



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 878 236 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.11.1998 Patentblatt 1998/47

(51) Int. Cl.⁶: B02C 19/06

(21) Anmeldenummer: 98108073.2

(22) Anmeldetag: 04.05.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: BAYER AG
51368 Leverkusen (DE)

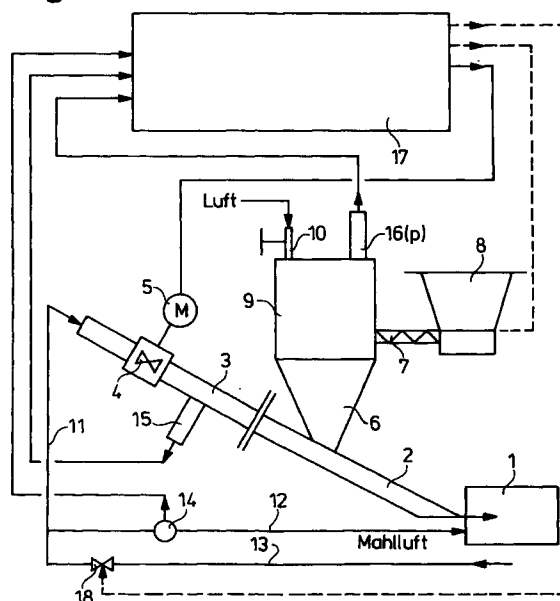
(72) Erfinder:
• Ulfik, Benno
51379 Leverkusen (DE)
• Benz, Mathias, Dr.
51427 Bergisch Gladbach (DE)

(30) Priorität: 15.05.1997 DE 19720297

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Eindosierung von körnigem Grobgut in eine Luftstrahlmühle**

(57) Zur Eindosierung von körnigem Grobgut in eine Luftstrahlmühle wird ein mit Treibluft betriebener Injektor 3 verwendet, bei dem das Grobgut einem am Injektor 3 angebrachten geschlossenen Injektortrichter 6 kontinuierlich zugeführt wird. Im Injektortrichter 6 wird der Druck p an einer produktfreien Stelle gemessen und durch Nachstellung des Treibluftmengenstroms am Injektor 3 auf einem vorgewählten Unterdrucksollwert konstant gehalten. Dieser Sollwert wird vorzugsweise so niedrig eingestellt, daß bei diesem Druck gerade noch keine Rückströmung aus dem Injektor 3 in den Injektortrichter 6 erfolgt. Die Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens besteht aus einem Regelkreis mit einem Druckmeßfühler 16 zur Messung des Stroms in dem geschlossenen Injektortrichter 6, einem motorisch verstellbaren Ventil 4,5 als Stellglied für die Veränderung des eingespeisten Treibluftmengenstroms und einem Regler, der den Druck-Istwert mit einem vorgegebenen Sollwert vergleicht und ein Steuersignal zur Betätigung des Stellglieds 4,5 liefert.

Fig. 1



EP 0 878 236 A1

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Eindosierung von körnigem Grobgut in eine Luftstrahlmühle, bei dem das zu mahlende Grobgut durch einen mit Treibluft betriebenen Injektor in die Luftstrahlmühle geblasen wird. Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, die aus einem mit Treibluft gespeisten Injektor, einem am Injektor angebrachten Injektortrichter und einem am Injektortrichter angeschlossenen Dosierorgan zur Beschickung des Injektortrichters mit dem zu mahlenden, pulverförmigen Grobgut besteht.

Stand der Technik

Strahlmühlen werden mit Druckluft, Inertgas, oder Dampf als Treibmittel betrieben. Zur Vereinfachung wird im Folgenden (beispielhaft) immer von Druckluft als Treibmittel gesprochen. Beim Produkteintrag mittels Injektoren in Strahlmühlen und insbesondere in Spiralstrahlmühlen kann es zum Rückblasen kommen, z.B. wenn die Injektorfangdüse (Venturidüse) einen zu geringen Gegendruck im Vergleich zum Mühleninnendruck aufbaut oder durch Produktanbackungen belegt ist. Der Mühleninnendruck ist vom Mahlkammer-Hold-Up abhängig. Im Leerlauf muß ein hoher Innendruck überwunden werden. Dies erfordert vielfach Fangdüsen mit kleinen Mischstreckendurchmesser. Der Mühleninnendruck fällt stark ab, sobald Produkt in der Mahlkammer ist. In diesem Zustand könnte durchaus eine Injektorfangdüse mit größerem Durchmesser gewählt werden. Tatsächlich wird in der Praxis häufig eine Strahlmühle mit möglichst großen Fangdüsen betrieben, um schlecht fluidisierbare oder anbackende Produkte leichter eintragen zu können. Dabei muß eine ständige Produktzufuhr sichergestellt sein, da sonst eine Rückströmung in den Injektor und in die Produktaufgabevorrichtung einsetzt (Rückblasen). Dies erfordert eine sorgfältige Überwachung durch das Bedienungspersonal. Hersteller von Strahlmühlen und insbesondere von Spiralstrahlmühlen bieten bisher keine automatisierte Überwachung gegen Rückblasen des Produkteintrages an vorgeschalteten Injektor-Dosiereinrichtungen an.

Aufgabe

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, apparative Vorkehrungen zu treffen, um einen sicheren und störungsfreien Betrieb einer Strahlmühle ohne Überwachung durch Personal zu ermöglichen und die Produktzudosierung im jeweils optimalen Bereich zu fahren. Zudem sollen auch der An- und Abfahrvorgang von einer Leitwarte aus automatisch erfolgen können.

Lösung

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,

a) daß das Grobgut einem am Injektor angebrachten, geschlossenen trichterförmigen Injektortrichter kontinuierlich zugeführt wird,

b) daß der Druck p an einer produktfreien Stelle im Injektortrichter gemessen wird und

c) daß durch Nachstellung des Treibluftmengenstroms am Injektor der Druck p im Injektortrichter auf einem vorgewählten Unterdruck-Sollwert p_0 konstant gehalten wird.

Vorzugsweise wird der Sollwert p_0 innerhalb eines Druckbereiches $p_1 \leq p_0 \leq p_2$ vorgegeben, wobei der obere Grenzwert p_2 dadurch charakterisiert ist, daß bei diesem Druck gerade noch keine Rückströmung aus dem Injektor in den Injektortrichter erfolgt. Auf diese Weise kann eine Minimierung der zum Betrieb des Injektors erforderlichen Luftmenge erreicht werden.

Im praktischen Betrieb liegt der Sollwert p_0 zweckmäßig innerhalb eines Bereichs von 1 mbar bis 0,2 mbar Unterdruck (gegenüber Normaldruck).

Die Regelung ist vorteilhaft als Proportionalregelung ausgeführt; d.h. der Treibluftmengenstrom wird proportional zu der im Injektortrichter gemessenen Druckabweichung Δp vom Sollwert p_0 nachgestellt.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die Mahlluft für die Luftstrahlmühle und die Produktzufuhr in den Injektortrichter abgeschaltet, wenn der Druck im Injektortrichter einen oberhalb des Grenzdrucks p_2 liegenden Grenzwert p_3 überschreitet. Auf diese Weise kann im Falle von unvorhergesehenen Betriebsstörungen die Dosiervorrichtung abgeschaltet und ein Rückblasen des pulverförmigen Mahlguts aus der Dosiervorrichtung in die Umgebung sicher vermieden werden.

Bei empfindlichen zu mahlenden Produkten kann es zweckmäßig sein, das Mahlgut im Injektortrichter mit einem Inertgas zu beaufschlagen. Auf diese Weise kann z.B. bei hygroskopischen Produkten der Zutritt von Raumluft bzw. Luftfeuchte vermieden werden. Ferner sind Fälle aufgetreten, wo die durch den Zerkleinerungsvorgang beim Mahlen aktivierten Oberflächen des Mahlguts vom Luftsauerstoff angegriffen wurden. In diesen Fällen ist dann ebenfalls ein Überschleieren des Mahlguts im Injektortrichter und eine Beaufschlagung der Luftstrahlmühle mit Inertgas von Vorteil.

Zur Durchführung des Regelverfahrens hat sich eine Vorrichtung bewährt, die aus einem mit Treibluft gespeisten Injektor, einem am Injektor angebrachten Injektortrichter, und einem am Injektortrichter angeschlossenen Dosierorgan zur Beschickung des Injektortrichters mit dem zu mahlenden, Grobgut besteht und

erfindungsgemäß durch einen Regelkreis gekennzeichnet ist, der einen Drucksensor zur Messung des Drucks p in dem geschlossenen Injektortrichter, ein motorisch verstellbares Ventil im Injektor als Stellglied für die Veränderung des eingespeisten Treibluftmen-
genstroms und einen Regler aufweist, der den Druck-
Istwert p mit einem vorgegebenen Sollwert p_0 vergleicht und ein Steuersignal zur Betätigung des Stellglieds und damit zur Minimierung der Differenz Unterdrucksollwert minus Unterdruck-Istwert liefert. Der Drucksensor ist dabei vorzugsweise im produktfreien Raum am Deckel des Injektortrichters angeordnet.

Das Dosierorgan zur Beschickung des Injektortrichters mit dem Mahlgut besteht vorteilhaft aus einer Dosierschnecke.

Vorteile

Mit der Erfindung werden folgende Vorteile erzielt:

- Aufgrund der geregelten und gleichzeitig minimierten Injektorluftzuführung wird die Sichtwirkung der nachgeschalteten Luftstrahlmühle verbessert, da die Injektorluft eine Störung der Spiralströmung in der Mahlkammer darstellt. Dieser störende Einfluß wird auf dem geringstmöglichen Niveau gehalten.
- Außerdem können aufgrund der geregelten Injektorluftminimierung neue Anwendungen für die Einbindung von Strahlmühlen in Regelkonzepte erschlossen werden.
- Da der Injektor jeweils nur mit der gerade eben notwendigen, minimalen Luftmenge arbeitet, wird das Produkt schonend in die Mahlkammer eingetragen. Bei stark klebenden oder schleißenden Produkten verlängert sich dadurch auch die Standzeit der Fangdüse am Eintritt in die Strahlmühle.
- In geringem Umfang wird auch noch Treibmittel (Druckluft, Stickstoff oder Dampf) eingespart.
- Der Injektoreintrag ist geschlossen. Eine Kontamination durch eingesaugte Partikel aus der Umgebung ist ausgeschlossen; ebenso der Eintrag von Luftsauerstoff bei inertisierter Fahrweise (Einspeisung von Inertgas in den Injektortrichter).
- Die Mühle ist abgesichert gegen Rückblasen. Dadurch wird eine Kontamination der Umgebung mit Produkt sicher vermieden (Verbesserung der Arbeitssicherheit).
- Als Nebeneffekt ergibt sich eine starke Geräuschminderung
- Weiterhin kann die Mühle mit mit einer Fangdüse betrieben werden, deren Mischstreckendurchmes-

ser für einen sicheren Betrieb bei ungeregelter Fahrweise zu groß wäre.

- Der An- und Abfahrvorgang der Strahlmühle kann automatisiert durchgeführt werden.

Ausführliche Beschreibung

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung an Hand einer in der Zeichnung schematisch dargestellten Regeleinrichtung erläutert.

Luftstrahlmühlen werden heute in der chemischen Industrie in großem Umfang zur Partikelzerkleinerung eingesetzt. Diese Mühlen zeichnen sich durch ihren einfachen Aufbau, die gute Reinigbarkeit und ihre Wartungsfreundlichkeit aus. Die Eintragung des Mahlgutes erfolgt dabei durch eine der Strahlmühle vorgeschaltete Luftstrahlinjektor-Dosiervorrichtung.

Nachteilig ist, daß der Betrieb von Strahlmühlen häufig sehr personalintensiv ist. So bilden sich z.B. bei stark klebenden Produkten vielfach Anbackungen im Injektoreintrag. Dies kann im Extremfall zum "Rückblasen" und zur Kontamination der Umgebung mit Produkt führen. Es wurde daher nach betriebsnahen Lösungen für Steuer- und Regelkonzepte gesucht, die die Handhabung und die Betriebssicherheit der Mühlen in Verbindung mit einer Luftstrahlinjektor-Dosiervorrichtung erheblich verbessern.

Die Prinzipzeichnung zeigt die Luftstrahlmühle 1 mit der Injektor-Dosiervorrichtung 2. Letztere besteht aus dem Luftstrahlinjektor 3, mit einem Ventil 4 und einem Stellmotor 5 zur Verstellung des Ventil-Öffnungsquerschnitts. Anstelle eines Ventils könnte auch eine verstellbare Blende verwendet werden. Stromabwärts des Ventils 4 ist ein Injektortrichter 6 angesetzt, aus dem das pulverförmige Mahlgut vom Injektor 3 angesaugt wird und dann mit dem Injektorluftstrom in die Strahlmühle 1 eingetragen wird. Der Injektortrichter 6 wird mittels einer Dosierschnecke 7 mit dem Mahlgut aus dem Aufgabebehälter 8 beschickt. Der mit einem Deckel 9 abgeschlossene Injektortrichter 6 kann über den Stutzen 10 mit Luft oder einem Inertgas beaufschlagt werden. Der Injektor 3 und die Strahlmühle 1 werden über die Leitungen 11 und 12 bzw. die Hauptleitung 13 mit Druckluft versorgt. In die Leitung 12, in den Injektor 3 und in den Injektortrichter 6 sind Druckmeßfühler 14, 15, und 16 eingebaut. Mit dem Meßfühler 14 wird der Mahlluftbetriebsdruck an der Strahlmühle 1 und mit dem Meßfühler 15 der Injektorvordruck gemessen. Der Druckmeßfühler 16, der im produktfreien Raum am Deckel 9 des Injektortrichters 6 angeordnet ist, dient zur Messung des Gasdrucks im Injektortrichter. Sämtliche Meßgrößen werden einem Steuerrechner 17 zugeführt. Mit dem Ventil 18 kann der Betriebsdruck für die Strahlmühle 1 und den Injektor 3 eingestellt werden.

Der Injektor 3 erzeugt zunächst in dem geschlossenen Injektortrichter 6 einen so starken Unterdruck, daß

aus der Dosierschnecke 7 unkontrolliert Mahlgut angesaugt würde. Dies wird durch die Einspeisung von Inertgas oder Zusatzluft vermieden, die dem Injektortrichter 6 über den Stutzen 10 zugeführt wird. Durch die Zusatzluft kann das Druckniveau soweit angehoben werden, daß kein Produkt unkontrolliert eingesaugt wird. Die Einstellung der Zusatzluft erfolgt manuell.

Naturgemäß arbeiten die Injektoren produktbelasten mit einem starkem Luftüberschuß. Nur im Leerlauf ist eine hohe Luftmenge erforderlich. Die leere Mühle wird mit maximalem Injektorvordruck angefahren. Der hohe Vordruck ist notwendig, um Mahlgut gegen den Mühleninnendruck einzutragen. Liegt Mahlgut in der Mühle vor, sinkt der Mühleninnendruck. Daraufhin kann der Injektorvordruck zurückgenommen werden, da nur noch ein geringerer Gegendruck überwunden werden muß. Der Vordruck wird soweit zurückgenommen, daß stets ein minimaler Unterdruck im Injektorbereich aufrecht erhalten wird, der gerade noch so groß sein soll, daß ein Zurückblasen von Mahlgut aus dem Injektortrichter 6 in die Umgebung sicher vermieden wird. Zu diesem Zweck wurde die nachfolgend beschriebene Regelung entwickelt.

Der Meßfühler 16 bildet zusammen mit dem Steuerrechner 17 und dem Stellmotor 5 zur Verstellung des Ventils 4 im Injektor 3 einen Regelkreis, mit dessen Hilfe der Druck p im Injektortrichter 6 konstant gehalten wird. Der Stellmotor 5 bewirkt eine Verkleinerung oder Vergrößerung des Öffnungsquerschnitts des Ventils 4 und damit eine Verminderung oder Vergrößerung des Treibluftmengenstroms im Injektor 3. Die Verminderung des Treibluftmengenstroms führt zu einer Verminderung und die Vergrößerung zu einer Erhöhung des Unterdrucks p im Injektortrichter 6. Der Sollwert p_0 für den Unterdruck p wird dabei im Bereich $p_1 = 1 \text{ mbar}$ bis $p_2 = 0.2 \text{ mbar}$ eingestellt. Bei einem Unterdruck von 0.2 mbar kann erfahrungsgemäß noch zuverlässig verhindert werden, daß eine Rückströmung aus dem Injektor 3 in den Injektortrichter 6 erfolgt.

Tritt eine Verringerung der Mahlgutzufuhr auf, so erhöht sich der Mühleninnendruck. Für einen störungsfreien Betrieb ist dann eine Erhöhung des Injektorvordruckes notwendig. Dies geschieht über den im Steuerrechner 17 hinterlegten Regelalgorithmus, der den Injektorvordruck so lange erhöht, bis erneut Unterdruck vorliegt. Analog kann der Injektorvordruck reduziert werden, wenn die Mahlgutzufuhr erhöht wird.

Versuche haben gezeigt, daß es möglich ist, die Luftstrahlmühle mit dieser Regelung automatisiert zu betreiben. Die Regelung war in der Lage, Änderungen in der Mahlgutzufuhr, bzw. in der Druckluftversorgung auszuregulieren. Es ist somit möglich, die Luftstrahlmühle mit der minimalen Injektorluftmenge zu betreiben, ohne das Risiko einzugehen, daß Mahlgut aus dem Injektorbereich in die Umgebung geblasen wird. Die Minimierung der Injektorluftmenge zieht auch eine Verbesserung der Sichtwirkung der Strahlmühle nach sich, da die über den Injektor eingetragene Falschluf-

menge die Sichtwirkung negativ beeinflusst. Außerdem kann auf diese Weise die Mühle mit einer großen Fangdüse sicher angefahren werden, ohne während des Betriebes unnötig große Falschlufmengen in Kauf nehmen zu müssen.

Als positiver Nebeneffekt ergab sich durch die Kapselung des Eintragsbereiches und die Injektorluftminimierung eine deutliche Reduktion des Betriebsgeräusches der Luftstrahlmühle. Im Leerlauf betrug die Schallemission 105 dbA . Mit Mahlgut in der Mahlkammer sank der Wert auf $< 90 \text{ dbA}$. Bei der geschlossenen Ausführung mit Injektorluftminimierung konnte die Schallemission auf ca. 70 dbA reduziert werden.

Kann die eingetretene Abweichung vom Sollwert p_0 für den Unterdruck im Injektortrichter 6 nicht mehr über die Injektorluftmenge korrigiert werden, so ist eine Notabschaltung der Strahlmühle vorgesehen. Diese Notabschaltung arbeitet in der Weise, daß bei Überschreitung eines Grenzwerts p_3 im Injektortrichter 6 ein Magnetventil 18 in der zentralen Druckversorgungsleitung 13 geschlossen und die Mahlgutzufuhr durch Abschalten der Mahlgutdosierschnecke 7 unterbunden wird. Der Schwellwert für die Abschaltung wird in der Praxis auf einen Wert zwischen 0.2 mbar und 0 mbar eingestellt. Dadurch ist gewährleistet, daß auch in kritischen Störfällen kein Mahlgut durch Rückblasen aus dem Injektorbereich in die Umgebung gelangt.

Patentansprüche

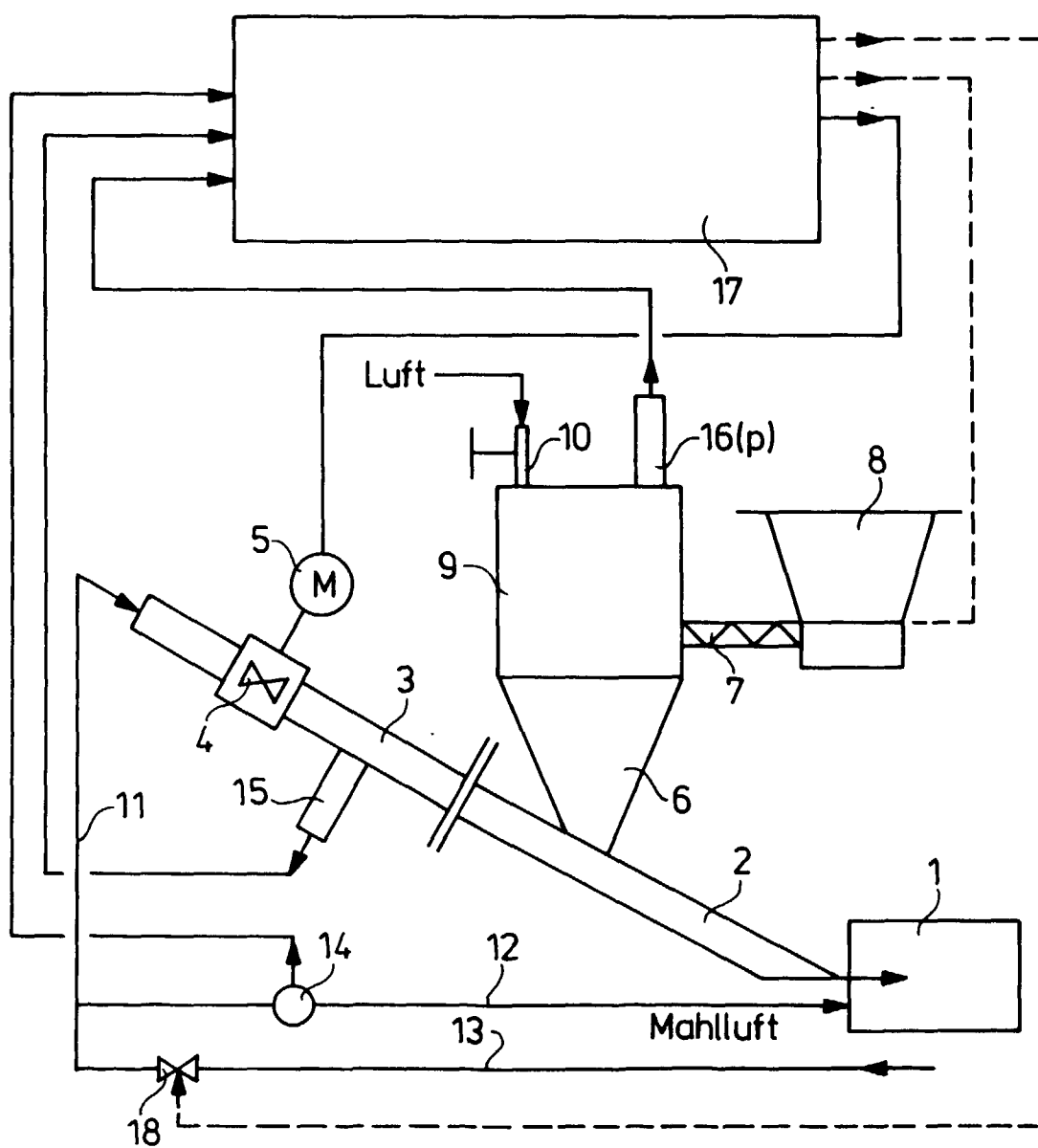
1. Verfahren zur Eindosierung von körnigem Grobgut in eine Luftstrahlmühle (1), bei dem das zu mahlende Grobgut durch einen mit Treibluft betriebenen Injektor (3) in die Luftstrahlmühle (1) geblasen wird, dadurch gekennzeichnet,
 - a) daß das Grobgut einem am Injektor (3) angebrachten, geschlossenen Injektortrichter (6) kontinuierlich zugeführt wird,
 - b) daß der Druck p an einer produktfreien Stelle im Injektortrichter (6) gemessen wird und
 - c) daß durch Nachstellung des Treibluftmengenstroms am Injektor (3) der Druck p im Injektortrichter (6) auf einem vorgewählten Unterdruck-Sollwert p_0 konstant gehalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß entsprechend einem Betrieb mit minimaler Injektorluftmenge der Sollwert p_0 innerhalb eines Bereiches $p_1 \leq p_0 \leq p_2$ vorgegeben wird, wobei der obere Grenzwert p_2 dadurch charakterisiert ist, daß bei diesem Druck gerade noch keine Rückströmung aus dem Injektor (3) in den Injektortrichter (6) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwert p_0 innerhalb eines Bereichs von $p_1 = 1$ mbar bis $p_2 = 0.2$ mbar Unterdruck eingestellt wird. 5
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Treibluftmengenstrom proportional zu der im Injektortrichter (6) gemessenen Druckabweichung Δp vom Sollwert p_0 nachgestellt wird. 10
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mahlluft für die Luftstrahlmühle (1) und die Produktzufuhr in den Injektortrichter (6) abgeschaltet werden, wenn der Druck im Injektortrichter (6) einen oberhalb des Grenzdrucks p_2 liegenden Grenzwert p_3 überschreitet. 15
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Injektortrichter (6) mit Inertgas beaufschlagt wird. 20
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 6, bestehend aus einem mit Treibluft gespeisten Injektor (3), einem am Injektor (3) angebrachten Injektortrichter (6) und einem am Injektortrichter (6) angeschlossenen Dosierorgan (7) zur Beschickung des Injektortrichters (6) mit dem zu mahlenden, pulverförmigen Grobgut, gekennzeichnet durch einen Regelkreis mit einem Druckmeßfühler (16) zur Messung des Drucks p in dem geschlossenen Injektortrichter (6), einem motorisch verstellbaren Ventil (4,5) im Injektor (3) als Stellglied für die Veränderung des eingespeisten Treibluftmengenstroms und einem Regler, der den Druck-Istwert p mit einem vorgegebenen Sollwert p_0 vergleicht und ein Steuersignal zur Betätigung des Stellglieds (4,5) liefert. 25
30
35
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckmeßfühler (16) am Deckel (9) des Injektortrichters (6) angeordnet ist. 40
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Dosierorgan aus einer Dosierschnecke (7) besteht. 45

50

55

Fig. 1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 8073

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 604 034 A (TIOXIDE GROUP SERVICES LTD.) 29. Juni 1994 * Zusammenfassung; Ansprüche 1-4; Abbildung 1 *	1,7	B02C19/06
A	EP 0 276 742 A (BAYER AG) 3. August 1988 * Ansprüche 1-12; Abbildung 1 *	1,7	
A	US 2 763 437 A (J.H. MARCHANT) 18. September 1956 * Spalte 9, Zeile 20 - Zeile 28; Abbildung 12 *	1,7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19. August 1998	Prüfer Verdonck, J
KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)