



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.11.2004 Patentblatt 2004/46

(51) Int Cl.7: **B05B 12/14**

(21) Anmeldenummer: **04010482.0**

(22) Anmeldetag: **03.05.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

- **Melcher, Rainer**
71720 Oberstenfeld (DE)
- **Baumann, Michael**
74223 Flein (DE)
- **Michelfelder, Manfred**
71711 Steinheim (DE)
- **Nolte, Hans-Jürgen Dr.**
70565 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **06.05.2003 DE 10320147**

(71) Anmelder: **Dürr Systems GmbH**
70435 Stuttgart (DE)

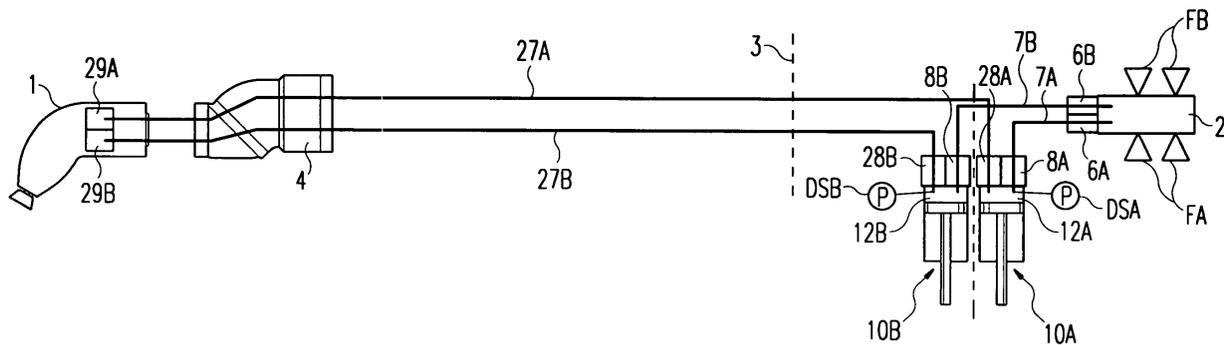
(74) Vertreter: **Heusler, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
v. Bezold & Sozien
Patentanwälte
Akademiestrasse 7
80799 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Herre, Frank**
71739 Oberriexingen (DE)

(54) **Verfahren und Versorgungssystem zur dosierten Materialversorgung einer Beschichtungsvorrichtung**

(57) Zur Versorgung eines elektrostatischen Zerstäubers (1) mit leitfähigem Beschichtungsmaterial wechselnder Farbe befindet sich zwischen dem geerdeten Farbwechsler (2) und dem Zerstäuber (1) ein Kolbendosierer (10A, 10B) mit mechanisch gesteuertem Kolbenantrieb. Erfindungsgemäß wird von einem

Drucksensor (DSA, DSB) der Flüssigkeitsdruck im Zylinder (12A, 12B) des Kolbendosierers (10A, 10B) gemessen, und in Abhängigkeit von dem Messsignal des Drucksensors (DSA, DSB) werden mehrere unterschiedliche Betriebsparameter der Beschichtungsanlage überwacht oder gesteuert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Versorgungssystem zur dosierten Materialversorgung einer Beschichtungsvorrichtung in einer Anlage für die automatisch gesteuerte Serienbeschichtung von Werkstücken gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche. Insbesondere handelt es sich um die elektrostatische Serienbeschichtung von Werkstücken wie beispielsweise Fahrzeugkarossen mit elektrisch leitfähigem Beschichtungsmaterial häufig wechselnder Farbe.

[0002] Beispielsweise ist in der DE 101 57 966 ein Versorgungssystem der hier betrachteten Gattung beschrieben, bei dem in der bekannten A/B-Technik zwei gemolchte Farbleitungen von je einem Farbwechsler zu je einem Kolbendosierer führen, die über eine weitere gemolchte Leitung mit dem als Beschichtungsvorrichtung dienenden Zerstäuber verbunden sind. Wie in der DE 101 57 966 erläutert wird, ist unter einem Kolbendosierer eine Dosiereinheit zu verstehen, in deren Zylinder der Kolben von einem während der Beschichtung bedarfsabhängig gesteuerten Dosierantrieb so bewegt wird, dass er das Beschichtungsmaterial in der bedarfsabhängig dosierten und veränderlichen Menge in die zu dem Zerstäuber führende Leitung drückt, weil es während der Beschichtung in der Regel erforderlich ist, die dem Zerstäuber zuzuführende Farb- bzw. Beschichtungsmaterialmenge z.B. in Abhängigkeit von Werkstückbereichen, Größe und Form der zu beschichtenden Flächen, Spritzstrahlform usw. zu ändern. Diese auch bei der vorliegenden Erfindung angewandte volumetrische Dosierung, d.h. bedarfsabhängige Steuerung des Volumenstroms mit dem beispielsweise von einem Servomotor angetriebenen Kolbendosierer hat wesentliche Vorteile gegenüber anderen Dosiersystemen. Beispielsweise haben die in vielen Beschichtungsanlagen verwendeten, ebenfalls volumetrisch dosierenden Zahnradpumpen zwar eine hohe Dosiergenauigkeit, doch sind sie schlecht spülbar. Die in andere Systemen (z.B. US 5 221 047) zur Dosierung verwendeten Farbdruckregler genügen dagegen nicht mehr den heutigen Anforderungen an die Dosiergenauigkeit. Demgegenüber sind Kolbendosierer sowohl sehr genau als auch bei einem Farbwechsel problemlos spülbar. Sie ermöglichen eine genaue Dosierung nicht nur des Beschichtungsmaterials beim Applizieren durch den Zerstäuber und beim Befüllen des Kolbendosierers, sondern auch einer mit gewünschtem Volumen in eine Leitung oder den Kolbendosierer einzufüllenden Spülflüssigkeit (EP 1362641). Kolbendosierer können extrem steif ausgelegt werden (DE 102 33 633) und ermöglichen außerdem bei Verwendung als Zwischenbehälter die seit der EP 0 292 778 bekannte vorteilhafte Potentialtrennung zwischen der auf Hochspannung arbeitenden Beschichtungsvorrichtung und der geerdeten Farbversorgungseinheit wie z.B. einem Farbwechsler durch abschnittswises Entleeren der Leitungen, das in moder-

nen Beschichtungsanlagen bekanntlich durch Molchtechnik realisiert wird (DE 199 37 426).

In gemolchten Systemen haben Kolbendosierer darüber hinaus den Vorteil, dass am Zerstäuber keine Zahnradpumpen vorhanden sein muss und deshalb Molchstationen innerhalb des Zerstäubers angeordnet werden können, wodurch Farb- und Süßmittelverluste auf ein Minimum reduziert werden können (EP 1314480).

[0003] Probleme bestehen bei den Beschichtungsanlagen der hier betrachteten Gattung aber darin, dass für die Überwachung und Steuerung des Systems erheblicher Aufwand erforderlich ist, der oft weder die gewünschte Optimierung des Dosierbetriebes noch die erforderliche Zuverlässigkeit gewährleistet. Einige dieser Probleme haben ihre Ursache in der Beschaffenheit der Molche und der für diese benötigten elastischen Schläuche, die z.B. in Kraftfahrzeugbeschichtungsanlagen Innendurchmesser zwischen 5 und 10 mm haben und mehr als 15 m lang sein können. Bei den zu fördernden Flüssigkeiten kann es sich sowohl um Farblack oder anderes Beschichtungsmaterial als auch um den zum Spülen benötigten Verdünner handeln.

[0004] Aus der DE 100 65 608 ist ein System für die Kratzschutzbeschichtung von Fahrzeugkarossen mit einer wässrigen Emulsion bekannt, die zunächst in einen Zwischenbehälter gepumpt und dann von dort durch eine Leitung zu einer Sprüheinrichtung gefördert wird. Der Zwischenbehälter besteht aus einem Zylinder mit einem Kolben, der zum Entleeren des Zwischenbehälters von einem Motor angetrieben wird. Die Emulsion soll der Sprüheinrichtung mit geregelter Druck zugeführt werden. Zu diesem Zweck wird mit einem Drucksensor der Emulsionszuführdruck gemessen und das Sensorsignal einer Steuereinrichtung zugeführt, die ihrerseits den Kolbenantriebsmotor steuert. Mit dieser Druckregelung ist keine volumetrische Dosierung des Beschichtungsmaterials in der oben erläuterten Weise möglich.

[0005] Aus der DE 101 20 077 ist ein Farbbeschichtungssystem bekannt, in dem über einen unmittelbar vor dem Zerstäuber angeordneten Drucksensor der Farbdruck erfasst und anschließend geregelt werden kann. Ferner kann sich ein Drucksensor an der Zuleitung eines außerhalb des Farbwegs vorgesehenen Dosierzylinders für ein Schiebemedium für das Beschichtungsmaterial befinden, der eine stets ausreichende Versorgung mit Schiebemedium gewährleisten soll. Eine Dosiereinheit, in die das zu applizierende Beschichtungsmaterial und/oder ein Spülmittel geleitet wird, ist nicht vorgesehen.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Verfahrens bzw. Dosiersystems der aus der DE 101 57 966 bekannten Gattung, mit dem auf einfache Weise eine zuverlässige Überwachung und/oder Steuerung insbesondere auch mehrerer Faktoren des Systems ermöglicht wird.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche gelöst.

[0008] Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass mit einem und demselben einfachen Drucksensor zahlreiche verschiedene Parameter oder Funktionen des Systems sowohl während als auch außerhalb des Beschichtungsbetriebes überwacht, diagnostiziert und/oder gesteuert werden können. Die Größe des in dem Dosierzylinder oder in den mit ihm verbundenen Leitungen gemessenen Flüssigkeitsdrucks lässt sich z.B. für die Optimierung der Geschwindigkeit des Befüllens des Dosierzylinders und angeschlossener Leitungen und damit zur Vermeidung von Zeitverlusten nutzen. Darüber hinaus lässt dieser Druck Rückschlüsse zu auf so unterschiedliche Faktoren wie Druck und/oder Druckschwankungen der Flüssigkeiten in dem Versorgungssystem, aus dem die Dosiereinheit befüllt wird (Ringleitungsdruck), Viskosität der geförderten Flüssigkeiten und sogar Verschleißzustand der Molche. Des Weiteren kann das von dem Drucksensor erzeugte Signal zur Kompensation von Nachgiebigkeiten der gemolchten Schläuche und sonstiger Systembestandteile sowie von Änderungen von Schlauchlängen und sonstigen Systembestandteilen und gemäß einer weiteren Möglichkeit zum Melden von Molchpositionen genutzt werden.

[0009] Bei einem typischen Ausführungsbeispiel der Erfindung wird mit dem Drucksensor zunächst beim Befüllen des Zylinders der Dosiereinheit der in oder an dem Zylinder herrschende Druck oder ggf. Unterdruck des Beschichtungsmaterials (oder Spülmaterials) überwacht, um insbesondere das Ansaugen von Luft zu vermeiden. Das Befüllen erfolgt vorzugsweise volumetrisch aufgrund der Kolbenbewegung, d.h. mit vorbestimmtem Volumen und/oder Volumenstrom, wobei das Drucküberwachungssystem durch Steuerung des Kolbenantriebs korrigierend eingreift, wenn dessen Geschwindigkeit zu hoch ist oder wird. Weiterhin kann der Flüssigkeitsdruck in dem oben erwähnten Versorgungssystem (Ringleitungsdruck) gemessen werden. Bei dem anschließenden Appliziervorgang mit der erforderlichen genauen volumetrischen Dosierung dient die Drucküberwachung dann hauptsächlich zum Schutz von der Dosiereinheit nachgeschalteten Leitungen und Bauteilen vor unzulässig hohen Drücken und dadurch verursachten Schäden.

[0010] An dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert. Es handelt sich um ein gemolchtes A/B-System für die dosierte Versorgung eines elektrostatischen Rotationszerstäubers mit elektrisch leitfähigem Beschichtungsmaterial häufig wechselnder Farbe.

[0011] Das Beschichtungsmaterial wird dem Zerstäuber 1 von einer Farbversorgungseinheit 2 wie z.B. einem A/B-Farbwechsler zugeführt, der aus zwei Farbwechselventilanordnungen an sich üblicher Art bestehen kann, die zu einer nach dem bekannten A/B-Prinzip betriebenen Doppelfarbwechseleinheit zusammengesetzt sind. Die Farbventile FA und FB der Einheit 2 können an die üblichen (nicht dargestellten) Ringleitungen des Farbversorgungssystems angeschlossen sein.

[0012] An die beiden Ausgänge der Einheit 2 sind über je eine Molchstation 6A bzw. 6B gemolchte Schlauchleitungen 7A bzw. 7B aus Isolierwerkstoff angeschlossen, die über je eine weitere Molchstation 8A bzw. 8B jeweils in den Zylinder 12A bzw. 12B eines Kolbendosierers 10A bzw. 10B führen. Der Kolben dieser Dosierer begrenzt den in dem Zylinder gebildeten Farbraum und ist von einem (nicht dargestellten) Dosierantrieb, beispielsweise einem von einem Servomotor angetriebenen Spindeltrieb, in dem Zylinder verschiebbar. Vorzugsweise sollen die mechanischen Bauteile des Kolbendosierers mindestens teilweise aus elektrisch isolierendem Werkstoff mit hohem Elastizitätsmodul wie namentlich Keramik bestehen, wie in der schon erwähnten DE 102 33 633 beschrieben ist, wonach der Zug- und/oder Biegeelastizitätsmodul des Werkstoffs größer sein soll als 10 GPa.

[0013] Aus dem Zylinder 12A bzw. 12B der Kolbendosierer 10A und 10B führt über je eine weitere Molchstation 28A bzw. 28B je eine weitere gemolchte Schlauchleitung 27A bzw. 27B zu je einer Molchstation 29A bzw. 29B innerhalb des Zerstäubers 1. Der Kolbendosierer 10A und seine Molchstationen 8A und 28A sind zweckmäßig zu einer kompakten Baueinheit zusammengefügt. Dasselbe gilt für den Kolbendosierer 10B.

[0014] Je nach Betriebsweise könnten die Molchstationen für die Aufnahme von einem oder mehreren Molchen ausgebildet sein.

[0015] Für die gesteuerten Verbindungen zwischen der Einheit 2, den Molchstationen, den Kolbendosierern und den Schlauchleitungen sind zweckmäßige Ventilordnungen an sich bekannter Art vorgesehen (nicht dargestellt).

[0016] Bei dem betrachteten Beispiel können die Kolbendosierer 10A und 10B an der Außenseite der bei 3 angedeuteten Wand der Sprühkabine angeordnet und mit dem Zerstäuber 1 über gemolchte Leitungen 27A, 27B verbunden sein, die durch den Arm und die bei 4 angedeutete Handachse eines Lackierroboters oder einer sonstigen Lackiermaschine hindurchgeführt sind. In anderen Fällen können die Kolbendosierer 10A und 10B stattdessen in oder an einem der Maschinenarme montiert sein wie bei dem in Fig. 2 der schon erwähnten DE 101 57 966 dargestellten System, von dem sich der Aufbau des hier beschriebenen A/B-Systems neben der Position der Kolbendosierer im Wesentlichen nur dadurch unterscheidet, dass die beiden Kolbendosierer 10A und 10B mit dem Zerstäuber 1 über die beiden gemolchten Leitungen 27A, 27B statt über eine gemeinsame Leitung verbunden sind. In weiterer Übereinstimmung mit Fig. 2 der DE 101 57 966 kann ein mit Potentialtrennung betriebener gesonderter Spülkreis (hier nicht dargestellt) vorgesehen sein, der einen weiteren Kolbendosierer beispielsweise der oben beschriebenen Art und eine weitere gemolchte Leitung enthält, über die als Spülmittel dienende Verdünnerflüssigkeit außerhalb der Leitungen 27A und 27B in den Zerstäuber 1 geleitet wird.

[0017] Im Betrieb kann von der Einheit 2 beispielsweise zunächst der Zylinder 12A durch Ringleitungsdruck mit einem durch automatisch gesteuerte Rückwärtsbewegung seines Kolbens genau eingestellten Volumen eines benötigten Farbmaterials befüllt werden. Eine gegen Ende dieses Vorgangs in der Leitung 7A verbliebene Restmenge des Farbmaterials kann mit einem aus der Molchstation 6A kommenden Molch in den Zylinder 12A gedrückt werden. Nach Entleerung der Leitung 7A kann dann das Beschichtungsmaterial aus dem Zylinder 12A durch Vorwärtsbewegung des Kolbens durch die Leitung 27A zunächst bis zu dem Zerstäuber ange-
gedrückt und dann mit der von dem automatisch gesteuerten Kolbenantrieb bewirkten genauen Dosierung versprüht werden. Beispielsweise kann das Beschichtungsmaterial hierbei von dem Kolbendosierer 10A unter Füllung der gesamten Leitung 27A in den Zerstäuber gefördert werden. Die erforderliche Potentialtrennung zwischen der geerdeten Einheit 2 und dem Zerstäuber wird in diesem Fall durch die leere Leitung 7A bewirkt. Wenn auch der Kolbendosierer 10A außerhalb der Kabine geerdet werden soll, kann die Potentialtrennung durch Isolierstrecken vor und hinter einer begrenzten Farbsäule erreicht werden, die zwischen begrenzenden Molchen durch die Leitung 27A gefördert werden kann, wie in der DE 101 31 562 beschrieben ist. In allen Fällen sorgen die durch die Leitungen gedrückten Molche einerseits für die zur Isolierung erforderliche Entleerung und Reinigung der Leitung und andererseits für die Förderung von Spülmaterial durch die Leitung. In der selben Weise kann der Zerstäuber 1 von dem B-Kreis versorgt werden, wobei gemäß der bekannten A/B-Technik während des Versprühens einer ersten Farbe aus dem Kolbendosierer 10A eine zweite Farbe in den Kolbendosierer 10B geleitet und von dort bis zu dem Zerstäuber angedrückt werden kann.

[0018] In an sich bekannter Weise kann nach einem Beschichtungsvorgang im System verbliebenes Material in den Dosierzylinder und von dort in die jeweils angeschlossene Ringleitung zurückgedrückt und/oder zurückgemolcht werden.

[0019] Die Erfindung ist im Übrigen auch für Systeme nutzbar, bei denen keine Potentialtrennung erforderlich ist.

[0020] Für die Überwachung und Steuerung insbesondere mehrerer unterschiedlicher, außerhalb der Kolbendosierer wirkender Faktoren des Beschichtungssystems sind die Kolbendosierer 10A und 10B (und ggf. der Verdüner liefernde Kolbendosierer des erwähnten gesonderten Spülkreises) mit einem Drucksensor DSA bzw. DSB versehen, der kontinuierlich den in dem Zylinder herrschenden Flüssigkeitsdruck misst und ein diesem Druck entsprechendes z.B. elektrisches Signal erzeugt. Beispielsweise kann der Drucksensor an den Zylinder 12A bzw. 12B mit der Molchstation 28A oder 8A bzw. 28B oder 8B verbindenden Farbkanal angeschlossen sein. Es ist aber auch möglich, den Druck des von der Dosiereinheit 10A bzw. 10B empfangenen und

geförderten Materials ggf. je nach Funktion oder System stromaufwärts oder stromabwärts des Kolbendosierers zu messen. Von einer größeren Anzahl verschiedener Funktionen, für die das Signal der Drucksensoren genutzt werden kann, werden nachfolgend einige erläutert.

[0021] Eine erste Funktion des Drucksensors besteht in der Überwachung und Regelung des Befülldruckes des Kolbendosierers. Dies ist wichtig, wenn der Dosierzylinder bei der Zurückbewegung des Kolbens einerseits nicht mit Unterdruck in Bezug auf die Umgebung, andererseits aber mit nur geringem Überdruck möglichst nahe bei Null gefüllt werden soll, z.B. um maximale Druckdifferenz zu dem Ringleitungsdruck zu erreichen, mit dem das Befüllen bewirkt wird. Dieses Ziel kann beispielsweise durch entsprechende Steuerung der Geschwindigkeit des Kolbenantriebs zur Einstellung und Einhaltung eines gewünschten Drucksollwerts und ggf. Abschalten bei Unterschreiten einer Druckgrenze erreicht werden. Die Überwachung bzw. Regelung des Befülldrucks ist sowohl beim Befüllen aus der Ringleitung als auch beim Zurückdrücken von nicht verwendetem Material in den Dosierzylinder zweckmäßig. Hierbei kann die höchstmögliche Befüllgeschwindigkeit ausgenutzt werden.

[0022] Eine zweckmäßige Regelmöglichkeit ergibt sich ferner, wenn das Material dem Dosierzylinder von dessen Kolbenantrieb zum Andrücken bis zum Zerstäuber oder zum Zurückdrücken des Materials beispielsweise in eine Ringleitung entnommen wird, wobei jeweils der Druck mit zunehmender Befüllung der nachgeschalteten Schlauchleitung und in Abhängigkeit von der Kolbengeschwindigkeit (ggf. mit Schwankungen) ansteigt. Hierbei soll einerseits eine möglichst hohe Förderate, d.h. möglichst kurze Förderzeit erreicht, andererseits aber ein insbesondere durch die Festigkeit der Schläuche oder anderer Bauteile vorgegebener Maximaldruck nicht überschritten werden. Um die in dem System unter Einhaltung der Druckgrenze mögliche Zeitersparnis voll auszunutzen, wird zunächst eine maximale Förderate eingestellt oder eine Volumenregelung des geförderten Materials durchgeführt, also volumenkonstante Förderung, bis ein vorgegebener Druckgrenzwert erreicht wird. Sodann wird auf Druckregelung mit dem maximal zulässigen Druck unter Verwendung des Drucksensorsignals als Istwert umgeschaltet.

[0023] Eine ähnliche Regelmöglichkeit besteht auch beim Befüllen des Dosierzylinders aus der Ringleitung und beim Zurückdrücken nicht verbrauchten Farbmaterials vom Zerstäuber in den Dosierzylinder. Auch hier kann zunächst zur schnellstmöglichen Befüllung eine maximale Förderate eingestellt oder eine Volumenregelung durchgeführt werden, bis von dem Drucksensor das Erreichen einer noch zulässigen unteren Druckgrenze (nahe Null) festgestellt wird, und dann auf Druckregelung zur Einhaltung des erreichten Druckwertes umgeschaltet werden.

[0024] Eine der mit dem Drucksensor ferner realisier-

baren Überwachungsmöglichkeiten besteht darin, dass beispielsweise beim Andrückvorgang mit dem Drucksensor festgestellt wird, ob die durch Reibung insbesondere der Molche und aufgrund der Viskosität des geförderten Materials auftretenden Druckverluste im normalen Bereich liegen.

[0025] Mit dem Drucksensor kann beim Befüllen des Kolbendosierers auch der Ringleitungsdruck gemessen und überwacht werden, d.h. der Farbdruck in der beim Befüllen des Dosierzylinders über den Farbwechsler 2 jeweils angeschlossenen Ringleitung sowie dessen mögliche Schwankungen. Der Druck im Dosierzylinder entspricht nach Erreichen der Kolbenendstellung dem Ringleitungsdruck.

[0026] Ferner kann aus dem im Dosierzylinder gemessenen Druck die Viskosität des jeweiligen Beschichtungsmaterials ermittelt werden, da sich bei als bekannt und gegeben angenommenen sonstigen Systemparametern der Druck im Dosierzylinder nach allgemein bekannten physikalischen Gesetzmäßigkeiten (u.a. Hagen-Poiseuellesches Gesetz) entsprechend der Viskosität ändert.

[0027] Der u.a. auf der Fördermenge und Viskosität des geförderten Materials beruhende Druck im Dosierzylinder kann sich insbesondere durch Nachgiebigkeit der gemolchten Schläuche und eventuell auch des Kolbendosierers unerwünscht ändern (DE 101 48 097, DE 102 33 633). Auch diese Druckänderungen können von dem Drucksensor gemessen werden, und aufgrund der Messungen kann z.B. durch entsprechende Steuerung des Kolbenantriebs eine Kompensation der "Schlauchatmung" oder sonstigen Systemweichheiten durchgeführt oder unterstützt werden.

[0028] Ferner kann mit dem Drucksensor auch die Länge oder das Volumen in dem System enthaltener Schläuche festgestellt und mit seinem Signal beispielsweise eine nach der Installation oder dem Austausch von Schläuchen festgestellte falsche Schlauchlänge kompensiert werden, wenn sich der gemessene Druck in definierter Weise mit der Schlauchlänge ändert.

[0029] Eine andere Möglichkeit zur Nutzung des Drucksensorsignals ist die Feststellung, dass ein Molch im Betrieb eine seiner Endstellungen erreicht. Wenn ein von dem Kolbendosierer beaufschlagter Molch z.B. gegen einen Anschlag in der Molchstation stößt, macht sich dies durch einen plötzlichen Druckanstieg im Dosierzylinder bemerkbar. Dadurch können in manchen Fällen die sonst aus bekannten Gründen notwendigen externen Molchsensoren eingespart werden, die auf Magnet- oder Eisenkerne der Molche ansprechen und insbesondere im Hochspannungsbereich elektrostatischer Zerstäuber beträchtlichen Aufwand erfordern. Mit dem die Molchendposition meldenden Signal des Drucksensors können zweckmäßig weitere Signale insbesondere zur Ventilsteuerung des Systems ausgelöst werden.

[0030] Während oder auch außerhalb des normalen Betriebes des Dosiersystems lassen sich mit dem

Drucksensor kritische Eigenschaften des Systems und seiner Bestandteile ermitteln oder überprüfen. Ein wichtiges Beispiel hierfür ist die Feststellung des Zustands der verwendeten Molche, deren Funktion insbesondere durch Verschleiß beeinträchtigt wird. Fehlerhafte Molche können u.a. unzureichende Reinigung der Leitungen und damit nicht nur unerwünschte Verschmutzung des Farbmaterials, sondern auch unzureichende elektrische Isolierung bei der Potentialtrennung zur Folge haben. Wenn die Druckwerte, die bei einer im Betrieb oder zu Diagnosezwecken durchgeführten Molchfahrt durch eine der Schlauchleitungen gemessen werden, von vorgegebenen Normalwerten abweichen, kann diese Abweichung als Maß für den Verschleißzustand des betreffenden Molches dienen.

[0031] Unabhängig von seinen sonstigen Diagnose-, Überwachungs- oder Steuerfunktionen dient der Drucksensor DSA, DSB stets zur Überdrucküberwachung des Systems, um z.B. die Gefahr von Beschädigungen der Schlauchleitungen oder anderer Bauteile des Systems durch unzulässig hohen Druck zuverlässig zu vermeiden. Das Drucksensorsignal kann als Steuer- oder Warnsignal und ggf. als Abschaltsignal und auch zur ständigen visuellen Druckanzeige verwendet werden.

[0032] Wenn es je nach Anwendungsfall erforderlich ist, kann der Drucksensor hochspannungsfest angeordnet oder ausgebildet sein, so dass er nicht durch die in elektrostatischen Beschichtungsanlagen erforderliche Hochspannung gestört wird und/oder seine Signale problemlos aus dem Hochspannungsbereich herausgeführt werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur dosierten Materialversorgung einer Beschichtungsvorrichtung (1) in einer Anlage für die automatisch gesteuerte Serienbeschichtung von Werkstücken, bei dem das von der Beschichtungsvorrichtung (1) zu applizierende Beschichtungsmaterial und/oder ein Spülmateriale zunächst in einen Zylinder (12A, 12B) einer Dosiereinheit (10A, 10B) geleitet und dann durch eine insbesondere gemolchte Leitung (27A, 27B) der Beschichtungsvorrichtung (1) zugeführt wird, wobei in dem Zylinder (12A, 12B) ein Kolben von einem gesteuerten Antrieb zum Befüllen oder Entleeren des Zylinders (12A, 12B) mit einer vorbestimmten Menge des Beschichtungs- oder Spülmateriale bewegt wird, und wobei das Beschichtungsmateriale insbesondere mit der von dem Kolbenantrieb bewirkten genauen Dosierung appliziert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck des in dem Zylinder (12A, 12B) der Dosiereinheit (10A, 10B) befindlichen oder dem Zylinder zugeführten oder entnommenen Beschichtungs- oder Spülmateriale von einem Drucksensor (DSA, DSB) gemes-

- sen wird, der ein dem Druck entsprechendes Messsignal erzeugt,
und dass in Abhängigkeit von dem Messsignal ein oder mehrere Betriebsparameter der Beschichtungsanlage überwacht und/oder gesteuert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit von dem Messsignal die Geschwindigkeit des Kolbenantriebs der Dosiereinheit (10A, 10B) gesteuert oder abgeschaltet wird, wenn der Zylinder (12A, 12B) befüllt wird und/oder wenn aus ihm Material in ein Versorgungssystem zurückgedrückt oder nur bis zu der Beschichtungsvorrichtung (1) angedrückt wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenantrieb im geschlossenen Regelkreis zur Einstellung des Drucks entsprechend einem Sollwert geregelt wird.
 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Materialförderung beim Herausdrücken des Materials aus der Dosiereinheit (10A, 10B) und/oder beim Einleiten des Materials in die Dosiereinheit zunächst eine maximale Förderate eingestellt oder eine Regelung des Förderolumens durchgeführt wird, bis ein Druckgrenzwert erreicht wird, und anschließend die Druckregelung durchgeführt wird.
 5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal der Druck und/oder Druckschwankungen des Materials in dem Versorgungssystem ermittelt werden, aus dem die Dosiereinheit (10A, 10B) befüllt wird.
 6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal die Viskosität des Materials ermittelt wird, mit dem die Dosiereinheit (10A, 10B) befüllt wird.
 7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal durch Molchreibung in der Leitung (7A, 7B, 27A, 27B) und/oder durch die Viskosität des geförderten Materials verursachte Druckverluste ermittelt werden.
 8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal ein Steuersignal für die Kompensation von Druckänderungen gewonnen wird, die auf Änderungen von Systembestandteilen wie z.B. der Nachgiebigkeit und/oder der Länge oder des Volumens einer Schlauchleitung (7A, 7B, 27A, 27B) und/oder eines sonstigen Bestandteils des Dosiersystems beruhen.
 9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal ein die Molchposition meldendes Sensorsignal erzeugt wird, wenn ein von der Dosiereinheit (10A, 10B) beaufschlagter Molch gegen einen Anschlag stößt.
 10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal der Verschleißzustand eines durch die Leitung (7A, 7B, 27A, 27B) geförderten Molches ermittelt wird.
 11. Versorgungssystem zur dosierten Materialversorgung einer Beschichtungsvorrichtung (1) in einer Anlage für die automatisch gesteuerte Serienbeschichtung von Werkstücken mit einer insbesondere molchbaren Leitung (27A, 27B), durch die das Beschichtungsmaterial und/oder ein Spülmaterial der das Beschichtungsmaterial applizierenden Beschichtungsvorrichtung (1) zuführbar ist, und mit einer Dosiereinheit (10A, 10B), die einen Zylinder (12A, 12B) zur Aufnahme des der Leitung (27A, 27B) zuzuführenden Beschichtungs- oder Spülmaterials enthält, in dem ein Kolben von einem gesteuerten Antrieb zum Befüllen oder Entleeren des Zylinders (12A, 12B) mit einer vorbestimmten Menge des Materials bewegbar ist, wobei das Beschichtungsmaterial insbesondere mit der von dem Kolbenantrieb bewirkten genauen Dosierung appliziert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein den Druck des in dem Zylinder (12A, 12B) der Dosiereinheit (10A, 10B) befindlichen oder dem Zylinder zugeführten oder entnommenen Beschichtungs- und Spülmaterials messender Drucksensor (DSA, DSB) vorgesehen ist, der ein dem Druck entsprechendes Messsignal erzeugt, und dass eine Einrichtung vorgesehen ist, mit der in Abhängigkeit von dem Messsignal des Drucksensors (DSA, DSB) ein oder mehrere Betriebsparameter der Beschichtungsanlage überwacht und/oder gesteuert werden.
 12. Versorgungssystem nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben der Dosiereinheit (10A, 10B) über einen Spindeltrieb oder ein anderes Getriebe von einem umsteuerbaren Servomotor angetrieben wird.
 13. Dosiereinheit (10A, 10B) für ein System nach Anspruch 11 oder 12 mit einem Zylinder (12A, 12B), einem von einem gesteuerten Motor angetriebenen oder antreibbaren Kolben und einem Anschluss für einen den Flüssigkeitsdruck in dem Zylinder (12A, 12B) messenden Drucksensor (DSA, DSB).
 14. Dosiereinheit nach Anspruch 13 mit mindestens einer angebauten Molchstation (8A, 28A, 8B, 28B).
 15. Dosiereinheit nach Anspruch 13 oder 14, deren Zy-

linder (12A, 12B) aus Keramikmaterial oder anderem Isolierwerkstoff mit einem Zug- und/oder Biegeelastizitätsmodul gebildet ist, der größer ist als 10 GPa.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

