



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

(19) **DD** (11) **141 164 B1**

4(51) C 21 B 5/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP C 21 B / 208 164 5	(22)	28.09.78	(45)	26.03.86
				(44)	16.04.80

(71)	VEB Maxhütte Unterwellenborn, 6806 Unterwellenborn, DD
(72)	Schingnitz, Manfred, Dr.-Ing.; Scheidig, Klaus, Dr.-Ing.; Güther, Rolf, Dr.-Ing.; Beck, Wolf, Dipl.-Ing.; Göhler, Peter, Dr.-Ing.; Kretschmer, Horst, Dipl.-Ing.; Berger, Friedrich, Dr.-Ing., DD

(54)	Verfahren und Vorrichtungen zur Erzeugung von Roheisen im Hochofen
------	--

Erfindungsansprüche:

1. Verfahren zur Erzeugung von Roheisen im Hochofen bei teilweisem Ersatz von stückigem Koks durch staubförmige Brennstoffe, insbesondere Kohlenstaub, wobei der staubförmige Brennstoff zu einem CO- und H₂haltigen Reduktionsgas vergast und dieses Reduktionsgas in die Rast bzw. den unteren Schachtteil des Hochofens eingeblasen wird, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Umsatz des staubförmigen Brennstoffes mit einem, freien Sauerstoff enthaltendem Vergasungsmittel als Flammenreaktion in mehreren, über den Umfang des Hochofens verteilten, parallel betriebenen Vergasungsreaktoren erfolgt und das in jedem Vergasungsreaktor gebildete CO- und H₂haltige Gas zusammen mit in ihm suspendierten Ascheteilchen, Flüssigschlacketropfen und gegebenenfalls unvollständig ausreagierten Restkoksteilchen mittels je einer, dem betreffenden Vergasungsreaktor zugeordneten Rastform eingeblasen wird.
2. Verfahren nach Pkt. 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Trärgas technischer Stickstoff, Kohlendioxid, Luft, Inertgas/ Sauerstoffgemische mit einem maximalen Sauerstoffgehalt von 21 %, von Staub und Wasserdampf befreites Gichtgas oder ein brennbares Gas anderer Herkunft verwendet wird.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 und 2, im wesentlichen bestehend aus Vorrats- und Zuführungssystem für staubförmigen Brennstoff, Zuführungssystem für ein freien Sauerstoff enthaltendes Vergasungsmittel, Vergasungsreaktoren, Rastformen zum Einblasen des CO- und H₂haltigen Reduktionsgases in den Hochofen, vorzugsweise in die Rast, Hochofen mit Versorgungseinrichtungen, **gekennzeichnet dadurch**, daß mehrere Vergasungsreaktoren (4) einschließlich zugehöriger Rastformen (2; 3) gleichmäßig über den Umfang des Hochofens (1) verteilt und in einem Horizont oder in mehreren Horizonten übereinander installiert sind, und daß die Vergasungsreaktoren (4) die Form einer feuerfest ausgekleideten, ggf. durch ein Kühlrohrsystem oder einen Kühlmantel außengekühlter Brennkammer ausweisen, an deren einer Stirnseite ein Brenner angeordnet ist, der mit Förderrohren (5) für staubförmigen Brennstoff und mit dem Zuführungssystem für das freien Sauerstoff enthaltende Vergasungsmittel (6) verbunden ist, und deren andere Stirnseite unmittelbar oder über einen relativ kurzen Kanal mit der Rastform (2; 3) verbunden ist.
4. Vorrichtung nach Pkt. 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Achse von Vergasungsreaktor (4) und Rastform (3) in einem Winkel zwischen 30 und 60° gegen die Horizontale in Strömungsrichtung gesehen nach unten geneigt ist.
5. Vorrichtung nach Pkt. 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Achse des Vergasungsreaktors (4) in einem Winkel zwischen 30 und 90° gegen die Horizontale in Strömungsrichtung nach unten geneigt ist, und daß die Rastform (2; 3) oder der Verbindungskanal zwischen Vergasungsreaktor (4) und Rastform (2; 3) so gekrümmt ist, daß die Achse der Rastform (2; 3) an ihrer Mündung horizontal gerichtet oder in einem kleineren Winkel nach unten geneigt ist, als der Neigung des Vergasungsreaktors (4) entspricht.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur Erzeugung von Roheisen im Hochofen bei teilweisem Ersatz von stückigem Koks durch staubförmige Brennstoffe.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Wirtschaftlichkeit des Hochofenbetriebes wird in starkem Maße von den Kokskosten beeinflusst. Deshalb wurde eine Reihe von Verfahren entwickelt, um den Koksverbrauch durch die Verwendung von gasförmigen, flüssigen oder festen Zusatzbrennstoffen zu senken. Da nach den BRD-OS 1 433 317 und 2 243 439 der Einsatz dieser Zusatzbrennstoffe direkt über die Blasformen nur einen eng begrenzten Zusatz ermöglicht, wurden andere Verfahren entwickelt, mit denen dem Hochofen über eine Anzahl zusätzlicher Formen in Höhe der Rast (im folgenden Rastformen genannt) zusätzliches Reduktionsgas in Form CO- und/oder H₂reicher Gase zugeführt wird.

So ist nach der BRD-OS 2 261 776 bekannt, daß erzeugtes Reduktionsgas aus flüssigem, gasförmigem oder vergastem Kohlenwasserstoff über Rastformen in die Reduktionszone des Hochofens gemeinsam mit Sauerstoff eingeblasen wird. Dieses Verfahren kann jedoch nicht mit festem Brennstoff durchgeführt werden. Ferner ist nach der BRD-OS 2 261 766 als Reduktionsgas ein COreiches Gas zu verwenden, das durch geeignete Waschverfahren aus Gichtgas zurückgewonnen wird. Um an der Rast ein ausreichendes Temperaturniveau von etwa 1 050°C zu erreichen, sollte dieses COreiche Gas gegebenenfalls unter Zusatz von Heizöl oder Feinkohle mit ebenfalls eingeblasenem Sauerstoff innerhalb des Schachtes vor den Rastformen partiell verbrannt werden. Dieser Vorschlag hat den Nachteil, daß das durch ein kostenintensives Waschverfahren zurückgewonnene CO teilweise bereits vor bzw. in den Rastformen zu CO₂ verbrannt wird, dagegen Heizöl oder Feinkohle in der Rast bzw. im Hochofenschacht nur unvollständig ausbrennen und verbleibender Ruß und kohlenstoffhaltiger Staub in die oberen Zonen des Hochofens mitgerissen werden. Das führt zur Verschlechterung des Reduktionspotentials des Schachtgases, zu Schwierigkeiten im Hochofengang und zu erhöhtem Gichtstaubanfall. Des weiteren ist nach der BRD-OS 2 144 098 bekannt, feste oder flüssige Brennstoffe in einer separaten Anlage zu vergasen und das Rohgas durch Kühlung und Kondensation, gegebenenfalls auch durch Abtrennung von CO₂, zu einem CO- und H₂reichem Gas aufzuarbeiten und dieses Gas in das Gestell oder die Rast des Hochofens einzublasen.

Eine Modifikation dieser Verfahrensweise sieht die Gaserzeugung durch Partialoxidation von Heizöl mit Sauerstoff unter Zusatz von Wasserdampf oder Kohlendioxid als Temperaturmoderatoren in einer Flammenreaktion bei 1 400 bis 1 600°C vor. Das entsprechende Rohgas wird lediglich gekühlt und mit ca. 1 100 bis 1 200°C über eine Ringleitung und mehrere Formen in Höhe der Rast eingeblasen. Ähnliche Technologien, zugeschnitten für die Verwendung von gasförmigen oder flüssigen Kohlenwasserstoffen zur Reduktionsgaserzeugung, sind in der BRD-OS 2 144 098 beschrieben.

Prinzipiell kann die Technologie der Partialoxidation in einer Flamme auch auf den Einsatz staubförmiger Brennstoffe übertragen werden. Die Asche des staubförmigen Brennstoffes, vorzugsweise Kohlenstaub, fällt allerdings unter den Prozeßbedingungen der Partialdruckoxidation mit Sauerstoff in schmelzflüssigem Zustand an. Unter diesen Bedingungen ist die oben für Heizöl beschriebene Verfahrensweise der Kühlung auf ca. 1 200°C und der Verteilung über eine Ringleitung auf mehrere Formen nicht anwendbar. Vielmehr wäre die Asche mit zusätzlichem Aufwand und unter Inkaufnahme einer unerwünschten starken Abkühlung unmittelbar hinter dem Gaserzeugungsreaktor und vor der Unterteilung auf die Formen aus dem System abzuschneiden. Eine solche Lösung wurde bisher technisch nicht verwirklicht, zumal kein wirtschaftlicher Vorteil gegenüber der

Bereitstellung des zusätzlichen Reduktionsgases in einer herkömmlichen Vergasungsanlage mit vollständiger Kühlung, Kondensation und Gasreinigung erreicht werden könnte. Zwar wird in einem Unteranspruch der BRD-OS 2 144 098 auch die Erzeugung eines Reduktionsgases in Düsen oder Brennern, die an der Innenseite des Hochofens angebracht sind, beansprucht, die hierzu angegebenen technischen Lösungen beziehen sich jedoch ausschließlich auf flüssige und gasförmige Kohlenwasserstoffe.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine Senkung des spezifischen Koksverbrauches bzw. ein Ersatz von hochwertigem metallurgischem Koks durch staubförmige Brennstoffe bei der Roheisenerzeugung im Hochofen über das Maß hinaus, das bei der Verwendung von Zusatzbrennstoffen in der Blasformebene im Gestell des Hochofens erreicht wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verfahren und Vorrichtungen zur Erzeugung von Roheisen im Hochofen zu entwickeln, die den teilweisen Ersatz von stückigem Hochofenkoks durch staubförmige Brennstoffe ermöglichen. Es wird davon ausgegangen, aus dem staubförmigen Brennstoff ein CO- und H₂-reiches Reduktionsgas zu erzeugen und unmittelbar an einer für den metallurgischen Prozeß günstigen Stelle, vorzugsweise der Rast, in den Hochofen einzublasen.

Dabei ist für die Kombination von Reduktionsgaserzeugung und Hochofenprozeß eine technisch einwandfreie, einfache, vom Anfall an Neben- oder Abprodukten freie sowie wärmewirtschaftlich und energetisch günstige Lösung vorzuschlagen, die insbesondere auch die mit der Einspeisung und Dosierung des staubförmigen Brennstoffes in das System verbundenen Probleme einschließt.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, daß staubförmiger Brennstoff, insbesondere Kohlenstaub, mit einem, freien Sauerstoff enthaltendem, Vergasungsmittel in einer Flammenreaktion zu einem CO- und H₂-haltigem Gas mit geringem Oxidationsgrad ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} / (\text{CO} + \text{H}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$) umgesetzt wird und dieses CO- und H₂-haltige Reduktionsgas unmittelbar nach seiner Erzeugung ohne vorherige wesentliche Kühlung und ohne Reinigung in den Hochofen, vorzugsweise in der Rast, eingeblasen wird, wobei das eingeblasene Gas alle unvergast gebliebenen Rückstände, wie Asche, flüssige Schlackentropfen, unvollständig ausreagierte Restkohlentelchen in Suspension enthält. Die Einblasstelle entspricht dabei einem Temperaturniveau der Möllersäule von 1000 bis 1300°C.

Erfindungsgemäß wird diese Verfahrensweise störungsfrei ermöglicht, indem die Wege zwischen dem Austritt aus dem Vergasungsreaktor, in welchem die Flammenreaktion abläuft, und der Einführung in den Hochofen, der Rastform, sehr kurz gehalten werden und indem auf Verteilungseinrichtungen für das Gas auf mehrere Formen verzichtet wird. Nach der Erfindung wird der Druck im Vergasungsreaktor so hoch gewählt, daß die Druckdifferenz zwischen Vergasungsreaktor und Hochofen in Höhe der Einblasstelle ausreichende Einblasegeschwindigkeiten des heißen CO- und H₂-haltigen Gases ermöglicht.

Zur Verteilung des CO- und H₂-haltigen Gases über den Hochofenquerschnitt werden mehrere, über den Umfang des Hochofens gleichmäßig und gegebenenfalls auch in mehreren Horizonten angeordnete, Rastformen betrieben, denen erfindungsgemäß jeweils ein Vergasungsreaktor zugeordnet ist.

Nach der Erfindung wird das Verhältnis von freiem Sauerstoff im Vergasungsmittel zu staubförmigem Brennstoff so eingestellt, daß die Temperatur des in den Hochofen eingeblasenen CO- und H₂-haltigen Abgases in der Rastform in einem Bereich von 1100 bis 1300°C liegt. Der durch das Einblasen des CO- und H₂-haltigen Gases in den Hochofen erwartete Effekt ist um so günstiger, je geringer der durch das Verhältnis ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} / (\text{CO} + \text{H}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$) definierte Oxidationsgrad dieses Gases ist. Das kann umso besser erreicht werden, je höher die Reaktionsendtemperatur der Flammenreaktionen bei möglichst kleinem Verhältnis von freiem Sauerstoff im Vergasungsmittel zu staubförmigem Brennstoff gewählt wird.

Es ist beispielsweise möglich, den staubförmigen Brennstoff mit Heizöl zu einer pumpfähigen Suspension anzumischen und mittels Dosierpumpe der Flammenreaktion zuzuführen.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der staubförmige Brennstoff pneumatisch und mit minimalem Bedarf an Trägergas der Flammenreaktion zugeführt wird. Eine dieser Forderung entsprechende Ausführungsform der Erfindung ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

Der zur Vergasung bestimmte staubförmige Brennstoff wird aus einem Vorratsbunker unter Atmosphärendruck in einen Druckschleusenbehälter gefördert. Durch Einleitung eines komprimierten, inerten gasförmigen Mediums, wie technischer Stickstoff mit einem Sauerstoffgehalt von weniger als 10% oder technisches Kohlendioxid oder brennbare gasförmige Medien, wie von Staub und Wasserdampf befreites Gichtgas oder brennbare Gase anderer Herkunft, wird der Inhalt dieses Druckschleusenbehälters auf einen Druck gebracht, der über dem Druck der Flammenreaktion liegt. Der unter Druck gestellte staubförmige Brennstoff wird durch Schwerkraft einem darunter angeordneten weiteren Druckbehälter, im folgenden als Dosierbehälter bezeichnet, zugeführt. Im Unterteil des Dosierbehälters wird durch Einblasen eines weiteren gasförmigen Mediums über Leitungen, im folgenden als Trägergas bezeichnet, die Staubschüttung soweit aufgelockert, daß der staubförmige Brennstoff gemeinsam mit dem Trägergas über eine in das Unterteil des Dosierbehälters hineinragende und dort beginnende Förderleitung dem Brenner eines Vergasungsreaktors zuströmt, in dem die genannten Flammenreaktion abläuft.

Die Geschwindigkeit des in das Unterteil des Dosierbehälters eingeblasenen Trägergases wird erfindungsgemäß so gewählt, daß sie bezogen auf den vollen Querschnitt des Unterteils — zwischen dem 0,2- bis 10fachen, vorzugsweise zwischen dem 1- bis 6fachen der Wirbelpunktgeschwindigkeit des staubförmigen Brennstoffes liegt, die mit bekannten Methoden gemessen werden kann.

Die Auflockerung des staubförmigen Brennstoffes im Unterteil des Dosierbehälters kann dabei soweit gehen, daß von einer partiellen, auf den Raum zwischen Boden des Unterteils und Einlauf im Förderrohr beschränkten, Wirbelschicht gesprochen werden kann.

Es ist typisch für die Erfindung, daß die über dem Unterteil des Dosierbehälters lagernde Schüttung des staubförmigen Brennstoffes den Charakter einer quasiruhenden Schüttung hat, die durch Wirkung der Schwerkraft entsprechend der Abförderung von staubförmigem Brennstoff aus dem Dosierbehälter langsam nach unten rutscht und die im Regelfall nur von der (relativ geringen) Gasmenge durchströmt wird, die dem Feststoffvolumen der aus dem Dosierbehälter abgeführten Staubmenge entspricht.

Erfindungsgemäß beträgt das Verhältnis von freiem Querschnitt der Förderleitung zum freien Querschnitt des Unterteils des Dosierbehälters 1:50 bis 1:300, wobei die innerhalb dieses Bereiches liegenden Optimalbedingungen von Leistung,

Fließeigenschaften des staubförmigen Brennstoffes und geforderten Regelbereich abhängen. Die Homogenität der Staub/Trärgas-Suspension in der Förderleitung und die Gleichmäßigkeit des Transportes werden günstig beeinflusst, wenn das in den Unterteil des Dosierbehälters eingeblasene Trärgas sehr gleichmäßig über den gesamten Querschnitt des Unterteils verteilt wird. Unter Nutzung bekannter Prinzipien wird deshalb das Trärgas über geeignete Verteilereinrichtungen, beispielsweise ebene Anströmböden aus gasdurchlässigem Material, wie Sintermetallplatten oder Filzplatten, in die im Unterteil befindliche Schüttung des staubförmigen Brennstoffes eingeführt, wobei diese Platten so beschaffen sind, daß im Normalbetrieb ein Druckabfall des Trärgases beim Durchgang durch die Verteileinrichtung eintritt, der gleich oder größer ist als das Produkt aus spezifischem Schüttgewicht und maximaler Höhe der Schüttung des staubförmigen Brennstoffes im Dosierbehälter.

Mit der erfindungsgemäßen Verfahrensweise wird ein homogener Strom einer Staub/Trärgas-Suspension erreicht, für die das Verhältnis von Volumen des Feststoffes zu Volumen des Trärgases, gemessen im Zustand am Einlauf in die Förderleitung, zwischen 1:1 und 1:5 liegt.

Auf dieses Beladungsverhältnis haben Feinheit, Korngrößenverteilung und Kornform des staubförmigen Brennstoffes wesentlichen Einfluß und sind Ursache für die Breite des angegebenen Bereiches. Bei üblichen Braunkohlenstäuben wurden, wiederum abhängig von der Körnungsstruktur, Werte zwischen 1:2 und 1:3,5 entsprechend 700 bis 400 kg/m³ Trärgas erreicht.

Die Geschwindigkeit der Staub/Trärgas-Suspension in der Förderleitung beträgt 1 bis 12 m/s.

Es wurde gefunden, daß sich durch Veränderung der dem Unterteil des Dosierbehälters zugeführten Trärgasmengen sehr genau die in der Zeiteinheit aus dem Dosierbehälter geförderten Staubmengen steuern lassen, wobei in weiten Bereichen das Beladeverhältnis von staubförmigem Brennstoff zu Trärgasvolumen konstant bleibt. Es ist deshalb ein weiteres Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens, daß die Regelung der Brennstoffzufuhr zum Vergasungsreaktor durch entsprechende Veränderung des Trärgasstromes zum Unterteil des Dosierbehälters erfolgt.

Die Regelgenauigkeit für den Staubstrom wird durch Druckschwankungen im Hochofen, die sich über Rastformen, Vergasungsreaktor und Förderleitung im gewissen Umfang auch auf den Druck im Behälter (Dosierbehälter) auswirken, ungünstig beeinflusst. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, den Einfluß dieser Störgröße dadurch zu reduzieren, daß die Geschwindigkeit der Staub/Trärgas-Suspension in der Förderleitung und damit deren Querschnitt und die Länge der Förderleitung zum Brenner so bemessen werden, daß sich im Normalbetrieb ein Druckabfall über die Länge der Förderleitung ergibt, der größer ist als der maximale Druckschwankungsbereich an der Einblasstelle des CO- und H₂-haltigen Gases in den Hochofen. Die zur Durchführung des Verfahrens dienende Anlage ist gegliedert in Vorrats- und Zuführungssystem für staubförmigen Brennstoff, Zuführungssystem für ein freien Sauerstoff enthaltendes Vergasungsmittel, Vergasungsreaktor, Rastformen zum Einblasen des im Vergasungsreaktor erzeugten CO- und H₂-haltigen Gases und Hochofen. Sie ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der Vergasungsreaktor die Form einer feuerfestausgekleideten, gegebenenfalls durch ein Kühlrohrsystem oder einen Kühlmantel außen-gekühlten Brennkammer aufweist, an deren einer Stirnseite ein Brenner angeordnet ist, der mit dem Zuführungssystem für den staubförmigen Brennstoff und mit dem Zuführungssystem für das freie Sauerstoff enthaltende Vergasungsmittel verbunden ist.

Erfindungsgemäß ist die andere Stirnseite des Vergasungsreaktors unmittelbar mit der Rastform verbunden, wobei Vergasungsreaktor und Rastform eine bauliche Einheit bilden und ein gemeinsames Kühlsystem aufweisen können. Es ist jedoch auch möglich, die Rastform über einen kurzen Verbindungskanal an den Vergasungsreaktor anzuschließen. In der Regel wird der freie Querschnitt des Vergasungsreaktors größer sein als der freie Querschnitt der Rastform.

Erfindungsgemäß ist jeder der über den Rastumfang gleichmäßig verteilten Rastformen ein Vergasungsreaktor zugeordnet. In der Regel sind die Rastformen in einer Ebene angeordnet, es ist aber nach der Erfindung auch möglich, die Rastformen beispielsweise abwechselnd in der Höhe zu versetzen, wobei der vertikale Abstand, gemessen an der Höhe des Hochofenschachtes, gering ist und den oben angegebenen Bereich von Schachttemperaturen zwischen 1 000 und 1 300 °C nicht überschreitet.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung sind Vergasungsreaktor und Rastform in einer Achse angeordnet und in einem Winkel von 30 bis 60° gegen die Horizontale in Strömungsrichtung gesehen nach unten geneigt. Mit dieser Anordnung wird einerseits das Eindringen von Möllern in die Rastform vermieden, andererseits ein besserer Ablauf von Vergasungsrückständen aus dem Vergasungsreaktor und der Rastform erreicht.

Der gleiche Effekt wird bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung erreicht, bei der der Vergasungsreaktor in einem Winkel zwischen 30 und 90° gegen die Horizontale in Strömungsrichtung nach unten geneigt ist und bei der die Rastform oder der Verbindungskanal zwischen Vergasungsreaktor und Rastform so gekrümmt sind, daß die Rastformache an deren Mündung horizontal gerichtet ist, als der Neigung des Vergasungsreaktors entspricht. Bei einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist ein pneumatisches Zuführungssystem für den staubförmigen Brennstoff, bestehend aus Vorratsbehälter für den staubförmigen Brennstoff, Druckschleusenbehälter, Dosierbehälter, Förderleitungen zu den Brennern der Vergasungsreaktoren sowie die erforderlichen Einrichtungen und Leitungen zur Zuführung der benötigten Medien und den Regel- und Steuereinrichtungen, vorgesehen, das erfindungsgemäß durch die folgenden Merkmale bestimmt ist:

Der Dosierbehälter besteht aus einem schachtförmigen Oberteil, vorzugsweise von kreisförmigem Querschnitt und einem nach dem Oberteil zu offenen Unterteil, das in der Regel einen geringeren Querschnitt als das Oberteil aufweist, wobei der Querschnittsübergang so verläuft, daß ein Neigungswinkel von 60° gegen die Horizontale in der Regel nicht unterschritten wird.

Das Unterteil wird nach unten abgeschlossen durch eine zur gleichmäßigen Verteilung eines gasförmigen Mediums über den Querschnitt einer feinkörnigen Schüttgutschicht geeignete Einrichtung, vorzugsweise einen ebenen Anströmboden aus gasdurchlässigem Material, wie beispielsweise Filz oder Sintermetall, wobei diese Verteileinrichtung mit einem druckfesten Anschluß für die regelbare Zuführung eines gasförmigen Mediums versehen ist.

In den Innenraum des Unterteiles ragt wenigstens ein als Förderleitung dienendes Rohr, welches mit einem Brenner eines Vergasungsreaktors verbunden ist.

Der Querschnitt des als Förderleitung dienenden Rohres bzw. die Summe der Querschnitte dieser Rohre steht, wie bereits ausgeführt, zum Querschnitt des Unterteiles im Verhältnis 1:50 bis 1:300. Das als Förderleitung dienende Rohr kann horizontal oder vertikal von oben oder von unten in das Unterteil ragen.

Es hat sich jedoch als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn der Einlauf in das Förderrohr senkrecht nach oben erfolgt und der Einlauf etwa im Schwerpunkt oder (bei mehreren Rohren) symmetrisch zum Schwerpunkt angeordnet ist. Die Stetigkeit der Förderung wird durch Richtungsänderungen der Förderleitung zum Brenner nicht nachteilig beeinflusst, wenn ausreichend große Krümmungsradien gewählt werden. Somit sind beliebige geometrische Anordnungen von Dosierbehälter und Vergasungsreaktor möglich. Es ist insbesondere zur Verbesserung des Anfahrverhaltens erfindungsgemäß möglich, an einzelnen Stellen der Förderleitung Anschlüsse für eine zusätzliche Einleitung relativ sehr kleiner Mengen an Trägergas vorzusehen.

Es ist möglich, bei Anwendung mehrerer Vergasungsreaktoren für einen Hochofen jedem Vergasungsreaktor einen Dosierbehälter mit einer Förderleitung zuzuordnen. Ebenso kann ein Dosierbehälter mit einem Unterteil, aber mit mehreren Förderleitungen ausgerüstet sein, die zu je einem Vergasungsreaktor führen.

Bei dieser Anordnung besteht jedoch keine Möglichkeit, die Staubzufuhr in den einzelnen Förderleitungen separat zu regeln. Es ist daher eine weitere Ausführungsform der Erfindung zweckmäßig, die dadurch gekennzeichnet ist, daß ein Dosierbehälter mit mehreren Unterteilen oder mit einem in mehreren voneinander getrennte Abschnitte gegliederten Unterteil versehen ist.

Jedes dieser Unterteile bzw. jeder getrennte Abschnitt des Unterteils ist nach unten um mit einer genannten Verteileinrichtung für ein gasförmiges Medium, vorzugsweise mit einem ebenen Anströmboden und mit einem getrennt regelbaren Anschluß für Trägergas ausgerüstet. Jeder Unterteil bzw. jeder getrennte Abschnitt des Unterteiles ist schließlich mit einer Förderleitung versehen, die an den Brenner je eines Vergasungsreaktors angeschlossen ist. Dabei rutscht der staubförmige Brennstoff den einzelnen Unterteilen bzw. getrennten Abschnitten des Unterteiles aus dem gemeinsamen Oberteil des Dosierbehälters zu. Sinngemäß gelten die übrigen Merkmale der Erfindung auch für die beschriebene Mehrfachanordnung.

Ausführungsbeispiele

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäßen Vorrichtungen werden nachfolgend von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert.

In der Zeichnung zeigen:

Figur 1: Schema des Systems der Einspeisung und Dosierung des staubförmigen Brennstoffs in die Reaktoren (Vergasungsreaktoren), die zur Erzeugung des in die Rast eingeblasenen Gases dienen bei horizontaler Anordnung Vergasungsreaktor–Rastform.

Figur 2: Anordnung Vergasungsreaktor–Rastform unter verschiedenen Winkeln.

Figur 3: Schema des Systems der Einspeisung und Dosierung des staubförmigen Brennstoffes in einer Ausführungsform mit einem Dosierbehälter je Vergasungsreaktor

Figur 4: Schema eines Dosierbehälters mit einem in sechs getrennte Abschnitte geteilten Unterteil zur Versorgung von sechs getrennten Vergasungsreaktoren für die Rastformen (Schnitt C–D gemäß Figur 5).

Figur 5: Schnitt A–B gemäß Figur 4.

Figur 6: Schema des Abschlusses eines Förderrohres bei Stillsetzung eines Förderstromes.

Beispiel 1

Bei der Ausführungsform des Verfahrens nach Figur 1 wird aus einem Vorratsbehälter der Druckschleusenbehälter 7 in drucklosem Zustand gefüllt. Dabei wird der Füllstand im Druckschleusenbehälter 7 durch Füllstandsmessung auf Minimum und Maximum kontrolliert. Bei Erreichen des maximalen Füllstandes schließt das Einlaßorgan und der Druckschleusenbehälter 7 wird über die Zuleitung 24 mit einem Inertgas bis zu einem Druck gespannt, der dem im Dosierbehälter 8 herrschenden Druck gleich ist. Mit Hilfe des Füllstandsmessers 14 wird der Füllstand im Dosierbehälter 8 überwacht. Erreicht dieser einen Minimalwert, wird das unter dem Druckschleusenbehälter 7 befindliche Absperrorgan 25 geöffnet, so daß der Inhalt des Druckschleusenbehälters 7 in den Dosierbehälter 8 fließt. Durch das Minimumsignal der Füllstandsmessung des Druckschleusenbehälters 7 wird das Absperrorgan 25 wieder geschlossen, der Druckschleusenbehälter 7 entspannt und damit für einen neuen Füllvorgang bereitgestellt.

Der Dosierbehälter 8 besteht aus einem schachtförmigen Oberteil mit zylindrischen Querschnitt, das mit einem Füllstandsmesser 14 ausgerüstet ist, und einem Unterteil 9 von geringerem Durchmesser, das über ein konisches Übergangsstück mit dem Oberteil verbunden ist. Der Boden des Unterteils 9 ist doppelwandig ausgeführt, wobei die innere Wand als poröser Anströmboden 10 ausgeführt ist. Über das Regelventil 13 wird in den Zwischenraum zwischen der Außenwand des Bodens und der als Anströmboden 10 ausgebildeten Innenwand Trägergas über die Trägergaszuführung 11 zugeführt. Es besteht die Möglichkeit, den Druckschleusenbehälter 7 und das Unterteil 9 des Dosierbehälters 8 mit gleichen oder unterschiedlichen Gasqualitäten zu beaufschlagen.

Das als Trägergas eingesetzte gasförmige Medium tritt durch den Anströmboden 10 in das Unterteil 9 des Dosierbehälters 8 und lockert den im Unterteil 9 des Dosierbehälters 8 befindlichen Brennstaub soweit auf, daß eine örtliche begrenzte (partielle) Wirbelschicht entsteht. Der aufgelockerte staubförmige Brennstoff wird in dichter Phase durch das Trägergas in die (in diesem Beispiel sechs Förderrohre) von oben in die partielle Wirbelschicht eintauchenden Förderrohre 5 mitgeführt, durch die staubförmiger Brennstoff und Trägergas den Vergasungsreaktoren zugeleitet werden. Der Massenstrom staubförmigen Brennstoffes in den Förderrohren 5 ist in weitem Bereich nahezu proportional der Durchflußmenge an Trägergas. Die Regelung des Staubstromes zum jeweiligen Vergasungsreaktor 4 erfolgt über die Regelung des Trägergasdurchflusses mit Hilfe des Regelventils 13, das seinen Impuls im Ausführungsbeispiel Figur 1 von der Staubstrommeßeinrichtung 12 in den Förderrohren 5 erhält. Der Staub gelangt am Ende der Förderrohre 5 in den Vergasungsreaktor 4, wo er gemeinsam mit dem Vergasungsmittel 6 ein CO- und H₂haltiges Reduktionsgas erzeugt, welches über die horizontale Rastform 2 in den Hochofen 1 eingeblasen wird. Dargestellt ist ein Vergasungsreaktor 4, der mit der horizontalen Rastform 2 direkt verbunden ist, wobei beide horizontal ausgerichtet sind. Dem Unterteil 9 des Dosierbehälters 8 wird eine Trägergasmenge von etwa 2,1 m³/h im Betriebszustand je t durchzusetzenden staubförmigen Brennstoffes zugeführt. Der Anströmboden 10 ist dabei so bemessen, daß bei einer Trägergasgeschwindigkeit von 0,01 m/s (normal) im Unterteil 9 des Dosierbehälters 8 ein Druckverlust von 20 kPa im Anströmboden 10 entsteht. In den Förderrohren 5 wird eine Staub/Trägergas-Suspension von 475 kg staubförmiger Brennstoff je m³ Trägergas (Betriebszustand) transportiert. Die Förderrohre 5 sind ausgelegt für eine Geschwindigkeit der Staub/Trägergas-Suspension von 6 m/s.

Beispiel 2

Figur 2 zeigt eine weitere Anordnungsmöglichkeit von Vergasungsreaktor 4 u. geneigter Rastform 3, wobei die geneigte Rastform 3 unter einem Winkel von 40° in die Rast eingesetzt ist und der Vergasungsreaktor 4 mit ihr durch eine kurze Rohrleitung unter einem anderen Winkel verbunden ist.

Beispiel 3

Die Ausführungsform nach Figur 3 sieht für jeden Vergasungsreaktor 4 einen getrennten Dosierbehälter 8 mit vorgeschaltetem Druckschleusenbehälter 7 vor. Die Beschickung der Druckschleusenbehälter 7 kann aus einem gemeinsamen Vorratsbehälter erfolgen.

Beispiel 4

Die Figur 4 bis 6 erläutern eine Ausführungsform der Erfindung, bei der unter Verwendung eines Dosierbehälters 8 sechs für sich regelbare Förderrohre 5 mit Staub versorgt werden. Das Unterteil 9 des Dosierbehälters 8 ist durch sechs sternförmig angeordnete Trennwände 17 in sechs sektorenförmige Abschnitte unterteilt worden. Diese Abschnitte sind nach dem Oberteil des Dosierbehälters 8 hin offen, so daß das staubförmige Material aus dem Oberteil frei zulaufen kann. Die Trennwände 17 unterteilen auch den Anströmboden 10 und den Zwischenraum zwischen Anströmboden 10 und Außenwand des Unterteiles 9 des Dosierbehälters 8. Jeder der durch die Trennwände 17 gebildeten Abschnitte des Unterteils hat unterhalb des Anströmbodens 10 einen Anschluß für die separat regelbare Zuführung von Trägergas, das durch den Anströmboden 10 hindurch in die im jeweiligen Abschnitt des Unterteils befindliche Staubschüttung eintritt und diese unter Bildung einer partiellen Wirbelschicht auflockert. In jedem dieser Abschnitte endet ein senkrecht von oben herabgeführtes Förderrohr 5 zur Abführung des Trägergas-Staubstromes in den jeweiligen Vergasungsreaktor 4. Die Regelung des Staubstromes erfolgt bei dieser Ausführungsform bevorzugt mit Hilfe der Staubstrommeßeinrichtung 12 (Figur 1 und 3) in den einzelnen Förderrohren 5, die auf die Regelventile 13 in den jeweiligen Trägergaszuführungen 11 wirken. Die Staubzuführung bis zum Dosierbehälter 8 und die Einführung in die Vergasungsreaktoren 4 entsprechen Ausführungsbeispiel 1 und 2. Es besteht die Möglichkeit, das Unterteil des Dosierbehälters 8 je nach Bedarf in mehr oder weniger Abschnitte aufzuteilen und aus jedem Abschnitt ein Förderrohr 5 abzuführen.

Weiterhin können einzelne Förderrohre 5 bei Nichtbedarf der Förderung selektiv abgesperrt werden (Figur 6).

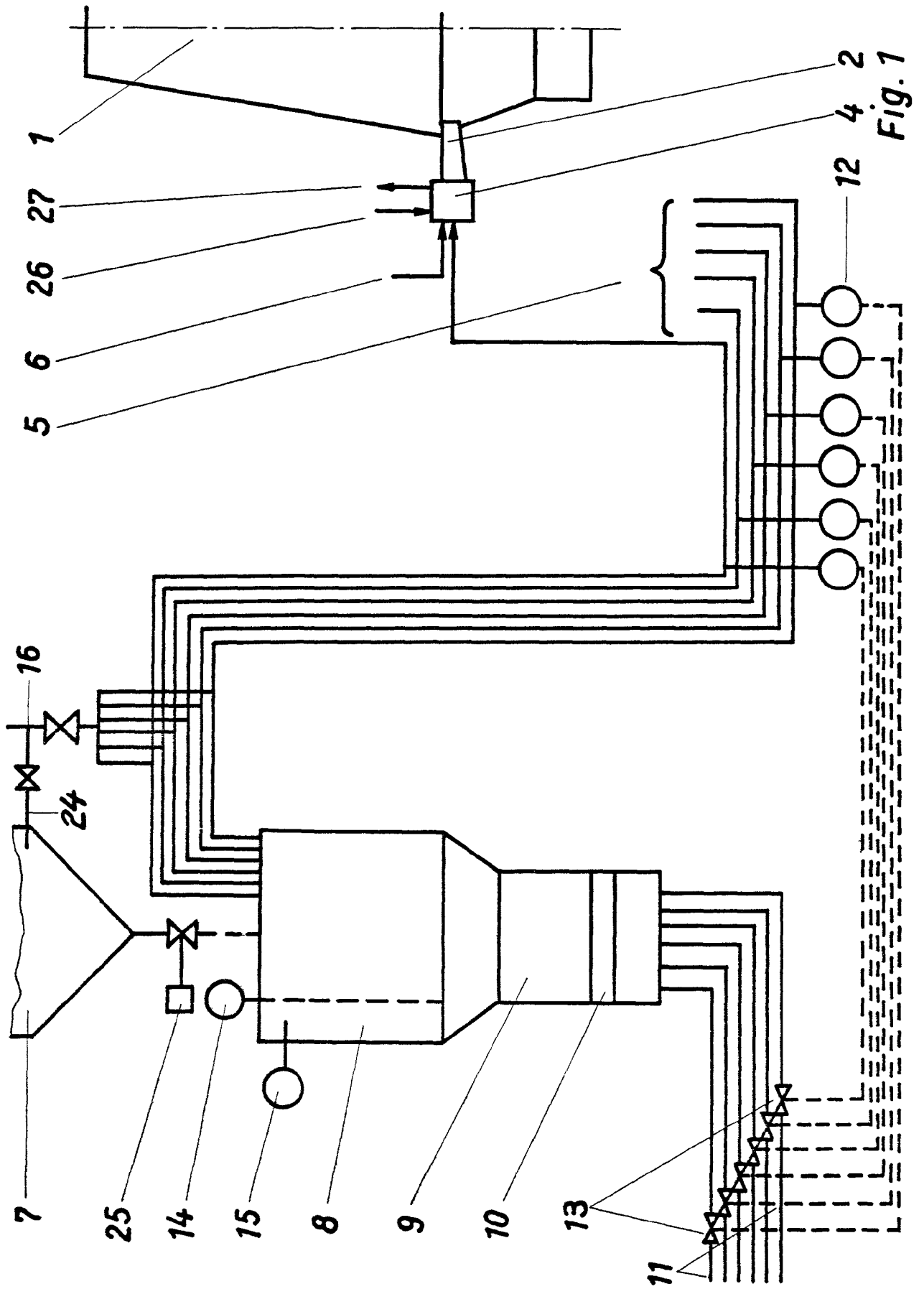
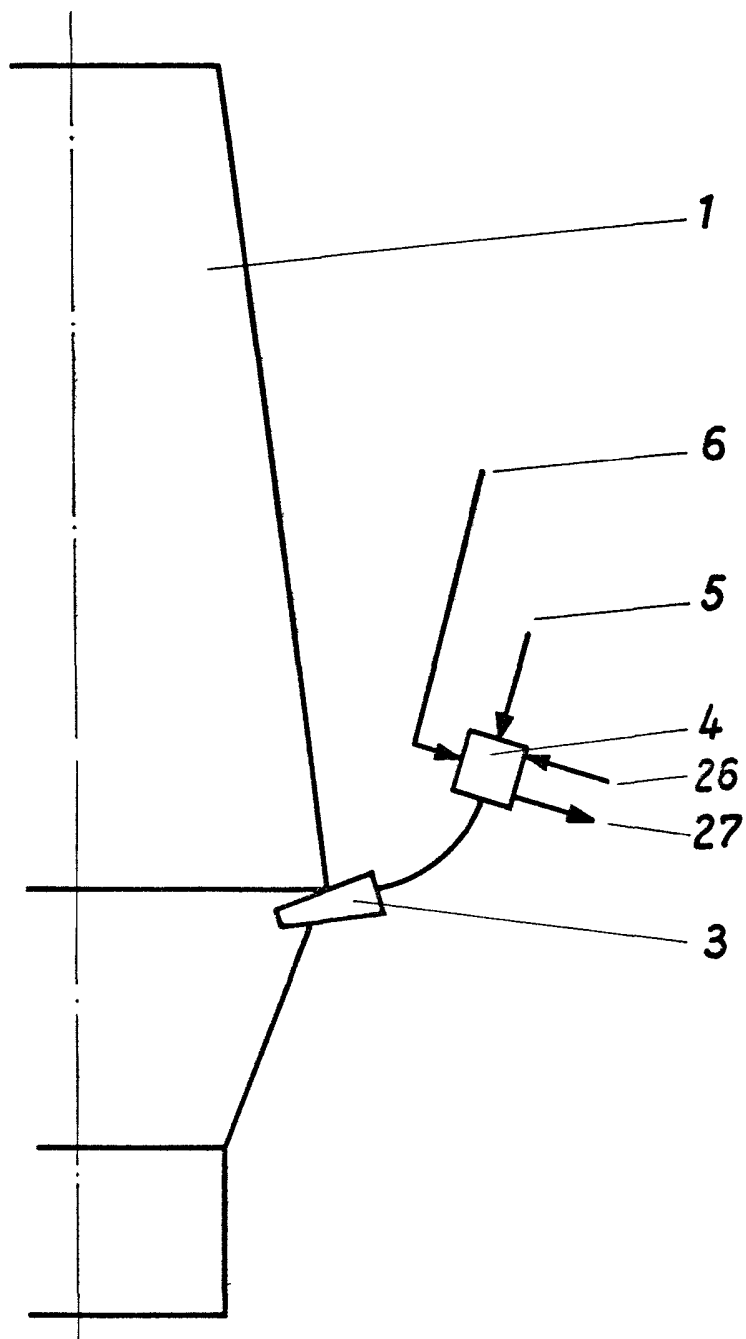


Fig. 2



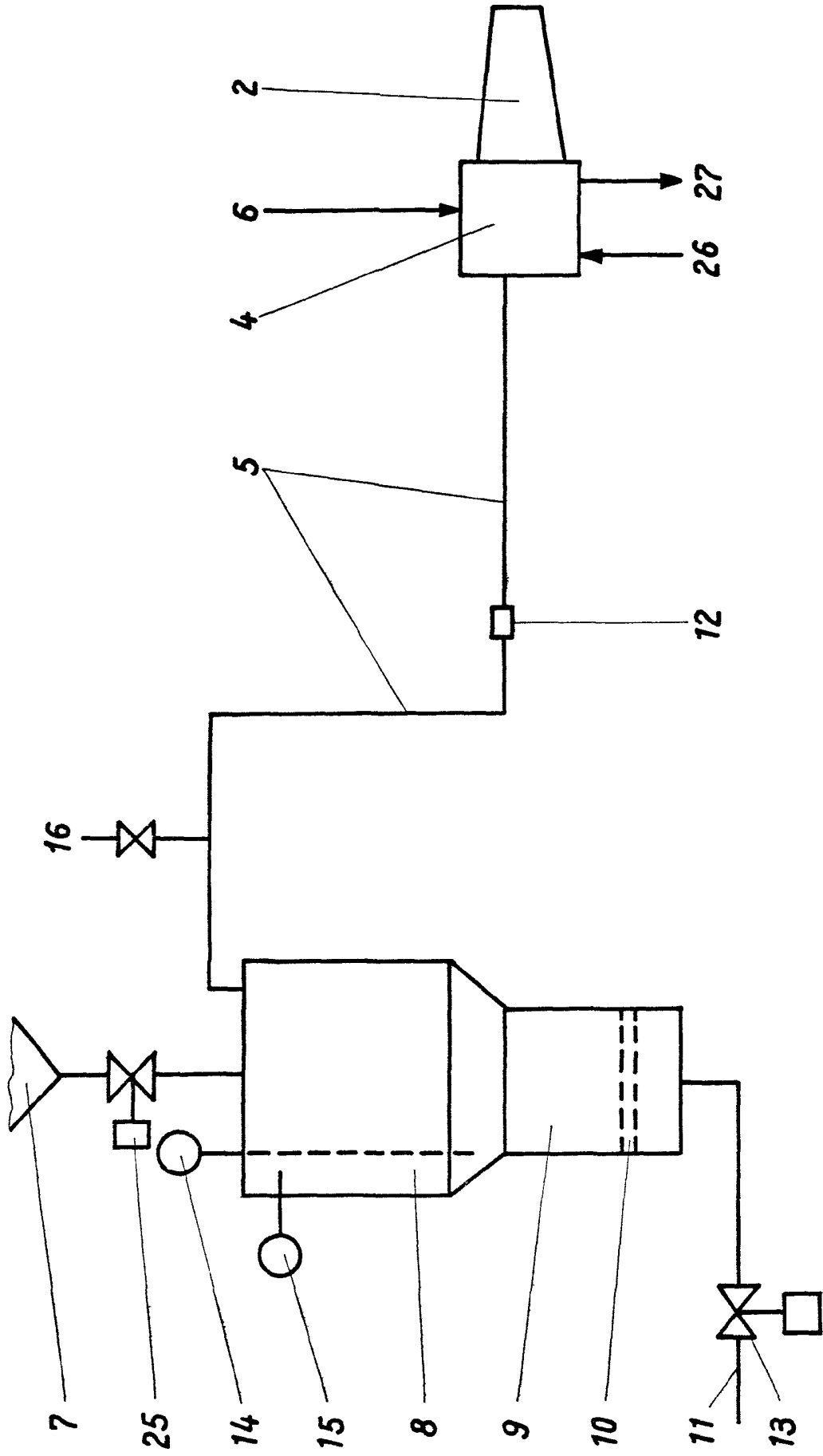


Fig.3

Fig. 4
Schnitt C-D

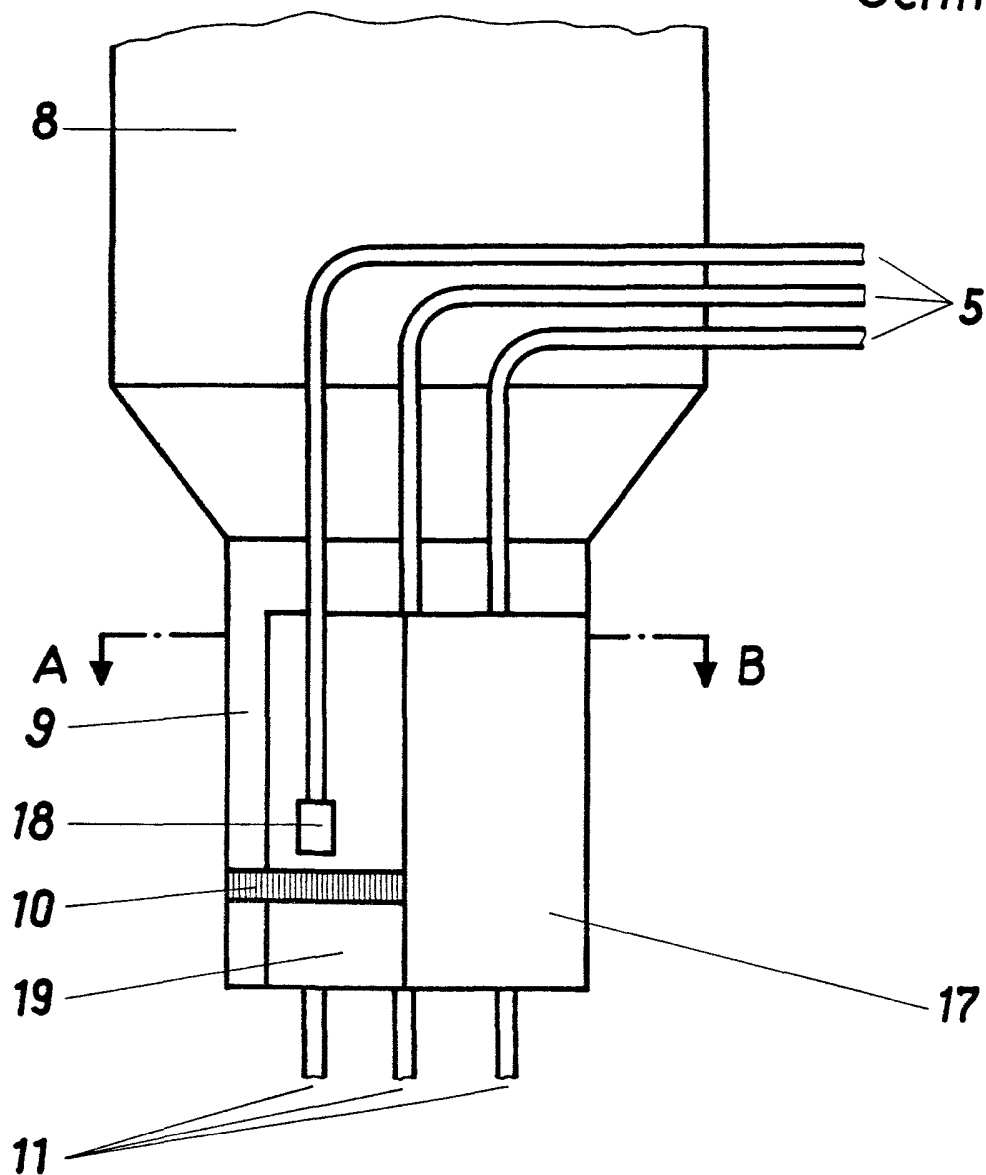


Fig. 5
Schnitt A-B

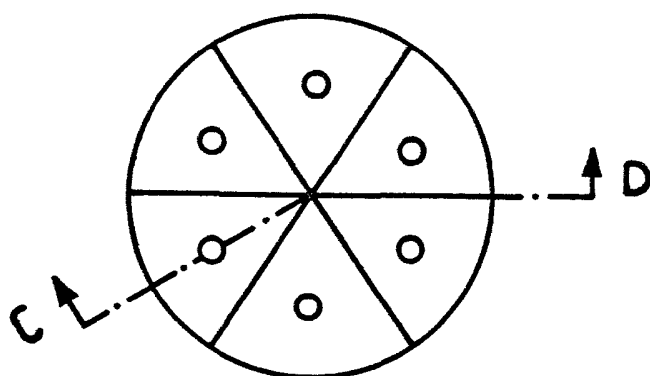


Fig.6

