

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 235 562
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 87101087.2

(51) Int. Cl.⁴: **F27D 3/10**, **F27D 23/00**,
F27B 1/20

(22) Anmeldetag: 27.01.87

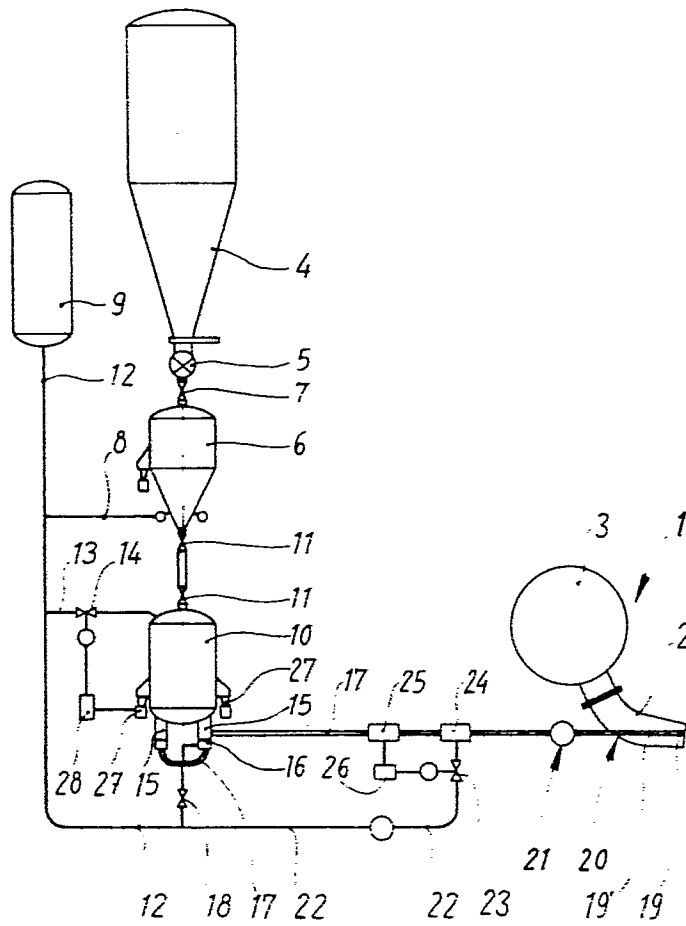
(30) Priorität: 01.02.86 DE 3603078

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.09.87 Patentblatt 87/37(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE FR GB IT SE(71) Anmelder: **Dr. Küttner GmbH & Co. KG**
Bismarckstrasse 67
D-4300 Essen 1(DE)(72) Erfinder: **Rachner, Hans-Günther, Dr.-Ing.**
Berchener Weg 8
D-4300 Essen 18(DE)
Erfinder: **Schott, Hans-Klaus, Dr.**
Beethovenstrasse 3a
D-4220 Dinslaken(DE)(74) Vertreter: **Hoormann, Walter, Dr.-Ing.**
FORRESTER & BOEHMERT
Widenmayerstrasse 4/I
D-8000 München 22(DE)(54) **Verfahren und Vorrichtung zum dosierten Einführen feinkörniger Feststoffe in einen Industrieofen.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum dosierten Einführen feinkörniger, insbesondere staubkörniger Feststoffe, insbesondere Kohlenstaub, aus einem einen Feststoffvorrat enthaltenden, unter Druck stehenden Dosierbehälter in einen mehrere Zuführstellen aufweisenden Industrieofen, insbesondere einen Schachtofen wie einen Hochofen oder einen Kupolofen, bei dem der Feststoff den einzelnen Zuführstellen in einem Trägergasstrom mit hoher Feststoffbeladung jeweils durch eine Förderleitung zugeführt wird, wobei das Trägergas dem unteren Endabschnitt des Dosierbehälters mit einer eine lokale Auflockerung im unteren Abschnitt des Feststoffvorrates bewirkenden Strömung zugeführt wird und die Förderleitungen in den Auflockerungsbereich münden, wobei der den Feststoffvorrat enthaltende Dosierbehälter kontinuierlich gewogen wird, das Ist-Gewicht des Dosierbehälters mit dessen Soll-Gewicht verglichen wird und bei einem Über- bzw. Unterschreiten des Soll-Gewichtes der Druck im Dosierbehälter erhöht bzw. erniedrigt wird und wobei eine Regelung der Förderleistung jeder Förderleitung in an sich bekannter Weise durch Zugabe von Sekundärgas erfolgt, wobei das

Sekundärgas den Förderleitungen jeweils benachbart zu der betreffenden Zuführstelle stromaufwärts zu einer Drosselstelle zugeführt wird, sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung.

EP 0 235 562 A2



Verfahren und Vorrichtung zum dosierten Einführen feinkörniger Feststoffe in einen Industrieofen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum dosierten Einführen feinkörniger, insbesondere staubförmiger Feststoffe, insbesondere Kohlenstaub, aus einem einen Feststoffvorrat enthaltenden, unter Druck stehenden Dosierbehälter in einen mehrere Zuführstellen aufweisenden Industrieofen, insbesondere einen Schachtofen wie einen Hochofen oder einen Kuppelofen, bei dem der Feststoff den einzelnen Zuführstellen in einem Trägergasstrom mit hoher Feststoffbeladung jeweils durch eine Förderleitung zugeführt wird, wobei das Trägergas dem unteren Endabschnitt des Dosierbehälter in einer eine lokale Auflockerung im unteren Abschnitt des Feststoffvorrates bewirkenden Strömung zugeführt wird und die Förderleitungen in den Auflockerungsbereich münden.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens mit einem als Druckgefäß ausgebildeten Dosierbehälter, welcher an seinem oberen Abschnitt mit dem Ofen zuzuführenden Feststoff zu befüllen ist, und der an seinem unteren Endabschnitt mehrere nach oben offene Kammern aufweist, in welche jeweils mindestens eine zu einer Zuführstelle führende Förderleitung mündet, und die jeweils mit einem gasdurchlässigen Anströmboden versehen sind, an dessen der Feststoffsäule abgekehrter Seite eine Trägergasleitung zum Zuführen von Trägergas mündet.

Zur Einsparung hochwertiger Brennstoffe wie z.B. Öl oder Koks läßt sich ein Teil des Brennstoffes durch Kohlenstaub ersetzen, der in einer Mahl- und Trocknungsanlage aus Rohkohle zu gewinnen ist, wobei der Kohlenstaub dem Industrieofen mittels einer entsprechenden Vorrichtung durch pneumatische Förderung zugeführt wird.

Dabei besteht die wesentlichste metallurgische Forderung darin, daß die Dosierung des Kohlenstaubes, also die dem Ofen je Zeiteinheit zugeführte Kohlenstaubmenge, mit möglichst großer Genauigkeit erfolgt, damit die metallurgischen Vorgänge im Ofen insoweit möglichst geringen Schwankungen unterworfen werden.

Da der Kohlenstaub bspw. bei einem Hochofen nicht an einer Stelle zugeführt wird, sondern jeder Blasform zuzuführen ist, weisen Industrieöfen im allgemeinen mehrere Zuführstellen auf, wobei eine weitere Anforderung darin besteht, daß der Kohlenstaub den einzelnen Zuführstellen jeweils gleichmäßig zugeführt werden muß.

Verschiedene Feststoffe bzw. Feststoffsorten besitzen i.a. bei gleichen Bedingungen unterschiedliche fluidmechanische Eigenschaften und zeigen demgemäß ein unterschiedliches

Förderverhalten, welches sich empirisch ermitteln läßt. Die den Kammern des Dosierbehälters unterhalb der Anströmböden zuzuführende Trägergasströmung muß (wenigstens) so bemessen sein, daß sie bei der zu fördernden Feststoffsorte stets -also auch bei dem höchsten im Dosierbehälter auftretenden Betriebsdruck - zu einer ausreichenden Lockerung des Feststoffes in der lokalen Auflockerungszone führt, d.h., daß der sog. Lockerungspunkt der im Dosierbehälter vorhandenen Feststoffschüttung in jedem Betriebszustand erreicht bzw. überschritten wird. Dieser Lockerungspunkt ist bei einem feinkörnigen Feststoff nur unwesentlich von dem Druck abhängig, unter dem die Feststoffschüttung steht.

Zur Lösung der vorliegenden Problematik sind in der Literatur bereits verschiedene Vorschläge unterbreitet und zum Teil auch bereits zumindest versuchsmäßig erprobt worden, doch konnten die bisher vorliegenden Lösungsvorschläge die an ein derartiges Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu stellenden Anforderungen bisher nicht optimal befriedigen.

So ist bspw. gemäß der DE-OS 29 34 130 vorgesehen, daß sowohl die Regelung der dem Ofen zuzuführenden Feststoff-Gesamtförderleistung (sämtlicher Förderleitungen) als auch die Regelung der Feststoff-Förderleistungen der einzelnen Förderleitungen durch Veränderung der dem unteren Endabschnitt des Dosierbehälters zugeführten Trägergasmenge erfolgt. Dieses geschieht mittels Staubstrommeßstellen, die jeder einzelnen Förderleitung zugeordnet sind, wobei die Staubstrommeßstellen jeweils auf ein Stellventil einwirken, welches in jeder Trägergas-Zuführleitung angeordnet ist. Eine solche Regelung der Förderleistung über die Trägergasströmung führt jedoch nicht stets zu den erwünschten Ergebnissen. Zu dieser Technologie ist unter anderem festzustellen, daß eine quantitative Messung des Feststoffanteils derartiger Zwei-Komponentenströmungen selbst bei großem Aufwand verhältnismäßig ungenau ist, wenn mit einer solchen Messung absolute Werte ermittelt werden sollen. Es kommt hinzu, daß sich bei der in der DE-OS 29 34 130 vorgeschlagener Arbeitsweise eine Feinregelung der Förderleistungen der einzelnen Förderleitungen ersichtlich nur schwer erzielen läßt, da die von den Staubstrommeßstellen ausgelösten Veränderungen der Trägergaszufuhr den Fluidisierungszustand des Feststoffes am Beginn der Förderleitungen stark verändern können.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung der eingangs beschriebenen Gattungen zu schaffen, mittels derer bei einem möglichst geringen Investitionsaufwand eine genaue, betrieblich zuverlässige und robuste, von den zwangsläufig schwankenden jeweiligen Eigenschaften des Feststoffes weitgehend unabhängige Dosierung der dem Ofen zugeführten vorgegebenen gesamten Feststoffmenge sicherzustellen ist, wobei die Gesamtmenge des Feststoffes darüber hinaus den einzelnen Zuführstellen des Ofens weitgehend gleichmäßig zuzuführen sein soll und in den einzelnen Förderleitungen ein möglichst großer Regelbereich für die jeweilige Feststoff-Förderleistung vorhanden sein soll, und wobei weiterhin der Verschleiß der Förderleitungen möglichst klein bzw. auf einen kleinen Abschnitt beschränkt sein soll.

Als Lösung des verfahrensmäßigen Teils dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß zur Regelung der dem Ofen zugeführten Gesamtförderleistung sämtlicher Förderleitungen der den Feststoffvorrat enthaltende Dosierbehälter kontinuierlich gewogen wird, daß das Ist-Gewicht des Dosierbehälters (samt Inhalt) mit dessen sich aus dem Anfangsgewicht, der Soll-Austragsleistung und der seit Austragsbeginn verstrichenen Zeit ergebenden Soll-Gewicht verglichen wird und bei einem Über- bzw. Unterschreiten des Soll-Gewichtes der Druck im Dosierbehälter erhöht bzw. erniedrigt wird, und daß eine Regelung der Förderleistung jeder Förderleitung in an sich bekannter Weise durch Zugabe von Sekundärgas erfolgt, wobei das Sekundärgas den Förderleitungen jeweils benachbart zu der betreffenden Zuführstelle des Industrieofens stromaufwärts zu einer Drosselstelle zugeführt wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird durch die vorstehend beschriebene gravimetrische Dosierung der dem Ofen je Zeiteinheit zugeführten Gesamtmenge an Feststoff und deren Regelung über die Druckdifferenz zwischen dem Druck im Dosierbehälter und dem Ofen bzw. dem Ende der Förderleitungen eine im Rahmen der gestellten Anforderungen außerordentlich hohe Genauigkeit erzielt, die in der Regel so groß ist, daß der die Gesamtaustragsleistung regelnde Druck im Dosierbehälter i.a. nur in Zeitintervallen in der Größenordnung von 5 -10 min verändert wird, wobei diese Genauigkeit mit einem vergleichsweise relativ geringen Aufwand zu erreichen ist. Dabei erfolgt die Regelung des Differenzdruckes bevorzugt in an sich bekannter Weise durch Zu- bzw. Abfuhr von unter Druck stehendem Obergas, welches durch den Dosierbehälter des Feststoffvorrates zugeführt wird. Die zugeführte Obergasmenge wird dabei bevorzugt so bemessen, daß nicht nur

die jeweils aus dem Dosierbehälter ausgetragene Feststoffmenge durch Obergas ersetzt wird, und das dem jeweiligen Betriebsdruck entsprechende Lückenvolumen zwischen den Feststoffteilen durch Gas ausgefüllt wird, sondern daß auch stets ein Teil des zugeführten Obergases bis in den lokalen Auflockerungsbereich strömt und zusammen mit dem Feststoff sowie dem dem Dosiergefäß am unteren Endabschnitt zugeführten Trägergas durch die Förderleitungen ausgetragen wird. Letzteres hat sich zur Sicherstellung eines stetigen Nachfließens von Feststoff in die Kammern sowie für die gewünschte hohe Feststoffbeladung als höchst zweckmäßig erwiesen.

Im Gegensatz zu dem oben beschriebenen vorbekannten Verfahren wird die dem unteren Endabschnitt des Dosiergefäßes zeitlich zugeführte Trägergasmenge (bezogen auf den Normzustand) bei dem erfindungsgemäßen Verfahren für eine bestimmte Feststoffsorte bevorzugt konstant gehalten, wobei die Trägergasmenge so bemessen wird, daß sie bei der betreffenden Feststoffsorte unter dem höchsten im Dosierbehälter auftretenden Betriebsdruck noch zu einer Lockerung des Feststoffes in der lokalen Auflockerungszone führt.

Der vorrichtungsmäßige Teil der obigen Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Dosiergefäß in an sich bekannter Weise als Wiegegefäß ausgebildet ist, in dessen oberem Endabschnitt eine mit einem Regelventil versehene Obergasleitung zum Zuführen von unter Überdruck stehendem Obergas mündet, daß eine (erste) Regeleinrichtung vorhanden ist, mittels welcher das Ist-Gewicht des Dosiergefäßes (nebst Inhalt) jeweils nach vorgegebenen Zeitintervallen mit dessen Soll-Gewicht zu vergleichen ist und bei einem Über- bzw. Unterschreiten des Soll-Gewichtes der Druck im Dosierbehälter durch Regelung des Obergasdruckes zu erhöhen bzw. zu erniedrigen ist und bei Übereinstimmung des Soll-Gewichtes mit dem Ist-Gewicht konstantzuhalten ist, daß der Querschnitt der Förderleitungen jeweils in dem der betreffenden Zuführstelle stromaufwärts unmittelbar vorgeordneten Abschnitt wesentlich verringert ist, daß jeweils eine Sekundärgas führende Bypassleitung stromaufwärts benachbart zu der Querschnittsverengung in jede Förderleitung mündet, daß in jeder Förderleitung eine Meßeinrichtung vorhanden ist, mittels welcher die relative Ist-Förderleistung der betreffenden Förderleitung zu bestimmen ist, daß ein Mittelwertbildner vorhanden ist, mittels dessen die rechnerische mittlere Förderleistung je Förderleitung zu bestimmen ist, und daß in jeder Förderleitung eine (zweite) Regeleinrichtung vorhanden ist, mittels welcher die der Förderleitung zugeführte Sekundärgasmenge zu erhöhen bzw. zu erniedrigen ist, wenn die von der

Meßeinrichtung ermittelte Ist-Förderleistung der Förderleitung größer bzw. kleiner ist als die vom Mittelwertbildner ermittelte mittlere Förderleistung je Förderleitung.

Neben der beschriebenen gravimetrischen Dosierung der dem Ofen zugeführten Gesamtfeststoffmenge und deren Regelung über den Differenzdruck zwischen dem Druck im Dosierbehälter und im Ofen bzw. am Ende der Förderleitungen besteht ein weiteres wesentliches Merkmal der vorliegenden Erfindung in der Querschnittsverengung der Förderleitungen an deren Endabschnitt und der Zuführung von Sekundärgas zu den Förderleitungen mehr oder weniger unmittelbar benachbart der Querschnittsverengung. Aufgrund der Querschnittsverengung der Förderleitungen besteht an der Verengungsstelle aufgrund des Druckabfalls in den Förderleitungen ein erheblicher Druckunterschied zum Druck im Dosierbehälter und andererseits aufgrund der mit der Querschnittsverengung verbundenen Drosselung zum Druck im Ofen, so daß mit den Sekundärgas führenden Bypassleitungen jeweils eine verhältnismäßig große Gasmenge in die Förderleitungen einzuführen ist und sich demgemäß ein verhältnismäßig großer Regelbereich für die aus den einzelnen Förderleitungen in den Ofen strömende Feststoffmenge ergibt, da in eine Förderleitung eingeführtes Sekundärgas die Zwei-Stoff-Mischung entsprechend verdünnt und demgemäß bei größerer Zugabe von Sekundärgas dem Ofen aus der betreffenden Leitung weniger Feststoff je Zeiteinheit zuströmt.

Die starke Querschnittsverengung am Ende der Förderleitungen ergibt darüber hinaus noch den großen Vorteil, daß in dem nicht verengten Teil der Förderleitungen, deren Länge 100 bis 200 Meter betragen können, mit einer relativ geringen Fördergeschwindigkeit von bspw. 0,8 bis 3 m/sec gefahren werden kann, die lediglich einen entsprechend geringen Verschleiß bewirkt, während nur die Strömungsgeschwindigkeit im verengten Teil relativ hoch ist (z.B. 18 bis 30 m/sec) und es lediglich in diesem kurzen Abschnitt der Förderleitung zu stärkerem Verschleiß kommt, wobei diese kurzen Abschnitte nach entsprechendem Verschleiß ausgetauscht werden können.

Die Querschnittsverengung in den Förderleitungen erfolgt bevorzugt stetig, wobei zwischen dem den größeren Querschnitt aufweisenden Abschnitt der Förderleitung und ihrem den kleineren Querschnitt aufweisenden Abschnitt ein konisch u.ä. ausgebildeter Zwischenabschnitt vorhanden sein kann.

Das Querschnittsverhältnis zwischen dem nicht verengten und dem verengten Teil einer Förderleitung kann erfindungsgemäß etwa 10:1 - 25:1 betragen, wobei bevorzugt vorgesehen ist, daß

der nicht verengte Querschnitt der Förderleitungen jeweils einen Durchmesser von etwa 25 bis 40 mm aufweist, während der verengte Querschnitt einen Durchmesser von 6 bis 8 mm besitzt.

Als Gewichtsmeßeinrichtungen für die Gewichtsmessungen des Dosierbehälters nebst Inhalt sind bevorzugt elektrische Kraftmeßdosen vorgesehen, auf denen das Dosiergefäß abgestützt ist, und deren Meßsignale der ersten Regeleinrichtung zuzuführen sind. Derartige Kraftmeßdosen sind nicht nur äußerst robust und relativ preiswert, sondern besitzen im Rahmen der vorstehend beschriebenen Gegebenheiten auch eine für die gravimetrische Dosierung hinreichend große Genauigkeit.

Bei den Meßeinrichtungen zum Bestimmen der relativen Ist-Förderleistung in den Förderleitungen braucht es sich nicht um höchst aufwendige Meßeinrichtungen zu handeln, welche die Durchflußmenge in den Förderleitungen mit relativ großer Genauigkeit messen, da erfindungsgemäß lediglich eine relative Messung der Förderleistung in den einzelnen Förderleitungen zueinander zu erfolgen braucht, weil mit diesen Meßeinrichtungen im Gegensatz zu vorbekannten Vorrichtungen wie der weiter oben beschriebenen Vorrichtung gemäß der DE-OS 29 34 130 keine Absolutwerte gemessen werden müssen. Demgemäß ist bevorzugt vorgesehen, daß es sich bei diesen Meßeinrichtungen um kapazitiv arbeitende Meßeinrichtungen handelt, wobei Beeinträchtigungen der Meßergebnisse durch Veränderung der Feuchtigkeit etc. bei dieser relativen Messung keine Rolle spielen, da die Eigenschaften des Fördergutes in den einzelnen Förderleitungen zum gleichen Zeitpunkt im wesentlichen gleich sind.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Erfindung ist nachstehend an einem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf eine schematische Zeichnung weiter erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine vereinfachte schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

Fig. 2 eine vereinfachte Darstellung einer Verengungsstelle einer Förderleitung.

Fig. 1 zeigt eine stark schematisierte und vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung zum dosierten Einführen von Kohlenstaub in einen im wesentlichen nicht dargestellten Hochofen, von dem lediglich eine Blasform 2 angedeutet ist, von der über den Umfang des Hochofens verteilt mehrere vorhanden sind, die jeweils in einem Windkanal 3 münden.

Der in den Hochofen 1 einzublasende Kohlenstaub wird nach dessen Herstellung in einer Mahl- und Trocknungsanlage in ein Vorratssilo 4 gegeben, in dem unter inerter Atmosphäre eine Kohle-

menge bevorratet werden kann, die ausreicht, um ggf. einen mehrstündigen Produktionsausfall der Mahl- und Trocknungsanlage überbrücken zu können. Aus dem Vorratssilo 4 gelangt die gemahlene Kohle über eine Zellenradschleuse 5 in ein Schleusengefäß 6, welche nach Füllung mittels eines Ventils 7 zum Vorratssilo 4 zu schließen ist. Danach wird das Schleusengefäß 6 an seinem unteren Endabschnitt über eine Leitung 8 mit aus einem Windkessel 9 stammenden Schleusengas bespannt, bis der vorgegebene Arbeitsdruck eines unterhalb des Schleusengefäßes 6 angeordneten, ebenfalls als Druckgefäß ausgebildeten Dosierbehälters 10 erreicht ist und der im Schleusengefäß 6 befindliche Kohlenstaub nach Öffnen von Ventilen 11 in den Dosierbehälter 10 gelangt. Nach dem Befüllen des Dosierbehälters 10 werden die Ventile 11 wieder geschlossen.

Die von dem Windkessel 9 zur Leitung 8 für das Schleusengas führende Gasleitung 12 ist über die Anschlußstelle der Leitung 8 weitergeführt und mit einer Obergasleitung 13 verbunden, die zum oberen Abschnitt des Dosierbehälters 10 führt, und in welcher ein Regelventil 14 angeordnet ist.

Am unteren Ende des Dosierbehälters 10 sind mehrere nach oben, also in den Dosierbehälter 10 hinein offene Kammern 15 angeordnet, deren Anzahl maximal der Anzahl der mit Kohlenstaub zu beschickenden Blasformen 2 des Hochofens 1 entspricht. Jede Kammer 15 ist in ihrem unteren Bereich mit einem gasdurchlässigen Anströmboden 16 versehen. Unterhalb der Anströmböden 16 mündet jeweils eine Trärgasleitung 17 in jede Kammer 15, wobei die Trärgasleitungen 17 über ein Ventil 18 mit der Gasleitung 12 verbunden sind.

Aus jeder Kammer 15 ist eine Förderleitung 19 herausgeführt, wobei die Förderleitungen 19, von denen der besseren Übersicht halber nur eine Leitung dargestellt ist, in den Kammern 15 jeweils etwas oberhalb des Anströmbodens 16 enden, wo der Kohlenstaub durch das eingeführte Trärgas aufgelockert bzw. fluidisiert ist.

Die Förderleitungen 19, deren Länge zwischen 100 und 200 Meter beträgt, weisen im wesentlichen über ihre gesamte Länge einen freien Querschnitt von 25 mm auf. Der Querschnitt der Förderleitungen 19 ist jeweils stromabwärts zu der betreffenden Zuführstelle 20 und benachbart zu dieser wesentlich verringert, und zwar auf einen Durchmesser von 6 mm. Wie aus Fig. 2 erkennbar ist, erfolgt diese erhebliche Querschnittsverringerung nicht schlagartig, sondern im wesentlichen stetig über ein konisches Zwischenstück 21.

Die vom Windkessel 9 kommende Gasleitung 12 ist über die Anschlußstelle der Trärgasleitungen 17 mit einer Bypassleitung 22 weitergeführt, über welche Sekundärgas in die be-

treffende Förderleitung 19 zu leiten ist. In jeder Bypassleitung 22 ist ein Regelventil 23 angeordnet, mit dem die der betreffenden Förderleitung 19 zugeführte Sekundärgasmenge zu regeln ist.

Der Anschlußstelle 24 für die Bypassleitung 22 ist eine kapazitive Meßeinrichtung 25 stromaufwärts in jeder Förderleitung 19 vorgeordnet, mittels welcher die relative Förderleistung der betreffenden Förderleitung 19 zu bestimmen ist. Die Meßeinrichtungen 25 geben ihre Meßwerte jeweils an eine u.a. einen Rechner enthaltende Regeleinrichtung 26, mit welcher die Regelventile 23 in den Bypassleitungen 22 zu regeln sind.

Der Dosierbehälter 10 ist auf Kraftmeßdosen 27 abgestützt, mittels derer sein Gewicht (nebst Inhalt) kontinuierlich zu messen ist, wobei die Meßwerte einer Regeleinrichtung 28 zugeführt werden, die darüber hinaus mit dem Regelventil 14 der Obergasleitung 13 in Verbindung steht.

Da die Befüllung des Dosierbehälters 10 über die oben bereits gemachten Anmerkungen hinaus im vorliegenden Zusammenhang ohne besonderes Interesse ist, beschränkt sich die nachstehende Beschreibung der Wirkungsweise der Vorrichtung auf den Betriebsablauf nach erfolgter Füllung des Dosierbehälters 10.

Abhängig von den jeweiligen Fördereigenschaften des Kohlenstaubes und der betrieblich vorgegebenen Förderleistung wird im Dosierbehälter 10 über die Obergasleitung 13 der erforderliche Betriebsdruck eingestellt, wobei der Differenzdruck zwischen dem Druck im Dosierbehälter 10 und dem im Hochofen 1 herrschenden Druck bzw. dem am Ende der Förderleitungen 19 herrschenden Druck während der Entleerung des Dosierbehälters 10 grundsätzlich konstantgehalten wird.

Das Ist-Gewicht des Dosierbehälters 10 (samt Inhalt) wird von der Regeleinrichtung 28 ständig mit dem Soll-Gewicht des Dosierbehälters 10 verglichen, d.h. also mit demjenigen Gewicht, welches der Dosierbehälter nach der seit Beginn der Entleerung verstrichenen Zeit unter Berücksichtigung der vorgegebenen Austragsleistung haben müßte. Entspricht dabei das Ist-Gewicht des Dosierbehälters 10 seinem Soll-Gewicht, so zeigt dieses an, daß in dem betreffenden Zeitintervall die vorgegebene Austragsmenge auch tatsächlich ausgetragen und dem Hochofen 1 zugeführt worden ist, so daß die Betriebsverhältnisse nicht verändert werden. Ist dagegen das Ist-Gewicht des Dosierbehälters 10 größer als sein Soll-Gewicht zu dem betreffenden Zeitpunkt, so bedeutet dieses, daß zu wenig Kohlenstaub aus dem Dosierbehälter 10 ausgetragen worden ist. In einem solchen Falle bewirkt die Regeleinrichtung 28, daß der zuvor konstantgehaltene Druck im Dosierbehälter 10 erhöht wird, indem die Regeleinrichtung 28 ents-

prechend auf das Regelventil 14 der Obergasleitung 13 einwirkt. Ist dagegen zum Meßzeitpunkt das Ist-Gewicht kleiner als das Soll-Gewicht des Dosierbehälters 10 und demgemäß zuviel Kohlenstaub aus dem Dosierbehälter ausgetragen worden, so bewirkt die Regeleinrichtung 28 eine Herabsetzung des zuvor konstanten Druckes im Dosierbehälter 10 und damit eine entsprechende Verringerung der Austragsleistung.

Auf diese Weise ist mit relativ einfachen, robusten und betrieblich zuverlässigen Mitteln sicherzustellen, daß dem Hochofen 1 die vorgegebene Kohlenstaubmenge je Zeiteinheit im Rahmen der geforderten Genauigkeit auch tatsächlich zugeführt wird.

Während der Beschickung des Hochofens 1 mit Kohlenstaub wird die über die Trärgasleitungen 17 dem Dosierbehälter 10 über dessen Kammern 15 zugeführte Trärgasmenge konstantgehalten, so daß die bei bzw. vor Betriebsaufnahme ermittelten, den jeweiligen Eigenschaften des Kohlenstaubes angepaßten und auf die vorgegebene Durchsatzleistung abgestellten Bedingungen im wesentlichen unverändert bleibt. Dieses gilt mithin ersichtlich in vorteilhafter Weise auch für die Fluidisierungsbedingungen am Beginn der Förderleitungen 19.

Da nun aber -wie oben ausgeführt -eine weitere betriebliche Forderung darin besteht, daß den einzelnen Zuführstellen 20 des Hochofens 1 der Kohlenstaub auch weitgehend gleichmäßig zugeführt wird, erfolgt während des Austrages eine entsprechende relative Regelung der Förderleistungen der einzelnen Förderleitungen 19, indem die von den kapazitiven Meßeinrichtungen 25 der Förderleitungen 19 ermittelten Feststoff-Durchströmleistungen der Meßeinrichtung 25 als Signale zugeführt werden und in einem Mittelwertbildner der Regeleinrichtung 26 ein rechnerischer Mittelwert der Förderleistung je Förderleitung 19 ermittelt wird. Stellt die Regeleinrichtung 26 dabei fest, daß die gemessene Förderleistung einer bestimmten Förderleitung 19 größer ist als der ermittelte Mittelwert und demgemäß zwecks Vergleichmäßigung zu reduzieren ist, so wirkt die Regeleinrichtung 26 derart auf das Regelventil 23 der betreffenden Bypassleitung 22 ein, daß das der betreffenden Förderleitung 19 an der Anschlußstelle 24 zugeführte Sekundärgas mengenmäßig erhöht wird, so daß eine entsprechende Verdünnung der Zwei-Komponenten-Strömung und damit eine Verminderung der Austragsleistung der betreffenden Förderleitung 19 an Feststoff - (Kohlenstaub) erfolgt. Ist dagegen die in einer Förderleitung 19 festgestellte Förderleistung kleiner als der Mittelwert, so erfolgt der umgekehrte Vorgang, d.h. die der Förderleitung 19 zugeführte Sekundärgasströmung wird entsprechend verringert.

Da die Anschlußstellen 24 der Bypassleitungen 22 jeweils benachbart zu der Verengungsstelle 21 angeordnet sind, besteht mithin aufgrund des Druckabfalls während der Förderung in der Förderleitung 19 zum Dosierbehälter 10 wie auch aufgrund der Querschnittsverengung zum Hochofen 1 ein beachtliches Druckgefälle, so daß sich ein großer Regelbereich in der Größenordnung von 1:3 - 1:4 in den einzelnen Förderleitungen 19 erzielen läßt.

Trotz der hohen Feststoffbeladung, die abhängig von den Eigenschaften der Kohle, den Leitungsabmessungen etc., je nach dem Gegendruck im Industrieofen im Bereich 20:1 bis größer 100:1 kg Kohle/kg Gas liegt, ist der Verschleiß der Förderleitungen 19 außerordentlich gering, da man unter üblichen Verhältnissen mit Fördergeschwindigkeiten im Bereich von ca. 0,8 bis 3 m/sec auskommt und nur im Bereich des lanzenförmigen Verengungsabschnittes 19' Geschwindigkeiten im Bereich von 18 bis 30 m/sec erreicht werden, die jedoch nicht als negativer Nebeneffekt der Querschnittsverengung der Förderleitungen 19 zu betrachten, sondern im Hinblick auf die hohen Windgeschwindigkeiten im Windkanal 3 bzw. in den Blasformen 2 und den im Ofen herrschenden Innendruck erforderlich sind, um die Zwei-Komponenten-Strömung in den Hochofen einblasen zu können. Dabei erweist sich der aufgrund der Querschnittsverengung vorliegende relativ geringe Durchmesser am verengten Endabschnitt 19' der Förderleitungen 19 auch beim Einführen in den Hochofen 1 als vorteilhaft, da bei derartigen Dimensionen selbst bei den hohen Innendrücken des Hochofens ein Einführen von Hand noch möglich ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Hochofen
- 2 Blasform
- 3 Windkanal
- 4 Vorratssilo
- 5 Zellenradschleuse
- 6 Schleusengefäß
- 7 Ventil
- 8 Leitung
- 9 Windkessel
- 10 Dosierbehälter
- 11 Ventile
- 12 Gasleitung
- 13 Obergasleitung
- 14 Regelventil (in 13)
- 15 Kammern
- 16 Anströmboden (von 15)
- 17 Trärgasleitung
- 18 Ventil

- 19 Förderleitungen
- 20 Zuführstelle
- 21 Konisches Zwischenstück (von 19)
- 22 Bypassleitung
- 23 Regelventil
- 24 Anschluß (für 22 an 19)
- 25 Meßeinrichtung (in 19)
- 26 Regeleinrichtung
- 27 Kraftmeßdosen
- 28 Regeleinrichtung

Ansprüche

1. Verfahren zum dosierten Einführen feinkörniger, insbesondere staubkörniger Feststoffe, insbesondere Kohlenstaub, aus einem einen Feststoffvorrat enthaltenden, unter Druck stehenden Dosierbehälter in einen mehrere Zuführstellen aufweisenden Industrieofen, insbesondere einen Schachtofen wie einen Hochofen oder einen Kupo-fen, bei dem der Feststoff den einzelnen Zuführstellen in einem Trägergasstrom mit hoher Feststoffbeladung jeweils durch eine Förderleitung zugeführt wird, wobei das Trägergas dem unteren Endabschnitt des Dosierbehälters in einer eine lokale Auflockerung im unteren Abschnitt des Feststoffvorrates bewirkenden Strömung zugeführt wird und die Förderleitungen in den Auflockerungsbe-reich münden, dadurch gekennzeichnet, daß der den Feststoffvorrat enthaltende Dosierbehälter kontinuierlich gewogen wird; daß das Ist-Gewicht des Dosierbehälters mit dessen Soll-Gewicht verglichen wird und bei einem Über-bzw. Unterschreiten des Soll-Gewichtes der Druck im Dosierbehälter erhöht bzw. erniedrigt wird; und daß eine Regelung der Förderleistung jeder Förderleitung in an sich be-kannter Weise durch Zugabe von Sekundärgas er-folgt, wobei das Sekundärgas den Förderleitungen jeweils benachbart zu der betreffenden Zuführstelle stromaufwärts zu einer Drosselstelle zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch ge-kennzeichnet, daß die dem unteren Endabschnitt des Dosierbehälters zeitlich zugeführte, auf Norm-zustand bezogene Trägergasmenge für eine be-stimmte Feststoffsorte konstantgehalten wird, wobei die Trägergasmenge so bemessen wird, daß sie bei der betreffenden Feststoffsorte unter dem höchsten im Dosierbehälter auftretenden Betriebs-druck noch zu einer Lockerung des Feststoffes in der lokalen Auflockerungszone führt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung des Druckes im Dosierbehälter durch Zu-bzw. Abfuhr von unter Druck stehendem Obergas erfolgt, welches oberhalb des Feststoffvorrates zu-bzw. abgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch ge-kennzeichnet, daß die dem Dosierbehälter zu-geführte Obergasmenge zu bemessen wird, daß nicht nur jeweils die aus dem Dosierbehälter aus-getragene Feststoffmenge durch Obergas ersetzt wird, und daß dem jeweiligen Betriebsdruck ents-prechende Lückenvolumen zwischen den Feststoff-teilen durch Gas ausgefüllt wird, sondern daß auch ein Teil des zugeführten Obergases bis in den lokalen Auflockerungsbereich strömt und zusam-men mit dem Feststoff sowie dem dem Dosier-gefäß am unteren Endabschnitt zugeführten Trägergas durch die Förderleitungen ausgetragen wird.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfah-rens nach einem oder mehreren der vorhergehen-den Ansprüche, mit einem als Druckgefäß ausge-bildeten Dosierbehälter, welcher an seinem oberen Abschnitt mit Feststoff zu befüllen ist, und der an seinem unteren Endabschnitt mehrere nach oben offene Kammern aufweist, in welche jeweils minde-stens eine zu einer Zuführ stelle führende Förderleitung mündet, und die jeweils mit einem gasdurchlässigen Anströmboden versehen sind, auf dessen der Feststoffsäule abgekehrter Seite eine Trägergasleitung zum Zuführen von Trägergas mündet, dadurch gekennzeichnet, daß der Dosierbehälter (10) in an sich bekannter Weise als Wiegegefäß ausgebildet ist, in dessen oberen Endabschnitt eine mit einem Regelventil (14) ver-sehene Obergasleitung (13) zum Zuführen von un-ter Druck stehendem Obergas mündet; daß eine -(erste) Regeleinrichtung (28) vorhanden ist, mittels welcher das Ist-Gewicht des Dosierbehälters (10) mit dessen Soll-Gewicht zu vergleichen ist und bei einem Über-bzw. Unterschreiten des Soll-Gewich-tes der Druck im Dosierbehälter (10) durch Rege-lung des Obergasdruckes zu erhöhen bzw. zu erniedrigen ist und bei Übereinstimmung des Soll-Gewichtes mit dem Ist-Gewicht konstantzuhalten ist; daß der Querschnitt der Förderleitungen (19) jeweils in dem der betreffenden Zuführstelle (20) stromaufwärts unmittelbar vorgeordneten Abschnitt (19') wesentlich verringert ist; daß jeweils eine Sekundärgas führende Bypassleitung (22) stro-maufwärts benachbart zu der Quer-schnittsverengung (21) in jede Förderleitung (19) mündet; daß in jeder Förderleitung (19) eine Meßeinrichtung (25) vorhanden ist, mittels welcher die relative Ist-Förderleistung der betreffenden Förderleitung (19) zu bestimmen ist; daß ein Mittel-wertbildner vorhanden ist, mittels dessen die mittlere Förderleistung je Förderleitung (19) zu bestim-men ist; und daß in jeder Förderleitung (19) eine -(zweite) Regeleinrichtung (26) vorhanden ist, mit-tels welcher die der Förderleitung (19) zugeführte Sekundärgasmenge zu erhöhen bzw. zu erniedri-gen ist, wenn die von der Meßeinrichtung (25)

ermittelte Ist-Förderleistung der Förderleitung (19) größer bzw. kleiner ist als die vom Mittelwertbildner ermittelte mittlere Fördergeschwindigkeit je Förderleitung (19).

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Dosierbehälter (10) auf elektrischen Kraftmeßdosen (27) abgestützt ist, deren Meßsignale der ersten Regeleinrichtung (28) zuzuführen sind. 5

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsverengung (21) in den Förderleitungen (19) im wesentlichen stetig ausgebildet ist. 10

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem den größeren Querschnitt aufweisenden Abschnitt einer Förderleitung (19) und ihrem den kleineren Querschnitt aufweisenden Abschnitt (19') ein konisch ausgebildeter Zwischenabschnitt (21) vorhanden ist. 15 20

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Querschnittsverhältnis vor und nach der Verengungsstelle (21) etwa 10:1 -25:1 beträgt.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der Förderleitungen (19) von etwa 25 bis 40 mm auf etwa 6 bis 8 mm verringert ist. 25

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtungen (25) zum Bestimmen der relativen Ist-Förderleistung in den Förderleitungen - (19) kapazitive Meßeinrichtungen sind. 30

12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die am unteren Endabschnitt des Dosierbehälters - (10) angeordneten Kammern (15) jeweils als topfförmige Ansätze ausgebildet sind, in die jeweils eine Förderleitung (19) mündet. 35

40

45

50

55

