

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **80106863.6**

(51) Int. Cl.³: **F 28 G 9/00**

(22) Anmeldetag: **07.11.80**

(30) Priorität: **30.11.79 DE 2948201**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.06.81 Patentblatt 81/23

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL

(71) Anmelder: **Degussa Aktiengesellschaft**
Degussa AG Fachbereich Patente Rodenbacher
Chaussee 4 Postfach 1345
D-6450 Hanau 1 (Stadtteil Wolfgang)(DE)

(72) Erfinder: **Korte, Hans Dieter, Druguste-Viktoria-Str 57**
D-5040 Brühl(DE)

(72) Erfinder: **Mück, Gustav**
Röntgenstr 7
D-5303 Bornheim-Walberberg(DE)

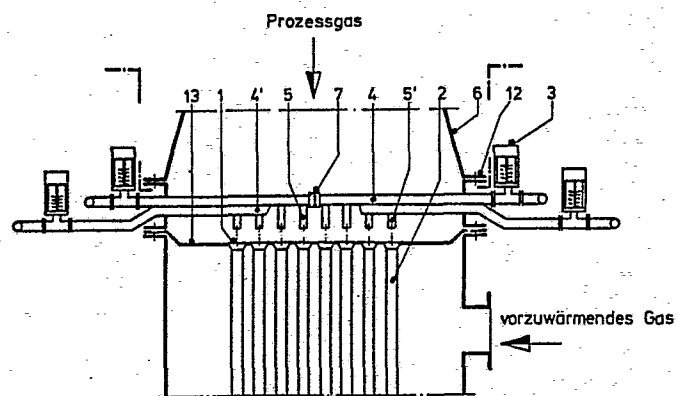
(54) **Vorrichtung und Verfahren zum periodischen Abreinigen von Wärmeaustauscherröhren von Feststoffablagerungen und Verwendung dieser Vorrichtung.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum periodischen Abreinigen der Rohre von Wärmeaustauschern von Ablagerungen feinteiliger Feststoffe, insbesondere Rußen oder pyrogen hergestellten anorganischen Oxiden. Die Vorrichtung besteht aus Strahldüsen, welche im Abstand über den Gaseintrittsöffnungen der Rohre angeordnet sind und über mit Absperrorganen versehene Leitungen mit einem gegenüber dem Prozeßgas Überdruck aufweisenden Reinigungsgas gespeist werden. Die Strahldüsen können stationär oder über eine Reihe der Wärmeaustauscherröhre hinweg verschiebbar angeordnet sein. Das Verfahren sieht vor, die abzureinigenden Rohre, vorzugsweise nacheinander während des Betriebs des Wärmeaustauschers periodisch mit einem schlagartig freigesetzten und kurzzeitig aufrechterhaltenen Gasstrahl hoher Geschwindigkeit zu spülen.

EP 0 029 933 A2

./...

Fig. 1



1

79 250 RS

5

DEUTSCHE GOLD- UND SILBERSCHNEIDANSTALT
vormals Roessler
Weißfrauenstraße 9, 6000 Frankfurt/Main

10

RECHENUNGSFORMEL GEÄNDERT
siehe Titelseite

Vorrichtung und Verfahren zum periodischen Ab-
reinigen von Wärmeaustauscherrohren von Fest-
stoffablagerungen

15

20

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Ver-
fahren zum periodischen Abreinigen der mit einem Pro-
zeßgas durchströmten Rohre oder eines Einzelrohrs eines
zur Wärmeabfuhr aus einem heißen, feindispersen Fest-
stoff enthaltenden Prozeßgasstrom verwendeten Wärmeaus-
tauschers von Ablagerungen des Feststoffs.

25

30

35

Bei der Abtrennung von feindispersen Feststoffen, die
in einem thermischen Prozeß, wie der Rußerzeugung oder
der Gewinnung pyrogener Kieselsäuren gebildet werden
und von einem Gasstrom - in den genannten Fällen vom
eigenen Prozeßgasstrom - transportiert werden, stellt
sich die Aufgabe, die vom Transportgas mitgeführte Wär-
me zu entziehen, um den Feststoff in Schlauchfiltern
oder anderen Einrichtungen abscheiden zu können und
die abgeführte Wärme dem Produktionsprozeß wieder zu-
führen zu können. Die Wärme wird dabei meist über Wärme-
austauscher entzogen, deren Austauschorgane aus Rohr-
bündeln oder Einzelrohren bestehen, durch die das

1 Transport- bzw. Prozeßgas geleitet wird. Je nach Art
des im Gasstrom enthaltenen festen Schwebestoffs kommt
es im Laufe der Betriebsdauer zu Ablagerungen desselben
5 an den Innenwänden der Rohre, wodurch einerseits der
Gasdurchfluß und andererseits der Wärmeübergang vermin-
dert wird. Dieser Vorgang kann zum vollständigen Zu-
wachsen einzelner Rohre führen, was eine Beschädigung
des Wärmeaustauschers zur Folge haben kann. Wenn nämlich,
10 wie üblich, die Rohrenden von Rohrbündel-Wärmetauschern
an bzw. in den einander gegenüberliegenden Stirnplatten
des Austauschers befestigt sind, bewirkt das infolge
zunehmender Wärmeisolation zustandekommene Kälterwerden
verstopfender Rohre in der Nachbarschaft heißerer Rohre
15 das Auftreten von Materialspannungen. Das zugesetzte,
verkürzte Rohr kann dabei durch die es überdehnenden
Nachbarrohre abgerissen werden.

Es bestand daher bei Prozessen, bei denen ein heißes
20 Prozeßgas bzw. -abgas ein feinteiliges Festprodukt mit
sich führt, welches aus dem vorher abgekühlten Gasstrom
abgeschieden werden muß, seit langem ein dringendes Be-
dürfnis, das Ansatzproblem in mit Rohren arbeitenden
Wärmetauschern zu lösen, ohne den Betrieb des Wärme-
25 tauschers unterbrechen zu müssen oder Zuflucht zu auf-
wendigen und reparaturanfälligen mechanischen Reini-
gungsapparaturen zu nehmen. Besondere Probleme berei-
tete das Zusetzen von Wärmetauschern bei der Herstellung
von Rußen und pyrogenen Kieselsäuren, welche wegen ihrer
30 hohen Oberflächenaktivität besonders stark zum Ansetzen
und Aufwachsen neigen.

Es wurde nun gefunden, daß man die geschilderten Pro-
bleme überraschend einfach und nachhaltig mit einer
35 Vorrichtung lösen kann, welche lediglich in das Prozeß-
gasanströmröhr eingebaut zu werden braucht.

1 Die Vorrichtung ist gekennzeichnet durch zentrische
über den Gaseintrittsmündungen der Rohre justierte bzw.
justierbare und mit mindestens einer mit Absperrorganen
5 versehenen Leitung für die periodische Zufuhr eines ge-
gegenüber dem Prozeßgas Überdruck aufweisenden Reini-
gungsgases in Verbindung stehende Strahldüsen.

Die Strahldüsen sind über den Gaseintrittsmündungen der
10 Wärmeaustauscherrohre in einem Abstand angeordnet, daß
der Gasstrahl, der die im Ansetzen begriffenen Fest-
stoffbeläge abreinigen soll, an der Gaseintrittsmündung
jedes Rohrs dessen vollen Querschnitt erlangt. Da die
Strahldüsen einen fächerförmigen Gasstrahl aussenden,
15 wirkt auch deren Austrittsquerschnitt abstandbestimmend.
Im allgemeinen ist der Querschnitt der Düsenmündungen
wesentlich geringer als der Eintrittsquerschnitt der
Austauscherrohre und kann z.B. bei in Furnacerußanlagen
verwendeten Rohrbündelwärmeaustauschern ein Verhältnis
20 von 1 : 9,4 aufweisen. Bei einer solchen Auslegung haben
sich Düsenabstände zwischen 90 und 150 mm als günstig
erwiesen.

Die in den Spülgaszufuhrleitungen eingeschalteten Ab-
25 sperrorgane dienen dazu, die Zufuhr von Spülgas gezielt
auf bestimmte Spülgaszufuhrleitungen zu beschränken.
Es wird dadurch ein serienweises oder nacheinander er-
folgendes Abreinigen der Wärmeaustauscherrohre ermög-
licht. Dadurch beeinflussen die Abreinigungsperioden
30 den kontinuierlichen Prozeß, in dem der Wärmeaustau-
scher arbeitet, nicht störend.

- 1 Als baulich hierzu besonders vorteilhaft ist eine Aus-
gestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu be-
zeichnen, gemäß welcher bei Wärmeaustauschern, die meh-
5 rere Rohre aufweisen, die mit den Strahldüsen versehenen
Zufuhrleitungen für das Reinigungsgas jeweils über einer
auf einer geraden oder gekrümmten Linie liegenden Rohr-
serie angeordnet sind, wobei mindestens jeweils zwei
dieser Zufuhrleitungen übereinander liegen und die un-
10 tere, kürzere Leitung außenliegende und die obere Lei-
tung innenliegende Düsen versorgt und wobei die Länge
der Strahldüsen so bemessen ist, daß ihre Austritts-
öffnungen in derselben Ebene münden.
- 15 Bei dieser Ausführungsform können die durch das Prozeß-
gasanströmröhr am Wärmeaustauscher geführten Zufuhrlei-
tungen für das Reinigungsgas mit dem Anströmröhr starr,
z. B. durch Einschweißen, verbunden und die zuoberste
Zufuhrleitung in zwei am Ende geschlossene, in kleinem
20 Abstand einander gegenüberliegende Leitungsabschnitte
geteilt sein. Jeder Abschnitt der obersten Leitung über-
spannt hierbei also die Hälfte des betreffenden Anström-
rohrquerschnitts und trägt an seinem äußeren Ende ein
Absperrorgan. Von Vorteil ist ferner, wenn die ge-
25 schlossenen Enden dieser beiden Leitungsabschnitte in
einer Gleitführung aufgenommen sind, weil damit Wärme-
spannungen vermieden werden und die Leitungsanordnung
schwingungsunempfindlich wird.
- 30 Neben der stationären Anordnung der Strahldüsen, ent-
sprechend den besprochenen konstruktiven Ausführungen
hat sich im praktischen Betrieb auch eine über die
Mündungen von Wärmeaustauscherrohren hinweg verschieb-
liche Anordnung einer oder mehrerer Strahldüsen bewährt.
35 Dabei ist eine mindestens eine Strahldüse tragende Zu-
fuhrleitung für das Reinigungsgas über eine Rohrreihe

1 hinweg verschiebbar angeordnet, wobei die zentrische
Justierung der Strahldüse(n) über den Gaseintrittsmün-
dungen der Wärmeaustauscherrohre durch manuell oder
5 automatisch betriebene mechanische, hydraulische, pneu-
matische oder elektrische Schaltorgane erfolgt. Am
besten wird dabei die Zufuhrleitung für das Reinigungs-
gas als Profilrohr ausgebildet, welches durch das Pro-
zeßgasanströmrohr verdrehsicher hindurchgeführt ist. So
10 kann z. B. die Zufuhrleitung für das Reinigungsgas als
mit Führungsflossen versehenes Rundrohr ausgebildet
sein, welches am Prozeßgasanströmrohr verdrehsicher
gleitgelagert ist. Damit wird sichergestellt, daß die
Achse einer Strahldüse mit der Achse eines angesteuerten
Wärmeaustauscherrohrs stets fluchtet.

15 Eine vorteilhafte Variante der Erfindung, die sich auf
alle bisher beschriebenen Ausführungsformen der Vorrich-
tung anwenden läßt, besteht darin, daß die einzelnen Zu-
führleitungen für das Reinigungsgas zu einer Hauptlei-
20 tung zusammengefaßt sind und in der Hauptleitung ein
Druckimpulsgeber zur Registrierung der Abreinigungs-
perioden eingebaut ist, wobei letzterer im Bereich einer
in der Hauptleitung eingebauten Blende oder eines in der
Hauptleitung eingebauten Venturirohrs angeschlossen ist.

25 Da die Abreinigungswirkung umso intensiver ist, je höher
die Geschwindigkeit des Gasstrahls ist, sieht schließ-
lich eine besonders bevorzugte Ausbildung der erfin-
dungsgemäßen Vorrichtung vor, daß die Strahldüsen als
30 Lavaldüsen ausgebildet sind, mit denen sich Gasanström-
geschwindigkeiten oberhalb der Schallgeschwindigkeit er-
reichen lassen.

35 Mit der beschriebenen Vorrichtung lassen sich mit einem
heißen, feindispersen Feststoff enthaltenden Prozeßgas-
strom beaufschlagte Rohre oder auch ein Einzelrohr

1 eines Rohrbündel- bzw. Einzelrohr-Wärmeaustauschers un-
erwartet leicht und nachhaltig wirksam von den unver-
meidlichen Ablagerungen des Feststoffs abreinigen, indem
5 man die Rohre während des kontinuierlichen Prozeßbetriebs
periodisch mit einem zentrisch in die Gaseintrittsmün-
dungen der Rohre gerichteten, schlagartig freigesetzten
und kurzzeitig aufrechterhaltenen Gasstrahl hoher Ge-
schwindigkeit spült. Diese Verfahrenskriterien und ihre
10 nachfolgend vorgestellten Abwandlungen sind ebenfalls
wesentlicher Bestandteil der Erfindung, weil beim Betrieb
der beschriebenen Vorrichtung einzuhalten, um eine siche-
re Funktion und Wirkung zu gewährleisten.

15 Der Spülgasstrahl soll schlagartig, d. h. in einer Zeit-
spanne von weniger als 3 sec. seine volle Stärke entfalten.

Die Dauer der Spülperiode wird natürlich von der Art
des abzureinigenden Feststoffs, seiner Adhäsions- und
20 Aggregationsneigung beeinflusst. Der Abreinigungseffekt
wächst mit der Geschwindigkeit des spülenden Gasstrahls,
weshalb eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens
vorsieht, daß der Gasstrahl Überschallgeschwindigkeit
25 aufweist. Diese läßt sich mit Lavaldüsen erzielen.

Eine bevorzugte Verfahrensvariante sieht vor, die Rohre
des Wärmeaustauschers während eines Abreinigungszyklus
mittels der einzelnen Leitungen für das Reinigungsgas
30 zugeordneten Absperrorgane oder mittels über die Rohr-
mündungen gefahrener Strahldüsen serienweise und/oder
nacheinander zu spülen, um die Auswirkungen auf den
parallellaufenden Wärmeaustausch und die Rückwirkungen
auf den Gesamtprozeß so gering wie möglich zu halten.

35

1 Besondere Bedeutung kommt auch der Dauer der Pausen
zwischen den Abreinigungsperioden zu. Es hat sich als
zweckmäßig erwiesen, für die Abreinigungsperiode ein
empirisch ermitteltes Zeitintervall zu wählen, in dem
5 keines der Wärmeaustauscherrohre bzw. bei Einrohr-
austauschern das Einzelrohr, mit Feststoff zuwachsen kann.

Bei Rohrbündelwärmeaustauschern kann man so vorgehen,
daß man die Manteltemperatur der - so wurde gefunden -
10 am meisten verstopfungsgefährdeten Außenrohre überwacht
und bei Unterschreiten eines empirisch oder rechnerisch
ermittelten Schwellenwertes den Spülvorgang auslöst.
Alternativ hierzu kann man auch die Temperatur des aus
den außenliegenden Wärmeaustauscherrohren abströmenden
15 Prozeßgases überwachen und bei Überschreiten eines vor-
gegebenen Wertes den Spülvorgang auslösen.

Die Wahl des Spülgases richtet sich im allgemeinen nach
der Art des Prozeßgases, welcher die Feststoffteilchen
20 transportiert. Wichtig ist aber, daß das Gas trocken
ist, damit der abgeschiedene Feststoff nicht verklebt
oder verklumpt. Beim Furnacerußverfahren hat sich die
Anwendung von Heißdampf mit einer Temperatur, die über
der Gasaustrittstemperatur des zu reinigenden Wärmeaus-
25 tauschers liegt, bewährt.

Wo es das den sogenannten Prozeßgasstrom liefernde Ver-
fahren erlaubt, kann das Spülgas den Strahldüsen auch
30 pulsierend zugeführt werden. Die dabei in die Austau-
scherrohre hinein übertragenen intermittierenden Gas-
strahlimpulse verstärken durch eine Art Kavitations-
effekt die Ablösung bzw. den Abbau von Ansatzschichten
des Feststoffs.

35 Ein Gegenstand der Erfindung ist schließlich die Ver-
wendung der Abreiniguvorrichtung unter Anwendung

1 des Abreinigungsverfahrens bei der Wärmeabfuhr aus dem
Prozeßabgas der Gewinnung von Rußen oder pyrogenen anor-
ganischen Oxiden, wie Siliciumdioxid, Titandioxid, Alu-
miniumoxid, Al-Si-Mischoxiden oder -Oxidmischungen.

5

Aufbau und Verfahrensfunktion der erfindungsgemäßen Vor-
richtung werden im folgenden anhand der beiliegenden
Zeichnung und eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.
In der Zeichnung zeigen

10

Fig. 1 eine Seitenansicht der im An-
strömrohr eines Rohrbündelwärme-
austauschers angeordneten Abrei-
nigungsvorrichtung mit fixen
Strahldüsen im Schnitt A - A von
Fig. 2.;

15

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Vorrich-
tung von Fig. 1;

20

Fig. 3 eine Seitenansicht der im Anström-
rohr eines Rohrbündelwärmeaustau-
schers angeordneten Abreinigungs-
vorrichtung mit verschieblichen
Strahldüsen im Schnitt B - B von
Fig. 4 und

25

Fig. 4 eine Draufsicht auf die Vorrich-
von Fig. 3.

30

Nach Fig. 1 und 2 ist die Abreinigungsvorrichtung in
das Prozeßabgasanströmrohr 6 eines im Furnacerußprozeß
vor der Filteranlage zur Rußabscheidung eingeschalteten
Rohrbündelwärmeaustauschers eingebaut.

35

- 1 Das Anströmrohr 6 ist über Flanschen 12 mit dem Mantel
des Wärmeaustauschers verbunden; es könnte indessen
auch Teil des Wärmeaustauschers sein. Dessen Austausch-
rohre 2 mit 43,1 mm lichter Weite münden mit ihren Ein-
5 trittsöffnungen für das Rußteilchen-haltige Prozeßabgas
in den Bohrungen einer Halte- und Verteilerplatte 13
und sind mit dieser durch Verschweißen verbunden. Zen-
trisch über den Gaseintrittsöffnungen 1 und in kleinem
Abstand zu diesen (ca. 100 mm) münden Strahldüsen 5 mit
10 einem Düsendurchmesser von 14 mm. Die Düsen 5 für die
inneren Rohre sitzen an den oberen Zufuhrleitungen 4 für
das Reinigungsgas, die Düsen 5' für die äußeren Rohre an
den unteren Spülgaszufuhrleitungen 4'. Die jeweils mit
ihren rückwärtigen Abschnitten durch das Anströmrohr 6
15 geführten und mit diesem starr verbundenen Leitungen 4'
sind auf ihrer Oberseite mit der Unterseite der Leitun-
gen 4 durch Anschweißen fest verbunden. Gegenüberliegen-
de Leitungen 4 überspannen in etwa den halben Querschnitt
des Anströmrohrs 6 und sind an ihrem verschlossenen Ende
20 in einer Gleithülse 7 aufgenommen, wobei je ein Leitungs-
ende mit der Hülse fest verbunden ist und das korrespon-
dierende Leitungsende in die Hülse verschieblich einge-
steckt ist.
- 25 In jede der Spülgaszufuhrleitungen ist außerhalb des
Anströmrohrs ein Absperrorgan 3 für die Steuerung des
Spülgasflusses vorgesehen. Die einzelnen Zufuhrleitungen
für das Reinigungsgas sind zu einer Hauptleitung 9 zu-
sammengefaßt, in welcher im Bereich eines Venturirohrs
30 11 ein Druckimpulsgeber 10 angeschlossen ist. Die in
Fig. 2 gezeigte um das Anströmrohr gekrümmte Führung
von Sammel- und Hauptleitung verringert nicht bloß den
Platzbedarf, sondern vereinfacht vor allem Wärmeschutz-
35 maßnahmen gegen Kondensatbildung innerhalb des Rohr-
systems.

1 Bei der Durchführung des Abreinigungsverfahrens in der
Vorrichtung nach Fig. 1 und 2 läßt man innerhalb eines
vorgegebenen Zeitintervalls oder anhand eines an den
5 Mänteln oder Gasaustrittsmündungen äußerer Rohre abge-
nommenen Temperatursignals durch schlagartiges Öffnen
von Absperrorganen 3 Spülstrahlen aus den Düsen 5,5'
austreten. Sie erzeugen in den Rohren 2 eine starke
Gasbeschleunigung, wodurch die an den Rohrwandungen
10 anhaftenden feinen Rußteilchen abgelöst und ausgetragen
werden. Obwohl grundsätzlich möglich, werden nicht
gleichzeitig alle Düsen in Betrieb gesetzt, sondern
serienweise oder nacheinander. Damit wird erreicht, daß
ein Spülvorgang den Betrieb des Wärmetauschers praktisch
15 nicht stört und die Spülgaszufuhrleitungen wirtschaft-
lich dimensioniert werden können.

Bei der Vorrichtung nach Fig. 3 und 4 tragen in der
Anströmröhrwand an gegenüberliegenden Stellen verschieb-
20 lich und verdrehsicher gelagerte und außerhalb mit einem
Zahnstangenantrieb 14 verbundene Profilrohre 4 Einzel-
düsen 5, welche nacheinander über jeweils eine Rohrreihe
hinweg verschoben und vor Beaufschlagung mit dem Spül-
gasstoß mittels des Schaltorgans 8 jeweils über den
25 Öffnungen 1 von Wärmeaustauscherrohren 2 angehalten und
zentriert justiert werden. Die Spülgaszufuhr zu den
Rohren 4 erfolgt hier über flexible Leitungen 15.

30

35

1 Beispiel

In einer Anlage zur Herstellung von Furnaceruß wird ein pulverförmiger Ruß mit folgenden Prüfdaten hergestellt:

5

	Jodadsorption	(DIN 53 582)	mg/g	46
	Stickstoffober- fläche	(DIN 66 131)	m ² /g	45
10	Teilchendurch- messer elektronenmikro- skopisch		nm	41
	DBP-Absorption	(DIN 53 601)	ml/100 g	125
	Farbstärke IRB 3 = 100	(DIN 53 234)	%	70
15	pH-Wert	(DIN 53 200)		9,5

Die Herstellung dieses Rußes erfolgt durch Erzeugen eines Stromes heißer Verbrennungsgase durch Umsatz von Luft mit Brennstoff (z.B. Brenngas) und Einsprühen eines hocharomatischen Rußrohstoffes in die heißen Verbrennungs-
20 abgase. Nach der Rußbildung wird Wasser eingesprüht und der rußhaltige Abgasstrom zuerst durch ein System von Wärmeaustauschern und dann durch Filter, die den Ruß vom Abgas trennen, geschickt.

25

Im vorliegenden Fall wurde ein Abgasmengenstrom von 6.250 Nm³/h mit einer Temperatur von 780°C in den ersten Wärmeaustauscher geschickt. In diesem wasserdampfhaltigen Abgasstrom waren ca. 1.050 kg/h des oben definierten Rußes enthalten. Das von Wasserdampf befreite Abgas hat
30 folgende Zusammensetzung:

	Stickstoff	61,9 %
	Wasserstoff	20,1 %
35	Kohlenmonoxid	13,8 %
	Kohlendioxid	4,1 %
	Methan	0,1 %

- 1 In dem ersten Wärmeaustauscher wird das Ruß-Abgasgemisch durch Kühlung mit $3.300 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Prozeßluft auf 570°C abgekühlt.
- 5 Um nun das rußhaltige Abgas einem mit Glasfilterschläuchen ausgestatteten Filter zuführen zu können, mußte die Temperatur auf mindestens 280°C abgesenkt werden. Hierzu wurde das Abgas durch einen zweiten Wärmeaustauscher geschickt, der folgende Baudaten aufwies:
- 10
- Abgasführende Rohre: 57 Stück
43,1 mm Innendurchmesser
13060 mm Länge
- 15 Dieser Wärmeaustauscher wurde auf der Kühlluftseite mit $12.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Luft von 70°C beschickt. Gleichzeitig wurden die abgasführenden Rohre (meistens jeweils 2 Rohre zugleich) 3 Sekunden stoßweise mit $0,83 \text{ kg}$ Dampf von 310°C gespült, wobei der Dampf eine Austrittsgeschwindigkeit
- 20 von 960 m/sec. aufwies. Der Spülzyklus war nach 90 sec. abgeschlossen, worauf eine Totzeit von 7 Minuten folgte. Bei dieser Arbeitsweise brachte der Wärmeaustauscher eine Abkühlung des rußhaltigen Abgases von 570° auf
- 25 280°C . Der Druckverlust im Wärmeaustauscher betrug 65 mbar . Eine Wassereinspritzung hinter dem Wärmeaustauscher zur Absenkung der Temperatur auf die zulässige Temperatur des nachfolgenden Schlauchfilters war nicht erforderlich.
- 30 Zum Vergleich wurden die gleichen Bedingungen in der Rußerzeugungsanlage und in der Wärmeaustauscher/Abscheidungsanlage beibehalten, jedoch die Dampfspülung abgestellt. Bereits nach 60 Minuten kühlte der Wärmeaustauscher das
- 35 rußhaltige Abgas nur noch von 570°C auf 350°C ab und der Druckverlust stieg auf 95 mbar an.

1 Dieses Experiment zeigt für die erfindungsgemäße Arbeits-
weise folgende Vorteile auf:

- 5 1. Durch die Dampfspülung bleiben die Wärmeaustauscher-
rohre frei und bedingen einen geringen Druckabfall.
2. Durch den geringen Druckabfall können höhere Mengen-
durchsätze gefahren werden.
- 10 3. Durch die Dampfspülung wird dem rußhaltigen Abgas
mehr Wärme entzogen, so daß direkt in ein Schlauch-
filter gefahren werden kann.
- 15 4. Ohne die Dampfspülung müßte hinter dem Wärmeaustau-
scher noch einmal Wasser eingespritzt werden, was
durch Knötchenbildung zu einer Verschlechterung der
Rußqualität führt.

20

25

30

35

1

5

DEUTSCHE GOLD- UND SILBERSCHEIDEANSTALT
vormals Roessler
Weißfrauenstraße 9, 6000 Frankfurt/Main

10

15

PATENTANSPRÜCHE

20

1. Vorrichtung zum periodischen Abreinigen der mit einem Prozeßgas durchströmten Rohre oder eines Rohrs eines zur Wärmeabfuhr aus einem heißen, feindispersen Feststoff enthaltenden Prozeßgasstrom verwendeten Wärmeaustauschers von Ablagerungen des Feststoffs, gekennzeichnet durch zentrisch über den Gaseintrittsmündungen (1) der Rohre (2) justierte bzw. justierbare und mit mindestens einer mit Absperrorganen (3) versehenen Leitung (4) für die periodische Zufuhr eines gegenüber dem Prozeßgas Überdruck aufweisenden Reinigungsgases in Verbindung stehende Strahldüsen (5).

35

- 1
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Wärmetauschern, welche mehrere Rohre
5 aufweisen, die mit den Strahldüsen versehenen Zufuhrleitungen (4) für das Reinigungsgas jeweils über einer auf einer Linie liegenden Rohrserie angeordnet sind, wobei mindestens jeweils zwei dieser Zufuhrleitungen übereinander liegen und die untere, kürzere Leitung (4') außenliegende und die obere
10 Leitung innenliegende Düsen versorgt und wobei die Länge der Strahldüsen so bemessen ist, daß ihre Austrittsöffnungen in derselben Ebene münden.
- 15 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die durch das Prozeßgasanströmröhr (6) am Wärmeaustauscher geführten Zufuhrleitungen (4,4') für das Reinigungsgas mit dem Anströmröhr starr verbunden sind und die zuoberste Zufuhrleitung in zwei am Ende geschlossene, in kleinem Abstand
20 einander gegenüberliegende Leitungsabschnitte geteilt ist.
- 25 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der beiden Leitungsabschnitte in einer Gleitführung (7) aufgenommen sind.
- 30 5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine mindestens eine Strahldüse (5) tragende Zufuhrleitung (4) für das Reinigungsgas über eine Rohrreihe hinweg verschiebbar angeordnet ist, wobei die zentrische Justierung durch manuell oder automatisch betriebene mechanische, hydraulische, pneumatische oder elektrische Schaltorgane (8) erfolgt.

- 1 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
daß die Zufuhrleitung (4) für das Reinigungsgas als
5 Profilrohr ausgebildet ist, welches durch das Pro-
zeßgasanströmrohr (6) verdrehsicher hindurchgeführt
ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
daß die Zufuhrleitung für das Reinigungsgas (4) als
10 mit Führungsflossen versehenes Rundrohr ausgebildet
ist, welches am Prozeßgasanströmrohr (6) verdreh-
sicher gleitgelagert ist.
8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 7, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die einzelnen Zufuhrleitungen für
15 das Reinigungsgas zu einer Hauptleitung (9) zusam-
mengefaßt sind und in letzterer ein Druckimpulsge-
ber (10) zur Registrierung der Abreinigungsperioden
eingebaut ist.
- 20 9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 8, dadurch ge-
kennzeichnet, daß der Druckimpulsgeber (10) im Be-
reich einer in der Hauptleitung eingebauten Blende
oder eines in der Hauptleitung eingebauten Venturi-
25 rohrs (11) angeschlossen ist.
10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 9, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Strahldüsen (5) als Laval-
düsen ausgebildet sind.
- 30 11. Verfahren zum Abreinigen der mit einem heißen,
feindispersen Feststoff enthaltenden Prozeßgasstrom
beaufschlagten Rohre oder eines Rohrs eines Wärme-
austauschers von Ablagerungen des Feststoffs mittels
35 der Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 10, dadurch

- 1 gekennzeichnet, daß man die Rohre während des kon-
tinuierlichen Prozeßbetriebs periodisch mit einem
zentrisch in die Gaseintrittsmündungen der Rohre
5 gerichteten, schlagartig freigesetzten und kurzzei-
tig aufrechterhaltenen Gasstrahl hoher Geschwindig-
keit spült.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
10 daß der Gasstrahl Überschallgeschwindigkeit hat.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekenn-
zeichnet, daß man die Rohre während eines Abreini-
gungszyklus mittels der einzelnen Leitungen für das
15 Reinigungsgas zugeordneten Absperrorgane oder mittels
über die Rohrmündungen gefahrener Strahldüsen se-
rienweise und/oder nacheinander spült.
14. Verfahren nach den Ansprüchen 11 - 13, dadurch ge-
20 kennzeichnet, daß man für die Abreinigungsperiode
ein empirisch ermitteltes Zeitintervall wählt, in
dem keines der Wärmeaustauscherrohre mit Feststoff
zuwachsen kann.
15. Verfahren nach den Ansprüchen 11 - 13, dadurch ge-
25 kennzeichnet, daß man die Manteltemperatur der Aus-
senrohre überwacht und bei Unterschreiten eines em-
pirisch oder rechnerisch ermittelten Schwellenwer-
tes den Spülvorgang auslöst.
16. Verfahren nach den Ansprüchen 11 - 13, dadurch ge-
30 kennzeichnet, daß man die Temperatur des aus den
außenliegenden Wärmeaustauscherrohren abströmenden
Prozeßgases überwacht und bei Überschreiten eines
35 vorgegebenen Wertes den Spülvorgang auslöst.

- 1 17. Verfahren nach den Ansprüchen 11 - 16, dadurch gekennzeichnet, daß man mit Heißdampf oder Trockengasen spült.
- 5 18. Verfahren nach den Ansprüchen 11 - 17, dadurch gekennzeichnet, daß man mit einem pulsierenden Gasstrahl spült.
- 10 19. Verwendung der Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 10 zur Wärmeabfuhr aus dem Prozeßabgas der Gewinnung von Rußen oder pyrogenen anorganischen Oxiden, insbesondere Siliciumdioxid.
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35

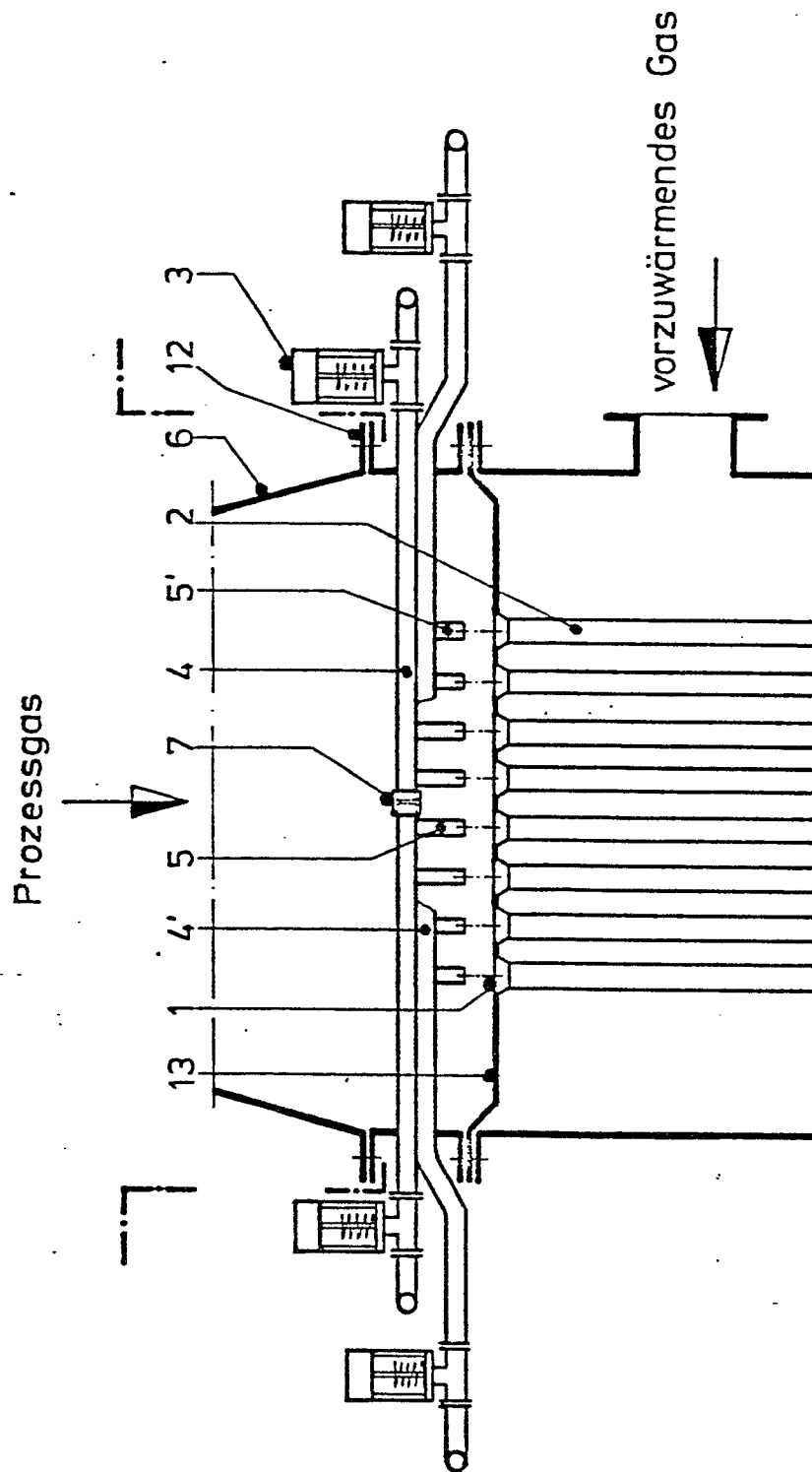


Fig. 1

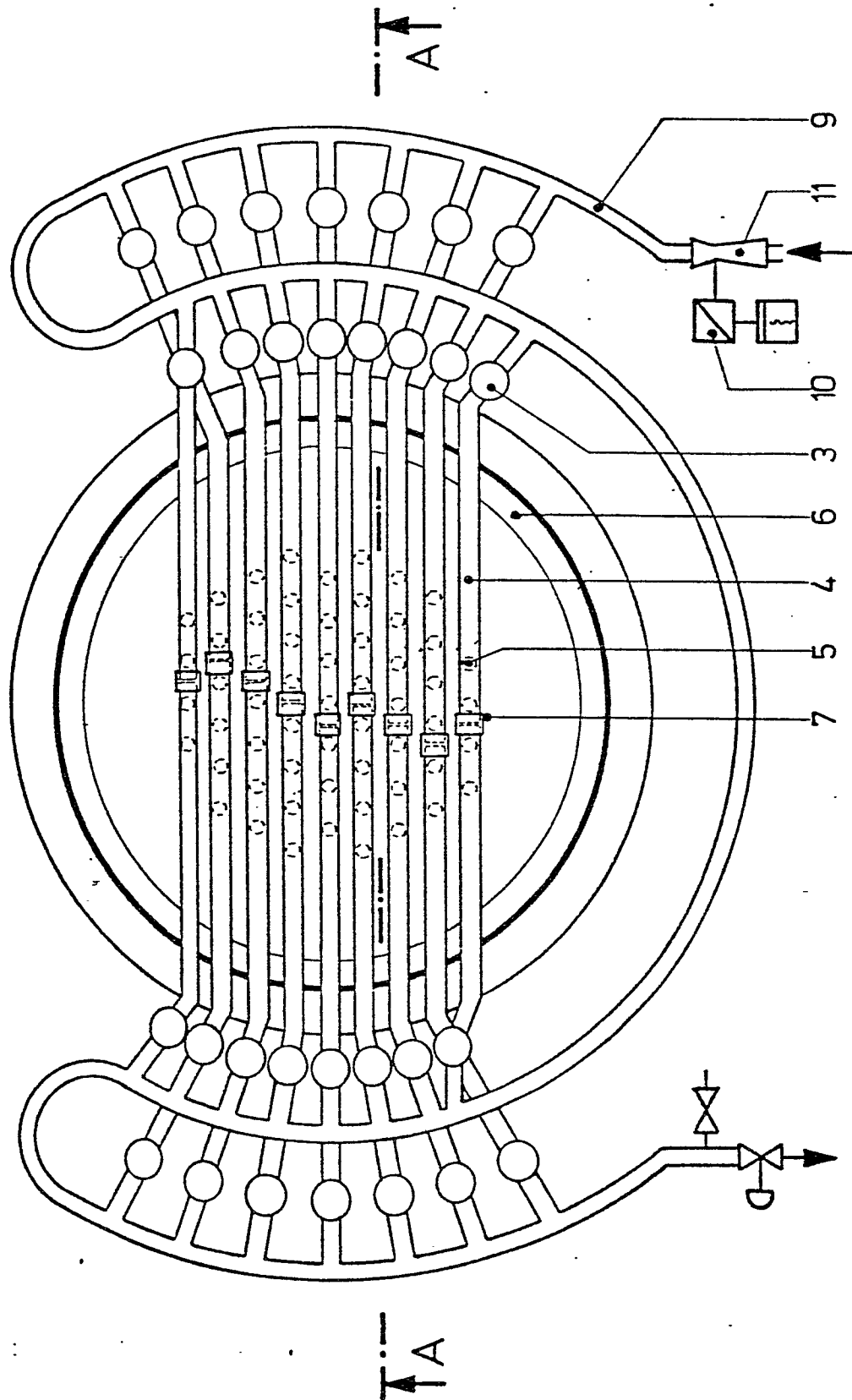


Fig.2

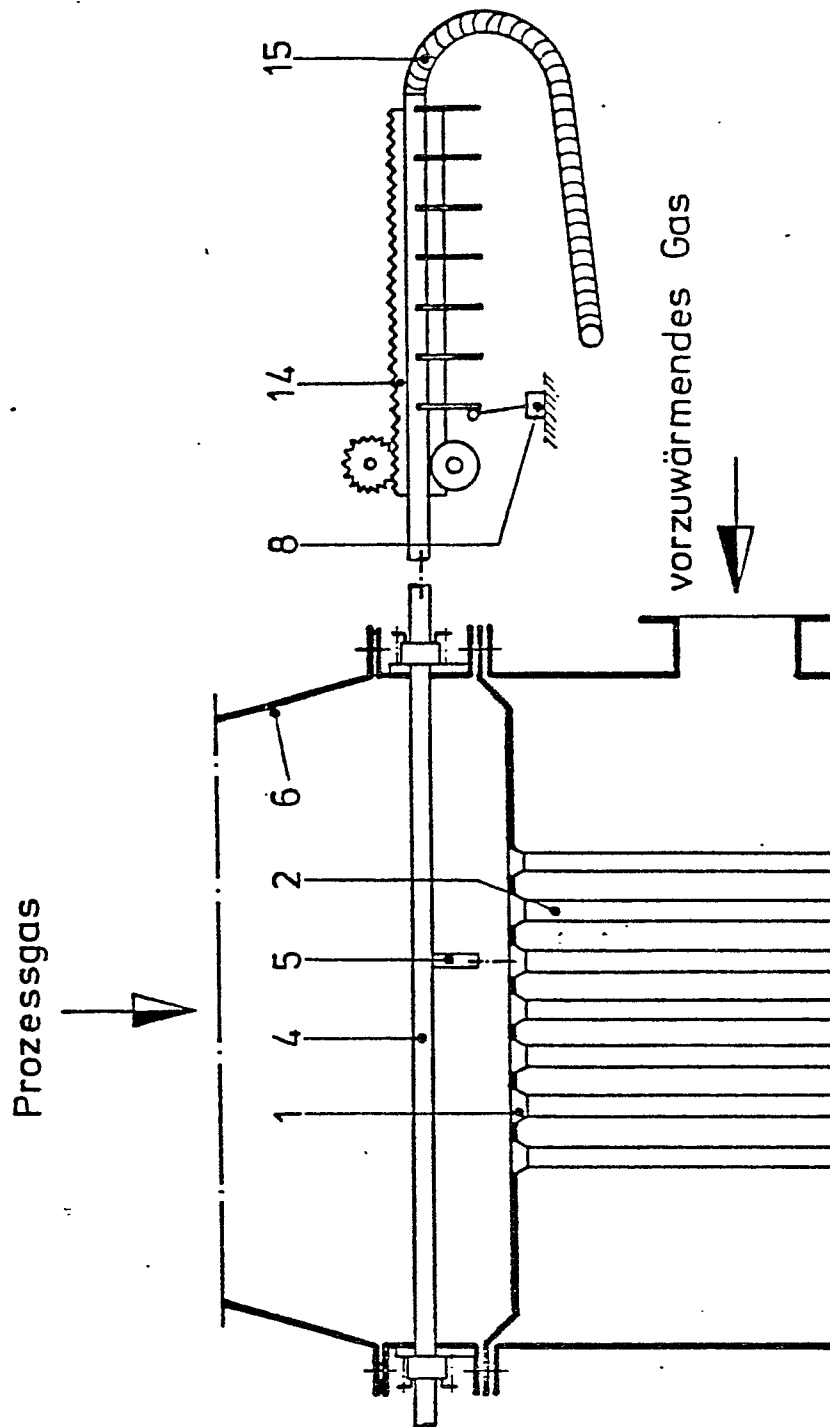


Fig. 3

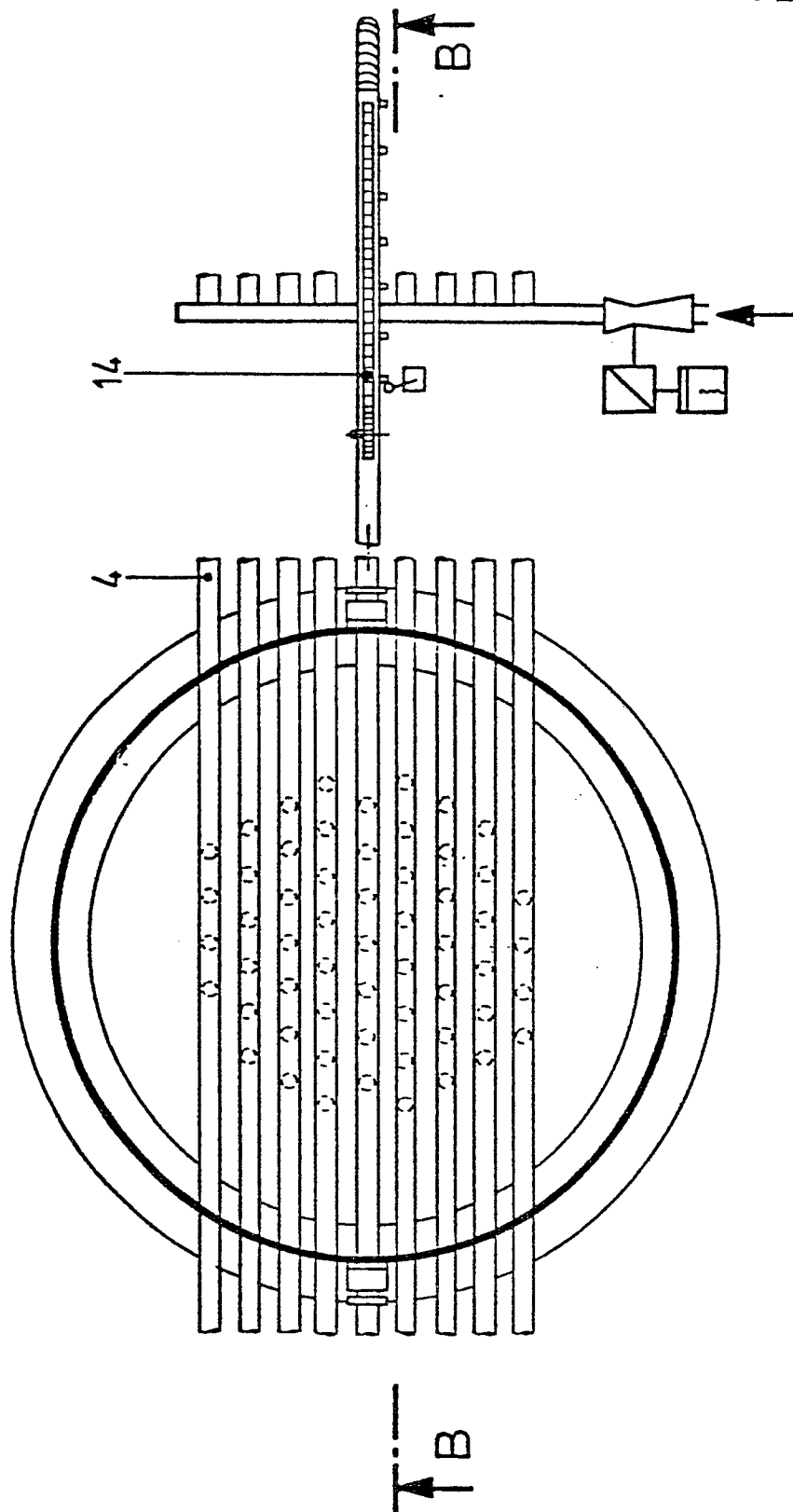


Fig. 4