

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 636 420 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94108909.6**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B05B 7/14, B05B 12/08**

(22) Anmeldetag: **10.06.94**

(30) Priorität: **26.07.93 DE 4325044**

(72) Erfinder: **Mauchle, Felix**  
**Moosstrasse 10a**  
**CH-9030 Abtwil (CH)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.02.95 Patentblatt 95/05**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE ES FR GB IT LI SE**

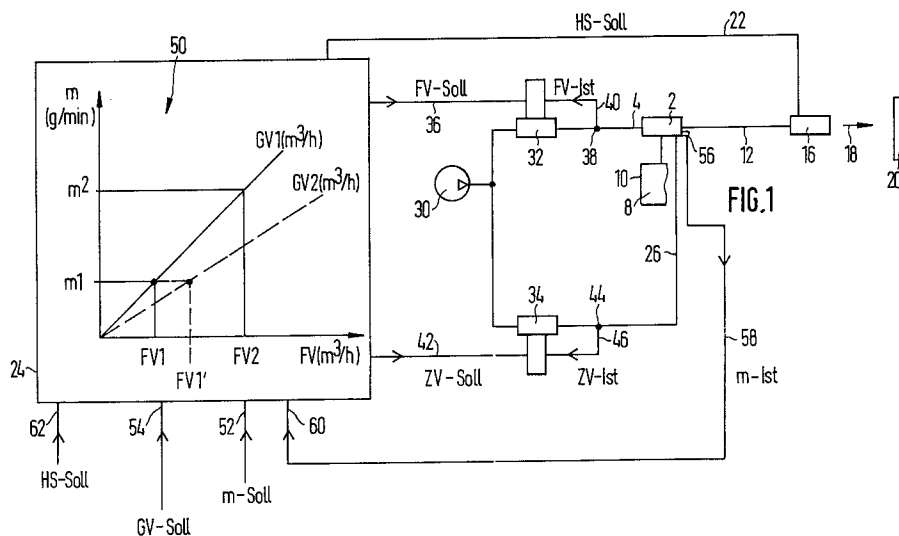
(74) Vertreter: **Vetter, Ewald Otto, Dipl.-Ing.**  
**Patentanwaltsbüro**  
**Allgeier & Vetter,**  
**Burgwalderstrasse 4A,**  
**Postfach 10 26 05**  
**D-86016 Augsburg (DE)**

(71) Anmelder: **Gema Volstatic AG**  
**Mövenstrasse 17**  
**CH-9015 St. Gallen (CH)**

(54) **Pulverfördervorrichtung, insbesondere für Beschichtungspulver.**

(57) Pulverfördervorrichtung, insbesondere für Beschichtungspulver, mit einem Injektor (2), in welchem nach dem Prinzip eines Venturirohres durch einen Förderluftstrom ein Unterdruck erzeugt wird und Pulver aus einem Pulverbehälter (10) angesaugt und transportiert wird. Dem Förderluftstrom kann noch ein Zusatzluftstrom hinzugefügt werden. In einem Computer (24) sind als Eichdiagramm (50) eine Vielzahl vorbestimmter Pulverförderaten (m) als eine erste Diagrammachse und eine Vielzahl von Förderlufraten (FV) als eine zweite Diagrammachse

für bestimmte Gesamtluftraten (GV) (Förderluft und gegebenenfalls hinzugefügte Zusatzluft) gespeichert. Der Computer (24) enthält einen Pulverraten-Sollwert-Eingang (52) zur Eingabe eines gewählten Pulverraten-Sollwertes (m-Soll) und errechnet dafür in Abhängigkeit von der vorbestimmten Gesamtluftrate (GV) die dafür erforderliche Förderlufrate (FV) und die dafür erforderliche Zusatzlufrate und erzeugt in Abhängigkeit von dem Berechnungsergebnis einen Förderlufrate-Sollwert (FV-Soll) und einen Zusatzlufrate-Sollwert (ZV-Soll).



EP 0 636 420 A2

Die Erfindung betrifft eine Pulverfördevorrichtung, insbesondere für Beschichtungspulver, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Nach dem Venturirohr-Prinzip arbeitende Injektoren als Jetpumpen zur pneumatischen Förderung von Beschichtungspulver sind aus der DE-PS 1 266 685 (US-PS 3 504 945) bekannt. Sprühhvorrichtungen in Form von Sprühpistolen zur elektrostatischen Sprühbeschichtung von Gegenständen mit Beschichtungspulver sind aus der US-PS 4 196 465 bekannt. Aus der DE-OS 39 26 624 A1 ist es bekannt, einen Injektorförderluftstrom und einen Zusatzluftstrom einem Injektor zuzuführen. Der Förderluftstrom dient zur Erzeugung eines Vakuums, welches Pulver in den Injektor saugt, und zum Transport des angesaugten Pulvers zu einer Sprühhvorrichtung, mit welcher das Pulver auf einen zu beschichtenden Gegenstand gesprüht wird. Die Zusatzluft dient zur Einstellung der Stärke des Unterdruckes oder zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Gesamtluftmenge, wenn die Förderluftmenge unter einen bestimmten Wert abfällt. Damit die Gesamtluftmenge auf einem gewünschten Wert gehalten werden kann, wird die Förderluft und die Zusatzluft getrennt derart geregelt, daß die Gesamtluftmenge unabhängig von den Anteilen von Förderluft und Zusatzluft einen gewünschten konstanten Wert hat. Die Luft ist zum Fördern des Pulvers erforderlich. Der Gesamtluftstrom muß eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit haben, weil bei einer Geschwindigkeit des Pulver-Luft-Gemisches von weniger als 10-15 m/sec Pulsationen des Pulver-Luft-Gemischstromes in den Fluidleitungen auftreten. Zuviel oder zu schnell strömende Luft ist jedoch unerwünscht, weil sie die Wolke des versprühten Pulvers und die Beschichtungsqualität unerwünscht beeinflußt. Ein zu starker Luftstrom kann von der zu beschichtenden Oberfläche Pulver wegblasen. Je nach den Erfordernissen der zu erzeugenden Pulverschicht auf dem zu beschichtenden Gegenstand wird die der Sprühhvorrichtung zugeführte Pulverstromrate (geförderte Pulvermenge pro Zeiteinheit) erhöht oder erniedrigt. Ein Praxiswert für die Pulverrate ist 300 g/min. Je nach erforderlicher Beschichtungsdicke auf dem zu beschichtenden Gegenstand und abhängig von anderen Kriterien wie beispielsweise Pulversorte oder Oberflächenform des zu beschichtenden Gegenstandes ist es erwünscht, die Pulverfördevorrates zu erhöhen oder zu erniedrigen. Bei solchen Veränderung der Pulverfördevorrates muß jeweils die Förderlufrate und die Zusatzlufrate so eingestellt werden, daß die gewünschte Pulverfördevorrates erzeugt wird, jedoch die Gesamtluftfördevorrates bestehend aus Förderluft und Zusatzluft konstant bleibt oder einen gewünschten Wert annimmt. Die hierfür erforderlichen Einstellungen der Förderlufrate und der Zusatzlufrate werden bei der DE-OS 39 26 624

A1 von Hand vorgenommen. Die Förderlufraten und Zusatzlufraten werden an Druckreglern eingestellt. Ein bestimmter Druck ergibt für das Leitungssystem der betreffenden Anlage eine bestimmte Menge geförderte Luft pro Zeiteinheit. Durch viele unbekannte Druckabfälle und sich ändernde Strömungsquerschnitte in der Pulverfördevorrichtung ist die "Druckregelung" nicht sehr genau. Genauer wäre eine "Volumenregelung", durch welche das "Volumen der pro Zeiteinheit geförderten Förderluft" und das "Volumen der pro Zeiteinheit geförderten Zusatzluft" geregelt wird. Volumenregler und Sensoren zur Ermittlung des geförderten Luftvolumens sind bekannt, jedoch nicht zur Förderung von Pulver.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, eine Vorrichtung zu schaffen, bei welcher mit weniger Zeitaufwand und weniger Personalaufwand die erforderliche Einstellung der Förderluftmenge pro Zeiteinheit und der Zusatzluftmenge pro Zeiteinheit möglich ist, wenn eine gewünschte Pulverfördevorrates pro Zeiteinheit für eine gewünschte geförderte Gesamtluftmenge pro Zeiteinheit eingestellt oder verändert wird.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Die Erfindung hat insbesondere folgende Vorteile: Nach Speicherung eines Eichdiagrammes für eine bestimmte Pulveranlage, insbesondere elektrostatische Pulversprühhbeschichtungsanlage, kann die gewünschte, pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge auf einfache Weise geändert werden und bei dieser Änderung ergibt sich völlig automatisch unter Beibehaltung der gewünschten Gesamtluftmenge die dafür erforderliche neue Menge an pro Zeiteinheit geförderter Förderluft und an pro Zeiteinheit geförderter Zusatzluft. Im Diagramm können mehrere Diagrammlinien gespeichert sein, von welchen jede Diagrammlinie eine bestimmte pro Zeiteinheit geförderte Gesamtluftmenge darstellt, über welche von einer Diagrammachse mit den Pulvermengen auf eine andere Diagrammachse für Förderluftmengen die für eine bestimmte Pulvermenge erforderliche Förderluftmenge "gespiegelt" werden kann. Dieses "Spiegeln" bedeutet "ablesen" oder "berechnen" durch den Computer. Der Computer bildet ferner die Differenz zwischen der Gesamtluftmenge und der sich daraus ergebenden Förderluftmenge. Diese Differenz ist der Wert für die Zusatzluftmenge, die bei der gewählten Pulvermenge benötigt wird und im Extremfall "Null" sein kann. Die Erfindung ermöglicht eine Fernsteuerung in der Weise, daß der Computer und seine Signaleingänge an einer von den Fluidleitungen der Förderluft und der Zusatzluft entfernten Stelle ange-

ordnet werden können. Im Gegensatz dazu müssen beim Stand der Technik direkt an den Leitungen der Zusatzluft und der Förderluft Druckregler von Hand eingestellt werden. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist die Möglichkeit, ohne komplizierte Steuerschaltungen Volumenstromregler für die Regelung der Förderluft und der Zusatzluft zu verwenden. Den Volumenstromreglern kann ein Druckregler nachgeordnet werden, um eine noch bessere Regelgenauigkeit zu erzielen.

Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die Zeichnungen anhand von bevorzugten Ausführungsformen als Beispiele beschrieben. In den Zeichnungen zeigen

- Fig. 1 schematisch eine Pulverfördervorrichtung für Beschichtungspulver gemäß der Erfindung,
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Injektor von Fig. 1,
- Fig. 3 schematisch eine weitere Ausführungsform einer Pulverfördervorrichtung für Beschichtungspulver gemäß der Erfindung als Teil einer Pulverbeschichtungsanlage, welche mehrere solcher Pulverfördervorrichtungen enthält, welche alle von einer gemeinsamen zentralen Steueranlage gesteuert werden.

Die in Fig. 1 dargestellte Pulverfördervorrichtung nach der Erfindung für Beschichtungspulver enthält einen Injektor 2, in welchem nach dem Prinzip eines Venturirohres ein Förderluftstrom einer Förderluftleitung 4 in einem Unterdruckbereich 6 einen Unterdruck erzeugt, durch welchen Pulver 8 aus einem Pulverbehälter 10 angesaugt und dann vom Förderluftstrom durch eine Pulver-Luft-Leitung 12 zu einer elektrostatischen Pulversprühvorrichtung 16 weitertransportiert wird, welche das Pulver elektrostatisch auflädt und längs eines Pfeiles 18 auf einen zu beschichtenden Gegenstand 20 sprüht. Die Sprühvorrichtung 16 kann zur Aufladung des Pulvers einen Hochspannungserzeuger enthalten oder an eine externe Hochspannungsquelle angeschlossen sein. Die Zeichnungen zeigen eine Ausführungsform, bei welcher der Hochspannungserzeuger in die Sprühvorrichtung 16 integriert ist und die gewünschte Hochspannung über eine elektrische Leitung 22 und einen Computer 24 eingestellt werden kann. Die Hochspannung zur elektrostatischen Aufladung des Pulvers kann im Bereich zwischen 0 und 140 000 Volt liegen und wahlweise eingestellt werden. Durch eine Zusatzluftleitung 26 kann ein Zusatzluftstrom dem Förderluftstrom im Unterdruckbereich 6 hinzugefügt werden. In abgewandelter Ausführungsform kann der Zusatzluftstrom der Zusatzluftleitung 26 an einer stromabwärts des Unterdruckbereiches 6 gelegenen Stelle in den Förderluftstrom eingebracht wer-

den, entweder noch innerhalb des Injektors 2 oder an einer stromabwärts von ihm in der Pulver-Luft-Leitung 12 gelegenen Stelle. Die Förderluft gelangt von einer Druckluftquelle 30 über einen Förderluftregler 32 in die Förderluftleitung 4. Die Zusatzluft gelangt von der Druckluftquelle 30 über einen Zusatzluftregler 34 in die Zusatzluftleitung 26. Die beiden Regler 32 und 34 können Druckluftregler sein, sind jedoch bei der dargestellten bevorzugten Ausführungsform Volumenstromregler, welche das pro Zeiteinheit durch sie hindurchströmende Luftvolumen regeln. Der Förderluft-Volumenstromregler 32 erhält vom Computer 24 über eine elektrische Förderluftvolumen-Sollwert-Leitung 36 ein Förderluftvolumen-Sollwert-Signal FV-Soll und von einem Förderluftvolumen-Sensor 38 in der Förderluftleitung 4 über eine elektrische Förderluftvolumen-Istwert-Leitung 40 ein elektrisches Förderluftvolumen-Istwert-Signal FV-Ist. Der Förderluftvolumenstromregler 32 regelt in Abhängigkeit von diesem Sollwert-Signal und diesem Istwert-Signal der Leitungen 36 und 40 das pro Zeiteinheit durch ihn hindurchströmende Fördergasvolumen. Der Zusatzluftvolumenstromregler 34 erhält vom Computer 24 über eine elektrische Zusatzluftvolumen-Sollwert-Leitung 42 ein elektrisches Zusatzluftvolumen-Sollwert-Signal ZV-Soll und von einem Zusatzluftvolumen-Istwert-Sensor 44 in der Zusatzluftleitung 26 über eine elektrische Zusatzluftvolumen-Istwert-Leitung 46 ein elektrisches Zusatzluftvolumen-Istwert-Signal ZV-Ist. Der Zusatzluftvolumenstromregler 34 regelt in Abhängigkeit von diesem Sollwert-Signal ZV-Soll der Leitung 42 und diesem Istwert-Signal ZV-Ist der Leitung 46 die pro Zeiteinheit durch ihn hindurchströmende Zusatzluftmenge. Da Luft je nach Druck und Temperatur ein anderes Volumen hat, sind die beiden Volumendruckregler 32 und 34 so geeicht, daß sie bei einem Atmosphärendruck und einer Temperatur von 0°C der Luft einen sogenannten Normkubikmeter "Nm<sup>3</sup>" pro Stunde fördern.

Im Computer 24 ist in Form eines Eichdiagrammes 50 auf einer Diagrammachse eine Vielzahl von vorbestimmten Pulverförderraten (geförderte Pulvermenge pro Zeiteinheit "m" beispielsweise in g/min) und auf einer zu ihr rechtwinkelig verlaufenden zweiten Diagrammachse eine Vielzahl von Förderlufraten (geförderte Förderluft pro Zeiteinheit "FV" beispielsweise in Nm<sup>3</sup>/h) gespeichert, welche bei einer vorbestimmten Gesamtluftrate GV (pro Zeiteinheit geförderte Gesamtluft bestehend aus Förderluft und gegebenenfalls aus hinzugefügter Zusatzluft) zur Erzeugung der Pulverförderraten "m" erforderlich sind und durch Versuche ermittelt wurden. Für eine bestimmte Gesamtluftvolumenrate GV1, beispielsweise in m<sup>3</sup>/h, ist in das Eichdiagramm eine gerade Linie eingezeichnet. Für eine gewünschte Pulvermasse m1 oder m2 erhält man

für den gewünschten Gesamtluftvolumenwert GV1 den zugehörigen Förderluftvolumenwert FV1 oder FV2, indem man vom Wert m1 oder m2 parallel zur Förderluftvolumenachse FV zur Gesamtluftvolumengeraden GV1 geht, und dann parallel zur Pulvermassenachse m zur Förderluftvolumenachse FV geht. Auf der Förderluftvolumenachse FV sind die Förderluftvolumenwerte beispielsweise in Nm<sup>3</sup>/h aufgetragen. Jede Pulversprühvorrichtung 16 einer Pulverbeschichtungsanlage kann unterschiedlich lange und im Querschnitt unterschiedlich große Förderluftleitungen, Zusatzluftleitungen und Pulverluft-Leitungen haben. Für jede dieser verschiedenen Ausführungsformen kann im Computer 24 ein Eichdiagramm entsprechend dem Eichdiagramm 50 gespeichert sein. Im Eichdiagramm 50 können für mehrere Gesamtluftvolumen-Werte je eine Linie gespeichert sein, über welche für einen bestimmten Pulvermassenwert wie beispielsweise m1 oder m2 ein entsprechender Förderluftvolumenwert FV1 oder FV2 ermittelt werden kann. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel ist im Diagramm 50 eine gerade Linie für einen Gesamtluftvolumenwert GV1 und gestrichelt eine andere gerade Linie für einen Gesamtluftvolumenwert GV2 gespeichert. Bei einem gewünschten Gesamtluftvolumen GV2 ist für eine gewünschte Pulvermasse pro Zeiteinheit m1 ein Förderluftvolumen FV1' erforderlich. Der Computer 24 errechnet aus dem Gesamtluftvolumen GV2 und dem errechneten Förderluftvolumen FV1' den Zusatzluftvolumenwert ZV, welcher nicht im Diagramm 50 enthalten ist, sondern vom Computer 24 als Zusatzluftvolumen-Sollwert-Signal ZV-Soll auf der elektrischen Leitung 42 an den Zusatzluftvolumenstromregler 34 gegeben wird. Der aus dem Diagramm entnehmbare Förderluftvolumenwert FV, beispielsweise FV1' oder FV1 oder FV2 wird vom Computer 24 als elektrisches Förderluftvolumen-Sollwert-Signal FV-Soll auf der elektrischen Leitung 36 an den Förderluftvolumenstromregler 32 gegeben. Der gewünschte Pulvermasse-Sollwert "m-Soll" kann dem Computer 24 an einem Eingang 52 variabel eingegeben werden. Der Gesamtluftvolumen-Sollwert "GV-Soll" kann dem Computer 24 an einem Eingang 54 variabel eingegeben werden. Ein Pulvermasse-Sensor 56, welcher im Injektor 2 untergebracht oder stromabwärts von ihm an der Pulver-Luft-Leitung 12 angeordnet sein kann, erzeugt in Abhängigkeit von der vom Gesamtluftstrom (Förderluft plus gegebenenfalls hinzugefügte Zusatzluft) pro Zeiteinheit geförderten Pulvermasse "m" ein elektrisches Pulvermasse-Istwert-Signal m-Ist und überträgt dieses auf einer elektrischen Leitung 58 auf einen Pulvermasse-Istwert-Eingang 60 des Computers 24. Der Computer 24 berechnet aus dem Pulvermasse-Sollwert-Signal m-Soll an seinem Eingang 52 und dem Pulvermasse-Istwert-Signal m-Ist an seinem Eingang 60 ein Pulvermas-

se-Soll-Ist-Vergleichssignal und benutzt dieses als Pulvermasse-Signal m1, m2 usw. auf der Pulvermasse-Diagrammachse m zur Berechnung des bei einem vorgegebenen Gesamtluftvolumen GV1 oder GV2 usw. erforderlichen Förderluftvolumens FV1, FV2 usw. und dann daraus den zugehörigen Zusatzluft-Volumen-Sollwert ZV-Soll. Der Zusatzluft-Volumen-Sollwert ZV-Soll ist der Differenzbetrag zwischen dem Gesamtluftvolumen GV und dem Förderluftvolumen FV-Soll. Dadurch ist der auf der Pulvermasse-Diagrammachse m für die Berechnung ausgewählte Pulvermassewert "m" nur dann gleich groß wie der am Eingang 52 eingegebene Pulvermasse-Sollwert m-Soll, wenn der Pulvermasse-Istwert m-Ist des Pulvermassensensors 56 gleich dem Pulvermassen-Sollwert m-Soll ist. Für die Berechnung der verschiedenen vorgenannten Werte enthält der Computer in üblicher Weise mindestens einen Prozessor und einen Datenspeicher.

Eine pro Zeiteinheit geförderte Menge kann auch als "Rate" bezeichnet werden. Deshalb werden nachfolgend auch die Ausdrücke Pulvermassenrate, Förderlufrate und Zusatzlufrate verwendet.

Der Computer 24 ist ferner mit einem Eingang 62 zur Einstellung eines Hochspannungs-Sollwertes HS-Soll versehen, in Abhängigkeit von welchem der Computer 24 über die elektrische Leitung 22 der Sprühvorrichtung 16 ein Signal zur Einstellung der Hochspannung sendet. Dadurch kann die gesamte Pulverfördervorrichtung vom Computer 24 aus entfernt von der Sprühvorrichtung 16 und entfernt von den Volumenstromreglern 32 und 34 gesteuert und geregelt werden.

In Fig. 3 sind Teile, welche Teilen von Fig. 1 entsprechen, mit gleichen Bezugszahlen versehen. Die Ausführungsform von Fig. 3 ist funktionsmäßig im wesentlichen gleich wie die von Fig. 1. Unterschiede bestehen jedoch darin, daß in Fig. 3 der Förderluftvolumenstromregler 32 den Förderluftvolumenstrom der Druckluftquelle 30 nicht direkt in der Förderluftleitung 4 beeinflusst, sondern indirekt, indem der Förderluftvolumenstromregler 32 kein elektrisches Förderluftvolumen-Sollwert-Signal FV-Soll von Fig. 1, sondern ein ihm entsprechendes Förderluftdruck-Sollwert-Signal FP-Soll erzeugt und über eine elektrische Sollwert-Signalleitung 136 an einen Förderluftdruckregler 132 gibt, welcher im Druckluftweg zwischen der Druckluftquelle 30 und der Förderluftleitung 4 liegt, wohingegen an dieser Stelle in Fig. 1 der Förderluftvolumenstromregler 32 angeordnet ist; als weiterer Unterschied zu Fig. 1 ist in ähnlicher Weise ein Zusatzluftdruckregler 134 anstelle des Zusatzluftvolumenstromreglers 34 im Zusatzluftweg zwischen der Druckluftquelle 30 und der Zusatzluftleitung 26 angeordnet und der weiterhin vorhandene Zusatzluftvolumenregler 34 erzeugt ein zu dem elektrischen Zusatzluftvolumen-

Sollwert-Signal ZV-Soll von Fig. 1 korrespondierenden elektrisches Zusatzluftdruck-Sollwert-Signal ZP-Soll, welches über eine elektrische Sollwertsignalleitung 142 dem Zusatzluftdruckregler 134 zugeführt wird.

Der Förderluftdruckregler 132 erhält von einem Druckluftsensor 138 in der Förderluftleitung 4 über eine elektrische Förderluftdruck-Istwert-Leitung 140 elektrische Förderluftdruck-Istwert-Signale FP-Ist, vergleicht diese Istwertsignale FP-Ist mit den elektrischen Förderluftdruck-Sollwert-Signalen FP-Soll der elektrischen Förderluftdruck-Sollwert-Signalleitung 136 des Förderluftvolumenstromreglers 32 und regelt in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis den Förderluftdruck, mit welchem die Förderluft von der Druckluftquelle 30 über die Förderluftleitung 4 dem Injektor 2 zugeführt wird. Der Förderluftvolumenstromregler 32 erhält von dem Förderluftvolumenstromsensor 38 in der Förderluftleitung 4 über die elektrische Förderluftvolumen-Istwert-Leitung 40 elektrische Förderluftvolumen-Istwert-Signale FV-Ist wie bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführung. Dadurch ist auch die Förderluftregelung von Fig. 3 eine "Volumenstrom-Regelung".

Der Zusatzluftdruckregler 134 erhält von einem Druckluftsensor 144 in der Zusatzluftleitung 26 über eine elektrische Zusatzluftdruck-Istwert-Leitung 146 elektrische Zusatzluft-Istwert-Signale ZP-Ist, vergleicht sie mit den Zusatzluft-Sollwert-Signalen ZP-Soll der Zusatzluftdruck-Sollwert-Leitung 142 und erzeugt in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis einen Zusatzluftdruck, mit welchem die Zusatzluft von der Druckluftquelle 30 der Zusatzluftleitung 26 zugeführt wird. Der Zusatzluftvolumenstromregler 34 erhält von dem Zusatzluftvolumenstromsensor 44 in der Zusatzluftleitung 26 über die elektrische Zusatzluftvolumen-Istwert-Leitung 46 elektrische Zusatzluftvolumen-Istwert-Signale ZV-Ist wie bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform. Dadurch ist auch in Fig. 3 die Zusatzluftregelung eine "Volumenstrom-Regelung".

Der Förderluftvolumenstromregler 32 und der Zusatzluftvolumenstromregler 34 können entsprechend Fig. 1 außerhalb des Computers 24 als getrennte, an ihn angeschlossene Geräte ausgebildet oder entsprechend Fig. 3 in den Computer integriert und teilweise oder vollständig durch die Software und/oder Hardware des Computers 24 gebildet sein. In Fig. 3 sind als Bestandteil des Computers 24 das in ihm gespeicherte Diagramm 50 und durch ein Viereck 124 schematisch die Hardware und Software des Computers 24 sowie die Abhängigkeit des Diagramms 50, des Förderluftvolumenstromreglers 32 und des Zusatzluftvolumenstromreglers 34 voneinander dargestellt.

Der Ausdruck "Computer" bedeutet hier eine elektrische Regeleinrichtung, welche zusätzlich zu den Grundbestandteilen Prozessor, Speicher, Ein-

und Ausgabeeinheiten auch weitere elektronische oder elektrische Elemente enthalten kann.

Eine Anlage zur elektrostatischen Pulverbeseichung hat normalerweise mehrere Sprühvorrichtungen 16. Jede Sprühvorrichtung benötigt die in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Elemente. Jedoch kann der Computer 24 so ausgebildet sein, daß ein einziger Computer 24 die Funktionen für alle Sprühvorrichtungen 16 erfüllen kann.

Fig. 3 zeigt eine zentrale elektronische Steueranlage 200 für mehrere Sprühvorrichtungen 16, die jeweils einen eigenen Computer 24 haben. Die Computer sind mit der zentralen Steueranlage 200 in einem bidirektionalen Datenaustausch, was in Fig. 3 schematisch durch einen Doppelpfeil 202 dargestellt ist. Der Computer 24 erhält von der zentralen Steueranlage 200 jeweils den Pulvermassen-Sollwert m-soll, den Gesamtluftvolumen-Sollwert GV-Soll, und, falls gewünscht, auch den Hochspannungs-Sollwert HS-Soll, welches der gewünschte Hochspannungswert ist, mit welchem die Sprühvorrichtung 16 das Pulver elektrostatisch aufladen soll.

Eine weitere abgewandelte Ausführungsform kann darin bestehen, daß der Computer 24 in der zentralen Steueranlage enthalten ist.

## Patentansprüche

1. Pulverfördevorrichtung, insbesondere für Beschichtungspulver, mit folgenden Merkmalen: mit einem Injektor (2), in welchem nach dem Prinzip eines Venturirohres ein Förderluftstrom einer Förderluftleitung (4) einen Unterdruck erzeugt, durch welchen Pulver aus einem Pulverbehälter (10) angesaugt und dann vom Förderluftstrom durch eine Pulver-Luft-Leitung (12) weitertransportiert wird; mit einem Zusatzluftstrom einer Zusatzluftleitung (26), welcher im Unterdruckbereich oder an einer stromabwärts davon gelegenen Stelle dem Förderluftstrom hinzugefügt werden kann; mit einem Förderluftregler (32; 32, 132); mit einem Zusatzluftregler (34; 34, 134); mit einem Computer (24); **dadurch gekennzeichnet**, daß im Computer (24) als Eichdiagramm (50) eine Vielzahl vorbestimmter Pulverfördevorraten (geförderte Pulvermasse "m" pro Zeiteinheit) als eine erste Diagrammachse und eine Vielzahl von Förderlufraten (geförderte Förderluft "FV" pro Zeiteinheit) als eine zweite Diagrammachse gespeichert sind, wobei die Förderlufraten (FV) bei einer bestimmten Gesamtluft rate (GV) bestehend aus Förderluft (FV) und gegebenenfalls hinzugefügter Zusatzluft (ZV) zur Erzeugung der Pulverfördevorraten (m) erforderlich sind und durch Versuche ermittelt wurden; daß der Computer (24) einen Pulverraten-

Sollwert-Eingang (52) zur Eingabe eines gewählten Pulverraten-Sollwertes (m-Soll) aufweist; daß der Computer (24) dem Diagramm (50) entsprechend programmierte Software und/oder programmierte Hardware enthält, welche für einen eingegebenen Pulverraten-Sollwert (m-Soll) aus dem Diagramm (50) in Abhängigkeit von der vorbestimmten Gesamtluftrate (GV) die dafür erforderliche Förderluftrate (FV) und die dafür erforderliche Zusatzluftrate (geförderte Zusatzluft ZV pro Zeiteinheit) errechnen und in Abhängigkeit von dem Berechnungsergebnis und in Abhängigkeit von einem Pulvermassenstrom-Istwert (m-Ist) einen Förderluftrate-Sollwert (FV-Soll; FV-Soll und FP-Soll) und einen Zusatzluftrate-Sollwert (ZV-Soll; ZV-Soll und ZP-Soll) erzeugen; daß der Förderluftregler (32; 32, 132) die Förderluft in Abhängigkeit vom Förderluftrate-Sollwert (FV-Soll; FP-Soll) und in Abhängigkeit von einem Förderluftrate-Istwert (FV-Ist; FV-Ist, FP-Ist) regelt, welcher von einem Förderluftrate-Istwert-Sensor (38; 38, 138) erzeugt wird; daß der Zusatzluftregler (34; 34, 134) die Zusatzluftrate in Abhängigkeit vom Zusatzluftrate-Sollwert (ZV-Soll; ZV-Soll, ZP-Soll) und in Abhängigkeit eines von einem Zusatzluft-Istwert (ZV-Ist; ZV-Ist, ZP-Ist) regelt, welcher von einem Zusatzluft-Istwert-Sensor (44; 44, 144) erzeugt wird.

2. Pulverfördervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gewünschte Gesamtluftrate im Diagramm (50) des Computers (24) als eine gerade oder gekrümmte Linie (GV) gespeichert ist, über welche für jede gespeicherte Pulverförderrate (m) die bei dieser vorbestimmten Gesamtluftrate erforderliche Förderluftrate (FV) aus dem Diagramm entnommen werden kann.
3. Pulverfördervorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß für mehrere vorbestimmte Gesamtluftraten (GV1, GV2) Diagrammlinien im Diagramm (50) des Computers (24) gespeichert sind, über welche der Computer für eine ausgewählte Pulverförderrate (z.B. m1 oder m2) und eine gewählte Gesamtluftrate (z.B. GV1 oder GV2) die dazu erforderliche Förderluftrate (z.B. FV1 oder FV2) berechnet, dann durch die Differenz zwischen Gesamtluftrate und Förderluftrate die gegebenenfalls erforderliche Zusatzluftrate errechnet, und in Abhängigkeit von diesen Berechnungen einen Förderluftrate-Sollwert (FV-Soll; FV-Soll, FP-Soll) und einen Zusatzluftrate-Sollwert (ZV-Soll; ZV-Soll, ZP-Soll) erzeugt, und daß der Computer (24) einen Eingang (52) zur Einstellung eines gewünschten Pulvermas-

se-Sollwertes (m-Soll) und einen Eingang (54) zur Einstellung eines gewünschten Gesamtluftraten-Sollwertes (GV-Soll) aufweist.

4. Pulverfördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Förderluftregler (32) ein Volumenstromregler ist welcher das pro Zeiteinheit geförderte Förderluftvolumen regelt.
5. Pulverfördervorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Förderluft-Druckregler (132) vorgesehen ist, welcher elektrische Förderluft-Druck-Sollwerte erhält, die vom Förderluft-Volumenstromregler (32) in der Weise erzeugt werden, daß sie von ihm erzeugten Förderluftvolumenstrom-Sollwerten entsprechen, und daß der Förderluft-Druckregler (132) in Abhängigkeit von diesen Förderluftdruck-Sollwerten (FP-Soll) den Druck regelt, mit welchem die Förderluft zum Injektor (2) gefördert wird.
6. Pulverfördervorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Förderluft-Volumenstromregler (32) durch die Hardware oder Software des Computers (24) gebildet ist.
7. Pulverfördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zusatzluft-Regler ein Zusatzluft-Volumenstromregler (34) ist, welcher das pro Zeiteinheit geförderte Zusatzluftvolumen regelt.
8. Pulverfördervorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Zusatzluft-Regler (134) vorgesehen ist, welchem elektrische Zusatzluftdruck-Sollwerte (ZP-Soll) zugeführt werden, welche vom Zusatzluft-Volumenstromregler (34) derart erzeugt werden, daß sie von ihm erzeugten Zusatzluft-Volumenstrom-Sollwerten entsprechen, und daß der Druckregler (134) in Abhängigkeit von diesen Zusatzluftdruck-Sollwerten den Druck regelt, mit welchem die Zusatzluft dem Pulver-Luft-Strom im Injektor oder stromabwärts von ihm hinzugefügt wird.
9. Pulverfördervorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zusatzluft-Volumenstromregler (34) durch die Hardware oder Software des Computers (24) gebildet ist.

10. Pulverfördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Computer (24) an eine zentrale Steueranlage (200) angeschlossen ist, von welcher er die Sollwerte für das Pulver und für die Gesamtluftmenge bestehend aus Förderluft und gegebenenfalls hinzugefügter Zusatzluft erhält.

5

10

11. Pulverfördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß ein Pulvermasse-Istwertsensor (56) vorgesehen ist, welcher in Abhängigkeit von der im Pulver-Luft-Strom vorhandenen Pulvermassenrate ein elektrisches Pulvermasse-Istwert-Signal (m-Ist) erzeugt, daß ein dem Pulvermasse-Istwert-Signal (m-Ist) entsprechendes Signal dem Computer zugeführt wird, daß der Computer (24) derart programmiert ist, daß er aus dem Pulvermasse-Istwert-Signal (m-Ist) und dem Pulvermasse-Sollwert (m-Soll) ein Pulvermasse-Soll-Ist-Vergleichssignal als Pulvermasse-Signal (m1, m2) auf der Pulverförderraten-Diagrammachse (m) zur Berechnung der Förderlufrate (FV1, FV2) auf der Förderlufraten-Diagrammachse (FV) verwendet.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

