

(51) Int Cl.: **B05B 12/00** (2018.01)

B05B 15/50 (2018.01)

B05C 11/10 (2006.01)

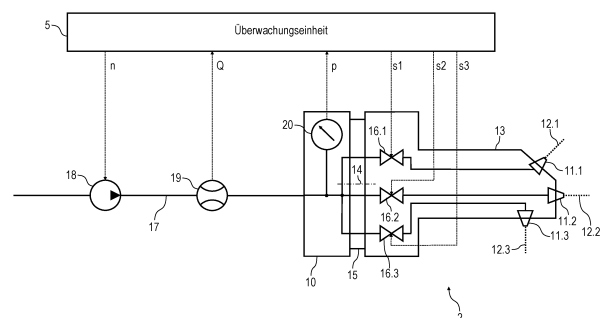
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2018 / 0 281 012	A1
US	2019 / 0 232 320	A1
US	4 894 252	A
US	4 822 647	A
EP	1 658 145	B1
EP	2 922 640	B1
WO	2021/ 047 753	A1
JP	6 733 830	B1
JP	2007- 260 531	A

WO	2021/ 047 753	A1
JP	6 733 830	B1
JP	2007- 260 531	A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Applikationsanlage zur Applikation eines Auftragsmittels (z.B. Dichtmittel) auf ein Bauteil (z.B. Kraftfahrzeugkarosseriebauteil). Die erfindungsgemäße Applikationsanlage umfasst einen Applikator (2) mit mindestens einer Düse (11.1-11.3), einen Versorgungsstrang (17) zur Versorgung des Applikators (2) mit dem Auftragsmittel, einen Sensor (19, 20), der eine Messgröße in dem Versorgungsstrang (17) zu dem Applikator (2) oder in dem Applikator (2) misst und ein entsprechendes Sensorsignal (p, Q) liefert, und eine Überwachungseinheit (5), die mit dem Sensor (19, 20) verbunden ist und das Sensorsignal (p, Q) des Sensors auswertet. Die Erfindung sieht vor, dass die Überwachungseinheit (5) durch eine Auswertung des Sensorsignals (p, Q) erkennt, ob eine der Düsen (11.1-11.3) des Applikators (2) eine schleichende Düsenverstopfung zeigt.



Beschreibung

Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Applikationsanlage zur Applikation eines Auftragsmittels auf ein Bauteil, insbesondere zur Applikation eines Dichtmittels, eines Dämmstoffs oder eines Klebstoffs auf ein Kraftfahrzeugkarosseriebauteil.

Hintergrund der Erfindung

[0002] In modernen Lackieranlagen zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen wird nicht nur Lack auf die Kraftfahrzeugkarosseriebauteile aufgebracht. Darüber hinaus erfolgt zum Korrosionsschutz beispielsweise auch eine sogenannte Blechnahtabdichtung („Sealing“), bei der ein Dichtmittel auf Blechnähte appliziert wird. Hierbei führt ein Applikationsroboter einen Applikator mit einer Düse entlang der jeweiligen Blechnaht, wobei der Applikator dann das Dichtmittel auf die Blechnaht aufträgt. Dabei werden in der Regel in einer Applikationskabine mehrere Applikationsroboter gleichzeitig eingesetzt, die jeweils einen Applikator führen.

[0003] Es ist weiterhin aus dem Stand der Technik bekannt, Applikatoren einzusetzen, die jeweils drei Düsen für unterschiedliche Anwendungsfälle aufweisen, wobei derartige Applikatoren von der Anmelderin unter der Produktbezeichnung „EcoGun2 3D“ vertrieben werden. Im Betrieb eines solchen Applikators können an den Düsen des Applikators schleichende Düsenverstopfungen auftreten, die von plötzlichen Düsenverstopfungen zu unterscheiden sind. So können plötzliche Düsenverstopfungen beispielsweise aufgrund von Materialspänen entstehen, die eine Düse plötzlich zusetzen. Derartige plötzliche Düsenverstopfungen sind relativ einfach zu erkennen. Problematischer sind dagegen schleichende Düsenverstopfungen, die im Applikationsbetrieb langsam auftreten und von Materialaushärtungen und Ablagerungen an den Düsenwänden der Düsen herrühren. Diese schleichenden Düsenverstopfungen können im Applikationsbetrieb innerhalb von Stunden oder Tagen auftreten und führen zu einer Änderung der Düsengeometrie, wodurch der abgegebene Strahl des Dichtmittels dünner wird, verwirbelt oder abgelenkt wird, was dann kostenintensive manuelle Nacharbeiten an den Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen erfordert.

[0004] Der Erfindung liegt also die Aufgabe zugrunde, bei einer Applikationsanlage schleichende Düsenverstopfungen zu erkennen, um rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Beschreibung der Erfindung

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäße Applikationsanlage bzw. ein entsprechendes Überwachungsverfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst.

[0006] Die Erfindung betrifft eine Applikationsanlage zur Applikation eines Auftragsmittels auf ein Bauteil, insbesondere zur Applikation eines Dichtmittels, eines Dämmstoffs oder eines Klebstoffs auf ein Kraftfahrzeugkarosseriebauteil. Die Erfindung ist also hinsichtlich des Typs des Auftragsmittels nicht auf Dichtmittel beschränkt, sondern auch mit anderen Typen von Auftragsmitteln realisierbar. Darüber hinaus ist die Erfindung auch hinsichtlich des Typs der zu beschichtenden Bauteile nicht auf Kraftfahrzeugkarosseriebauteile beschränkt, sondern grundsätzlich auch mit anderen Typen von Bauteilen realisierbar.

[0007] Die erfindungsgemäße Applikationsanlage weist in Übereinstimmung mit dem Stand der Technik mindestens einen Applikator auf, der dazu dient, das Auftragsmittel (z.B. Dichtmittel, Dämmstoff, Klebstoff) auf das Bauteil (z.B. Kraftfahrzeug Karosseriebauteil) aufzubringen.

[0008] In einer bevorzugten Erfindungsvariante weist der Applikator in Übereinstimmung mit dem eingangs beschriebenen bekannten Applikator „EcoGun2 3D“ mehrere Düsen auf, beispielsweise drei Düsen. Die Erfindung ermöglicht dann die Erkennung einer schleichenden Düsenverstopfung bei einer der Düsen des Applikators.

[0009] In einer anderen Erfindungsvariante ist dagegen vorgesehen, dass mehrere Applikatoren mit jeweils mindestens einer Düse vorhanden sind, wobei die Erfindung dann die Erkennung einer schleichenden Düsenverstopfung bei einem der Applikatoren ermöglicht.

[0010] Diese beiden Erfindungsvarianten (mindestens ein Applikator mit mehreren Düsen bzw. mehrere Applikatoren mit jeweils mindestens einer Düse) werden nachstehend noch getrennt beschrieben.

[0011] Darüber hinaus weist die Erfindung mindestens einen Versorgungsstrang auf, um den Applikator mit dem Auftragsmittel zu versorgen. Bei der vorstehend kurz erwähnten Erfindungsvariante mit mehreren Applikatoren sind dann auch mehrere Versorgungsstränge vorgesehen, die den einzelnen Applikatoren zugeordnet sind, wie noch detailliert beschrieben wird. Bei der bevorzugten Erfindungsvariante ist jedoch ein Applikator mit mehreren Düsen vorgesehen, der durch einen einzigen Versorgungsstrang mit dem Auftragsmittel versorgt wird.

[0012] Ferner weist die erfindungsgemäße Applikationsanlage in Übereinstimmung mit den eingangs beschriebenen bekannten Applikationsanlagen mindestens einen Sensor auf, der eine Messgröße in dem Versorgungsstrang zu dem Applikator oder in dem Applikator misst und ein entsprechendes Sensorsignal liefert. Beispielsweise kann der Sensor den Druck des Auftragsmittels in dem Versorgungsstrang oder den Mengenstrom (z.B. Volumenstrom) messen, der in dem Versorgungsstrang zu dem Applikator strömt.

[0013] Die Erfindung funktioniert gut mit einer volumetrischen Dosierung. Der Volumenstrom muss hierbei nicht wirklich direkt gemessen werden, sondern kann berechnet werden. Der Volumenstrom resultiert aus der Verdrängung des Dichtmaterials im Kolbendosierer, der wiederum mit einem Servomotor angetrieben wird. Die Messung findet im Servomotor statt (Regelung der Drehzahl, oder Position), so dass dann der Volumenstrom aus der gemessenen Drehzahl abgeleitet werden kann.

[0014] Darüber hinaus weist auch die erfindungsgemäße Applikationsanlage in Übereinstimmung mit den eingangs beschriebenen bekannten Applikationsanlagen eine Überwachungseinheit auf, die mit dem Sensor verbunden ist und das Sensorsignal des Sensors ausgewertet.

[0015] Im Stand der Technik hat die Überwachungseinheit lediglich die Aufgabe, den Betrieb der Applikationsanlage zu steuern und dafür zu sorgen, dass vorgegebene Applikationsparameter (z.B. Druck des Auftragsmittels) möglichst genau eingehalten werden. Die Erfindung sieht nun vor, dass die Überwachungseinheit durch eine Auswertung des Sensorsignals erkennt, ob eine der Düsen eine schleichende Düsenverstopfung zeigt.

[0016] In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind jedem Versorgungsstrang mehrere Sensoren zugeordnet, die an unterschiedlichen Stellen in dem Versorgungsstrang oder an dem zugehörigen Applikator angeordnet sind. Darüber hinaus ist zu erwähnen, dass die verschiedenen Sensoren auch unterschiedliche Messgrößen erfassen können, beispielsweise den Mengenstrom (Volumenstrom oder Massenstrom) oder den Druck des Auftragsmittels. Beispielsweise können auf diese Weise in einem Versorgungsstrang zwei Sensoren angeordnet sein, jedoch ist im Rahmen der Erfindung auch eine größere Anzahl von Sensoren möglich.

[0017] Hinsichtlich des Typs des Sensors ist die Erfindung nicht auf bestimmte Sensortypen beschränkt. Beispielsweise können Drucksensoren eingesetzt werden, die einen Druck des Auftragsmittels in dem Versorgungsstrang oder in dem Applikator messen. Weiterhin besteht im Rahmen der Erfindung

die Möglichkeit des Einsatzes von Mengenstromsensoren, die einen Mengenstrom des Auftragsmittels messen, der in dem jeweiligen Versorgungsstrang zu dem Applikator strömt. Beispielsweise kann auf diese Weise der Massenstrom oder der Volumenstrom des Auftragsmittels gemessen werden, der in dem jeweiligen Versorgungsstrang zu dem zugehörigen Applikator strömt.

[0018] Darüber hinaus weist die erfindungsgemäße Applikationsanlage vorzugsweise mindestens einen Aktor auf, der zur Ansteuerung des Versorgungsstrangs und/oder des Applikators dient und durch ein Steuersignal angesteuert wird. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung erfasst die Überwachungseinheit auch das Steuersignal für den Aktor und wertet das Steuersignal bei der Auswertung des Sensorsignals aus, um eine unterschiedliche Ansteuerung des Applikators von einer schleichenden Düsenverstopfung unterscheiden zu können. So wird das Sensorsignal nicht nur von einer schleichenden Düsenverstopfung beeinflusst, sondern ganz wesentlich auch von der Ansteuerung der Applikationsanlage durch den Aktor bestimmt. Zur Erkennung einer schleichenden Düsenverstopfung muss die Überwachungseinheit deshalb den Einfluss der Ansteuerung des Aktors aus dem Sensorsignal herausrechnen, damit das verbleibende Signal („Residualwert“) dann eine Aussage über eine mögliche schleichende Düsenverstopfung erlaubt.

[0019] Die Erfindung ist hinsichtlich des Typs des Aktors nicht auf bestimmte Aktortypen beschränkt. Beispielsweise kann es sich bei dem Aktor um ein Steuerventil handeln, das den Auftragsmittelstrom zu dem Applikator bzw. zu den einzelnen Düsen steuert, wobei das jeweilige Steuersignal die Ventilstellung des jeweiligen Steuerventils bestimmt. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass es sich bei dem mindestens einen Aktor um eine Pumpe handelt, die einen Auftragsmittelstrom zu dem Applikator pumpt, wobei das jeweilige Steuersignal den von der jeweiligen Pumpe abgegebenen Auftragsmittelstrom steuert.

[0020] Weiterhin ist zu erwähnen, dass jedem Versorgungsstrang mehrere Aktoren zugeordnet werden, die durch jeweils ein Steuersignal angesteuert werden. Beispielsweise kann in jedem Versorgungsstrang als Aktor eine Pumpe und ein Steuerventil angeordnet sein, die durch unterschiedliche Steuersignale angesteuert werden. Bei einer solchen Anordnung von mehreren Aktoren in den Versorgungssträngen erfasst die Überwachungseinheit dann vorzugsweise die Steuersignale für sämtliche Aktoren und berücksichtigt diese bei der Erkennung einer schleichenden Düsenverstopfung.

[0021] Bei der vorstehend beschriebenen Erfindungsvariante eines Applikators mit mehreren Düsen kann beispielsweise für jede Düse als Aktor jeweils ein Steuerventil vorgesehen sein, das den Auftragsmittelstrom durch die jeweilige Düse steuert. Die Überwachungseinheit erfasst dann die Steuersignale für die verschiedenen Steuerventile und berücksichtigt diese Steuersignale bei der Erkennung einer möglichen schleichenden Düsenverstopfung.

[0022] Bei der Auswertung der Sensorsignale berücksichtigt die Überwachungseinheit vorzugsweise jeweils einen Beobachtungszeitraum nach einem Schaltzeitpunkt der Steuerventile. Beispielsweise kann der Beobachtungszeitraum jeweils durch das Öffnen eines Steuerventils einer Düse getriggert werden. Es ist jedoch alternativ auch möglich, dass der Beobachtungszeitraum jeweils durch das Schließen eines Steuerventils getriggert wird. Diese zeitliche Bezugnahme der Auswertung des Sensorsignals auf die Schaltzeitpunkte der Steuerventile für die einzelnen Düsen ist sinnvoll, um beim Vergleich der Sensorsignale vergleichbare Applikationsbedingungen zugrunde zu legen.

[0023] In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung umfasst die Überwachungseinheit einen AI-Rechner (AI: Artificial Intelligence), auf dem im Betrieb ein Maschinelles-Lernen-Algorithmus läuft. Der Maschinelles-Lernen-Algorithmus wertet dann das mindestens eine Sensorsignal und vorzugsweise auch das mindestens eine Steuersignal aus und erkennt, ob eine der Düsen eine schleichende Düsenverstopfung zeigt. Beispielsweise kann hierzu bekannte Software eingesetzt werden, wie TensorFlow®, PyTorch® oder Scikit-Learn®, die kommerziell frei verfügbar ist.

[0024] Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung lernt der Maschinelles-Lernen-Algorithmus in einem Trainingsvorgang durch überwachttes Lernen den Zusammenhang zwischen dem Steuersignal einerseits und dem resultierenden Sensorsignal andererseits für einen ordnungsgemäßen Betriebszustand ohne eine Düsenverstopfung. Der Maschinelles-Lernen-Algorithmus kann dann im Applikationsbetrieb aus dem gemessenen Sensorsignal einen Residualwert berechnen, aus dem der Einfluss des Steuersignals herausgerechnet ist. Die Überwachungseinheit kann dann im Applikationsbetrieb den Residualwert auswerten und eine Anomalie des Residualwert als Anzeichen für eine schleichende Düsenverstopfung erkennen. So kann eine solche Anomalie beispielsweise darin bestehen, dass der Applikationsdruck einen unerwarteten Anstieg zeigt, der nicht durch die Steuersignale begründet ist und auf eine schleichende Düsenverstopfung hindeutet.

[0025] Es wurde vorstehend bereits erwähnt, dass die Überwachungseinheit die Sensorsignale vorzugsweise in einem Beobachtungszeitraum im Anschluss an Schaltzeitpunkte der Steuerventile der einzelnen Düsen ermittelt. Die vorstehend erwähnten Residualwerte werden dann vorzugsweise jeweils in dem Beobachtungszeitraum im Anschluss an die Schaltzeitpunkte ausgewertet.

[0026] Beispielsweise kann die Überwachungseinheit die Residualwerte nach den Schaltzeitpunkten verschiedener Düsen miteinander vergleichen, um eine schleichende Düsenverstopfung zu erkennen. Bei der Auswertung wird also vorzugsweise nicht nur der zeitliche Verlauf der Sensorsignale für die verschiedenen Düsen unabhängig voneinander berücksichtigt. Vielmehr werden vorzugsweise auch die Sensorsignale bzw. die Residualwerte für die verschiedenen Düsen miteinander verglichen, um eine schleichende Düsenverstopfung zu erkennen, die nur bei einer einzigen Düse auftritt, so dass der düsenübergreifende Vergleich der Sensorsignale bzw. der resultierenden Residualwerte die Erkennung einer solchen einzelnen Düsenverstopfung erleichtert. Schwankungen des Applikationsdrucks (z.B. infolge von Viskositätsänderungen) betreffen nämlich stets alle Düsen, so dass im Rahmen der Erfindung individuelle Verstopfungen nichtsdestotrotz erkannt werden können.

[0027] Weiterhin ist zu erwähnen, dass die erfindungsgemäße Applikationsanlage vorzugsweise einen Applikationsroboter aufweist, um den Applikator zu bewegen. Der Applikationsroboter wird hierbei vorzugsweise von einer Robotersteuerung angesteuert, wie es an sich aus dem Stand der Technik bekannt ist.

[0028] Ferner ist zu bemerken, dass die erfindungsgemäße Applikationsanlage mehrere Applikationsroboter aufweisen kann, die jeweils einen Applikator bewegen. Die einzelnen Applikationsroboter werden hierbei vorzugsweise von jeweils einer Robotersteuerung angesteuert.

[0029] Hierbei können die Applikationsroboter gemeinsam in einer Roboterzelle (z.B. Applikationskabine) angeordnet sein. Zur übergreifenden und koordinierenden Steuerung der Applikationsroboter innerhalb der Roboterzelle kann hierbei eine Zellensteuerung vorgesehen sein, wobei die Zellensteuerung die Robotersteuerungen und/oder die Applikationsroboter in der Roboterzelle übergreifend steuert. Dies ermöglicht eine Koordination der Applikationsarbeiten der verschiedenen Applikationsroboter innerhalb der Roboterzelle.

[0030] Ferner kann die erfindungsgemäße Applikationsanlage einen Konnektivitäts-Rechner aufweisen, wobei der Konnektivitäts-Rechner einerseits

mit den Robotersteuerungen und/oder mit der Zellensteuerung verbunden ist und die Steuersignale und die Sensorsignale von den Robotersteuerungen und/oder der Zellensteuerung erhält. Andererseits ist der Konnektivitäts-Rechner dagegen vorzugsweise mit dem AI-Rechner verbunden und liefert dem AI-Rechner die Steuersignale und die Sensorsignale für die eigentliche Auswertung und auch für den vorangehenden Trainingsvorgang.

[0031] Weiterhin kann die erfindungsgemäße Applikationsanlage einen Datenbank-Rechner aufweisen, um die Steuersignale und die gemessenen Sensorsignale in einer Zuordnung zueinander zu speichern. Vorzugsweise ist dieser Datenbank-Rechner mit dem Konnektivitäts-Rechner verbunden und erhält die Steuersignale und die Sensorsignale von dem Konnektivitäts-Rechner.

[0032] Ferner kann ein Grafik-Rechner vorgesehen sein, um das Ergebnis der Darstellung grafisch darzustellen, beispielsweise auf einem Bildschirm. Der Grafik-Rechner ist vorzugsweise mit dem Konnektivitäts-Rechner und/oder dem Datenbank-Rechner verbunden.

[0033] Es wurde vorstehend bereits erwähnt, dass die Erfindung zwei Erfindungsvarianten umfasst, die sich grundsätzlich unterscheiden. In einer ersten Erfindungsvariante ist ein Versorgungsstrang vorgesehen, der einen Applikator mit dem Auftragsmittel versorgt, wobei der Applikator mehrere Düsen aufweist. Die Erfindung ermöglicht dann die Erkennung einer schleichenden Düsenverstopfung bei einer der Düsen des Applikators, was durch einen düsenübergreifenden Vergleich ermöglicht wird. In einer zweiten Erfindungsvariante sind dagegen mehrere Applikatoren vorgesehen, die aus jeweils einem Versorgungsstrang mit dem zu applizierenden Auftragsmittel versorgt werden, wobei die einzelnen Applikatoren wahlweise eine oder mehrere Düsen aufweisen können. Auch hierbei ermöglicht die Erfindung die Erkennung einer schleichenden Düsenverstopfung bei einer der Düsen, wobei wieder ein düsenübergreifender Vergleich möglich ist. Die Erfindung sieht also vorzugsweise einen düsenübergreifenden Vergleich zwischen verschiedenen Düsen vor, die sich wahlweise an demselben Applikator oder an verschiedenen Applikatoren befinden können.

[0034] Neben der vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Applikationsanlage umfasst die Erfindung auch ein entsprechendes Überwachungsverfahren für eine solche Applikationsanlage. Die einzelnen Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Überwachungsvorgangs gehen bereits aus der vorstehenden Beschreibung der erfindungsgemäßen Applikationsanlage hervor, so dass auf eine separate Beschreibung der einzelnen Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Überwachungsvorgangs verzichtet werden kann und hierzu auf die vorstehende Beschreibung der erfindungsgemäßen Applikationsanlage verwiesen wird.

fahrens verzichtet werden kann und hierzu auf die vorstehende Beschreibung der erfindungsgemäßen Applikationsanlage verwiesen wird.

[0035] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Applikationsanlage mit vier robotergeführten Applikatoren.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Applikators mit drei Düsen und einem Versorgungsstrang sowie einer Überwachungseinheit zur Erkennung einer schleichenden Düsenverstopfung bei einer der Düsen.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm zur Verdeutlichung des unterschiedlichen Verlaufs der Residualwerte der Sensorsignale bei den Düsen des Applikators gemäß **Fig. 1**.

Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm zur Verdeutlichung des Trainingsvorgangs des Maschine-lles-Lernen-Algorithmus bei einer erfindungsgemäßen Applikationsanlage.

Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm zur Verdeutlichung des eigentlichen Applikationsbetriebs einer erfindungsgemäßen Applikationsanlage.

Fig. 6 zeigt eine Abwandlung mit vier Versorgungssträngen zur Versorgung jeweils eines Applikators, wobei die Applikatoren jeweils nur eine Düse aufweisen.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

[0036] Im Folgenden wird zunächst die schematische Darstellung gemäß **Fig. 1** beschrieben, die eine Roboterzelle darstellt, die in einer Lackieranlage zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen zur Blechnahtabdichtung dient.

[0037] In der Roboterzelle sind hierbei vier Applikationsroboter 1.1-1.4 angeordnet, die jeweils einen Applikator 2 führen, wie sie in **Fig. 2** dargestellt sind und später noch detailliert beschrieben werden. Jeder der vier Applikationsroboter 1.1-1.4 führt also jeweils einen Applikator 2, wobei die Applikatoren 2 in **Fig. 1** nicht erkennbar sind.

[0038] Die Applikationsroboter 1.1-1.4 werden in herkömmlicher Weise durch jeweils eine Robotersteuerung 3.1-3.4 gesteuert.

[0039] Darüber hinaus weist die dargestellte Roboterzelle eine Zellensteuerung 4 auf, die eine übergreifende und koordinierende Steuerung der vier Applikationsroboter 1.1-1.4 ermöglicht. Hierzu ist die Zellensteuerung 4 mit den vier Robotersteuerungen 3.1-3.4 verbunden.

[0040] Darüber hinaus weist die Zellensteuerung 4 eine Überwachungseinheit 5 auf, die verschiedene Aufgaben hat. Zum einen steuert die Überwachungseinheit 5 die Robotersteuerungen 1.1-1.4 an, wie es an sich aus dem Stand der Technik bekannt ist. Zum anderen soll die Überwachungseinheit 5 aber auch eine schleichende Düsenverstopfung bei den Düsen der Applikatoren der einzelnen Applikationsroboter 1.1-1.4 erkennen, wie später noch detailliert beschrieben wird.

[0041] Hierzu weist die Überwachungseinheit 5 zunächst einen Konnektivitäts-Rechner 6 auf, der mit den Robotersteuerungen 3.1-3.4 und mit der Zellensteuerung 4 verbunden ist.

[0042] Weiterhin enthält die Überwachungseinheit 5 einen Datenbank-Rechner 7 zur Speicherung der erfassten Steuersignale und der Sensorsignale, wie noch detailliert beschrieben wird.

[0043] Ferner enthält die Überwachungseinheit 5 auch einen AI-Rechner 8, auf dem im Betrieb ein Maschinelles-Lernen-Algorithmus läuft, der es ermöglicht, eine schleichende Düsenverstopfung zu erkennen, wie noch detailliert beschrieben wird.

[0044] Schließlich enthält die Überwachungseinheit 5 auch noch einen Grafik-Rechner 9, der die Aufgabe hat, das Ergebnis der Überwachung grafisch anzuzeigen.

[0045] In diesem Ausführungsbeispiel sind der Konnektivitäts-Rechner 6, der Datenbank-Rechner 7, der AI-Rechner 8 und der Grafik-Rechner 9 als separate Rechner dargestellt. Es ist jedoch im Rahmen der Erfindung auch möglich, dass die Funktionalitäten dieser Rechner in einem einzigen Rechner integriert oder in anderer Weise auf verschiedene Rechner verteilt sind.

[0046] Im Folgenden wird nun die Zeichnung gemäß **Fig. 2** beschrieben, die den Applikator 2 zeigt, wie er an den einzelnen Applikationsrobotern 1.1-1.4 befestigt ist. Hierzu weist der Applikator 2 zunächst einen Montageflansch 10 auf, der an einem entsprechenden Montageflansch des jeweiligen Applikationsroboters 1.1-1.4 befestigt ist.

[0047] Darüber hinaus weist der Applikator 2 in diesem Ausführungsbeispiel drei Düsen 11.1-11.3 auf, die jeweils einen Strahl 12.1-12.3 des Auftragsmittels abgeben können.

[0048] Die Düsen 11.1-11.3 sind hierbei in einem Applikatorkopf 13 angeordnet, wobei der Applikatorkopf 13 relativ zu dem Montageflansch 10 um eine Drehachse 14 drehbar ist.

[0049] Der Applikatorkopf 13 ist hierbei über eine Drehdurchführung 15 mit dem Montageflansch 10 verbunden. Die Drehdurchführung 15 erlaubt hierbei die Durchführung des Auftragsmittels von dem Montageflansch 10 zu dem Applikatorkopf 13 und den darin angeordneten Düsen 11.1-11.3.

[0050] In dem Applikatorkopf 13 befinden sich mehrere Steuerventile 16.1-16.3, die den Strom des Auftragsmittels zu den einzelnen Düsen 11.1-11.3 unabhängig voneinander steuern können. Die Steuerventile 16.1-16.3 werden hierbei durch Steuersignale s1-s3 von der Überwachungseinheit 5 angesteuert, wie hier nur schematisch dargestellt ist. In der Praxis können die Steuerventile 16.1-16.3 elektro-pneumatisch angesteuert werden. Dies bedeutet, dass die Überwachungseinheit 5 zunächst elektrische Steuersignale ausgibt, die dann Pneumatikventile steuern, wobei die Pneumatikventile dann wiederum die Steuerventile 16.1-16.3 ansteuern. Die Art der Ansteuerung der Steuerventile 16.1-16.3 ist jedoch für die Erfindung nicht von besonderer Bedeutung. Zur Vereinfachung zeigt die Zeichnung deshalb eine direkte Ansteuerung der Steuerventile 16.1-16.3 durch die Überwachungseinheit 5.

[0051] Weiterhin zeigt die Zeichnung einen Versorgungsstrang 17, der zu dem Applikator 2 führt und den Applikator 2 mit dem zu applizierenden Auftragsmittel versorgt.

[0052] In dem Versorgungsstrang 17 ist eine Pumpe 18 angeordnet, die das Auftragsmittel durch den Versorgungsstrang 17 zu dem Applikator 2 pumpt, wobei die Pumpe 18 von der Überwachungseinheit 5 mit einem Steuersignal n angesteuert wird, das die Pumpendrehzahl der Pumpe 18 und damit deren Förderleistung bestimmt.

[0053] Darüber hinaus ist in dem Versorgungsstrang 17 ein Volumenstromsensor 19 angeordnet, der den Volumenstrom misst, der in dem Versorgungsstrang 17 zu dem Applikator 2 strömt. Der Volumenstromsensor 19 gibt dann ein entsprechendes Sensorsignal Q an die Überwachungseinheit 5 aus, wobei das Sensorsignal Q den gemessenen Volumenstrom wiedergibt.

[0054] In dem Montageflansch 10 des Applikators 2 befindet sich weiterhin ein Drucksensor 20, der den Druck des Auftragsmittels in dem Versorgungsstrang 17 innerhalb des Applikators 2 misst und ein entsprechendes Sensorsignal p an die Überwachungseinheit 5 ausgibt.

[0055] Die Überwachungseinheit 5 erfasst also die Sensorsignale p, Q und gibt Steuersignale n, s1-s3 aus. Durch eine Auswertung der Sensorsignale p, Q einerseits und der Steuersignale n, s1-s3, andererseits kann die Überwachungseinheit 5 dann eine schleichende Düsenverstopfung bei den einzelnen Düsen 11.1-11.3 erkennen, wie nachfolgend noch detailliert beschrieben wird.

[0056] Hierbei kann die Überwachungseinheit 5 die Sensorsignale p, Q jeweils innerhalb eines Beobachtungszeitraums nach einem Schaltzeitpunkt der Steuerventile 16.1-16.3 auswerten und zwar unabhängig voneinander für die verschiedenen Düsen n, s1-s3. Dies ermöglicht dann einen düsenübergreifenden Vergleich zwischen den Sensorsignalen p, Q, die beim Öffnen der einzelnen Steuerventile 16.1-16.3 erfasst werden.

[0057] Es wurde vorstehend bereits erwähnt, dass die Sensorsignale p, Q nicht nur von einer schleichenden Düsenverstopfung beeinflusst werden, sondern ganz wesentlich auch von den Steuersignalen n, s1-s3 bestimmt werden. Zur Erkennung einer schleichenden Düsenverstopfung ist es deshalb wichtig, den Einfluss der Steuersignale n, s1-s3 aus den Sensorsignalen p, Q herauszurechnen. Dies erfolgt durch einen Maschinelles-Lernen-Algorithmus im Rahmen eines überwachten Lernens während eines Trainingsvorgangs, der nachfolgend noch detailliert beschrieben wird.

[0058] Fig. 3 zeigt den Verlauf von Residualwerten für die drei Düsen 11.1-11.3, wobei die Residualwerte berechnet werden, indem der Einfluss der Steuersignale n, s1-s3 aus den Sensorsignalen p, Q herausgerechnet wird. Die Residualwerte geben also nur noch den Einfluss einer möglichen schleichenden Düsenverstopfung wieder. So zeigt Fig. 3 für die erste Düse 11.1 eine Anomalie 21, die von einer schleichenden Düsenverstopfung bei der Düse 11.1 herrührt.

[0059] Im Folgenden wird nun das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 beschrieben, das den Trainingsvorgang des Maschinelles-Lernen-Algorithmus erläutert, der auf dem AI-Rechner 8 abläuft.

[0060] In einem ersten Schritt S1 werden Applikationsparameter vorgegeben, wie beispielsweise der Volumenstrom des Auftragsmittels.

[0061] In einem zweiten Schritt S2 werden die verschiedenen Aktoren dann mit Steuersignalen n, s1-s3 entsprechend den vorgegebenen Applikationsparametern angesteuert. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 handelt sich bei den Aktoren um die Pumpe 18 und die Steuerventile 16.1-16.3, die von dem Steuersignal n bzw. den Steuersignalen s1-s3 angesteuert werden.

[0062] In einem nächsten Schritt S3 werden dann die Schaltzeitpunkte der Steuerventile 16.1-16.3 ermittelt, damit dann in einem Beobachtungszeitraum im Anschluss an die Schaltzeitpunkte Sensorsignale gemessen werden können, was im Schritt S4 erfolgt. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 handelt sich bei den Sensorsignalen um die Sensorsignale p, Q des Volumenstromsensors 19 bzw. des Drucksensors 20.

[0063] Im Schritt S5 erfolgt dann ein Trainieren des Maschinelles-Lernen-Algorithmus anhand der Steuersignale n, s1-s3 einerseits und der Sensorsignale p, Q andererseits. Dieses Trainieren erfolgt im Rahmen eines sogenannten überwachten Lernens, wie es auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz an sich bekannt ist. Dieser Trainingsvorgang dient dazu, um aus den Sensorsignalen die Residualwerte berechnen zu können, aus denen der Einfluss der Steuersignale n, s1-s3 herausgerechnet ist.

[0064] Im Folgenden wird nun das Flussdiagramm gemäß Fig. 5 beschrieben, das den eigentlichen Applikationsbetrieb verdeutlicht.

[0065] In einem ersten Schritt S1 werden hierbei wieder Applikationsparameter vorgegeben. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 kann beispielsweise der gewünschte Volumenstrom des Auftragsmittels vorgegeben werden, damit dann die Pumpe 18 mit einem entsprechenden Steuersignal n angesteuert werden kann. Darüber hinaus können Schaltzeitpunkte für die einzelnen Steuerventile 16.1-16.3 vorgegeben werden, damit die Steuerventile 16.1-16.3 dann mit entsprechender Steuersignalen s1-s3 angesteuert können.

[0066] Im nächsten Schritt S2 erfolgt dann die Ansteuerung der Aktoren mit Steuersignalen entsprechend den vorgegebenen Applikationsparametern. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 handelt sich bei den Aktoren um die Steuerventile 16.1-16.3 und die Pumpe 18.

[0067] Im nächsten Schritt S3 werden dann Schaltzeitpunkte der Steuerventile 16.1-16.3 ermittelt.

[0068] In einem weiteren Schritt S4 werden dann die Sensorsignale p, Q jeweils in einem Beobachtungszeitraum im Anschluss an die Schaltzeitpunkte gemessen.

[0069] Aus den gemessenen Sensorsignalen p, Q werden dann Residualwerte berechnet, indem der Einfluss der Steuersignale n, s1-s3 aus den Sensorsignalen p, Q herausgerechnet wird. Dies erfolgt mittels des Maschinelles-Lernen-Algorithmus in dem AI-Rechner 8.

[0070] Im nächsten Schritt S6 werden dann die Residualwerte ausgewertet, um gegebenenfalls die Anomalie 21 zu erkennen, die auf eine Düsenverstopfung hindeutet.

[0071] Falls eine solche Anomalie 21 (vgl. **Fig. 3**) in einem Schritt S7 erkannt wird, so wird in einem Schritt S8 ein Fehler-Flag gesetzt und es erfolgt eine optische Anzeige der Düsenverstopfung und der betroffenen Düse auf dem Grafik-Rechner 9.

[0072] Es wurde vorstehend bereits erwähnt, dass die Erfindung zwei verschiedene Erfindungsvarianten umfasst. Die erste Erfindungsvariante mit dem Applikator 2 mit den mehreren Düsen 11.1-11.3 wurde vorstehend beschrieben und ist in **Fig. 2** dargestellt. Die Erfindung umfasst jedoch auch eine andere Erfindungsvariante, die in **Fig. 6** dargestellt ist und nachfolgend kurz beschrieben ist.

[0073] In dieser Erfindungsvariante sind mehrere Applikatoren 22.1-22.4 vorgesehen, die jeweils eine Düse 23.1-23.4 aufweisen, wobei die einzelnen Düsen 23.1-23.4 jeweils einen Strahl 24.1-24.4 des Auftragsmittels abgeben können. Beispielsweise können die einzelnen Applikatoren 22.1-22.4 von jeweils einem Applikationsroboter geführt werden.

[0074] In den einzelnen Applikatoren 22.1-22.4 befindet sich jeweils ein Steuerventil 25.1-25.4, um den Strom des Auftragsmittels zu der jeweiligen Düse 23.1-23.4 zu steuern.

[0075] Die einzelnen Applikatoren 22.1-22.4 werden durch jeweils einen Versorgungsstrang 26.1-26.4 mit dem Auftragsmittel versorgt.

[0076] In den einzelnen Versorgungssträngen 26.1-26.4 befindet sich jeweils eine steuerbare Pumpe 27.1-27.4, die das Auftragsmittel zu dem zugehörigen Applikator 22.1-22.4 pumpt. Die einzelnen Pumpen 27.1-27.4 werden hierbei jeweils durch Steuersignale n1-n4 angesteuert, die die Pumpleistung der Pumpen 27.1-27.4 bestimmen.

[0077] Darüber hinaus befindet sich in den einzelnen Versorgungssträngen 26.1-26.4 jeweils ein Volumenstromsensor 28.1-28.4, wobei die Volumenstromsensoren 28.1-28.4 den Volumenstrom des Auftragsmittels zu den einzelnen Applikatoren 22.1-22.4 messen und jeweils ein entsprechendes Sensorsignal Q1-Q4 ausgeben.

[0078] Kurz vor den einzelnen Applikatoren 22.1-22.4 befindet sich in den einzelnen Versorgungssträngen 26.1-26.4 jeweils ein Drucksensor 29.1-29.4, wobei die Drucksensoren 29.1-29.4 den Druck des Auftragsmittels in dem jeweiligen Versorgungsstrang 26.1-26.4 kurz vor dem Applikator

22.1-22.4 messen und ein entsprechendes Sensorsignal p1-p4 ausgeben.

[0079] Auch bei dieser Erfindungsvariante kann eine schleichende Düsenverstopfung bei den einzelnen Düsen 23.1-23.4 in der vorstehend beschriebenen Weise von der Überwachungseinheit 5 erfasst werden. Hierzu wertet die Überwachungseinheit 5 dann die Steuersignale s1-s4, n1-n4 sowie die Sensorsignale p1-p4 und Q1-Q4 aus, wie vorstehend beschrieben wurde. Auch hierbei ermöglicht die Erfindung einen düsenübergreifenden Vergleich zwischen den verschiedenen Düsen 23.1-23.4 um erkennen zu können, wenn eine der Düsen 23.1-23.4 eine schleichende Düsenverstopfung zeigt.

[0080] Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und es den Schutzbereich fallen. Insbesondere beansprucht die Erfindung auch Schutz für den Gegenstand und die Merkmale der Unteransprüche unabhängig von den jeweils in Bezug genommenen Ansprüchen und insbesondere auch ohne die Merkmale des Hauptanspruchs. Die Erfindung umfasst also verschiedene Erfindungsaspekte, die unabhängig voneinander Schutz genießen.

Bezugszeichenliste

1.1-1.4	Applikationsroboter
2	Applikator
3.1-3.4	Robotersteuerungen
4	Zellensteuerung
5	Überwachungseinheit
6	Konnektivitäts-Rechner
7	Datenbank-Rechner
8	AI-Rechner
9	Grafik-Rechner
10	Montageflansch des Applikators
11.1-11.3	Düsen
12.1-12.3	Strahlen des Dichtmittels
13	Applikatorkopf
14	Drehachse des Applikatorkopfs
15	Drehdurchführung zwischen Applikatorkopf und Montageflansch
16.1-16.3	Steuerventile für die einzelnen Düsen

17	Versorgungsstrang	Auswertung des Sensorsignals (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) erkennt, ob eine der Düsen (11.1-11.3; 23.1-23.4) des Applikators (2; 22.1-22.4) eine schleichende Düsenverstopfung zeigt.
18	Pumpe	
19	Volumenstromsensor	
20	Drucksensor	
21	Anomalie des Residualwert bei „Düse 1“	2. Applikationsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet , dass der mindestens eine Sensor (19, 20; 28.1-28.4; 29.1-29.4) einem der folgenden Typen von Sensoren (19, 20; 28.1-28.4; 29.1-29.4) angehört:
22.1-22.4	Applikatoren	a) Drucksensoren (20; 29.1-29.4), die einen Druck des Auftragsmittels in dem Versorgungsstrang (17; 26.1-26.4) oder in dem Applikator (2; 22.1-22.4) messen,
23.1-23.4	Düsen der einzelnen Applikatoren	b) Mengenstromsensoren (19; 28.1-28.4), die einen Mengenstrom des Auftragsmittels messen, der in dem Versorgungsstrang (17; 26.1-26.4) zu dem Applikator (2; 22.1-22.4) strömt, insbesondere einen Massenstrom oder einen Volumenstrom des Auftragsmittels.
24.1-24.4	Strahlen des Auftragsmittels der einzelnen Applikatoren	
25.1-25.4	Steuerventile der einzelnen Applikatoren	
26.1-26.4	Versorgungsstränge der einzelnen Applikatoren	
27.1-27.4	Pumpen in den einzelnen Versorgungssträngen	
28.1-28.4	Volumenstromsensoren in den einzelnen Versorgungssträngen	3. Applikationsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet ,
29.1-29.4	Drucksensoren in den einzelnen Versorgungssträngen	a) dass die Applikationsanlage mindestens einen Aktor (18; 16.1-16.3; 27.1-27.4, 25.1-25.4) aufweist zur Ansteuerung des Versorgungsstrangs (17; 26.1-26.4) und/oder des Applikators (2; 22.1-22.4),
n, n1-n1	Steuersignale für die Pumpen	b) dass der Aktor (18; 16.1-16.3; 27.1-27.4, 25.1-25.4) durch ein Steuersignal (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4) angesteuert wird, und
p, p1-p2	Sensorsignale der Drucksensoren	c) dass die Überwachungseinheit (5) das Steuersignal (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4) für den Aktor (18; 16.1-16.3; 27.1-27.4, 25.1-25.4) erfasst und bei der Auswertung des Sensorsignals (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) berücksichtigt, um eine unterschiedliche Ansteuerung des Applikators (2; 22.1-22.4) von einer schleichenden Düsenverstopfung zu unterscheiden.
Q, Q1-Q4	Sensorsignale der Volumenstromsensoren	
s, s1-s4	Steuersignale für die Ventile	

Patentansprüche

1. Applikationsanlage zur Applikation eines Auftragsmittels auf ein Bauteil, insbesondere zur Applikation eines Dichtmittels, eines Dämmstoffs oder eines Klebstoffs auf ein Kraftfahrzeugkarosseriebauteil, mit

a) einem Applikator (2; 22.1-22.4) mit mindestens einer Düse (11.1-11.3; 23.1-23.4) zur Applikation des Auftragsmittels auf das Bauteil,

b) einem Versorgungsstrang (17; 26.1-26.4) zur Versorgung des Applikators (2; 22.1-22.4) mit dem Auftragsmittel,

c) einem Sensor (19, 20; 28.1-28.4; 29.1-29.4), der eine Messgröße in dem Versorgungsstrang (17; 26.1-26.4) zu dem Applikator (2; 22.1-22.4) oder in dem Applikator (2; 22.1-22.4) misst und ein entsprechendes Sensorsignal (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) liefert, und

d) einer Überwachungseinheit (5), die mit dem Sensor (19, 20; 28.1-28.4; 29.1-29.4) verbunden ist und das Sensorsignal (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) des Sensors auswertet, **dadurch gekennzeichnet**,

e) dass die Überwachungseinheit (5) durch eine

4. Applikationsanlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Aktor (18; 16.1-16.3; 27.1-27.4, 25.1-25.4) einem der folgenden Typen von Aktoren (18; 16.1-16.3; 27.1-27.4, 25.1-25.4) angehört:

a) Steuerventile (16.1-16.3; 25.1-25.4), die einen Auftragsmittelstrom zu den einzelnen Düsen (11.1-11.3; 23.1-23.4) steuern, wobei das jeweilige Steuersignal (s1-s3; s1-s4) die Ventilstellung des jeweiligen Steuerventils (16.1-16.3; 25.1-25.4) steuert,

b) Pumpen (18; 27.1-27.4), die einen Auftragsmittelstrom zu dem Applikator (2; 22.1-22.4) Pumpen (18; 27.1-27.4), wobei das jeweilige Steuersignal (n; n1-n4) den von der jeweiligen Pumpe (18; 27.1-27.4) abgegebenen Auftragsmittelstrom steuert.

5. Applikationsanlage nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**,

a) dass jeder der Düsen (11.1-11.3) des Applikators (2) als Aktor jeweils ein Steuerventil (16.1-16.3) zugeordnet ist, das den Auftragsmittelstrom durch

die jeweilige Düse (11.1-11.3) steuert,
 b) dass die Steuerventile (16.1-16.3) von jeweils einem Steuersignal (s1-s3) angesteuert werden, das den Schaltzeitpunkt des jeweiligen Steuerventils (16.1-16.3) steuert,
 c) dass die Überwachungseinheit (5) die Steuersignale (s1-s3) für die einzelnen Steuerventile (16.1-16.3) berücksichtigt, um die Düsen (11.1-11.3) miteinander vergleichen zu können und eine schleichende Düsenverstopfung zu erkennen, und
 d) dass die Überwachungseinheit (5) die Sensorsignale (p, Q;) vorzugsweise jeweils in einem Beobachtungszeitraum nach einem Schaltzeitpunkt der Steuerventile (16.1-16.3) auswertet.

6. Applikationsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 a) dass die Überwachungseinheit (5) einen AI-Rechner (8) aufweist, auf dem im Betrieb ein Maschinelles-Lernen-Algorithmus läuft, und
 b) dass der Maschinelles-Lernen-Algorithmus das Sensorsignal (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) und vorzugsweise auch das Steuersignal (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4) auswertet und erkennt, ob eine der Düsen (11.1-11.3; 23.1-23.4) eine schleichende Düsenverstopfung zeigt.

7. Applikationsanlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**,
 a) dass der Maschinelles-Lernen-Algorithmus in einem Trainingsvorgang durch überwachtes Lernen den Zusammenhang zwischen dem Steuersignal (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4) und dem resultierenden Sensorsignal (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) ohne eine Düsenverstopfung lernt,
 b) dass der Maschinelles-Lernen-Algorithmus im Applikationsbetrieb aus dem gemessenen Sensorsignal (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) einen Residualwert berechnet, aus dem der Einfluss des Steuersignals herausgerechnet ist, und
 c) dass die Überwachungseinheit (5) den Residualwert auswertet und eine Anomalie (21) des Residualwerts als Anzeichen für eine schleichende Düsenverstopfung erkennt.

8. Applikationsanlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**,
 a) dass die Überwachungseinheit (5) jeweils Schaltzeitpunkte der Steuerventile (16.1-16.3; 25.1-25.4) der einzelnen Düsen (11.1-11.3; 23.1-23.4) ermittelt, und
 b) dass die Überwachungseinheit (5) die Residualwerte jeweils in einem Beobachtungszeitraum im Anschluss an die Schaltzeitpunkte auswertet.

9. Applikationsanlage nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überwachungseinheit (5) die Residualwerte nach den Schaltzeitpunkten verschiedener Düsen (11.1-11.3;

23.1-23.4) miteinander vergleicht, um eine schleichende Düsenverstopfung zu erkennen.

10. Applikationsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**
 a) einen Applikationsroboter (1.1-1.4) zum Bewegen des Applikators (2; 22.1-22.4), und
 b) eine Robotersteuerung (3.1-3.4) zur Ansteuerung des Applikationsroboters (1.1-1.4).

11. Applikationsanlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**,
 a) dass mehrere Applikationsroboter (1.1-1.4) vorgesehen sind, die jeweils einen Applikator (2; 22.1-22.4) bewegen,
 b) dass die einzelnen Applikationsroboter (1.1-1.4) von jeweils einer Robotersteuerung (3.1-3.4) angesteuert werden,
 c) dass die Applikationsroboter (1.1-1.4) gemeinsam in einer Roboterzelle angeordnet sind, insbesondere in einer gemeinsamen Applikationskabine, und
 d) dass zur Steuerung der Roboterzelle eine Zellensteuerung (4) vorgesehen ist, wobei die Zellensteuerung (4) die Robotersteuerungen (3.1-3.4) und/oder die Applikationsroboter (1.1-1.4) in der Roboterzelle übergreifend steuert.

12. Applikationsanlage nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch**
 a) einen Konnektivitäts-Rechner (6),
 a1) wobei der Konnektivitäts-Rechner (6) einerseits mit den Robotersteuerungen (3.1-3.4) und/oder der Zellensteuerung (4) verbunden ist und die Steuersignale (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4) und die Sensorsignale (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) von den Robotersteuerungen (3.1-3.4) und/oder der Zellensteuerung (4) erhält,
 a2) während der Konnektivitäts-Rechner (6) andererseits mit dem AI-Rechner (8) verbunden ist und dem AI-Rechner (8) die Steuersignale (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4) und die Sensorsignale (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) liefert, und/oder
 b) einen Datenbank-Rechner (7) zum Speichern der Steuersignale (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4) und der Sensorsignale (p, Q; p1-p4, Q1-Q4), wobei der Datenbank-Rechner (7) vorzugsweise mit dem Konnektivitäts-Rechner (6) verbunden ist und die Steuersignale (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4) und die Sensorsignale (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) von dem Konnektivitäts-Rechner (6) erhält, und/oder
 c) einen Grafik-Rechner (9) zur Darstellung des Ergebnisses der Auswertung, wobei der Grafik-Rechner (9) vorzugsweise mit dem Konnektivitäts-Rechner (6) oder dem Datenbank-Rechner verbunden ist.

13. Applikationsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
 a) dass mehrere Applikatoren (22.1-22.4) vorgesehen sind,

b) dass zur Versorgung der Applikatoren (22.1-22.4) mit dem Auftragsmittel mehrere Versorgungsstränge (26.1-26.4) vorgesehen sind, wobei jedem der Applikatoren (22.1-22.4) jeweils einer der Versorgungsstränge (26.1-26.4) zugeordnet ist,

c) dass jedem der Versorgungsstränge (26.1-26.4) jeweils mindestens einer der Sensoren (28.1-28.4, 29.1-29.4) zugeordnet ist und die Sensoren (28.1-28.4, 29.1-29.4) jeweils eine Messgröße in dem jeweiligen Versorgungsstrang (26.1-26.4) messen und ein entsprechendes Sensorsignal (p1-p4, Q1-Q4) liefern,

d) dass die Überwachungseinheit (5) die Sensorsignale (p1-p4, Q1-Q4) von Sensoren (28.1-28.4, 29.1-29.4) aus verschiedenen Versorgungssträngen (26.1-26.4) miteinander vergleicht, um in den einzelnen Versorgungssträngen (26.1-26.4) eine schleichende Düsenverstopfung von einer unterschiedlichen Ansteuerung des jeweiligen Versorgungsstrangs (26.1-26.4) zu unterscheiden,

e) dass jedem der Versorgungsstränge (26.1-26.4) jeweils mindestens einer der Aktoren (27.1-27.4, 25.1-25.4) zugeordnet ist, und/oder

f) dass die Überwachungseinheit (5) die Steuersignale (n1-n4, s1-s4) für Aktoren (27.1-27.4, 25.1-25.4) in verschiedenen Versorgungssträngen (26.1-26.4) berücksichtigt, um in den einzelnen Versorgungssträngen (26.1-26.4) eine schleichende Düsenverstopfung von einer unterschiedlichen Ansteuerung des jeweiligen Versorgungsstrangs (26.1-26.4) zu unterscheiden.

14. Überwachungsverfahren für eine Applikationsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den folgenden Schritten:

a) Zuführen des Auftragsmittels zu dem Applikator (2; 22.1-22.4) durch den Versorgungsstrang (17; 26.1-26.4),

b) Messen von mindestens einer Messgröße in dem Versorgungsstrang (17; 26.1-26.4) zu dem Applikator (2; 22.1-22.4) oder in dem Applikator (2; 22.1-22.4) mittels des Sensors und Erzeugung eines entsprechenden Sensorsignals (p, Q; p1-p4, Q1-Q4), und

c) Auswerten des Sensorsignals (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) zur Erkennung einer schleichenden Düsenverstopfung einer der Düsen (11.1-11.3; 23.1-23.4) des Applikators (2; 22.1-22.4).

15. Überwachungsverfahren nach Anspruch 14, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

a) Ansteuerung des Versorgungsstranges (17; 26.1-26.4) und/oder des Applikators (2; 22.1-22.4) mit einem Steuersignal (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4), und

b) Auswertung des Steuersignals (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4) zur Unterscheidung einer schleichenden Düsenverstopfung von einer unterschiedlichen Ansteuerung.

16. Überwachungsverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**,

a) dass der Maschinelle-Lernen-Algorithmus in einem Trainingsvorgang durch überwachtes Lernen den Zusammenhang zwischen dem Steuersignal (n, s1-s3; n1-n4, s1-s4) und dem resultierenden Sensorsignal (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) ohne eine Düsenverstopfung lernt,

b) dass der Maschinelle-Lernen-Algorithmus im Applikationsbetrieb aus dem gemessenen Sensorsignal (p, Q; p1-p4, Q1-Q4) einen Residualwert berechnet, aus dem der Einfluss des Steuersignals herausgerechnet ist, und

c) dass die Überwachungseinheit (5) den Residualwert auswertet und eine Anomalie (21) des Residualwerts als Anzeichen für eine schleichende Düsenverstopfung erkennt.

17. Überwachungsverfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**,

a) dass die Überwachungseinheit (5) jeweils Schaltzeitpunkte der Steuerventile (16.1-16.3; 25.1-25.4) der einzelnen Düsen (11.1-11.3; 23.1-23.4) ermittelt, und

b) dass die Überwachungseinheit (5) die Residualwerte jeweils in einem Beobachtungszeitraum im Anschluss an die Schaltzeitpunkte auswertet.

18. Überwachungsverfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überwachungseinheit (5) die Residualwerte verschiedener Düsen (11.1-11.3; 23.1-23.4) miteinander vergleicht, um eine schleichende Düsenverstopfung zu erkennen.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

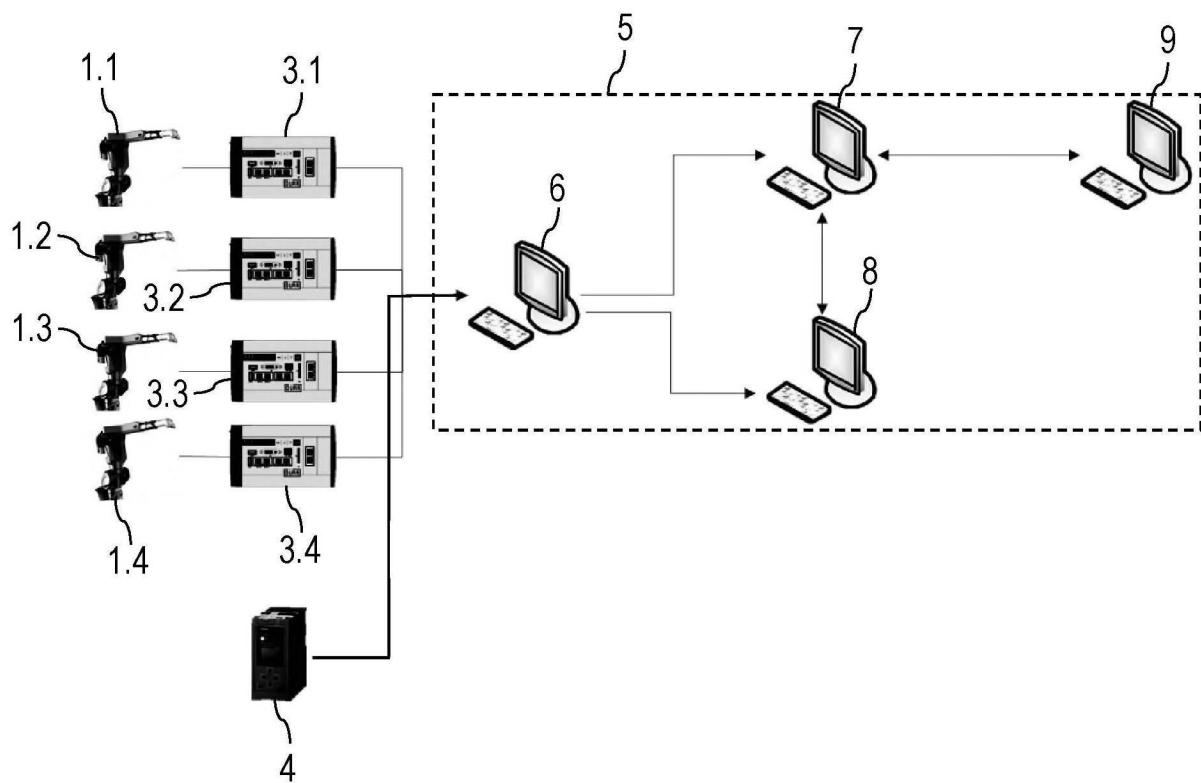


Fig. 1

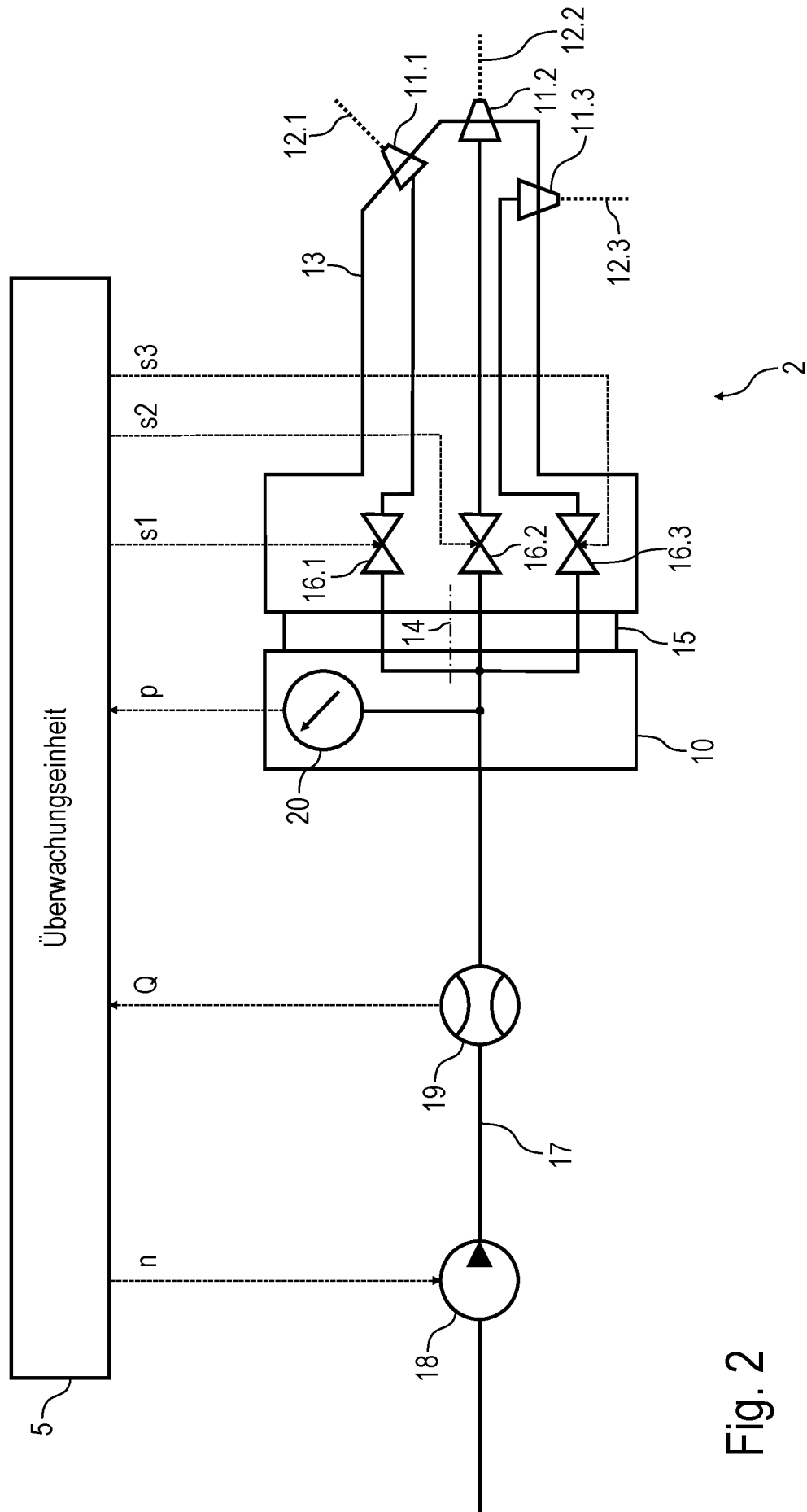


Fig. 2

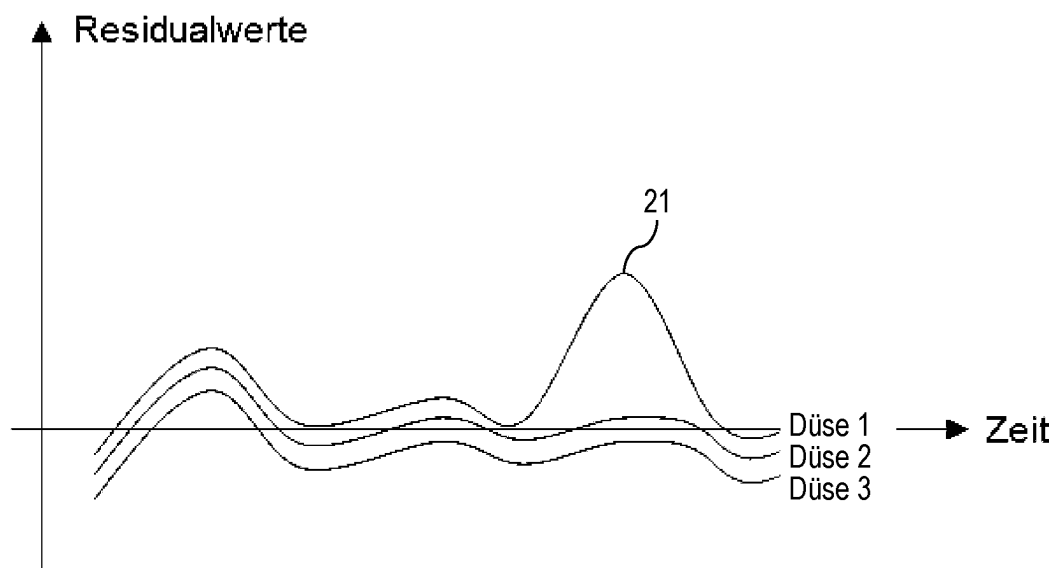


Fig. 3

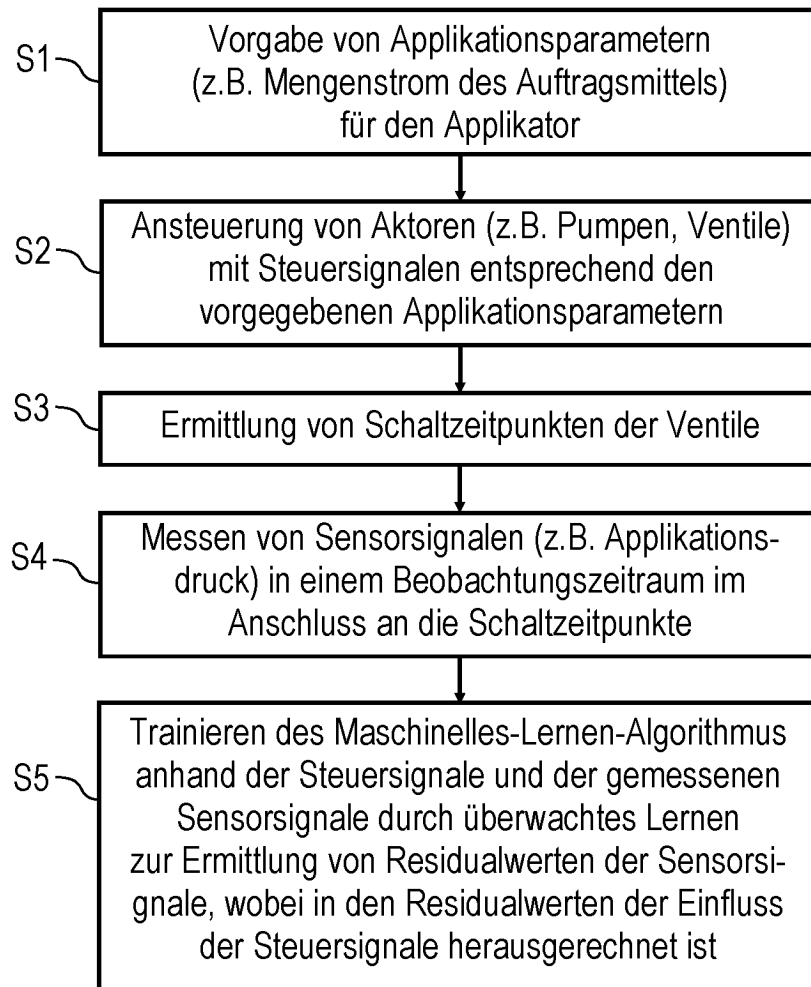


Fig. 4
Trainingsvorgang

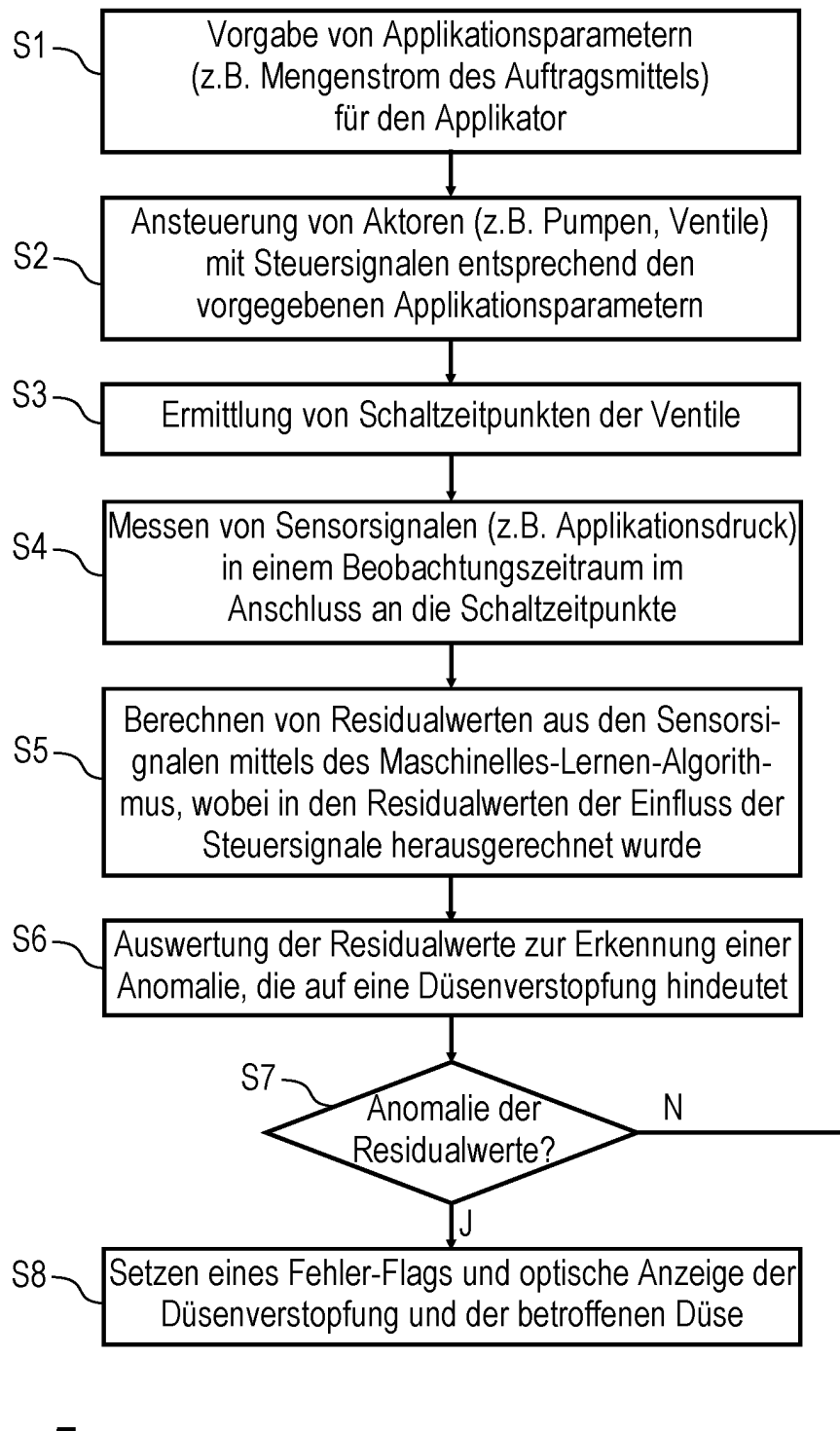


Fig. 5
Applikationsbetrieb

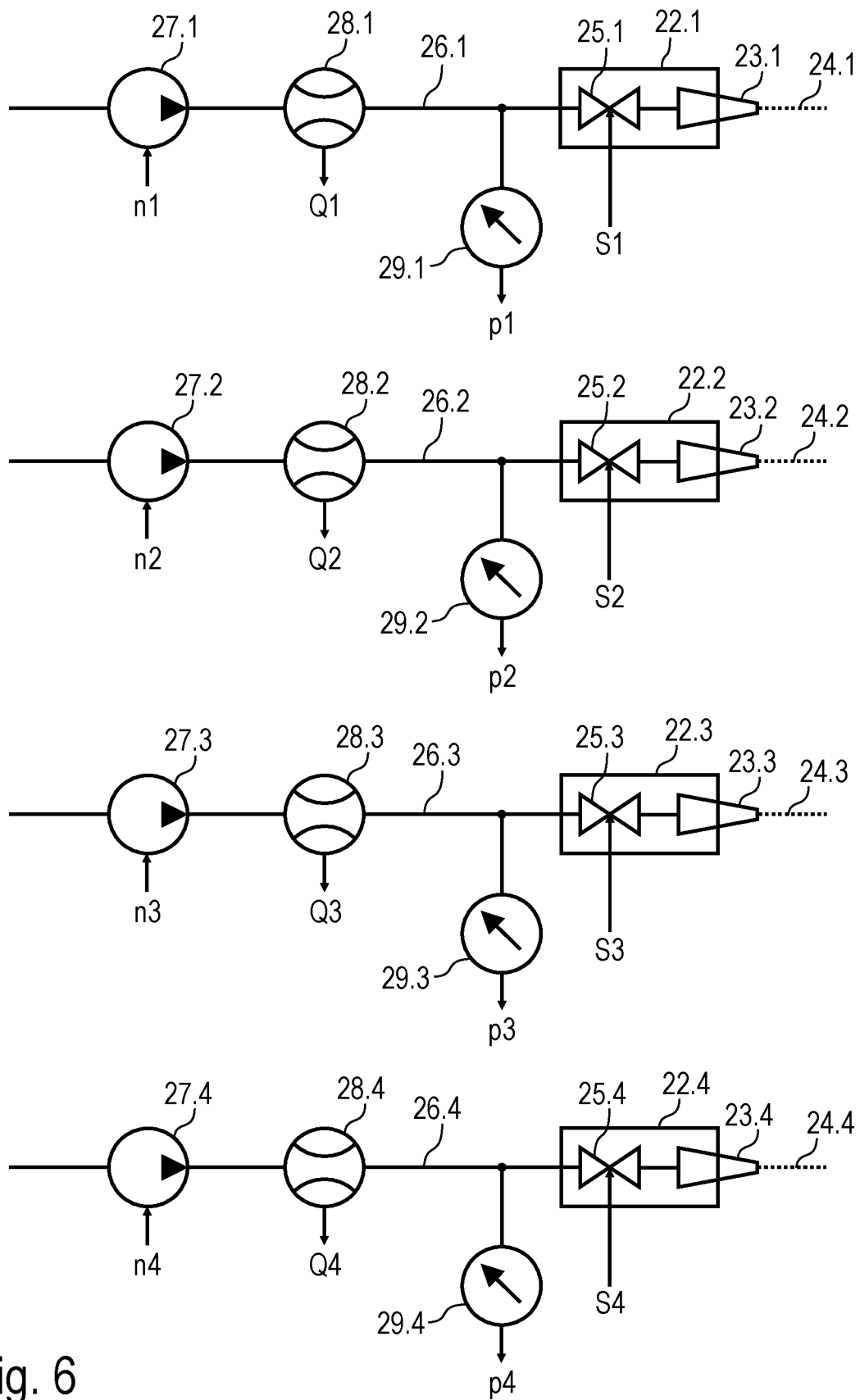


Fig. 6