wiederum die Anschlußleitungen R, S und T gezeigt, die zu den einzelnen nicht gezeigten Elektroden und damit auch zu den Stromleitschienen 14 führen. Gemäß Figur 2a blickt man von oben in den Ofenraum 10 herein und 10 sieht daher innerhalb der Wände 2 - 5 nur die oberen Stromleitschienen 14 mit dem dadurch vorgegebenen Abstand der Vorderenden derselben zueinander, der in dieser Ebene A, der obersten Ebene, gleich sein soll. Gestrichelt erkennt man die Ebene B und durch die außen gezeigten gestrichelten 15 Linien jeweils die in der Ebene C hereingeführten Stromleitschienen 14. Entsprechend ragen nach rückwärts bzw. nach außerhalb des Ofenraumes 10 die Stromleitschienen gemäß Ebene B und C heraus, wobei hier angenommen sei, daß in jeder Ebene A, B und C drei Stromleitschienen, für die Ebene 20 A z.B. A1, A2 und A3, vorgesehen sind.

In Figur 3 ist wiederum eine Behälterform ähnlich wie bei Figur 1 und 2 gezeigt, und die Elektroden 12, 13 sind schematisch als Platten gezeigt.

25

Unter den Entleerungsöffnungen 7 und 8 sind bei diesem Ausführungsbeispiel Vibrationsrinnen 23 als Austragsgeräte vorgesehen, so daß nach dem Erwärmen das Schüttgut nach Verlassen der Entleerungsöffnungen 7, 8 gemäß Pfeilen 24 auf einen 30 Förderer 25 fällt. Hier kann durch die Fließbandwaage 26 die Menge des pro Zeiteinheit geförderten Schüttgutes abgetastet und über Leitung 27 einem Regler 28 zugeführt werden. Je nach gewählter Priorität (gewählte Temperatur oder Durchsatzmenge) können über den Regler 28 die Durchsatzmenge des 35 von den Vibrationsrinnen 23 - bzw. allgemein den Austraggeräten - gemäß Pfeil 24 geförderten Schüttgutes oder die Heizleistung der Stromregler 42 geregelt werden. Bis zum Erreichen der Grenz- bzw. Maximalleistung kann die Heizleistung

1 auch proportional zur Durchsatzmenge geregelt werden. Durch die elektrische Leitung 30 wird ein Regelsignal zu den Stromreglern 42 geführt; wie über Leitung 29 die Regelbefehle zu den Vibrationsrinnen 23 geleitet werden.

5

In Figur 4 ist eine andere Form des Ofenraumes 10 gezeigt, bei dem die Strommenge an die jeweilige in der betreffenden Ebene befindlichen Materialmenge angepaßt werden kann. Die angegebenen Prozentzahlen von 10 % von unten nach oben bis 10 40% stellen die Verteilung des Stromflusses z.B. von den rechten Elektroden 13 zu den linken Elektroden 12 dar. Diese Verteilung soll auch dem Volumen des dazwischen angeordneten Materials 1 in der jeweiligen Schicht bzw. Ebene entsprechen, wobei für jede Ebene eine besondere Strombahn 15 in der vorstehend beschriebenen Weise vorgesehen ist.

Figur 5 zeigt eine weitere andere Ausführungsform eines Behälters, bei welchem am Rand die Elektrodenplatten 12 lediglich schematisch angedeutet sind. Diese zweikegelige 20 oder Doppelpyramidenform des Ofenraumes 10 hier dient der Vermeidung von Totraum durch den Einschüttkegel, der hier im großen und ganzen abgebaut ist.

Eine vollständige Vermeidung eines Einschüttkegels gelingt 25 mit der Ausführungsform nach Figur 6, bei welcher ein Streuteller 31 von einem Motor 32 angetrieben und mit dem Ofenraum 10 etwa im Bereich des Einlaufes 6 angeordnet ist, so daß das vom Förderer 33 nach links gemäß Pfeil 34 herunterfallende Schüttgut durch den Streuteller 31 Bahnen etwa 30 entsprechend der Pfeile 35 durchläuft und dann die Füllung des Ofenraumes 10 ohne Schüttkegel bewirkt. Der Behälter nach Figur 6 weist ebenso wie der nach den Figuren 4 und 5 unten lediglich eine einzige Entleerungsöffnung auf, und das Schüttgut kann nach der Erwärmung etwa mit dem Abzugsband 35 35 gemäß Figur 6 abtransportiert werden.

Schließlich zeigt Figur 7 eine Behälterform ähnlich der Figur 1, wobei jedoch eine Auflage der Gesamtvorrichtung auf

1 Druckmeßdosen 37 derart vorgesehen ist, daß ein solcher Ofen direkt als Waage verwendet werden kann.

Bei kontinuierlichem Betrieb kann die Überwachung des Ofen-
5 gewichtes zur Steuerung der Durchlaufmenge und/oder zur Steuerung der Stromzufuhr benutzt werden. Man erkennt in Figur 7 die Druckmeßdosen 37, von denen die Signale zur Waage 38 gegeben werden können. Von dort gibt es über die Leitung a_1 ein Signal zur Veränderung der aufgegebenen
10 Materialmenge, d. h. zur Steuerung der Durchlaufmenge. Zusätzlich oder alternativ kann über die Leitung b_1 ein Steuersignal auf den Elektrogenerator 39 gehen, der über die Leitungen 40 (Phasen RST) die Stromzufuhr steuert. Weiterhin kann durch die Leitung c_1 ein Steuersignal zur Austrag-
15 einrichtung 41 geführt werden, so daß hier die Austragsmenge steuerbar ist.

Die Vorrichtung gemäß der Erfindung kann ferner dadurch gekennzeichnet sein, daß eine kontinuierlich regelbare Austrags-
20 einrichtung vorgesehen ist, deren Leistung auf die voreinstellbare Heizleistung abstimmbare ist. Bei einer anderen Alternative kann die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet sein, daß eine Regeleinrichtung für die Heizleistung, welche durch eine Heizeinrichtung aufgebracht wird, bzw. für die eingeleitete
25 elektrische Energie auf die Einstellung der regelbaren Austragseinrichtung abstimmbare ist. Mit anderen Worten können bei der Vorrichtung gemäß der Erfindung eine kontinuierlich regelbare Austragseinrichtung und eine Regeleinrichtung für die eingeleitete elektrische Energie vorgesehen sein, wobei
30 die Austrags- und die Regeleinrichtung gegenseitig aufeinander abstimmbare sind.

Je nach der Produktqualität und Aufgabenstellung kann es zweckmäßig sein, entweder die kontinuierlich regelbare Aus-
35 tragseinrichtung oder die Regeleinrichtung für die eingeleitete elektrische Energie vorzusehen. Wünscht man z.B. die Einhaltung einer sehr konstanten Temperatur, dann kann die Durchsatzleistung bzw. Austragsleistung so gesteuert wer-

1 den, daß das gesamte ausgetragene Material die gewünschte Temperatur besitzt.

5

10

15

20

25

30

35

1 Walter Eirich
 Hubert Eirich
 Paul Eirich
 6969 Hardheim

5

Vorrichtung zum Erhitzen von elektrisch
leitfähigen Schüttgütern

10

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zum Erhitzen von elektrisch leitfähigen
Schüttgütern mittels Widerstandsheizung mit einem Ein-
lauf, einem Auslauf und dazwischen angeordneten, einen
15 Ofenraum bildenden Stirn- und Seitenwänden und mit an
den Stirnwänden angebrachten Elektroden, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß mindestens zwei Paare
von an gegenüberliegenden Stirnwänden (2, 3) befestigten
Elektroden (12, 13) galvanisch voneinander getrennt vor-
20 gesehen sind.

- 1 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (12, 13) an den am weitesten voneinander entfernten, vorzugsweise ebenen Stirnwänden (2, 3) des im Querschnitt länglichen Ofenraumes (10) angebracht sind.
- 5
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (12, 13) an einer Stirnwand (2 bzw. 3) getrennt über - und/oder nebeneinander angebracht sind und der Auslauf vorzugsweise zwei Entleerungsöffnungen (7, 8) mit Auslaufkegeln (9) aufweist, die einander etwa unter der Mitte (15) des Ofenraumes (10) berühren.
- 10
- 15 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (12, 13) jalousieförmig über- und/oder nebeneinander angeordnete Platten sind.
- 20 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Elektrode (12, 13) mit einer in den Ofenraum (10) ragenden Stromleitschiene (14) versehen ist.
- 25 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge und/oder die Stellung der von den Elektrodenplatten (12, 13) herausstehenden Stromleitschienen (14) verstellbar ist (Fig. 2, 2a).
- 30 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die in das Schüttgut (1) im Ofenraum (10) eingeleitete elektrische Energie für jedes Paar von Elektroden (12, 13) und/oder für alle Strombahnen insgesamt voreinstellbar ist.
- 35
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Ofenraum (10) ein Rührwerk und/oder am Einlauf (6) der Vorrichtung ein Streuteller

1 (31) angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch
gekennzeichnet, daß die den Ofenraum (10) bildenden Wän-
5 de (2-5) eben und auf Wiegeeinrichtungen (37) aufgesetzt
und gelagert sind (Figur 7).

10

15

20

25

30

35

Fig. 1b

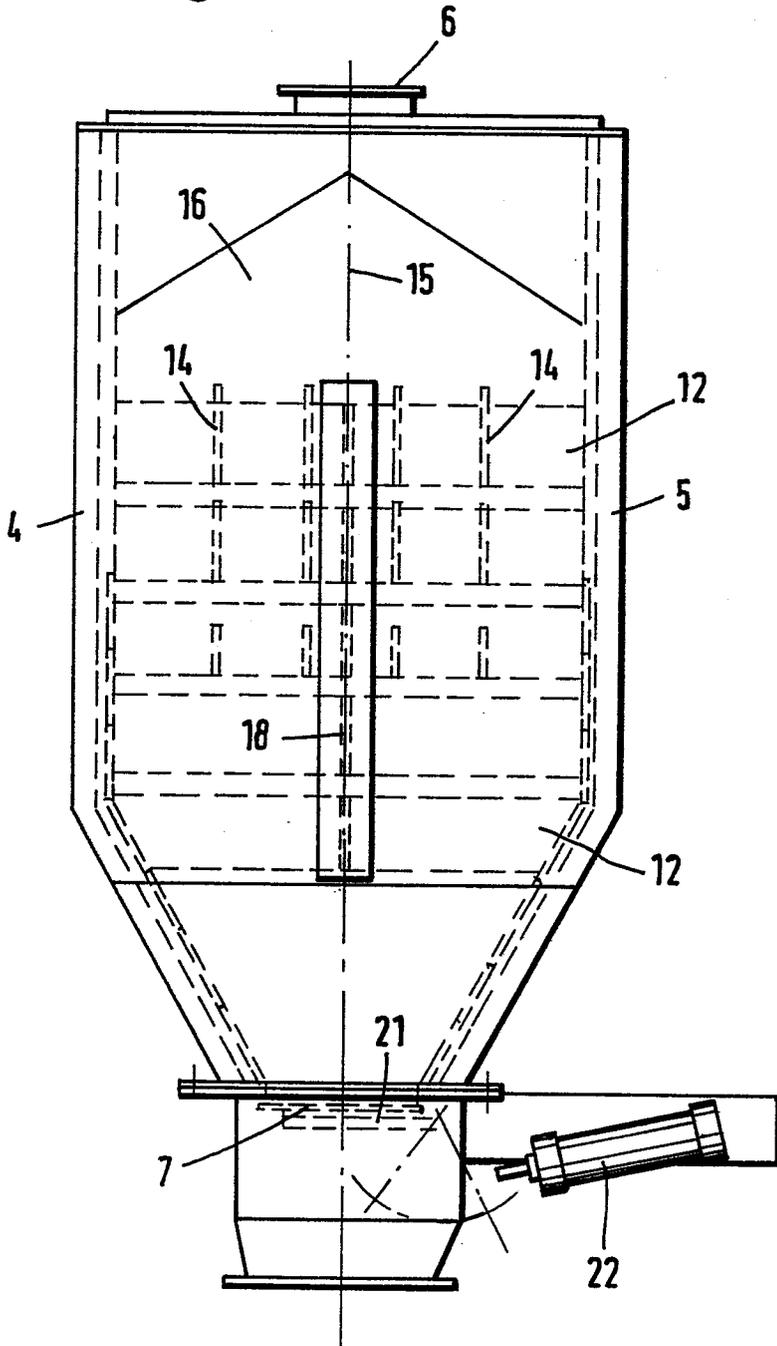


Fig. 2

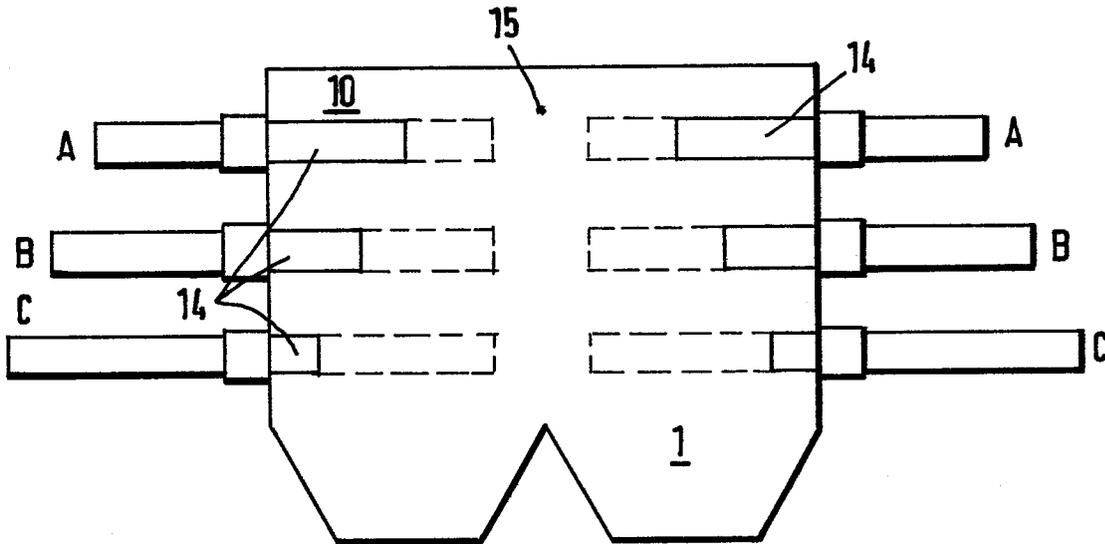


Fig. 2a

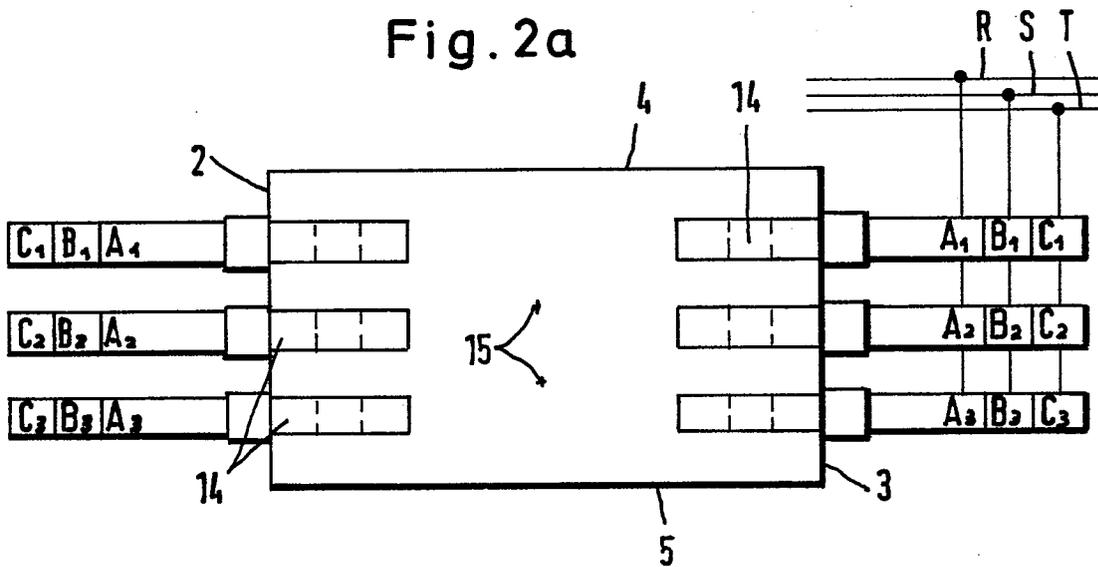


Fig. 3

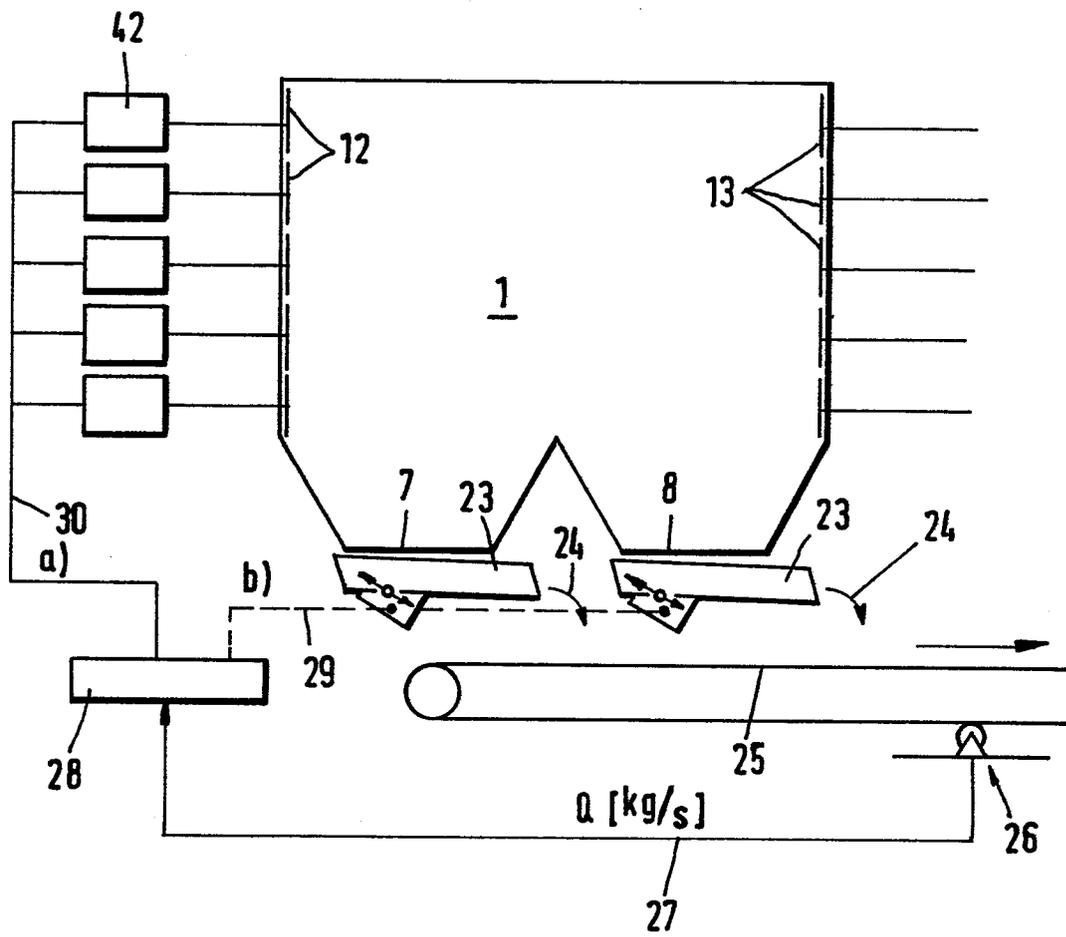


Fig. 4

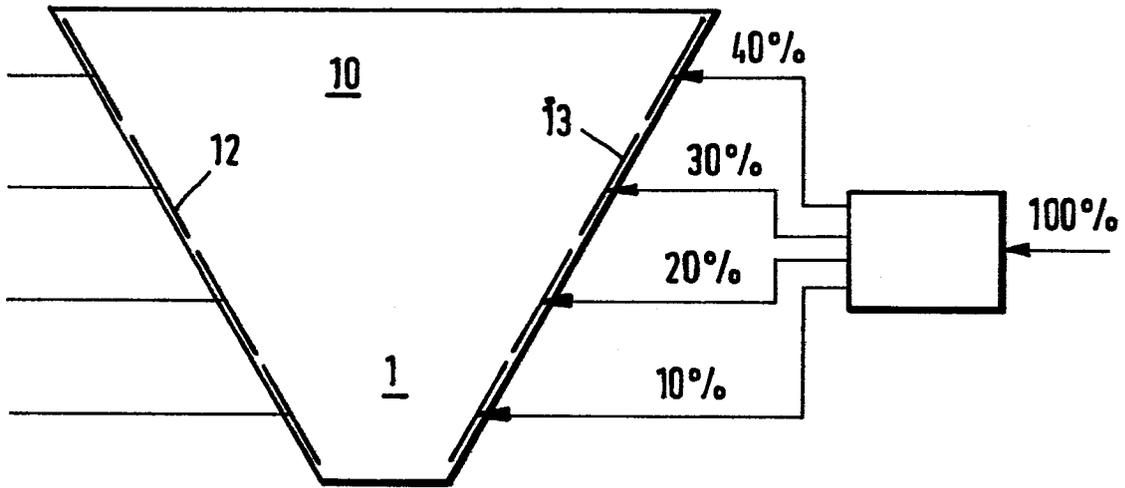


Fig. 5

