



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 108 492.9**
(22) Anmeldetag: **29.05.2015**
(43) Offenlegungstag: **01.12.2016**

(51) Int Cl.: **B05B 7/14 (2006.01)**
B65G 53/28 (2006.01)

(71) Anmelder:
Gema Switzerland GmbH, St. Gallen, CH

(74) Vertreter:
**Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB, 86199 Augsburg, DE**

(72) Erfinder:
**Mauchle, Felix, Abtwil, CH; Vieli, Hanspeter,
Goldach, CH**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	196 11 533	B4
DE	199 59 473	A1
DE	10 2007 045 330	A1
DE	10 2007 046 806	A1
DE	10 2007 048 520	A1
DE	10 2013 205 895	A1
DE	10 2013 211 550	A1
EP	1 437 178	A2
EP	1 551 558	A1
EP	1 566 352	A2
EP	1 752 399	A1
WO	2004/ 087 331	A1
WO	2005/ 005 060	A2

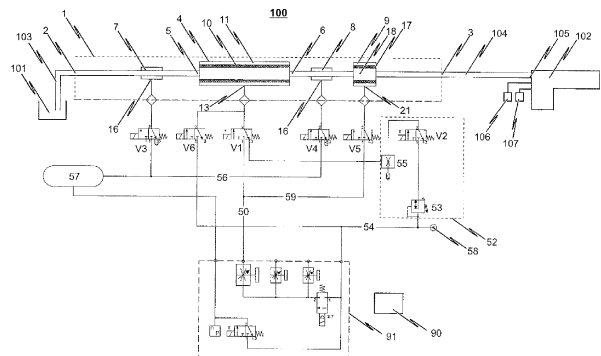
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben einer Pulverdichtstropmppe sowie Pulverdichtstropmppe**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Pulverdichtstropmppe (1) und ein Verfahren zum Betreiben einer Pulverdichtstropmppe (1) in einem Pulver-Fördermodus. Um auf einfache Weise Pulveransammlungen und Pulververstopfungen insbesondere an der Pulvereinlassseite der Pulverförderkammer (4) der Pulverdichtstropmppe (1), und hier im Bereich des Pulvereinlassventils (7) zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass während einer vorab festlegbaren oder festgelegten Zeitperiode in mindestens einer Ausstoßphase und vorzugsweise am zeitlichen Ende der Ausstoßphase eines Pulverzyklus mindestens eine der folgenden Bedingungen vorliegt:

- das Pulvereinlassventil (7) der Pulverdichtstropmppe (1) ist geöffnet;
- das Pulverauslassventil (8) der Pulverdichtstropmppe (1) ist geschlossen; und/oder
- die Beaufschlagung der Pulverförderkammer (4) der Pulverdichtstropmppe (1) mit Überdruck ist unterbrochen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Pulverdichtstrompumpe im Pulver-Fördermodus sowie eine entsprechende Pulverdichtstrompumpe.

[0002] Im Pulver-Fördermodus ist die Pulverdichtstrompumpe insbesondere ausgebildet, Pulver, insbesondere Beschichtungspulver, von einem ersten Pulverreservoir zu einem stromabwärts der Pulverdichtstrompumpe angeordneten zweiten Pulverreservoir oder einer stromabwärts der Pulverdichtstrompumpe angeordneten Pulversprühbeschichtungspistole oder dergleichen Einrichtung zum Versprühen von Beschichtungspulver zu fördern.

[0003] Hierzu weist die Pulverdichtstrompumpe mindestens eine und vorzugsweise genau eine Pulverförderkammer mit einem Pulvereinlass und einem Pulverauslass auf, wobei dem Pulvereinlass ein Pulvereinlassventil und dem Pulverauslass ein Pulverauslassventil zugeordnet ist, und wobei die Pulverförderkammer mindestens eine Luftaustauschöffnung aufweist zum wechselweisigen Beaufschlagen der Pulverförderkammer mit Überdruck (zum Zuführen von Transportdruckluft) oder Unterdruck (zum Ansaugen von Pulver). Im Pulver-Fördermodus der Pulverdichtstrompumpe wird abwechselnd während einer Ansaugphase Pulver, insbesondere Beschichtungspulver, von einem ersten Pulverreservoir in die Pulverförderkammer eingesaugt, und während einer anschließenden Ausstoßphase das zuvor in die Pulverförderkammer eingesaugte Pulver zu einem zweiten, stromabwärts der Pulverdichtstrompumpe angeordneten Pulverreservoir oder einer stromabwärts der Pulverdichtstrompumpe angeordneten Einrichtung zum Versprühen von Pulver ausgestoßen wird. Während der Ansaugphase ist das Pulvereinlassventil zumindest zeitweilig geöffnet und das Pulverauslassventil zumindest zeitweilig geschlossen, während die Pulverförderkammer zumindest zeitweilig mit Unterdruck beaufschlagt wird. Während der Ausstoßphase ist das Pulvereinlassventil zumindest zeitweilig geschlossen und das Pulverauslassventil zumindest zeitweilig geöffnet, während die Pulverförderkammer zumindest zeitweilig mit Überdruck beaufschlagt wird, um zumindest einen Teil der zum Fördern des Pulvers benötigten Transportdruckluft über die Pulverförderkammer in den Pulverweg einzuspeisen.

[0004] Pulverdichtstrompumpen (engl.: dense phase powder pumps) mit dieser Betriebsweise sind zumindest dem Prinzip nach aus dem Stand der Technik bekannt.

[0005] Beispielsweise betrifft die Druckschrift EP 1 551 558 A1 eine Pulverdichtstrompumpe, welche eine erste Pulverförderkammer und eine paral-

lel zur ersten Pulverförderkammer angeordnete zweite Pulverförderkammer aufweist. Die beiden Pulverförderkammern der aus diesem Stand der Technik bekannten Pulverdichtstrompumpe sind sowohl ansaugseitig als auch förderseitig jeweils durch eine mechanisch betätigte Quetschventilanordnung begrenzt.

[0006] Im Einzelnen ist dabei vorgesehen, dass im ansaugseitigen bzw. förderseitigen Bereich der Pulverdichtstrompumpe die mit den Pulverförderkammern der Pulverdichtstrompumpe verbundenen Pulverschläuche mit einem mechanisch betätigten Stempel deformierbar sind, um den Schlauchabschnitt bei Bedarf abzuquetschen bzw. zu öffnen. Jeder Pulverförderkammer, der aus diesem Stand der Technik bekannten Pulverdichtstrompumpe ist ein Filterrohr zugeordnet, welches den Umfang der entsprechenden Pulverförderkammer begrenzt. Das Filterrohr ist für Luft, jedoch nicht für Beschichtungspulver durchlässig und von einer Ringkammer umgeben, an die wechselweise Unterdruck oder Druckluft anschließbar ist. Dadurch kann in jede Pulverförderkammer wechselweise Beschichtungspulver eingesaugt oder mittels Druckluft aus der entsprechenden Pulverförderkammer ausgestoßen werden. Die beiden zueinander parallel angeordneten Pulverförderkammern werden wechselphasig betrieben, was bedeutet, dass eine der beiden Pulverförderkammern Beschichtungspulver durch den Pulvereinlass der Pulverdichtstrompumpe ansaugt, während die andere der beiden Pulverförderkammern eine zuvor in die Pulverförderkammer angesaugte Beschichtungspulverportion über den Pulverauslass der Pulverdichtstrompumpe abgibt.

[0007] Pulverdichtstrompumpen mit mehreren, insbesondere zwei parallel zueinander geschalteten Pulverförderkammern sind auch aus der Druckschrift WO 2005/005060 A2, der Druckschrift DE 199 59 473 A1 und der Druckschrift EP 1 752 399 A1 bekannt.

[0008] Die Verwendung von Pulverdichtstrompumpen zum Fördern von Beschichtungspulver zu entsprechenden Einrichtungen zum Versprühen von Beschichtungspulver, wie insbesondere Sprühbeschichtungspistolen, ist aus der Druckschrift DE 196 11 533 B4, der Druckschrift WO 2004/087331 A1 und der Druckschrift EP 1 566 352 A2 bekannt.

[0009] Bevor die Verwendung von Pulverdichtstrompumpen zur Förderung von Beschichtungspulver bekannt wurde, wurden als Injektoren ausgebildete Pulverpumpen verwendet, welche auch heute noch zur Förderung von Beschichtungspulver eingesetzt werden. Im Unterschied zur Pulverdichtstrompumpe der eingangs genannten Art weisen als Injektoren ausgebildete Pulverpumpen jedoch den Nachteil auf, dass

die mit als Injektoren ausgebildeten Pulverpumpen üblicherweise nur eine relativ geringe Menge an Beschichtungspulver pro Zeiteinheit fördern können.

[0010] Insofern haben sich Pulverdichtstrompumpen der eingangs genannten Art in der Praxis insbesondere für solche Anwendungen durchgesetzt, bei denen eine relativ große Menge an Beschichtungspulver pro Zeiteinheit zu fördern ist.

[0011] Die von einer Pulverdichtstrompumpe pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge ist insbesondere abhängig von der Größe (Volumen) der Förderkammer, von der Frequenz, mit welcher Beschichtungspulver in der Förderkammer eingesaugt und dann wieder abgegeben wird, von der Stärke des Vakuums, welches an die Pulverförderkammer angelegt wird, um in einer Ansaugphase Pulver aus einem Pulverreservoir in die Pulverförderkammer einzusaugen, von der Öffnungszeitdauer des Pulvereinlassventils während der Saugphase (Ansaug-Teilzyklus) und von den Strömungswiderständen in den Pulverleitungen stromaufwärts und insbesondere stromabwärts der Pulverdichtstrompumpe. Die Strömungswiderstände sind insbesondere von der Länge und dem Innenquerschnitt der Pulverleitungen, meistens Pulverschläuche, abhängig.

[0012] Die insbesondere während der Ausstoßphase über die Pulverförderkammer der Pulverdichtstrompumpe in den Pulverförderweg eingebrachte Transportdruckluft vermischt sich nur wenig mit dem zu fördernden Pulver, insbesondere Beschichtungspulver, und schiebt das Pulver vor sich her aus der Pulverförderkammer durch das Pulverauslassventil.

[0013] Im praktischen Gebrauch hat sich gezeigt, dass eine Pulverdichtstrompumpe, wie sie beispielsweise aus der Druckschrift EP 1 551 558 A1 bekannt ist, im Pulver-Fördermodus zu Verstopfungen neigt. Dies betrifft insbesondere die Pulvereinlassseite der Pulverdichtstrompumpe und hier das dort vorgesehene Pulvereinlassventil.

[0014] Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, im Pulver-Fördermodus einer Pulverdichtstrompumpe der eingangs genannten Art auf einfache Weise Pulveransammlungen und Pulververstopfungen insbesondere an der Pulvereinlassseite der Pulverförderkammer der Pulverdichtstrompumpe, und hier im Bereich des Pulvereinlassventils zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren. Dies soll insbesondere für solche Pulverarten gelten, die bei der Förderung zu Verklumpungen und/oder Anhaftungen neigen.

[0015] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Betreiben einer Pulverdichtstrompumpe gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1

bzw. durch eine Pulverdichtstrompumpe gemäß dem nebengeordneten Patentanspruch 13 gelöst.

[0016] Demnach wird insbesondere ein Verfahren zum Betreiben einer Pulverdichtstrompumpe im Pulver-Fördermodus vorgeschlagen, wobei die Pulverdichtstrompumpe mindestens eine und vorzugsweise genau eine Pulverförderkammer mit einem Pulvereinlass und einem Pulverauslass aufweist, wobei dem Pulvereinlass ein Pulvereinlassventil und dem Pulverauslass ein Pulverauslassventil zugeordnet ist. Die Pulverförderkammer weist mindestens eine Luftaustauschöffnung auf zum wechselweisen Beaufschlagen der Pulverförderkammer mit Überdruck (während einer Ausstoßphase) oder Unterdruck (während einer Ansaugphase). Im Pulver-Fördermodus wird während der Ansaugphase Pulver, insbesondere Beschichtungspulver, von einem ersten Pulverreservoir in die Pulverförderkammer eingesaugt und während einer an die Ansaugphase vorzugsweise unmittelbar anschließenden Ausstoßphase das zuvor eingesaugte Pulver zu einem zweiten, stromabwärts der Pulverdichtstrompumpe angeordneten Pulverreservoir oder einer stromabwärts der Pulverdichtstrompumpe angeordneten Einrichtung zum Versprühen von Pulver ausgestoßen.

[0017] Während der Ansaugphase ist das Pulvereinlassventil am Pulvereinlass der Pulverförderkammer zumindest zeitweilig geöffnet und das Pulverauslassventil am Pulverauslass der Pulverförderkammer zumindest zeitweilig geschlossen, während die Pulverförderkammer zumindest zeitweilig mit Unterdruck beaufschlagt wird, um so das Pulver aus dem ersten Pulverreservoir einsaugen zu können. Während der Ausstoßphase hingegen ist das Pulvereinlassventil am Pulvereinlass der Pulverförderkammer zumindest zeitweilig geschlossen und das Pulverauslassventil am Pulverauslass der Pulverförderkammer zumindest zeitweilig geöffnet, während die Pulverförderkammer zumindest zeitweilig mit Überdruck beaufschlagt wird, um so die zuvor in die Pulverförderkammer eingesaugte Pulvermenge über den Pulverauslass der Pulverförderkammer auszustoßen.

[0018] Um eine störende und somit unerwünschte Pulveransammlung (Pulveraggregation) und eine potentiell damit einhergehende Pulververstopfungen im Pulver-Fördermodus der Pulverdichtstrompumpe insbesondere beim Pulvereinlassventil der Pulverförderkammer wirksam verhindern zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass während einer vorab festgelegten oder festlegbaren Zeitperiode mindestens einer Ausstoßphase einer Vielzahl von Pumpenzyklen, und vorzugsweise am zeitlichen Ende einer jeden Ausstoßphase mindestens eine der folgenden Bedingungen vorliegt:

- i) das Pulvereinlassventil ist geöffnet;
- ii) das Pulverauslassventil ist geschlossen; und/oder
- iii) die Beaufschlagung der Pulverförderkammer mit Überdruck ist unterbrochen.

[0019] Auf diese Weise wird erreicht, dass während der Ausstoßphase, und insbesondere am Ende der Ausstoßphase eine Reinigung und/oder Rückspülung des Ansaugbereiches der Pulverdichtstrompumpe erfolgt. Insbesondere wird durch das Betätigen des Pulvereinlassventils und/oder des Pulverauslassventil bewirkt, dass sich kein oder nur eine sehr geringe Menge an Pulver im Ansaugbereiches der Pulverdichtstrompumpe absetzen kann, da durch die Ventilbetätigung auch ein Impuls an das Pulver abgegeben und so eine Akkumulation von Pulverpartikeln verhindert wird.

[0020] Wenn beispielsweise zusätzlich zu einer Ventilbetätigung auch noch Transportdruckluft in die Pulverförderkammer eingeleitet wird (durch Anlegen eines entsprechenden Überdruckes an der Pulverförderkammer), kann erreicht werden, dass auf der Pulvereingangseite des Pulvereinlassventils ggf. vorhandene Pulverpartikel in die Pulverzufuhrleitung (Pulveransaugleitung) zurückgespült werden. Damit wird eine Pulveraggregation und damit einhergehende Verstopfung insbesondere des Pulvereinlassventils noch besser vermieden oder zumindest reduziert.

[0021] Wenn während der vorab festgelegten oder festlegbaren Zeitperiode der Ausstoßphase, welche vorzugsweise am zeitlichen Ende des Ausstoßphase liegt, nur das Pulvereinlassventil geöffnet ist (Bedingung i) findet eine „sanfte“ Rückspülung aufgrund des Systemegendruckes statt. Insbesondere verhindert auch die Ventilbetätigung wirksam eine Akkumulation und Aggregation von Pulverpartikeln.

[0022] Wenn vorzugsweise zusätzlich hierzu das Pulverauslassventil zumindest zeitweilig während der vorab festgelegten oder festlegbaren Zeitperiode geschlossen ist, erfolgt eine Umleitung der während der Ausstoßphase in die Pulverförderkammer aufgrund der Beaufschlagung mit Überdruck eingeleiteten Transportdruckluft. Dies verstärkt die Rückspülung und führt somit zu einem verbesserten Reinigungseffekt.

[0023] Vorzugsweise ist die Zeitperiode, während welcher mindestens eine der genannten Bedingungen i) bis iii) vorliegt, einstellbar und zwar insbesondere individuell und unabhängig für alle Bedingungen i) bis iii). Dadurch kann durch entsprechende Variation der den Bedingungen i) bis iii) zugeordneten Zeitperioden die Intensität des Einflusses der entsprechenden Bedingungen erhöht werden. Dies ermöglicht eine individuelle Anpassung des Pulverförderverfahrens an unterschiedliche Pulverarten.

[0024] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben einer Pulverdichtstrompumpe im Pulver-Fördermodus sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0025] Die Erfindung betrifft ferner eine Pulverdichtstrompumpe zum Fördern von Beschichtungspulver von einem ersten Pulverreservoir zu einem zweiten stromabwärts angeordneten Pulverreservoir oder einer stromabwärts angeordneten Pulversprühbeschichtungspistole oder dergleichen Einrichtung zum Versprühen von Beschichtungspulver. Die Pulverdichtstrompumpe weist mindestens eine und vorzugsweise genau eine einzige Pulverförderkammer mit einem Pulvereinlass und einem Pulverauslass auf, wobei dem Pulvereinlass ein Pulvereinlassventil und dem Pulverauslass ein Pulverauslassventil zugeordnet ist. Die Pulverförderkammer der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe weist mindestens eine Luftaustauschöffnung auf, über welche die Pulverförderkammer wechselseitig mit Überdruck oder Unterdruck beaufschlagt werden kann. Darüber hinaus ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, welche ausgelegt ist, das Pulvereinlassventil, das Pulverauslassventil und/oder eine Einrichtung zum Anlegen eines Unterdruckes bzw. Überdruckes an der Pulverförderkammer derart anzusteuern, dass das erfindungsgemäße Pulverförderverfahren realisiert wird bzw. realisierbar ist..

[0026] Vorzugsweise sind bei der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe der Pulverauslass und das Pulverauslassventil bzw. der Pulvereinlass und das Pulvereinlassventil von der einzigen Pulverförderkammer oder von jeder Pulverförderkammer derart angeordnet, dass sich ihr Pulverdurchgangskanal in Kammerlängsrichtung erstreckt, vorzugsweise axial zur Kammermittellinie.

[0027] Das Pulvereinlassventil und das Pulverauslassventil, welches gemäß der Erfindung verwendet wird, sind vorzugsweise Quetschventile. Bei ihnen wird der Ventilkanal durch einen flexiblen, elastischen Schlauch gebildet, welcher zum Schließen des Ventils radial zusammendrückbar ist, entweder durch ein mechanisches Element oder durch den Druck von Druckluft in einer Pneumatikkammer, welche den Schlauch auf seiner Außenseite umgibt.

[0028] Gemäß einem zusätzlichen Aspekt der Erfindung ist vorgesehen, dass das erfindungsgemäße Verfahren den Verfahrensschritt des Bereitstellens einer Pulverdichtstrompumpe der zuvor genannten Art, und den Verfahrensschritt des Durchführens eines bestimmten Betriebszyklus aufweist, wobei dieser bestimmte Betriebszyklus folgende Zyklusschritte umfasst:

- a) Erzeugen eines Unterdruckes in der vorzugsweise einzigen Pulverförderkammer der Pulverdichtstrompumpe zum Einsaugen von Beschichtungspulver in die Pulverförderkammer durch ein geöffnetes Pulvereinlassventil der Pulverdichtstrompumpe, während das Pulverauslassventil der Pulverdichtstrompumpe geschlossen ist;
- b) Verschließen des Pulvereinlassventils und Öffnen des Pulverauslassventils;
- c) Einleiten von Druckgas in die Pulverförderkammer zum Abgeben des Beschichtungspulvers aus der Pulverförderkammer durch das offene Pulverauslassventil, während das Pulvereinlassventil geschlossen ist; und
- d) Verschließen des Pulverauslassventils und Öffnen des Pulvereinlassventils.

[0029] Erfindungsgemäß ist bei dem Verfahren vorgesehen, dass beim Zyklusschritt a) oder beim Wechsel vom Zyklusschritt d) zum Zyklusschritt a) an mindestens einer Stelle in den Pulverweg nach dem Pulverauslassventil Zusatzdruckluft als zusätzliche Transportdruckluft eingespeist wird.

[0030] Die Erfindung betrifft auch eine Pulversprühbeschichtungsvorrichtung, welche eine Pulverdichtstrompumpe der Erfindung aufweist.

[0031] Gemäß einem weiteren erfinderischen Gedanken ist in dem Pulverströmungsweg stromaufwärts oder stromabwärts der Pulverdichtstrompumpe mindestens ein Strömungswiderstand angeordnet, vorzugsweise eine bzgl. des Strömungswiderstandes veränderbare Strömungsdrossel. Dieser erfinderische Gedanke hat den Vorteil, dass auch kleine Pulverströmungsmengen pro Zeiteinheit mit relativ guter Einhaltung eines Sollwertes von der Pulverdichtstrompumpe gefördert werden können. Der Grund liegt darin, dass der Strömungswiderstand die Pulverströmungsmenge pro Zeiteinheit reduziert, auch wenn dadurch die Transportdruckluftströmungsmenge pro Zeiteinheit auf einem so hohen Wert gehalten wird, dass eine Pulverförderung in der Pulverdichtstrompumpe und stromabwärts von ihr sichergestellt ist, ohne dass in größeren Umfang nachteilige Pulverablagerungen im Pulverweg entstehen.

[0032] Die Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen anhand einer bevorzugten exemplarischen Ausführungsform beschrieben.

[0033] In den Zeichnungen zeigen:

[0034] Fig. 1 eine Längsschnittdarstellung entlang des Pulverweges durch eine exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe; und

[0035] Fig. 2 ein zeitliches Ablaufdiagramm zur Verdeutlichung einer exemplarischen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Pulverförderverfahrens.

[0036] Nachfolgend werden unter Bezugnahme auf die Darstellungen in den Fig. 1 und Fig. 2 exemplarische Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe bzw. des erfindungsgemäßen Pulverförderverfahrens beschrieben.

[0037] Im Einzelnen ist in Fig. 1 schematisch eine exemplarische Ausführungsform einer Pulversprühbeschichtungsvorrichtung **100** dargestellt, in welcher eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** zum Fördern von Pulver (hier: Beschichtungspulver) von einem ersten Pulverreservoir **101** zu einer stromabwärts von der Pulverdichtstrompumpe **1** angeordneten Pulversprühbeschichtungspistole **102** zum Einsatz kommt. Anstelle der Pulversprühbeschichtungspistole **102** kann auch eine andere Einrichtung zum Versprühen von Beschichtungspulver auf ein zu beschichtendes Objekt oder ein zweites Pulverreservoir zum Einsatz kommen.

[0038] Wie in Fig. 1 schematisch dargestellt, weist die dort zum Einsatz kommende exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** einen Pulvereinlass **2** auf, der mit Hilfe einer Pulverleitung **103**, insbesondere mit Hilfe eines Ansaugrohres oder dergleichen, strömungsmäßig mit einem ersten Pulverreservoir **101** verbunden oder verbindbar ist. Am entgegengesetzten Endbereich der Pulverdichtstrompumpe **1** ist ein Pulverauslass **3** vorgesehen, welcher mit Hilfe einer Pulverleitung **104**, insbesondere mit Hilfe eines Pulverschlauches, mit einem Beschichtungspulvereinlass **105** einer Pulversprühbeschichtungspistole **102** verbunden bzw. verbindbar ist.

[0039] Im Einzelnen sind bei der in Fig. 1 schematisch dargestellten, exemplarischen Ausführungsform sowohl der Pulvereinlass **2** als auch der Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** jeweils als Schlauchanschlussstutzen ausgebildet, an den die entsprechende Pulverleitung **103** bzw. **104** aufsteckbar und mit einer Schlauchklemme fixierbar ist. Selbstverständlich kommen aber auch andere Ausführungsformen für den Pulvereinlass **2** bzw. den Pulverauslass **3** in Frage.

[0040] Die in Fig. 1 schematisch gezeigte Pulverdichtstrompumpe **1** ist als Ein-Kammer-Pulverdichtstrompumpe ausgebildet, wobei zur Förderung von Beschichtungspulver von dem ersten Pulverreservoir **101** zu der Pulversprühbeschichtungspistole **102** bzw. zu einer anderen Einrichtung zur Sprühbeschichtung von Gegenständen oder zu einem weiteren Pulverreservoir nur eine einzige Pulverförderkammer **4** vorgesehen ist.

[0041] Allerdings ist die Erfindung nicht auf eine solche als Ein-Kammer-Pulverdichtstrompumpe ausgebildete Pulverdichtstrompumpe beschränkt. Vielmehr sind die erfindungsgemäßen Lehren auch bei einer Mehr-Kammer-Pulverdichtstrompumpe anwendbar, wie etwa bei einer Pulverdichtstrompumpe, wie sie beispielsweise aus der Druckschrift EP 1 551 558 A1 bekannt ist

[0042] Bei der exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** gemäß **Fig. 1** weist die (einzige) Pulverförderkammer **4** an einem ersten Endbereich einen Pulvereinlass **5** auf, welcher in Richtung des Pulvereinlasses **2** der Pulverdichtstrompumpe **1** zeigt. Ferner weist die Pulverförderkammer **4** einen in Richtung des Pulverauslasses **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** zeigenden Pulverauslass **6** auf. Am Pulvereinlass **5** der Pulverförderkammer **4** ist unmittelbar angrenzend ein Pulvereinlassventil **7** angeordnet, und zwar derart, dass dieses Pulvereinlassventil **7** zwischen dem Pulvereinlass **5** der Pulverförderkammer **4** und dem Pulvereinlass **2** der Pulverdichtstrompumpe **1** liegt. In gleicher Weise ist unmittelbar angrenzend an den Pulverauslass **6** der Pulverförderkammer **4** ein Pulverauslassventil **8** angeordnet.

[0043] Im Unterschied zu dem Pulvereinlassbereich der Pulverdichtstrompumpe **1** ist am Pulverauslassbereich der Pulverdichtstrompumpe **1** das Pulverauslassventil **8** jedoch nicht unmittelbar zwischen dem Pulverauslass **6** der Pulverförderkammer und dem Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** angeordnet; vielmehr ist zwischen dem Pulverauslassventil **8** und dem Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** noch eine Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** angeordnet.

[0044] Wie es anschließend näher beschrieben wird, dient diese Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** zum bedarfsweisen Einspeisen von zusätzlicher Transportdruckluft in den Pulverweg zwischen dem Pulverauslassventil **8** und dem Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1**.

[0045] An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass es nicht zwingend erforderlich ist, überhaupt eine Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** vorzusehen bzw. die ggf. vorgesehene Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** zwischen dem Pulverauslassventil **8** und dem Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** anzuordnen.

[0046] Sollte jedoch eine Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** vorgesehen sein, so ist anzumerken, dass die mit dieser Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** erzielbaren Effekte, die nachfolgend näher beschrieben werden, sich auch dann realisieren, lassen wenn die Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** hinter

dem Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** angeordnet ist.

[0047] Obwohl in **Fig. 1** nicht dargestellt, ist bei vorteilhaften Realisierungen der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** zwischen der Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** und dem Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** noch ein weiteres Ventil, insbesondere Quetschventil vorgesehen, welches dann die Funktion des Pulverauslassventils übernimmt, da es unmittelbar am Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** angeordnet ist.

[0048] Wie es insbesondere aber der Darstellung in **Fig. 1** entnommen werden kann, liegen der Pulvereinlass **2** der Pulverdichtstrompumpe **1**, das Pulvereinlassventil **7**, der Pulvereinlass **5** der Pulverförderkammer **4**, die Pulverförderkammer **4**, der Pulverauslass **6** der Pulverförderkammer **4**, die (bei dieser exemplarischen Ausführungsform vorgesehene) Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** sowie der Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** entlang einer gemeinsamen Längsachse.

[0049] Mit anderen Worten, bei der in **Fig. 1** schematisch gezeigten, exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** ist der Pulvereinlass **2** der Pulverdichtstrompumpe **1** am entgegengesetzten Ende des Pulverauslasses **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** vorgesehen.

[0050] Nachfolgend werden der Aufbau und die Funktionsweise insbesondere der einzigen Pulverförderkammer **4** der in **Fig. 1** dargestellten exemplarischen Ausführungsform der Pulverdichtstrompumpe **1** näher beschrieben.

[0051] Wie es der Längsschnittdarstellung in **Fig. 1** entnommen werden kann, ist die Pulverförderkammer **4** zwischen ihrem Pulvereinlass **5** und ihrem Pulverauslass **6** durch die zylindrische Wand eines rohrartigen Filters **10** gebildet, welche für Luft, jedoch nicht für Beschichtungspulver durchlässig ist und beispielsweise aus Sintermaterial bestehen kann. Der als Filterrohr ausgebildete Filter **10** ist von einer Zwischenkammer **11** umgeben, die auf ihren Außenseite von einem Gehäuse **12** der Pulverförderkammer **4** begrenzt ist.

[0052] Durch das Gehäuse **12** mündet eine Luftaustauschöffnung **13**, welche strömungsmäßig an ein Steuerventil V1 angeschlossen ist. Über das Steuerventil V1 ist die Pulverförderkammer **4** wechselweise mit Transportdruckluft aus einer Druckluftversorgungsleitung **50** versorgbar oder mit Vakuum bzw. Unterdruck einer Vakuumquelle **52** beaufschlagbar.

[0053] Bei der in **Fig. 1** schematisch dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pulversprühbeschichtungsvorrichtung **100** weist die Va-

kuumquelle **52** einen Injektor **55** auf, welchem Injektordruckluft von einer Druckluftversorgungsleitung **54** bzw. einer Druckluftquelle **58**, beispielsweise über einen Druckregler **53** und ein weiteres Steuerventil V2, zugeführt werden.

[0054] Um während einer Saugphase der Pulverdichtstrompumpe **1** über den Pulvereinlass **2** der Pulverdichtstrompumpe **1** aus dem ersten Pulverreservoir **101** Pulver, insbesondere Beschichtungspulver, in die Pulverförderkammer **4** einsaugen zu können, wird das am Pulverauslass **6** der Pulverförderkammer **4** angeordnete Pulverauslassventil **8** geschlossen und das zwischen dem Pulvereinlass **2** der Pulverdichtstrompumpe **1** und dem Pulvereinlass **5** der Pulverförderkammer **4** angeordnete Pulvereinlassventil **7** geöffnet.

[0055] Gleichzeitig mit dem Betätigen des Pulverauslassventils **8** und des Pulvereinlassventils **7** oder unmittelbar anschließend daran wird über das Steuerventil V1 und der damit verbundenen Luftaustauschöffnung **13** die Pulverförderkammer **4** mit der Vakuumquelle **52** verbunden, so dass in der Pulverförderkammer **4** ein Unterdruck anliegt und Beschichtungspulver aus dem ersten Pulverreservoir **101** eingesaugt werden kann.

[0056] Nach dem Einsaugen von Beschichtungspulver in die Pulverförderkammer **4** erfolgt ein Wechsel von der Saugphase zu der Ausstoßphase von Pulver, insbesondere Beschichtungspulver, aus der Förderkammer **4**. Hierzu wird das Pulvereinlassventil **7** geschlossen und das Pulverauslassventil **8** geöffnet, während das Steuerventil V1 eine strömungsmäßige Verbindung der Luftaustauschöffnung **13** mit der Druckluftversorgungsleitung **50** bereitstellt, so dass die während der Saugphase in die Pulverförderkammer **4** zuvor eingesaugte Pulverportion mittels der über die Luftaustauschöffnung **13** zugeführten Transportdruckluft durch das offene Pulverauslassventil **8** ausgestoßen wird.

[0057] Gemäß der Erfindung ist eine Steuereinrichtung **90** vorgesehen, welche ausgebildet ist, bei beispielsweise der in **Fig. 1** schematisch dargestellten Pulverdichtstrompumpe **1** das dem Pulvereinlassventil **7** zugeordnete Ventil V3, das dem Pulverauslassventil **8** zugeordnete Ventil V4, die der Pulverförderkammer **4** zugeordneten Ventile V1 und V6, das der Überdruckluft-Einlassvorrichtung **9** zugeordnete Ventil V5 und/oder das dem Injektor **55** zugeordnet Ventil V2 gemäß einem vorab festgelegten oder festlegbaren Programmablauf anzusteuern.

[0058] Eine exemplarische Ausführungsform für solch einen Programmablauf wird später im Zusammenhang mit dem in **Fig. 2** gezeigten Ablaufdiagramm beschrieben.

[0059] Gemäß einem weiteren, vorteilhaften Aspekt der Erfindung ist die Steuereinrichtung **90** derart ausgebildet, dass die Pulsfrequenz der der Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** zugeführten Zusatzdruckluft in Abhängigkeit von der Pulverabgabefrequenz der Pulverförderkammer **4** nach mindestens einer der folgenden Arten einstellbar ist: beispielsweise manuell einstellbar ist und/oder vorzugsweise automatisch steuerbar oder vorzugsweise regelbar ist. In vorteilhafter Weise kann dadurch die Zusatzdruckluft-Pulsfrequenz mit zunehmender Pulverabgabefrequenz erhöht und mit abnehmender Pulverabgabefrequenz reduziert werden.

[0060] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Steuereinrichtung **90** in vorteilhafter Weise derart ausgebildet sein, dass mittels ihr die pro Zeiteinheit durch die Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** hindurchströmende Zusatzdruckluftmenge in Abhängigkeit von der geförderten Pulvermenge nach mindestens einer der folgenden Arten einstellbar ist: beispielsweise manuell einstellbar ist und/oder vorzugsweise automatisch steuerbar oder vorzugsweise regelbar ist.

[0061] Die Steuereinrichtung **90** der Pulverdichtstrompumpe **1** bzw. der Pulversprühbeschichtungsvorrichtung **100** kann zur genannten Einstellung der Zusatzdruckluft-Pulsfrequenz oder zu der genannten Einstellung der Zusatzdruckluftmenge, oder für beide Einstellungen ausgebildet sein. Die Steuereinrichtung **90** kann alle Steuerelemente enthalten oder es können zwei oder mehr Steuereinrichtungen vorgesehen werden. Falls es erwünscht ist, die Zusatzdruckluft-Pulsfrequenz oder die Zusatzdruckluft-Strömungsmenge manuell einzustellen, kann hierfür jeweils ein manuelles Einstellelement vorgesehen werden.

[0062] Wie bereits angedeutet, ist das Pulvereinlassventil **7** und das Pulverauslassventil **8** der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** jeweils vorzugsweise als Quetschventil (engl.: pinch valve) ausgeführt, da sich in Quetschventilen weniger Beschichtungspulver ablagern kann als in anderen Ventiltypen, und weil sich Pulverablagerungen durch die Luftströmung in ihnen leicht reinigen lassen.

[0063] Quetschventile sind mittels Druckluft oder mittels Unterdruck steuerbare Ventile. Vom Prinzip her sind jedoch auch andere steuerbare Ventile verwendbar. Ferner besteht auch die Möglichkeit, anstelle von steuerbaren Ventilen selbsttätige Ventile zu verwenden, beispielsweise Kugelventile oder Klappenventile, welche durch den Differenzdruck zwischen der Ventileinlassseite und der Ventilauslassseite und damit automatisch von dem Überdruck und Unterdruck gesteuert werden, welcher in der Pulverförderkammer **4** herrscht.

[0064] Zur Steuerung des Betriebes der Pulverdichtstrompumpe **1** kommt die bereits erwähnte Steuereinrichtung **90** zum Einsatz, welche in **Fig. 1** schematisch angedeutet ist. Die Steuereinrichtung **90** ist insbesondere ausgebildet, die einzelnen ansteuerbaren Komponenten der Pulverdichtstrompumpe **1**, insbesondere die Steuerventile V1, V2, V3, V4 und V5, geeignet anzusteuern und deren Betätigung zu koordinieren.

[0065] Bei der in **Fig. 1** schematisch dargestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** bzw. Pulversprühbeschichtungsvorrichtung **100** ist noch ein weiteres Steuerventil V6 vorgesehen, über welches in einem Reinigungszyklus der Pulverdichtstrompumpe **1** die Pulverförderkammer **4** mit Hochdruck beaufschlagbar ist.

[0066] Die Steuereinrichtung **90** ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass diese zur Vorbereitung der Saugphase der Pulverförderkammer **4** das Steuerventil V4 öffnet, so dass die in dem Druckspeicher **57** bzw. von der Druckluftquelle **58** bereitgestellte Druckluft über die Druckluftversorgungsleitung **56** und der Luftaustauschöffnung **16** in die Druckkammer des als Quetschventil ausgebildeten Pulverauslassventils **8** geleitet wird. Als Folge hiervon wird der flexible elastische Schlauch des als Quetschventil ausgebildeten Pulverauslassventils **8** zusammengequetscht, infolgedessen der von dem flexiblen elastischen Schlauch bereitgestellte Pulverweg durch das Pulverauslassventil **8** geschlossen wird.

[0067] Mit dem Schließen des Pulverauslassventils **8** wird mit Hilfe der Steuereinrichtung **90** die in dem Gehäuse **12** der Pulverförderkammer **4** vorgesehene Luftaustauschöffnung **13** strömungsmäßig mit der Vakuumquelle **52** verbunden, um im Inneren der Pulverförderkammer **4** einen Unterdruck zu erzeugen, so dass Beschichtungspulver über den Pulvereinlass **2** der Pulverdichtstrompumpe **1** und das (geöffnete) Pulvereinlassventil **7** sowie den Pulvereinlass **5** der Pulverförderkammer **4** in die Pulverförderkammer **4** eingesaugt werden kann.

[0068] Gemäß bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung wird zum Initiieren der Saugphase der Pulverdichtstrompumpe **1** von der Steuereinrichtung **90** ein Steuersignal zum Erzeugen des Unterdruckes in der Pulverförderkammer **4** frühestens gleichzeitig wie, oder vorzugsweise um eine vorbestimmte Verzögerungszeit später als ein Steuersignal zum Öffnen des Pulvereinlassventils **7** erzeugt, so dass der Aufbau des Unterdruckes in der Pulverförderkammer **4** frühestens gleichzeitig mit dem Öffnen des Pulvereinlassventils **7** beginnt, vorzugsweise um die genannte vorbestimmte Verzögerungszeit später als das Öffnen des Pulvereinlassventils **7**. Die vorbestimmte Verzögerungszeit liegt vorzugsweise im Be-

reich zwischen 0 ms und 50 ms bei einem Förderzyklus der Pulverförderkammer **4** von ungefähr 200 ms.

[0069] Dadurch wird erreicht, dass der Unterdruck in der Pulverförderkammer **4** einer Öffnungsbewegung des Pulvereinlassventils **7**, insbesondere wenn dieses ein Quetschventil ist, mindestens zum Zeitpunkt des Beginns der Öffnungsbewegung des Pulvereinlassventils **7**, weniger stark entgegenwirkt als beim Stand der Technik, wo in der Regel bereits vor dem Öffnen des Pulvereinlassventils in der entsprechenden Pulverförderkammer eine Druckabsenkung stattfindet.

[0070] Anschließend wird das Steuerventil V3 strömungsmäßig mit der Druckluftversorgungsleitung **56** verbunden, infolgedessen ein Überdruck in der Druckkammer **15.1** des als Quetschventil ausgebildeten Pulvereinlassventils **7** angelegt wird, der ein Zusammenquetschen des flexiblen elastischen Schlauches des als Quetschventil ausgebildeten Pulvereinlassventils **7** bewirkt. Auf diese Weise wird das Pulvereinlassventil **7** geschlossen.

[0071] Das Steuerventil V4 schaltet die Luftaustauschöffnung **17** der Druckkammer des als Quetschventil ausgebildeten Pulverauslassventils **8** drucklos bzw. entlüftet die Druckkammer. Aufgrund der Elastizität des Schlauches des als Quetschventil ausgebildeten Pulverauslassventils **8** geht dieses dann unmittelbar in seinen geöffneten Zustand über.

[0072] In diesem Augenblick oder unmittelbar danach wird mit Hilfe der Steuereinrichtung **90** das Steuerventil V1 derart geschaltet, dass die in dem Gehäuse **12** der Pulverförderkammer **4** ausgebildete Luftaustauschöffnung **13** strömungsmäßig mit der Druckluftquelle **58** verbunden wird. Die Druckluft strömt dann über die Druckluftversorgungsleitung **50**, das Steuerventil V1, die Zwischenkammer **11** und das Filterelement **10** in die Pulverförderkammer **4** und treibt die zuvor eingesaugte Pulverportion aus den Pulverauslass **6** der Pulverförderkammer **4** aus.

[0073] Mit Hilfe der über die Druckluftversorgungsleitung **50** in die Pulverförderkammer **4** eingespeisten Transportdruckluft wird die Pulverportion weiter durch das geöffnete Pulverauslassventil **8**, den Filterrohrkanal **18** der Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** und den Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** transportiert.

[0074] Die Steuereinrichtung **90** ist insbesondere auch ausgelegt, um über die Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** pulsweise Zusatz-Transportdruckluft in den Pulverweg zwischen dem Pulverauslassventil **8** und dem Pulverauslass **3** der Pulverdichtstrompumpe **1** einzuspeisen. Hierbei hat es sich als Vorteil erwiesen, wenn die über die Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** pulsweise in den Pulverweg

eingespeiste Zusatz-Transportdruckluft immer während der gesamten oder während einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Teilperiode der Saugphase der Pulverförderkammer **4** eingespeist wird, um auf diese Weise wirksam Pulsationen in dem von der Pulverdichtstrompumpe **1** abgegebenen Pulverstrom zu vermeiden bzw. zu minimieren.

[0075] Im Einzelnen ist zu diesem Zweck die Steuereinrichtung **90** ausgeführt, die Luftaustauschöffnung **21** der Druckluftkammer **19** der Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung **9** immer dann mit der Druckluftquelle **58** strömungsmäßig zu verbinden, wenn das Pulverauslassventil **8** geschlossen ist.

[0076] Um während der Pulverförderung (im Pulverfördermodus der Pulverdichtstrompumpe **1**) insbesondere auch bei Pulverarten, die dazu neigen, zu verklumpen bzw. zu Verstopfungen zu führen, wirksam eine Pulveraggregation und eine möglicherweise damit einhergehende Verstopfung des Pulvereinlassventils **7** verhindern oder zumindest die Gefahr einer Verstopfung reduzieren zu können, ist bei der exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** vorgesehen, dass während einer vorab festgelegten oder festlegbaren Zeitperiode in mindestens einer Ausstoßphase einer Vielzahl von Pumpenzyklen, und vorzugsweise am zeitlichen Ende einer jeden Ausstoßphase mindestens eine der folgenden Bedingungen vorliegt:

- i) das Pulvereinlassventil **7** ist geöffnet;
- ii) das Pulverauslassventil **8** ist geschlossen; und/oder
- iii) die Beaufschlagung der Pulverförderkammer **4** mit Überdruck ist unterbrochen.

[0077] Auf diese Weise wird erreicht, dass während der Ausstoßphase, und insbesondere am Ende der Ausstoßphase eine Reinigung und/oder Rückspülung des Ansaugbereiches der Pulverdichtstrompumpe **1** erfolgt. Insbesondere wird durch das Betätigen des Pulvereinlassventils **7** und/oder des Pulverauslassventils **8** bewirkt, dass sich kein oder nur eine sehr geringe Menge an Pulver im Ansaugbereiches der Pulverdichtstrompumpe **1** absetzen kann, da durch die Ventilbetätigung auch ein Impuls an das Pulver abgegeben und so eine Akkumulation von Pulverpartikeln verhindert wird.

[0078] Wenn beispielsweise zusätzlich zu einer Ventilbetätigung auch noch Transportdruckluft in die Pulverförderkammer **4** eingeleitet wird (durch Anlegen eines entsprechenden Überdruckes an der Pulverförderkammer **4**), kann erreicht werden, dass auf der Pulvereingangseite des Pulvereinlassventils ggf. vorhandene Pulverpartikel in die Pulverzufuhrleitung (Pulveransaugleitung) zurückgespült werden. Damit wird eine Pulveraggregation und damit einhergehende Verstopfung insbesondere des Pulverein-

lassventils noch besser vermieden oder zumindest reduziert.

[0079] Wenn während der vorab festgelegten oder festlegbaren Zeitperiode der Ausstoßphase, welche vorzugsweise am zeitlichen Ende der Ausstoßphase liegt, nur das Pulvereinlassventil geöffnet ist (Bedingung i) findet eine „sanfte“ Rückspülung aufgrund des Systemgedruckes statt. Insbesondere verhindert auch die Ventilbetätigung wirksam eine Akkumulation und Aggregation von Pulverpartikeln.

[0080] Wenn vorzugsweise zusätzlich hierzu das Pulverauslassventil zumindest zeitweilig während der vorab festgelegten oder festlegbaren Zeitperiode geschlossen ist, erfolgt eine Umleitung der während der Ausstoßphase in die Pulverförderkammer aufgrund der Beaufschlagung mit Überdruck eingeleiteten Transportdruckluft. Dies verstärkt die Rückspülung und führt somit zu einem verbesserten Reinigungseffekt.

[0081] Diese Rückspülung findet vorzugsweise am Ende einer jeden Ausstoßphase von Beschichtungspulver aus der Pulverförderkammer **4** statt. Denkbar in diesem Zusammenhang ist es aber auch, dass die Rückspülung nicht bei jeder Ausstoßphase, sondern nur bedarfsweise oder zyklisch, insbesondere manuell veranlasst, erfolgt.

[0082] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf das zeitliche Ablaufdiagramm gemäß **Fig. 2** eine exemplarische Ausführungsform des erfindungsgemäßen Förderverfahrens näher beschrieben, welches beispielsweise mit Hilfe der Steuereinrichtung **90** bei der in **Fig. 1** schematisch dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** realisierbar ist.

[0083] Im Einzelnen ist in dem Ablaufdiagramm gemäß **Fig. 2** schematisch dargestellt, wie bei einer exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung mit Hilfe einer Steuereinrichtung **90** bei beispielsweise der in **Fig. 1** schematisch dargestellten Pulverdichtstrompumpe **1** das dem Pulvereinlassventil **7** zugeordnete Ventil **V3**, das dem Pulverauslassventil **8** zugeordnete Ventil **V4**, die der Pulverförderkammer **4** zugeordneten Ventile **V1** und **V6**, das der Überdruckluft-Einlassvorrichtung **9** zugeordnete Ventil **V5** und das dem Injektor **55** zugeordnet Ventil **V2** angesteuert werden.

[0084] Das Ablaufdiagramm zeigt dabei einen Pumpenzyklus bestehend aus einer Saugphase (Ansaug-Halbzyklus) und einer anschließenden Ausstoßphase (Ausstoß-Halbzyklus).

[0085] Bei der exemplarischen Ausführungsform sind die Zeitdauer der Ansaugphase und die Zeitdauer der Ausstoßphase gleich bzw. im Wesentlichen

gleich. Selbstverständlich ist es aber auch denkbar, für die Ansaugphase und die Ausstoßphase unterschiedliche Zeitdauern zu wählen.

[0086] Um auch bei einer Pulverdichtstrompumpe **1**, die – wie in **Fig. 1** schematisch angedeutet – nur eine einzige Pulverförderkammer **4** aufweist, Pulsationen im abgegebenen Pulverstrom zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren, sollte die Ansaugphase und die Ausstoßphase vorzugsweise jeweils nicht länger als 250 ms betragen. Insbesondere ist gemäß Weiterbildungen der Erfindung vorgesehen, dass die Ansaugphase bzw. die Ausstoßphase insgesamt jeweils 100 bis 250 ms, vorzugsweise insgesamt jeweils 120 bis 200 ms, und noch bevorzugter insgesamt 160 bis 180 ms beträgt.

[0087] Zur Verkürzung der Reaktionszeit der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** und somit zum Erhöhen der Förderfrequenz dieser ist gemäß einem Aspekt der Erfindung vorgesehen, dass während der Saugphase der Pulverförderkammer ein Unterdruck in der Pulverförderkammer **4** frühestens gleichzeitig wie, oder vorzugsweise um eine bestimmte Verzögerungszeit später als ein Steuersignal zum Öffnen des am Pulvereinlass der Pulverförderkammer angeordneten Pulvereinlassventils angelegt wird, so dass der Aufbau des Unterdrucks in der Pulverförderkammer **4** frühestens gleichzeitig mit dem Öffnen des Pulvereinlassventils beginnt, vorzugsweise aber um die genannte vorbestimmte Verzögerungszeit später als das Öffnen des Pulvereinlassventils. Die vorbestimmte Verzögerungszeit liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen 0 ms und 50 ms bei einem Förderzyklus der Pulverförderkammer (= Pumpenzyklus der Pulverdichtstrompumpe) von ungefähr 200 ms. Dieses Beispiel schließt jedoch nicht aus, andere Verzögerungszeiten und Zykluszeiten für die Pulverdichtstrompumpe zu verwenden.

[0088] Dadurch, dass bei vorteilhaften Realisierungen der erfindungsgemäßen Lösung während der Saugphase der Pulverdichtstrompumpe in der Pulverförderkammer erst dann ein Unterdruck angelegt wird, wenn bereits das Pulvereinlassventil geöffnet ist bzw. frühestens gleichzeitig mit dem Öffnen des Pulvereinlassventils, kann erreicht werden, dass der Unterdruck in der Pulverförderkammer eine Öffnungsbewegung des Pulvereinlassventils, insbesondere wenn dieses als Quetschventils ausgeführt ist, zumindest zum Zeitpunkt des Beginns der Öffnungsbewegung des Pulvereinlassventils weniger stark entgegenwirkt als bei aus dem Stand der Technik bekannten Pulverdichtstrompumpen ausgebildeten Lösungen.

[0089] Dieses verzögerte Anlegen eines Unterdrucks in der Pulverförderkammer ist in dem zeitlichen Ablaufdiagramm gemäß **Fig. 2** in dem ersten Ansaug-Halbzyklus (linke Seite) angedeutet.

[0090] Die rechte Seite des zeitlichen Ablaufdiagramms gemäß **Fig. 2** zeigt den Ausstoß-Halbzyklus bei einer exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung.

[0091] Wie in **Fig. 2** exemplarisch dargestellt, ist während des Ausstoß-Halbzyklus (Ausstoßphase) das Pulvereinlassventil **7** bis zum Zeitpunkt t_1 geschlossen und das Pulverauslassventil **8** geöffnet, während die Pulverförderkammer **4** mit Überdruck beaufschlagt und Transportdruckluft in die Pulverförderkammer **4** eingespeist wird.

[0092] Zum Zeitpunkt t_1 wird dann beispielsweise bei der in **Fig. 1** schematisch dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pulverdichtstrompumpe **1** das Pulvereinlassventil **7** geöffnet, das Pulverauslassventil **8** geschlossen und die Beaufschlagung der Pulverförderkammer **4** mit Überdruck (das Zuführen von Transportdruckluft) unterbrochen. Auf diese Weise wird erreicht, dass am Ende der Ausstoßphase eine Reinigung des Ansaugbereiches der Pulverdichtstrompumpe erfolgt. Insbesondere wird durch das Betätigen des Pulvereinlassventils **7** und des Pulverauslassventils **8** bewirkt, dass sich kein oder nur eine sehr geringe Menge an Pulver im Ansaugbereiches der Pulverdichtstrompumpe **1** absetzen kann, da durch die Ventilbetätigung auch ein Impuls an das Pulver abgegeben und so eine Akkumulation und Aggregation von Pulverpartikeln wirksam verhindert wird.

[0093] Wenn beispielsweise zusätzlich zu einer Ventilbetätigung auch noch Transportdruckluft in die Pulverförderkammer eingeleitet wird (durch Anlegen eines entsprechenden Überdruckes an der Pulverförderkammer), kann erreicht werden, dass auf der Pulvereinlassseite des Pulvereinlassventils ggf. vorhandene Pulverpartikel in die Pulverzufuhrleitung (Pulveransaugleitung) zurückgespült werden. Damit wird eine Pulveraggregation und damit einhergehende Verstopfung insbesondere des Pulvereinlassventils noch besser vermieden oder zumindest reduziert.

[0094] Obgleich bei der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform zeitgleich das Pulvereinlassventil **7** geöffnet, das Pulverauslassventil **8** geschlossen und die Beaufschlagung der Pulverförderkammer **4** mit Überdruck unterbrochen werden, ist dies nicht als Einschränkung zu verstehen. Selbstverständlich ist es denkbar, die jeweiligen Zeitpunkte zum Öffnen des Pulvereinlassventils **7**, zum Schließen des Pulverauslassventils **8** und/oder zum Unterbrechen der Beaufschlagung der Pulverförderkammer **4** mit Überdruck unterschiedlich am Ende der Ausstoßphase zu wählen.

[0095] Auch ist es nicht zwingend erforderlich, dass am Ende der Ausstoßphase alle der genannten Bedingungen (Pulvereinlassventil **7** ist geöffnet; Pulver-

auslassventil **8** ist geschlossen; Beaufschlagung der Pulverförderkammer **4** mit Überdruck ist unterbrochen) vorliegen.

[0096] Gemäß bevorzugten Realisierungen der erfindungsgemäßen Lösung wird mindestens eine der genannten Bedingungen mit maximal 50 ms und vorzugsweise maximal 30 ms vor dem (zeitlichen) Ende des Ausstoß-Halbzyklus initiiert.

[0097] Die Erfindung ist nicht auf die in den Figuren schematisch dargestellten exemplarischen Ausführungsbeispielen beschränkt, sondern ergibt sich aus einer Zusammenschau sämtlicher hierin offenkundiger Merkmale.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1551558 A1 [0005, 0013, 0041]
- WO 2005/005060 A2 [0007]
- DE 19959473 A1 [0007]
- EP 1752399 A1 [0007]
- DE 19611533 B4 [0008]
- WO 2004/087331 A1 [0008]
- EP 1566352 A2 [0008]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Pulverdichtstrompumpe (1) in einem Pulver-Fördermodus, wobei die Pulverdichtstrompumpe (1) mindestens eine und vorzugsweise genau eine Pulverförderkammer (4) mit einem Pulvereinlass und einem Pulverauslass aufweist, wobei dem Pulvereinlass ein Pulvereinlassventil (7) und dem Pulverauslass ein Pulverauslassventil (8) zugeordnet ist, und wobei die Pulverförderkammer (4) mindestens eine Luftaustauschöffnung (13) aufweist zum wechselweisigen Beaufschlagen der Pulverförderkammer (4) mit Überdruck oder Unterdruck,

wobei im Pulver-Fördermodus der Pulverdichtstrompumpe (1) abwechselnd während einer Ansaugphase Pulver, insbesondere Beschichtungspulver, von einem ersten Pulverreservoir (101) in die Pulverförderkammer (4) eingesaugt wird, und während einer anschließenden Ausstoßphase das zuvor eingesaugte Pulver zu einem zweiten, stromabwärts der Pulverdichtstrompumpe (1) angeordneten Pulverreservoir oder einer stromabwärts der Pulverdichtstrompumpe (1) angeordneten Einrichtung zum Versprühen von Pulver ausgestoßen wird,

wobei während der Ansaugphase das Pulvereinlassventil (7) zumindest zeitweilig geöffnet und das Pulverauslassventil (8) zumindest zeitweilig geschlossen ist, während die Pulverförderkammer (4) zumindest zeitweilig mit Unterdruck beaufschlagt wird, wobei während der Ausstoßphase das Pulvereinlassventil (7) zumindest zeitweilig geschlossen und das Pulverauslassventil (8) zumindest zeitweilig geöffnet ist, während die Pulverförderkammer (4) zumindest zeitweilig mit Überdruck beaufschlagt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

während einer vorab festlegbaren oder festgelegten Zeitperiode in mindestens einer Ausstoßphase einer Vielzahl von Pumpenzyklen, und vorzugsweise am zeitlichen Ende einer jeden Ausstoßphase mindestens eine der folgenden Bedingungen vorliegt:

- i) das Pulvereinlassventil (7) ist geöffnet;
- ii) das Pulverauslassventil (8) ist geschlossen; und/oder
- iii) die Beaufschlagung der Pulverförderkammer (4) mit Überdruck ist unterbrochen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei während der vorab festlegbaren oder festgelegten Zeitperiode am zeitlichen Ende des Ausstoßphase alle Bedingungen i) bis iii) vorliegen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Ansaugphase und/oder die Ausstoßphase jeweils insgesamt 100 bis 250 ms, vorzugsweise jeweils insgesamt 120 bis 200 ms und noch bevorzugter jeweils insgesamt 160 bis 180 ms dauert.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Zeitdauer der Ansaugphase und die Zeitdauer der Ausstoßphase gleich sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Zeitdauer der Ansaugphase und/oder die Zeitdauer der Ausstoßphase einstellbar sind/ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Zeitperiode, während welcher mindestens eine der Bedingungen i) bis iii) vorliegt, maximal 50 ms und vorzugsweise maximal 30 ms beträgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Zeitperiode, während welcher mindestens eine der Bedingungen i) bis iii) vorliegt, einstellbar ist, vorzugsweise individuell jeweils für alle Bedingungen i) bis iii).

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei während der Ansaugphase das Pulvereinlassventil (7) für eine erste Zeitperiode geschlossen, für eine an die erste Zeitperiode anschließende zweite Zeitperiode geöffnet und für eine an die zweite Zeitperiode anschließende dritte Zeitperiode wieder geschlossen ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die erste und/oder dritte Zeitperiode 10 bis 50 ms, vorzugsweise 20 bis 40 ms und noch bevorzugter etwa 30 ms dauern/dauert; und/oder wobei die zweite Zeitperiode 80 bis 150 ms, vorzugsweise 100 bis 130 ms und noch bevorzugter etwa 120 ms dauert.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Zeitdauer der ersten, zweiten und/oder dritten Zeitperiode der Ansaugphase einstellbar sind/ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei während der gesamten Ansaugphase das Pulverauslassventil (8) geschlossen ist; und/oder wobei während der gesamten Ansaugphase die Pulverförderkammer (4) mit Unterdruck beaufschlagt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Pulverdichtstrompumpe (1) ferner eine Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung (9) aufweist, welche an mindestens einer Stelle in den Pulverweg nach dem Pulverauslassventil (8) mündet zum bedarfsweisen Zuführen von Zusatzdruckluft als zusätzliche Transportdruckluft, und wobei das Verfahren ferner die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

– während der Ansaugphase wird von der Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung (9) zumindest zeitweilig Zusatzdruckluft als zusätzliche Transportdruckluft in den Pulverweg eingespeist; und

– während vorzugsweise der gesamten Ausstoßphase wird von der Zusatzdruckluft-Einlassvorrichtung (9) keine Zusatzdruckluft als zusätzliche Transportdruckluft in den Pulverweg eingespeist.

13. Pulverdichtstrompumpe (1) zum Fördern von Pulver, insbesondere Beschichtungspulver, von einem ersten Pulverreservoir (101) zu einem zweiten stromabwärts angeordneten Pulverreservoir oder einer stromabwärts angeordneten Pulversprühbeschichtungspistole (102) oder dergleichen Einrichtung zum Versprühen von Pulver, wobei die Pulverdichtstrompumpe (1) mindestens eine Pulverförderkammer (4) und vorzugsweise genau eine einzige Pulverförderkammer (4) mit einem Pulvereinlass und einem Pulverauslass aufweist, wobei dem Pulvereinlass ein Pulvereinlassventil (7) und dem Pulverauslass ein Pulverauslassventil (8) zugeordnet ist, und wobei die Pulverförderkammer (4) mindestens eine Luftaustauschöffnung aufweist zum wechselseitigen Beaufschlagen der Pulverförderkammer (4) mit Überdruck oder Unterdruck, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pulverdichtstrompumpe (1) ferner eine Steuereinrichtung (90) aufweist, welche ausgelegt ist zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

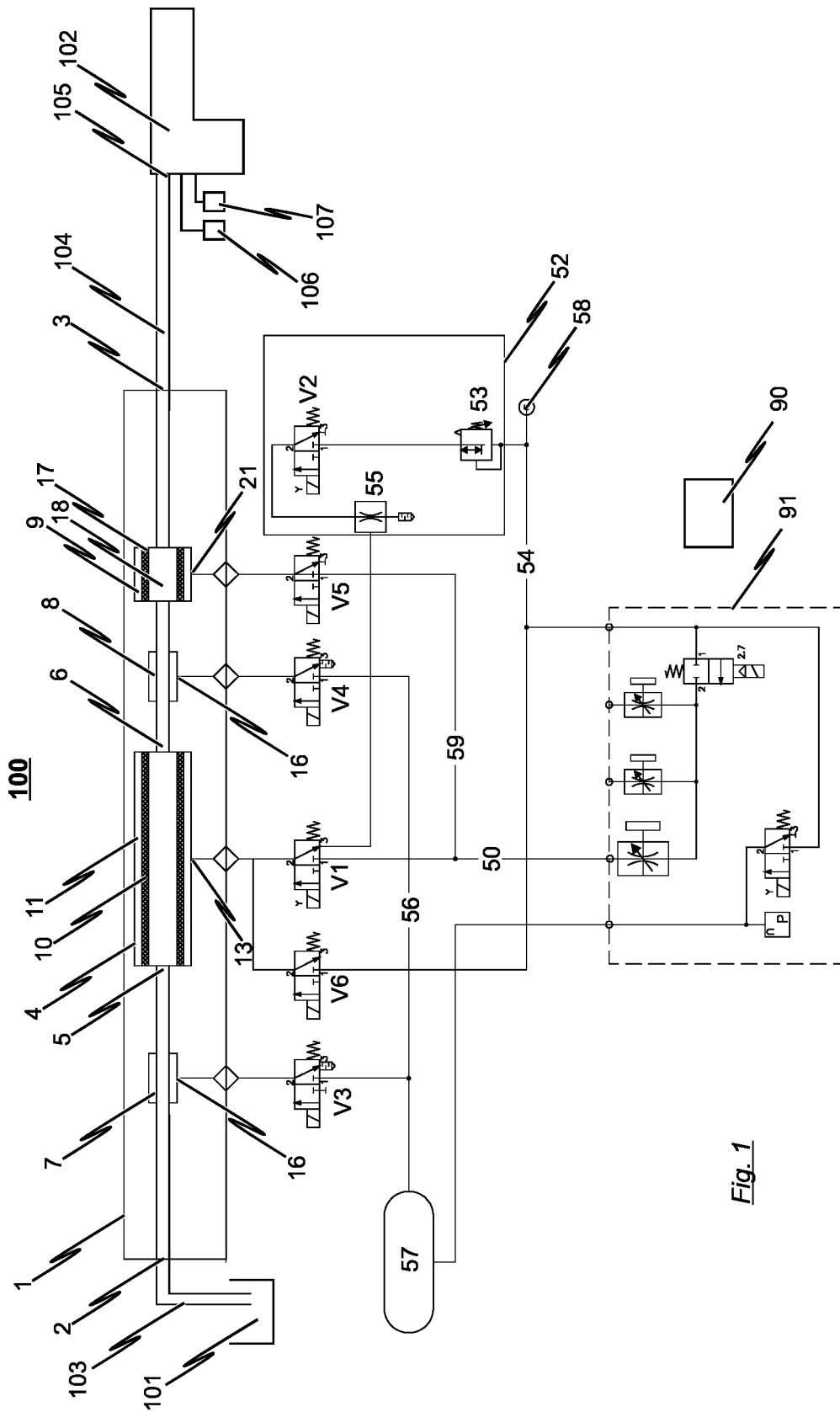


Fig. 1

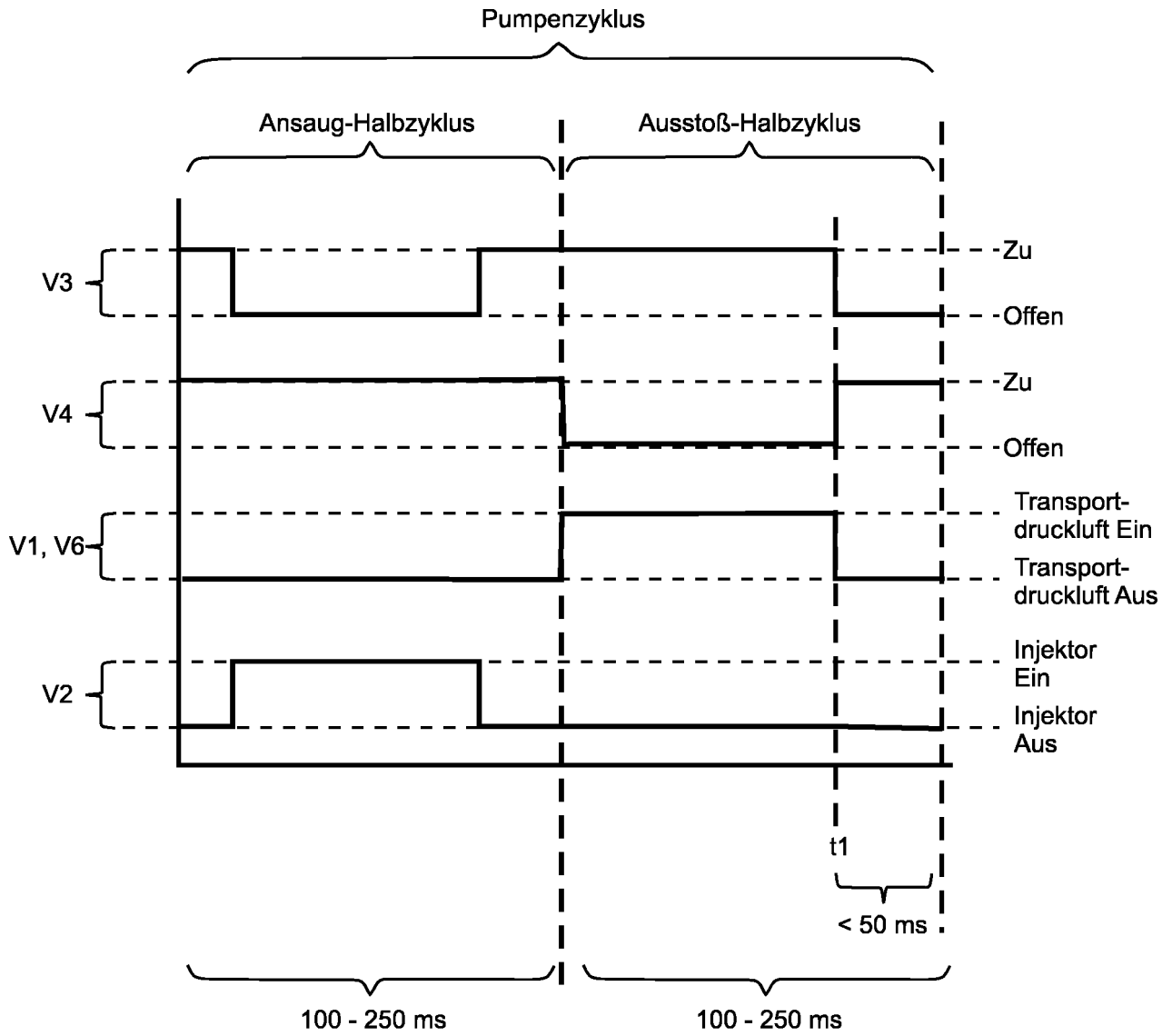


Fig. 2