



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 015 494 A1** 2009.10.01

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 015 494.6**

(22) Anmeldetag: **25.03.2008**

(43) Offenlegungstag: **01.10.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B05B 13/04** (2006.01)

**B05B 7/24** (2006.01)

**B05B 12/14** (2006.01)

**B05B 15/02** (2006.01)

**B25J 9/06** (2006.01)

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

(74) Vertreter:  
**v. Bezold & Partner, 80799 München**

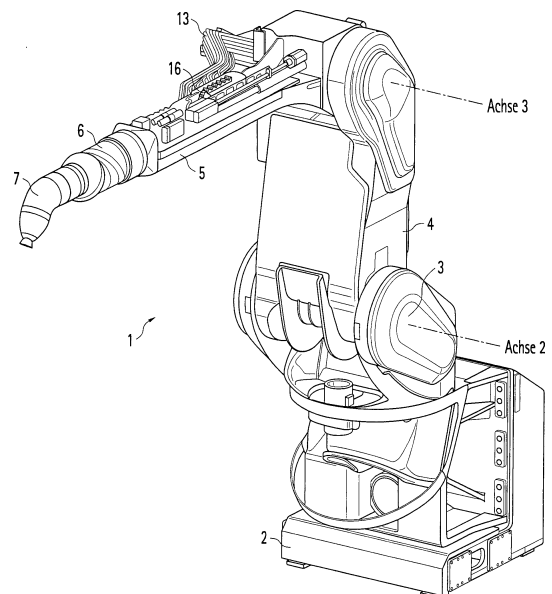
(72) Erfinder:  
**Herre, Frank, 71739 Oberriexingen, DE;**  
**Michelfelder, Manfred, 71711 Steinheim, DE;**  
**Erhardt, Markus, 70199 Stuttgart, DE; Baumann,**  
**Michael, 74223 Flein, DE; Melcher, Rainer, 71720**  
**Oberstenfeld, DE; Buck, Thomas, 74379**  
**Ingersheim, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

(54) Bezeichnung: **Lackierroboter und zugehöriges Betriebsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Lackierroboter zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosserien mit zu lackierenden Außenflächen an der Außenseite der Kraftfahrzeugkarosserien und zu lackierenden Innenflächen im Innenraum der Kraftfahrzeugkarosserien mittels eines von dem Lackierroboter geführten Zerstäubers. Die Erfindung sieht vor, dass der Lackierroboter durch zweckmäßige Anordnung von Bauteilen mit geringem Platzbedarf sowohl zur Lackierung der Außenflächen als auch zur Lackierung der Innenflächen der Kraftfahrzeugkarosserien geeignet ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein entsprechendes Betriebsverfahren.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Lackierroboter zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosserien gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs. Unter „Lackierroboter“ sind hier beliebige programmgesteuerte mehrachsige Beschichtungsmaschinen oder sonstige Bewegungsautomaten zu verstehen. Weiterhin betrifft die Erfindung ein entsprechendes Betriebsverfahren für einen derartigen Lackierroboter.

**[0002]** In modernen Lackieranlagen zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosserien werden mehrachsige Lackierroboter eingesetzt, die als Applikationsgerät beispielsweise einen Rotationszerstäuber führen und einen hocheffizienten Lackierbetrieb ermöglichen.

**[0003]** Dabei sind gelegentlich oder häufig Farbwechsel erforderlich, wenn die Kraftfahrzeugkarosserien mit verschiedenfarbigen Lacken lackiert werden sollen. Die bekannten Lackierroboter weisen deshalb einen beispielsweise in DE 103 35 358 A1 beschriebenen Farbwechsler auf, der eingangsseitig an mehrere Farbzuleitungen angeschlossen ist, über die verschiedenfarbige Lacke zugeführt werden. In dem Farbwechsler münden die einzelnen Farbzuleitungen über jeweils ein Farbventil in einen gemeinsamen Farbzentalkanal, der den Rotationszerstäuber über einen Farbdruckregler und eine Dosierpumpe mit dem zu applizierenden Lack versorgt.

**[0004]** Bei dieser Bauweise des Farbwechslers muss der Farbzentalkanal zwischen dem Farbwechsler und dem Hauptnadelventil des Zerstäubers bei einem Farbwechsel gespült werden, bevor ein anderer Lack mit einer neuen Farbe appliziert werden kann. Das Spülen des Farbzentalkanals bei einem Farbwechsel ist wichtig, da die in dem Farbzentalkanal bei einem Farbwechsel verbliebenen Lackreste ansonsten den neuen Lack verunreinigen würden.

**[0005]** Problematisch ist hierbei jedoch, dass bei einem Farbwechsel das Lackvolumen zwischen dem Farbwechsler und dem Hauptnadelventil des Zerstäubers verworfen werden muss, so dass beispielsweise bei einem Farbwechsler mit 24 möglichen Farben ein Farbverlust zwischen 45 und 55 ml auftritt.

**[0006]** Es ist deshalb zur Minimierung der bei einem Farbwechsel auftretenden Farbverluste bekannt, den Farbwechsler möglichst nahe an dem Zerstäuber zu montieren, d. h. in dem distalen Roboterarm, der auch als „Arm 2“ bezeichnet wird.

**[0007]** Die Montage des Farbwechslers in dem distalen Roboterarm erfordert jedoch bisher einen so großen Bauraum in dem distalen Roboterarm, dass sich die bekannten Lackierroboter mit einem in dem distalen Roboterarm montierten Farbwechsler nur zur Außenlackierung eignen, d. h. zur Lackierung von

Außenflächen der Kraftfahrzeugkarosserien, da hierbei die Baugröße des distalen Roboterarms nur eine untergeordnete Rolle spielt.

**[0008]** Zur Innenlackierung von Kraftfahrzeugkarosserien können dagegen bisher keine Lackierroboter eingesetzt werden, bei denen der Farbwechsler auf dem distalen Roboterarm montiert ist, da zur Innenlackierung schmale, schlank bauende Roboterarme erforderlich sind, die durch Karosserieöffnungen (z. B. Türöffnungen) in den Innenraum der Kraftfahrzeugkarosserien hineingeführt werden können, um die Innenflächen im Innenraum lackieren zu können. Bei den bekannten Lackieranlagen zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosserien werden deshalb zur Innenlackierung Lackierroboter mit einer anderen Bauweise eingesetzt, bei denen der Farbwechsler nicht auf dem distalen Roboterarm montiert ist, wobei die höheren Farbverluste in Kauf genommen werden, um eine schlankere Bauweise des distalen Roboterarms zu ermöglichen, oder stattdessen komplexe Techniken wie z. B. Farbbehälter im Zerstäuber oder Molchsysteme mit Kolbendosierern.

**[0009]** Nachteilig bei den bekannten Lackieranlagen ist also die Tatsache, dass zur Innenlackierung einerseits und zur Außenlackierung andererseits unterschiedliche Robotertypen eingesetzt werden müssen, was in der Regel und jedenfalls bei nicht optimaler Auslegung auch eine unterschiedliche Applikationstechnik erfordert. Die unterschiedlichen Bauweisen der Lackierroboter und der zugehörigen Applikationstechnik führen jedoch zu einem erhöhten konstruktiven und logistischen Aufwand.

**[0010]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen entsprechend verbesserten Lackierroboter zu schaffen.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch einen Lackierroboter bzw. ein entsprechendes Betriebsverfahren gemäß den Nebenansprüchen gelöst.

**[0012]** Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, einen Lackierroboter zu schaffen, der konstruktiv, d. h. durch zweckmäßige Anordnung von Bauteilen mit geringem Platzbedarf sowohl zur Lackierung der Außenflächen von Kraftfahrzeugkarosserien als auch zur Lackierung der Innenflächen der Kraftfahrzeugkarosserien geeignet ist.

**[0013]** Damit ist gemeint, dass der Roboter in der Lage sein soll, den Zerstäuber bei montierten, also im Weg stehenden Türen und Hauben in die Motor- und Kofferräume der Karosse und in einem für die Lackierung des Innenraums ausreichenden Maße durch Türöffnungen (und in Sonderfällen durch Fensteröffnungen) in den Innenraum der Karosse einzuführen. In typischen Fällen darf die vertikale Höhe des „Arms 2“ (oder bei sonstigen Lackiermaschinen des distalen

Maschinenarms) im Bereich seines zerstäuberseitigen Endes nicht größer sein als 350 mm, vorzugsweise 300 mm, und seine quer hierzu gemessene Breite in diesem Bereich nicht größer als 300 mm, vorzugsweise 250 mm. Diese Grenze soll für eine ausreichende Länge in Richtung zu der Schwenkachse dieses Arms nicht überschritten werden, beispielsweise bis mindestens 300 mm ab Anbaufläche der Handachse, in anderen Fällen bis mindestens 500 mm. In seinem hinteren Bereich kann der Arm dann breiter werden, z. B. für seitlichen Schlauchaustritt, und aus konstruktiven Gründen auch höher.

**[0014]** Derart schlanke Roboterarme sind für die Innenlackierung von Karossen an sich bekannt, doch konnten sie aus Platzgründen bisher nicht die für die Applikation benötigten Bauteile wie Farbwechsler, Dosierpumpen, Farbdruckregler usw. enthalten, sie hatten also die erwähnten Nachteile wie Farb-, Spül- und Zeitverluste usw..

**[0015]** Der erfindungsgemäße Lackierroboter weist deshalb vorzugsweise mehrere kinetisch seriell angeordnete Roboterarme auf, um ein Applikationsgerät (z. B. einen Rotationszerstäuber, Luftzerstäuber, Airless-Zerstäuber oder Ultraschallzerstäuber) räumlich zu positionieren, was an sich aus dem Stand der Technik bekannt ist. Bei dem erfindungsgemäßen Lackierroboter ist der distale Roboterarm (d. h. der sogenannte "Arm 2"), dagegen so schmal und schlankbauend, dass der distale Roboterarm mit dem daran montierten Applikationsgerät durch Karosserieöffnungen (z. B. Fensteröffnungen) hindurch in den Innenraum der Kraftfahrzeugkarosserien eingeführt werden kann, um die dortigen Innenflächen zu lackieren.

**[0016]** Weiterhin weist der erfindungsgemäße Lackierroboter vorzugsweise einen Farbwechsler auf, der zur Minimierung der bei einem Farbwechsel auftretenden Farbverluste vorzugsweise auf dem distalen Roboterarm ("Arm 2") des Lackierroboters montiert ist, was durch eine besondere Bauweise des Farbwechslers ermöglicht wird ohne die Eignung zur Innenlackierung zu beeinträchtigen.

**[0017]** In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist der Farbwechsler mehrere Andockstellen (z. B. an einer Farbleiste) auf, die von den einzelnen Farbzuleitungen mit den verschiedenfarbigen Lacken gespeist werden. Darüber hinaus weist der Farbwechsler in diesem Ausführungsbeispiel eine bewegliche Farbentnahme (z. B. einen Andockschlitten) auf, die wahlweise an eine der Andockstellen andocken kann und im andockten Zustand den Lack aus der zugehörigen Farbzuleitung entnimmt und die gemeinsame Farbleitung mit dem entnommenen Lack speist. Zur Auswahl des Lacks mit der gewünschten Farbe wird die Farbentnahme also so positioniert, dass die Farbentnahme an der

zugehörigen Andockstelle andockt, woraufhin der Lack über die Andockstelle aus der zugehörigen Farbzuleitung entnommen werden kann. In diesem Ausführungsbeispiel weist der Farbwechsler also im Gegensatz zu dem eingangs beschriebenen bekannten Farbwechsler keinen Farbzentalkanal auf, so dass der Farbwechsler aufgrund seiner Konstruktion auch bei einer Fehlfunktion der Farbventile oder einer fehlerhaften Ansteuerung der Farbventile verhindert, dass es zu einer Lackverunreinigung kommen kann, da nur jeweils eine einzige Farbzuleitung mit der Farbentnahme verbunden ist.

**[0018]** Auch bei dem vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Farbwechsler ist in den einzelnen Farbzuleitungen vorzugsweise jeweils ein Farbventil angeordnet, das den Lackstrom durch die jeweilige Farbzuleitung wahlweise sperrt oder freigibt. Die einzelnen Farbventile werden hierbei durch jeweils ein und dasselbe Steuersignal gesteuert, wobei es sich beispielsweise um ein pneumatisches, elektrisches oder auch mechanisches Steuersignal handeln kann. Vorzugsweise wird das Steuersignal zur Ansteuerung der einzelnen Farbventile von der Farbentnahme über die jeweils andockte Andockstelle zu dem jeweiligen Farbventil geführt, so dass das Steuersignal nur dann zu einem der Farbventile gelangen kann, wenn die Farbentnahme an die zugehörige Andockstelle andockt. Durch diese Art der Ansteuerung der Farbventile wird inhärent sichergestellt, dass die einzelnen Farbventile nur geöffnet werden können, wenn die Farbentnahme an der zugehörigen Andockstelle andockt. Die einzelnen Farbventile sind also vorzugsweise so konstruiert, dass die Farbventile bei einem fehlenden Steuersignal die zugehörige Farbzuleitung sperren. Als Farbventile oder statt üblicher Farbventile können auch als Schnellverschluss- oder Quick-Connect-Kupplungen bekannte Elemente, extern angesteuerte Rückschlagventile oder durch Bestätigung mit einem Stößel öffnende Ventile verwendet werden.

**[0019]** Bei der beweglichen Farbentnahme kann es sich beispielsweise um einen Andockschlitten handeln, der relativ zu den Andockstellen der einzelnen Farbzuleitungen linear verschiebbar ist. Es besteht jedoch alternativ auch die Möglichkeit, dass die Farbentnahme drehbar ist, um an die gewünschte Andockstelle anzudocken.

**[0020]** Ähnliche Farbwechsler sind beispielsweise aus der Patentanmeldung EP 1 245 295 A2 bekannt, so dass der Inhalt dieser Patentanmeldung dieser Beschreibung in vollem Umfang zuzurechnen ist, was den Aufbau und die Funktionsweise des Farbwechslers anbelangt.

**[0021]** Weiterhin weist der erfindungsgemäße Lackierroboter vorzugsweise zwei getrennte Spülkreisläufe auf, nämlich einen ersten Spülkreislauf zum

Spülen der Andockstellen des Farbwechslers und einen zweiten Spülkreislauf zum Spülen der gemeinsamen Farbleitung für die verschiedenfarbigen Lacke zwischen dem Farbwechsler und dem Zerstäuber, wobei die beiden Spülkreisläufe getrennt oder zumindest trennbar sind, so dass die Andockstellen unabhängig und getrennt von der gemeinsamen Farbleitung spülbar sind. Bei dieser Bauweise besteht also die Möglichkeit, dass die gemeinsame Farbleitung für die verschiedenfarbigen Lacke bis zu dem Zerstäuber hingespült wird, während gleichzeitig oder zumindest zeitlich überlappend die Andockstellen des Farbwechslers gespült werden. Diese gleichzeitige bzw. zeitlich überlappende Spülung verringert bei einem Farbwechsel die Farbwechselzeit. Darüber hinaus kann die Farbentnahme bei einem Farbwechsel bereits eine neue Andockstelle anfahren und daran andocken, während die gemeinsame Farbleitung für die verschiedenfarbigen Lacke bis zu dem Zerstäuber hin gespült wird, was ebenfalls zu einer Verringerung der erforderlichen Farbwechselzeit beiträgt.

**[0022]** Die Trennung der beiden Spülkreisläufe erfolgt bei dieser Bauweise vorzugsweise durch mindestens ein Trennventil, das in der Farbentnahme angeordnet ist.

**[0023]** Hierbei führt der erste Spülkreislauf vorzugsweise von einer Spülmittelzuleitung ausgehend über ein Spülmittelventil durch die gemeinsame Farbleitung stromabwärts hinter dem Trennventil zu dem Zerstäuber und schließlich wahlweise über ein Rückflussventil in eine Rückflussleitung oder über das Hauptnadelventil des Zerstäubers. Beim Spülen der gemeinsamen Farbleitung bestehen also im Rahmen der Erfindung verschiedene Möglichkeiten.

**[0024]** Zum Einen besteht die Möglichkeit, dass die üblicherweise als Spülmittel dienende Verdünnerflüssigkeit nach dem Spülen der gemeinsamen Farbleitung von dem Zerstäuber in der gleichen Weise abgesprüht wird wie der zu applizierende Lack. Hierbei wirkt das in die gemeinsame Farbleitung eingeleitete Spülmittel als Verdrängermedium und schiebt den noch in der Farbleitung befindlichen Lack über den Zerstäuber aus. Auch die als "Push-out-Betrieb" bezeichnete Betriebsweise ist möglich, bei der der noch in der Leitung befindliche und von dem Zerstäuber abgesprühte Restlack noch praktisch vollständig zur Lackierung verwendet wird, bis schließlich das als Verdrängermedium dienende Spülmittel von dem Zerstäuber abgegeben wird. In diesem "Push-out-Betrieb" ist also die genaue Kenntnis des Umschaltzeitpunktes erforderlich, zu dem das Farbventil geschlossen und das Spülmittelventil geöffnet wird. Der Lackierbetrieb muss dann mit einem ausreichenden zeitlichen Sicherheitsabstand beendet werden, bevor das als Verdrängermedium dienende Spülmittel von dem Zerstäuber abgegeben wird. In an sich bekannter Weise kann „Push-out“ mit einem

den Lack schiebenden Molch durchgeführt werden, wobei der Molch von dem Spülmittel geschoben werden kann. Wenn aber der Restlack von einem Spülmittel direkt geschoben wird (entsprechendes gilt für Reflow-Betrieb), sind zur Vermeidung des bekannten „Lanzeneffekts“ Leitungen mit ausreichend kleinem Schlauchdurchmesser erforderlich. Der Innendurchmesser aller Leitungen und Kanäle in Bauteilen, durch die Lack direkt von dem Spülmittel oder sonstigem Schiebemedium geschoben wird, soll deshalb kleiner sein als 6 mm, beispielsweise zwischen ungefähr 2 und ungefähr 4 mm. Ferner sollen diese Leitungen und Kanäle auch im Hinblick auf den Lanzeneffekt und zur Vermeidung von Verwirbelungen usw. Ecken und scharfe Biegungen vermeiden.

**[0025]** Zum Anderen besteht bei der Spülung der gemeinsamen Farbleitung die Möglichkeit, dass in dem Zerstäuber ein erstes Rückflussventil angeordnet ist, über das das Spülmittel in eine Rückflussleitung abgeleitet werden kann.

**[0026]** Die beiden vorstehend genannten Arten der Spülung können auch miteinander kombiniert werden, indem der von dem Spülmittel aus dem gemeinsamen Farbleitung herausgedrückte Lack zunächst zur Lackierung verwendet wird. Kurz bevor das Spülmittel das Hauptnadelventil des Zerstäubers erreicht, wird dann das Hauptnadelventil geschlossen und das Rückflussventil in dem Zerstäuber geöffnet, damit das Spülmittel nicht abgesprüht wird.

**[0027]** Darüber hinaus ermöglicht das erfindungsgemäße Farbwechselsystem eine Wiederverwendung des in der gemeinsamen Farbleitung zwischen dem Farbwechsler und dem Zerstäuber befindlichen Lacks, indem der bei einem Farbwechsel in der gemeinsamen Farbleitung zwischen dem Farbwechsler und dem Zerstäuber befindliche Lack über die Andockstelle in die zugehörige Farbzuleitung zurückgedrückt wird, weshalb diese Betriebsweise auch als "Reflow-Betrieb" bezeichnet wird. Das Zurückdrücken des Lacks aus dem Leitungsabschnitt der gemeinsamen Farbleitung zwischen dem Farbwechsler und dem Zerstäuber in die Farbzuleitung erfolgt vorzugsweise dadurch, dass im Bereich des Zerstäubers stromaufwärts vor dem Hauptnadelventil des Zerstäubers ein als Verdrängermedium dienendes Schiebemedium wie z. B. Spülflüssigkeit in die gemeinsame Farbleitung eingeleitet wird. Das in die gemeinsame Farbleitung eingeleitete Spülmittel drückt dann den in der gemeinsamen Farbleitung befindlichen Lack zurück in die zugehörige Farbzuleitung. In dem zugehörigen Ausführungsbeispiel der Erfindung mündet deshalb eine Spülmittelzuleitung über ein in dem Zerstäuber angeordnetes Spülmittelventil stromaufwärts vor dem Hauptnadelventil des Zerstäubers in die gemeinsame Farbleitung, um den in der gemeinsamen Farbleitung verbliebenen Lack für eine spätere Wiederverwendung durch den Farb-

wechsler hindurch in die zugehörige Farbleitung zurückzudrücken, wobei das eingeleitete Spülmittel als Verdrängungsmedium dient.

**[0028]** Auch der Reflow-Betrieb kann in an sich bekannter Weise mit einem Molch durchgeführt werden.

**[0029]** Die Einleitung des Verdränger- oder Schiebemediums, beispielsweise eines Löse- oder Spülmittels in den Zerstäuber erfolgt vorzugsweise nicht direkt über die Spülmittelzuleitung und das Spülmittelventil, sondern über einen Spülmitteldosierer, der in der Spülmittelzuleitung stromaufwärts vor dem Spülmittelventil angeordnet ist und das in dem Spülmitteldosierer befindliche Spülmittel in die gemeinsame Farbleitung drücken kann, wenn das Spülmittelventil geöffnet ist.

**[0030]** Mit „Dosierer“ ist hier eine Einrichtung gemeint, die ein vorbestimmtes Flüssigkeitsvolumen (Dosis) fördern soll, aber keinen definierten Volumenstrom pro Zeiteinheit erzeugen muss.

**[0031]** Ein derartiger Dosierer, z. B. ein Kolbendosierer, der vorzugsweise nur mit Druck beaufschlagt wird und ohne definierte Zeit- oder Geschwindigkeitssteuerung arbeitet, hat wesentliche Vorteile z. B. gegenüber einer volumetrisch arbeitenden Zahnrad dosierpumpe. Neben dem geringeren Steueraufwand ergibt sich vor allem der Vorteil deutlich geringerer Verluste, die bei Dosierpumpen durch Schlupf verursacht werden und infolge Verschleiß im Betrieb ständig und überdies undefiniert größer werden.

**[0032]** Stromaufwärts vor dem Spülmitteldosierer befindet sich hierbei vorzugsweise ein weiteres Spülmittelventil zur steuerbaren Befüllung des Spülmitteldosierers über die Spülmittelzuleitung. Eingangsseitig kann der Spülmitteldosierer also vorzugsweise über das Spülmittelventil aus der Spülmittelzuleitung mit dem Spülmittel befüllt werden. Ausgangsseitig ist der Spülmitteldosierer dagegen über das Spülmittelventil mit der gemeinsamen Farbleitung verbunden, um das als Verdrängungsmedium dienende Spülmittel in die gemeinsame Farbleitung dosieren zu können.

**[0033]** In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist der Spülmitteldosierer ein Dosiervolumen auf, das im Wesentlichen gleich dem Füllvolumen der Farbleitung zwischen dem jeweils ange dockten Farbventil einerseits und dem Hauptnadelventil des Zerstäubers andererseits ist. Damit reicht das Dosiervolumen des Spülmitteldosierers aus, um den gesamten Leitungsabschnitt der gemeinsamen Farbleitung zwischen dem Farbwechsler und dem Zerstäuber mit dem als Verdrängungsmedium dienenden Spülmittel zu füllen und dadurch den in diesem Leitungsabschnitt befindlichen Lack zurück in die zugehörige Farbleitung zu drücken.

**[0034]** Beispielsweise kann der Spülmitteldosierer für den „Reflow-Betrieb“ als Dosierzylinder ausgebildet sein oder durch einen Molchschlauch gebildet werden.

**[0035]** Hinsichtlich des Antriebs des Spülmitteldosierers bestehen verschiedene Möglichkeiten, wobei der Spülmitteldosierer vorzugsweise elektrisch oder pneumatisch angetrieben wird.

**[0036]** Es wurde bereits vorstehend erläutert, dass der erfindungsgemäße Farbwechsler eine bewegliche Farbentnahme aufweist, die an einer von mehreren Andockstellen andocken kann, um den Lack der gewünschten Farbe über die Andockstelle aus der zugehörigen Farbzuleitung zu entnehmen. Hierbei ist vorzugsweise eine Spannvorrichtung vorgesehen, welche die Farbentnahme (z. B. den Andockschlitten) und die jeweilige Andockstelle (z. B. in der Farbleiste) im angedockten Zustand mechanisch miteinander verspannt. Dies ermöglicht vorteilhaft ein nach außen hin kräftefreies Andocken der Farbentnahme an die jeweilige Andockstelle, so dass keine groß dimensionierten Halterungen oder Abstützungen erforderlich sind.

**[0037]** In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die Spannvorrichtung eine Nut mit einer Hinterschneidung auf, an der ein bewegliches Spannelement angreift. Beispielsweise können die einzelnen Farbzuleitungen und die zugehörigen Farbventile und Andockstellen in einer Reihe in einer Farbleiste angeordnet sein, wobei die Farbleiste die Nut zur Verspannung mit der Farbentnahme aufweist. Die Farbentnahme besteht hierbei vorzugsweise aus einem Andockschlitten, der in Längsrichtung der Nut relativ zu der Farbleiste verschiebbar ist, wobei der Andockschlitten mittels eines Andockzylinders eine in der Nut geführte Greifscheibe anziehen kann, um den Andockschlitten mit der Farbleiste zu verspannen.

**[0038]** Trotz der Verspannung zwischen dem Andockschlitten einerseits und der Farbleiste andererseits kann im Fall eines Fehlers, z. B. bei Versagen einer der dort vorgesehenen Dichtungen, im Bereich der Andockstellen eine Leckage auftreten, wobei Lack in die Nut in der Farbleiste austritt. Es ist deshalb vorteilhaft, wenn die Nut an ihrer Unterseite keine Hinterschneidung aufweist, damit leckagebedingt ausgetretener Lack unten aus der Nut ausfließen kann. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist die Nut deshalb nur an ihrer oberen Nutflanke eine Hinterschneidung auf, wohingegen die Nut an ihrer unteren Nutflanke hinterschneidungsfrei ist.

**[0039]** Es wurde bereits eingangs erwähnt, dass der Farbwechsler vorzugsweise an dem distalen Roboterarm („Arm 2“) montiert ist, damit die gemeinsame

Farbleitung zwischen dem Farbwechsler und dem Zerstäuber möglichst kurz ist, was zu entsprechend geringen Farbwechselverlusten führt. Darüber hinaus sind auf dem distalen Roboterarm vorzugsweise auch ein Farbdruckregler und/oder eine Dosierpumpe montiert, so dass sich wesentliche Teile der Applikationstechnik auf dem distalen Roboterarm befinden. Ferner ist es vorteilhaft, wenn in dem distalen Roboterarm auch ein servo-pneumatischer Stellantrieb angeordnet ist, um die Farbentnahme (z. B. den Andockschlitten) relativ zu den Andockstellen (z. B. an der Farbleiste) zu bewegen, um den Lack mit der gewünschten Farbe auszuwählen.

**[0040]** Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der Farbdruckregler, der Stellantrieb für die Farbentnahme und/oder die Dosierpumpe in einem gemeinsamen Anschlussblock angeordnet sind, wodurch Verbindungsschläuche zwischen dem Farbdruckregler und der Dosierpumpe und damit schlauchbedingte Störgrößen entfallen. Darüber hinaus ermöglicht die Integration des Farbdruckreglers und der Dosierpumpe in einem einzigen Anschlussblock kurze Verbindungslängen sowie einen einfachen und kompakten Aufbau.

**[0041]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung von eigener schutzwürdiger Bedeutung sieht einen besonderen Anschluss der einzelnen Farbzuleitungen an den Farbwechsler vor. Hierzu sind in dem Farbwechsler für die einzelnen Farbleitungen jeweils Aufnahmebohrungen angeordnet, in welche die Farbzuleitungen zum Anschluss an den Farbwechsler eingeführt werden. An ihrem freien Ende weisen die Farbzuleitungen hierbei eine schräg verlaufende Spannfläche auf, die beispielsweise aus einer konischen und koaxial zu der Aufnahmebohrung verlaufenden Mantelfläche bestehen kann. Weiterhin befindet sich in dem Farbwechsler eine Spannbohrung, die im Wesentlichen rechtwinklig zu der Aufnahmebohrung verläuft und in die Aufnahmebohrung mündet, wobei die Spannbohrung ein Innengewinde aufweist. In die Spannbohrung kann dann eine Spannschraube (z. B. eine Innensechskant-, Torx-, Schlitz- oder Kreuzschlitzschraube oder dgl.) eingeschraubt werden, die mit ihrem freien Ende gegen die schräge Spannfläche am freien Ende der Farbzuleitung drückt und die Farbzuleitung damit axial sichert und in der Aufnahmebohrung verspannt.

**[0042]** Die vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Anschlusskonstruktion eignet sich auch zum Anschluss anderer Leitungen und genießt deshalb unabhängig von den weiteren Merkmalen der Erfindung Schutz.

**[0043]** Darüber hinaus umfasst die Erfindung auch ein entsprechendes Betriebsverfahren für einen Lackierroboter, wobei der Lackierroboter sowohl zur Lackierung der Außenflächen als auch zur Lackierung

der Innenflächen der Kraftfahrzeugkarosserien verwendet wird.

**[0044]** Bei einem Farbwechsel sieht das erfindungsgemäße Betriebsverfahren vorzugsweise vor, dass die bewegliche Farbentnahme (z. B. ein Andockschlitten) des Farbwechslers an eine von mehreren Andockstellen (z. B. an einer Farbleiste) andockt, die aus mehreren Farbzuleitungen mit verschiedenfarbigen Lacken gespeist werden.

**[0045]** Nach dem Andocken wird dann über die angedockte Andockstelle der zu applizierende Lack aus der zugehörigen Farbzuleitung entnommen und der Zerstäuber wird mit dem von dem Farbwechsler ausgewählten Lack über eine gemeinsame Farbleitung für die verschiedenfarbigen Lacke gespeist.

**[0046]** Weiterhin sieht das erfindungsgemäße Betriebsverfahren vorzugsweise vor, dass die Andockstellen in dem Farbwechsler über einen ersten Spülkreislauf mit einem Spülmittel gespült werden, wohingegen die gemeinsame Farbleitung zwischen dem Farbwechsler und dem Zerstäuber über einen zweiten Spülkreislauf mit einem Spülmittel gespült wird, wobei der erste Spülkreislauf von dem zweiten Spülkreislauf getrennt ist oder getrennt wird.

**[0047]** Vorteilhafterweise werden die Andockstellen und die gemeinsame Farbzuleitung zwischen dem Farbwechsler und dem Zerstäuber hierbei gleichzeitig oder zumindest zeitlich überlappend gespült, um die erforderliche Spüldauer und damit auch die Farbwechselzeit zu verkürzen.

**[0048]** Dabei werden die beiden Spülkreisläufe vorzugsweise durch mindestens ein Trennventil voneinander getrennt, um das gleichzeitige oder zeitlich überlappende Spülen zu ermöglichen.

**[0049]** Im Rahmen des bereits vorstehend erwähnten "Push-out-Betriebs" sieht das erfindungsgemäße Betriebsverfahren bei einem Farbwechsel vor, dass der in der gemeinsamen Farbleitung verbliebene Lack über den zweiten Spülkreislauf wahlweise durch ein in dem Zerstäuber befindliches Rückflussventil in eine Rückflussleitung oder über das Hauptnadelventil des Zerstäubers aus der gemeinsamen Farbleitung herausgedrückt wird.

**[0050]** Bei dem vorstehend bereits erwähnten "Reflow-Betrieb" sieht das erfindungsgemäße Betriebsverfahren dagegen vor, dass der in der gemeinsamen Farbleitung verbliebene Lack über die Andockstelle des Farbwechslers zurück in die zugehörige Farbzuleitung gedrückt und später wieder verwendet wird.

**[0051]** Die hier beschriebene Erfindung eignet sich insbesondere auch für die Applikation von 2K-Lacken, wobei die erforderlichen zusätzlichen Bauteile

wie z. B. zwei Dosierpumpen ebenfalls in dem schlanken Arm der Lackiermaschine untergebracht werden können.

[0052] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0053] [Fig. 1](#) eine Perspektivansicht eines erfindungsgemäßen Lackierroboters,

[0054] [Fig. 2](#) eine Perspektivansicht des distalen Roboterarms ("Arm 2") des erfindungsgemäßen Lackierroboters,

[0055] [Fig. 3](#) eine andere Perspektivansicht des distalen Roboterarms,

[0056] [Fig. 4](#) eine Perspektivansicht einer Farbleiste die Bestandteil eines Farbwechslers ist,

[0057] [Fig. 5](#) eine schematische Ansicht des Andocksystems in dem erfindungsgemäßen Lackierroboter,

[0058] [Fig. 6A](#), [Fig. 6B](#) schematische Querschnittsdarstellungen von verschiedenen Bauweisen der Farbleiste,

[0059] [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) den Anschluss der einzelnen Farbleitungen an den Farbwechsler,

[0060] [Fig. 9A–Fig. 9D](#) verschiedene Betriebszustände des erfindungsgemäßen Lackierroboters im Rahmen des sogenannten "Push-out-Betriebs",

[0061] [Fig. 10](#) den "Push-out-Betrieb" in Form eines Flussdiagramms,

[0062] [Fig. 11A–Fig. 11E](#) verschiedene Betriebszustände des erfindungsgemäßen Lackierroboters im Rahmen des sogenannten "Reflow-Betriebs" sowie

[0063] [Fig. 12](#) den "Reflow-Betrieb" in Form eines Flussdiagramms.

[0064] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 8](#) zeigen verschiedene Ansichten bzw. Teile eines erfindungsgemäßen Lackierroboters **1**, der in einer Lackieranlage zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosserien eingesetzt wird, wobei sich der Lackierroboter **1** sowohl zur Lackierung der Außenflächen der Kraftfahrzeugkarosserien als auch zur Lackierung der Innenflächen der Kraftfahrzeugkarosserien eignet, wie noch detailliert beschrieben wird.

[0065] Der Lackierroboter **1** ist weitgehend her-

kömmlich aufgebaut und weist eine Roboterbasis **2** auf, die in diesem Ausführungsbeispiel auf einem Maschinenfundament fest montiert sein kann. Es ist jedoch alternativ auch möglich, die Roboterbasis **2** bei einer entsprechenden Abwandlung an einer Schiene linear verfahrbar zu montieren, so dass sich der Lackierroboter **1** in der Lackierkabine parallel zur Förderrichtung der zu lackierenden Kraftfahrzeugkarosserien bewegen kann. Für den hier beschriebenen Zweck ist es auch zweckmäßig, die Schiene in an sich bekannter Weise (EP 1 609 532 A1) in Höhe des oberen Teils der Karosse oder oberhalb ihres Daches zu montieren.

[0066] Auf der Roboterbasis **2** ist ein Roboterarm **3** drehbar montiert, wobei der Roboterarm um eine senkrechte Drehachse relativ zu der Roboterbasis **2** drehbar ist.

[0067] An dem Roboterarm **3** ist ein weiterer Roboterarm **4** schwenkbar montiert.

[0068] Schließlich ist an dem distalen Ende des Roboterarms **4** ein distaler Roboterarm **5** schwenkbar montiert, wobei der Roboterarm **5** über eine herkömmliche, z. B. drei- oder vierachsige Roboterhandachse **6** einen Rotationszerstäuber **7** führt.

[0069] Der distale Roboterarm **5** ist hierbei ohne eine Gehäuseabdeckung dargestellt, so dass erkennbar ist, dass auf dem distalen Roboterarm **5** wesentliche Teile der Applikationstechnik montiert sind, nämlich ein Farbwechsler **8**, ein Farbdruckregler **9**, eine Dosierpumpe **10** zur Dosierung eines Stammlacks und eine Dosierpumpe **11** zur Dosierung eines Härters.

[0070] Der Farbwechsler **8** weist eine sogenannte Farbleiste **12** auf, die über zahlreiche Farbzuleitungen **13** mit verschiedenfarbigen Lacken versorgt wird, wobei die einzelnen Farbzuleitungen **13** in der Farbleiste **12** über jeweils ein Farbventil **14** in jeweils eine Andockstelle **15** münden, aus welcher der gewünschte Lack entnommen werden kann. Als Farbventile **14** mit geringem Platzbedarf können zweckmäßig elektrisch oder vorzugsweise von einem pneumatischen Kolbenantrieb gesteuerte Nadelventile mit an ihrem Ende konischen Ventilmadeln vorgesehen sein, wie sie aus konventionellen Farbwechslern an sich bekannt sind (z. B. DE 19846073A1, EP 1 250 964 B1, DE 10 2007 037 663.6).

[0071] Gemäß der Darstellung in [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) können die Farbventile **14** z. B. auf einer Längsseite der Farbleiste **12** in einer oder vorzugsweise mindestens zwei in deren Längsrichtung (Pfeilrichtung) parallelen Reihen angeordnet sein, vorzugsweise schräg mit in parallelen Ebenen gegen die Längsrichtung geneigten Nadelachsen. Ebenfalls darstellungsgemäß können sich die zugehörigen Andockstellen

**15** ([Fig. 4](#)) in einer oder mehr zu der Längsrichtung parallelen Reihen z. B. in einer der Seitenflächen der Farbleiste **12** befinden.

**[0072]** Weiterhin weist der Farbwechsler **8** einen Andockschlitten **16** auf, der in Pfeilrichtung (vgl. [Fig. 2–Fig. 4](#)) relativ zu der Farbleiste **12** in deren Längsrichtung verschiebbar ist, wobei der Andockschlitten **16** durch einen z. B. servo-pneumatischen Linearantrieb **17** in Pfeilrichtung positioniert wird, um an der gewünschten Andockstelle **15** der Farbleiste **12** anzudocken. Alternativ ist auch ein Antrieb mit einem elektrischen Motor oder ein sonstiger Linearantrieb in an sich bekannter Art einsetzbar.

**[0073]** Zur genauen Positionierung der Andockstellen ist der Linearantrieb in an sich bekannter Weise mit einer Messeinrichtung **32** ([Fig. 2](#)) versehen. Da der Zerstäuber **7** und in manchen Fällen auch Teile des Roboterarms **5** im Betrieb unter Hochspannung stehen können, ist die Messeinrichtung **32** in diesen Fällen gegen die Hochspannung isoliert. Im Fall einer elektrischen Messeinrichtung kann sie ferner zur Erfüllung der bekannten Exschutz-Bedingungen abgekapselt sein. Entsprechendes gilt für ggf. vorhandene sonstige elektrische Elemente im Roboterarm.

**[0074]** Die zerstäuberseitige Anschlussleitungsanordnung des Andockschlittens **16** kann sich in einer zu der Verschiebungsrichtung parallelen U-förmigen bewegbaren Kabelschlepp- oder Führungskette nach Art einer bei Lackiermaschinen an sich bekannten sogenannten Energiekette befinden, die am einen Ende an dem Andockschlitten und am anderen Ende ortsfest befestigt ist. Die zerstäuberseitige Leitungsanordnung steht in Verbindung mit Öffnungen des Andockschlittens **16**, die jeweils mit einer der Reihen von Andockstellen **15** der Farbleiste **12** ausgerichtet sind. Weitere Andocköffnungen können in dem Andockschlitten **16** für Spülzwecke vorgesehen sein.

**[0075]** Bei der in [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) dargestellten Farbleiste **12** für z. B. 24 Farben sei angenommen, dass die Farbschläuche als Stichleitungen angeschlossen sind. Wenn Platz für z. B. die doppelte Anzahl von Farbventilen vorhanden ist, von denen eine Reihe auch seitlich eingesetzt werden kann, könnte die Farbleiste auch für Farbumlaufbetrieb ausgebildet sein.

**[0076]** Aus den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) ist erkennbar, dass die Farbleiste **12** zwischen den beiden Reihen von Andockstellen **15** eine in Pfeilrichtung ([Fig. 2](#) und [Fig. 3](#)) verlaufende Nut **18** aufweist, an deren Oberseite eine Hinterschneidung angeordnet ist. In der Nut **18** gleitet im montierten Zustand eine Greifscheibe **19**, die von dem Andockschlitten **16** über einen Pneumatikzylinder **20** geführt wird. Mit dem der als Andock- und Spannzylinder dienenden Pneumatikzylinder **20** sind der Andockschlitten und die Farbleiste

quer relativ zueinander verschiebbar. Auch statt des Pneumatikzylinders **20** könnte ein elektromotorischer oder sonstiger Antrieb vorgesehen sein.

**[0077]** Im angedockten Zustand zieht der Pneumatikzylinder **20** die Greifscheibe **19** an, so dass die Greifscheibe **19** die Hinterschneidung der Nut **18** in Richtung des Andockschlittens **16** zieht, was zu einer mechanischen Verspannung zwischen dem Andockschlitten **16** einerseits und der Farbleiste **12** andererseits führt.

**[0078]** Zum Einen ermöglicht diese mechanische Verspannung zwischen dem Andockschlitten **16** und der Farbleiste **12** ein weitgehend leakagefreies Andocken an die Andockstellen **15** der Farbleiste **12**.

**[0079]** Zum Anderen ermöglicht diese Art der mechanischen Verspannung zwischen dem Andockschlitten **16** und der Farbleiste **12** ein nach außen kräftefreies Andocken, so dass keine aufwendigen Halterungen bzw. Abstützungen erforderlich sind, um den Andockschlitten **16** gegen die Farbleiste **12** zu pressen.

**[0080]** Im nicht-angedockten Zustand ist der Pneumatikzylinder **20** dagegen entspannt, so dass die Greifscheibe **19** in der Nut **18** mit einem Spiel frei gleiten kann, damit der servo-pneumatische Linearantrieb **17** den Andockschlitten **16** in Pfeilrichtung frei positionieren kann, um an die gewünschte Andockstelle **15** anzudocken.

**[0081]** Aus den [Fig. 4](#) und [Fig. 6A](#) ist weiterhin ersichtlich, dass die Nut **18** nur an ihrer Oberseite eine Hinterschneidung aufweist, während die Nut **18** an ihrer Unterseite hinterschneidungsfrei ist und sogar eine schräg nach unten geneigte Nutflanke aufweist. Diese Gestaltung der Nut **18** ist vorteilhaft, weil leakagebedingt ausgetretener Lack in der Nut **18** auf diese Weise einfach abfließen kann und leicht entfernbar ist.

**[0082]** [Fig. 6B](#) zeigt hierbei eine alternative Gestaltung der Nut **18**, wobei die Nut **18** in der Farbleiste **12** außenliegend angeordnet ist.

**[0083]** Bei dem dargestellten Beispiel kann der Andockschlitten **16** relativ zu der ortsfest in den Arm **5** montierten Farbleiste **12** verschiebbar sein, doch ist auch eine umgekehrte Anordnung mit verschiebbarer Farbleiste denkbar.

**[0084]** Vorteilhaft an dem konstruktiven Aufbau des Farbwechslers **8** ist die äußerst schlanke Bauweise, so dass der distale Roboterarm **5** trotz der darauf angeordneten Applikationstechnik ebenfalls sehr schlank gebaut ist. Dies ist wichtig, weil der distale Roboterarm **5** auf diese Weise leicht durch Karosserieöffnungen (z. B. Fensteröffnungen) in die zu la-



ckierende Kraftfahrzeugkarosserie eingeführt werden kann, um dort Innenflächen zu lackieren. Aufgrund seiner schlanken Bauweise eignet sich der erfindungsgemäße Lackierroboter **1** also sowohl zur Lackierung von Innenflächen als auch zur Lackierung von Außenflächen. Dies bietet die Möglichkeit, in einer Lackierlinie nur einen einzigen Robotertyp zum Lackieren der Kraftfahrzeugkarosserien einzusetzen, was eine wesentliche Vereinfachung bedeutet.

[0085] **Fig. 2** und **Fig. 3** zeigen bei **21** einen Anschlussblock **21**, in dem die Dosierpumpe **10** für den Stammlack, und der Farbdruckregler **9** sowie zugehörige Drucksensoren **33** integriert sind. Diese Integration der Dosierpumpe **10** und des Farbdruckreglers **9** in dem Anschlussblock **21** bietet den Vorteil, dass Schlauchleitungen und damit auch schlauchbedingte Störgrößen zwischen dem Farbdruckregler **9** und der Dosierpumpe **10** entfallen. Darüber hinaus bietet die Integration des Farbdruckreglers **9** und der Dosierpumpe **10** in dem Anschlussblock **21** den Vorteil kurzer Verbindungslängen sowie eines einfachen und kompakten Aufbaus. Mit **21'** ist in **Fig. 2** der zweite Anschlussblock für das eingangs erwähnte 2K-System bezeichnet.

[0086] Die **Fig. 7** und **Fig. 8** zeigen eine erfindungsgemäße Anschlusskonstruktion zum Anschluss der Farbzuleitung **13** an die Farbleiste **12**. So weisen die einzelnen Farbzuleitungen jeweils an ihrem freien Ende einen Stecknippel **22** mit einer Überwurfmutter **23** auf, wobei der Stecknippel **22** zum Anschluss an die Farbleiste **12** in eine entsprechende Aufnahmebohrung in der Farbleiste **12** eingesteckt wird. Zur Fixierung des Stecknippels **22** und damit auch der zugehörigen Farbzuleitung in der Aufnahmebohrung der Farbleiste **12** weist die Farbleiste **12** weiterhin eine Spannbohrung auf, die quer, also rechtwinklig oder schräg zu der Aufnahmebohrung verläuft und in die Aufnahmebohrung mündet. In diese Spannbohrung wird zur Fixierung des Stecknippels **22** eine Spannschraube **24** eingeschraubt, bis die Spannschraube **24** mit ihrer kegelförmigen Spitze gegen eine entsprechend konisch geformte Spannfläche des Stecknippels **22** stößt. Beim weiteren Einschrauben der Spannschraube **24** verspannt die Spannschraube **24** dann den Stecknippel **22** in der Aufnahmebohrung, wodurch der Stecknippel **22** und die zugehörige Farbzuleitung auch in der Aufnahmebohrung fixiert wird.

[0087] Die Spannschraube **24** kann hierbei z. B. als Innensechskantschraube oder dgl. ausgebildet sein, so dass zum Anschluss der einzelnen Farbzuleitungen **13** lediglich ein Inbus-Schlüssel oder dgl. erforderlich ist, der zwischen den einzelnen Farbzuleitungen **13** einfacher gehandhabt werden kann als ein Gabelschlüssel oder ein Ringschlüssel. Die einzelnen Anschlüsse der Farbzuleitungen **13** an der Farbleiste **12** können deshalb in geringeren Abständen

den zueinander angeordnet werden, wodurch der erforderliche Bauraum weiter verringert wird.

[0088] Die **Fig. 9A** bis **Fig. 9D** zeigen verschiedene Betriebszustände des erfindungsgemäßen Lackierroboters **1** im Rahmen eines sogenannten "Push-out-Betriebs", wobei die verschiedenen Betriebszustände in **Fig. 10** in Form eines Flussdiagramms dargestellt sind.

[0089] Im Folgenden wird zunächst unter Bezugnahme auf **Fig. 9A** der normale Lackierbetrieb beschrieben.

[0090] Bei dem normalen Lackierbetrieb gemäß **Fig. 9A** ist der Andockschlitten **16** an die Farbleiste **12** angedockt und es wird über eine Farbzuleitung **13.1** und ein Farbventil F ein Lack mit der gewünschten Farbe aus der Farbleiste **12** entnommen.

[0091] Der aus der Farbleiste **12** entnommene Lack wird dann über ein Trennventil FGV/F in eine gemeinsame Farbleitung **25** geleitet, wobei die gemeinsame Farbleitung **25** über die Dosierpumpe **10** zu dem Rotationszerstäuber **7** führt, der den zugeführten Lack bei geöffnetem Hauptnadelventil HN appliziert.

[0092] Im Folgenden wird nun der in **Fig. 9B** dargestellte Betriebszustand des Lackierroboters erläutert.

[0093] Zum Einen wird in diesem Betriebszustand der in der gemeinsamen Farbleitung **25** befindliche Lack aus der gemeinsamen Farbleitung **25** herausgedrückt, weshalb dieser Betriebszustand auch als "Push-out-Betrieb" bezeichnet wird. In diesem Betriebszustand ist das Farbventil F1 geschlossen, so dass die Farbleiste **12** keinen Lack an den Andockschlitten **16** abgibt.

[0094] Stattdessen wird ein Spülmittel über eine Spülmittelzuleitung **26** und ein Spülmittelventil V/PO in die gemeinsame Farbleitung **25** eingeleitet, wobei das Spülmittel als Verdrängungsmedium dient und den in der gemeinsamen Farbleitung **25** verbliebenen Lack über den Rotationszerstäuber **7** aus der gemeinsamen Farbleitung **25** ausdrückt. Dabei kann der über den Rotationszerstäuber **7** ausgedrückte Lack zunächst noch zur Lackierung benutzt werden, jedoch muss der Lackierbetrieb rechtzeitig eingestellt werden, bevor das über die Spülmittelzuleitung **26** eingeleitete Spülmittel an dem Rotationszerstäuber **7** austritt.

[0095] In diesem Betriebszustand ist das Trennventil FGV/F geschlossen und trennt damit die gemeinsame Farbleitung **25** von der Andockstelle an der Farbleiste **12**, was eine Spülung der Andockstelle ermöglicht.

[0096] Hierzu wird über eine Spülmittelzuleitung **27**

und ein Spülmittelventil V Spülmittel in den Andockschlitten **16** eingeleitet, wobei das Spülmittel bis zu den Andockstellen an der Farbleiste **12** gelangt und diese dadurch spült. Schließlich wird das eingeleitete Spülmittel dann über ein Rückflussventil RF2 und eine Rückflussleitung **28** zurückgeführt.

**[0097]** Es sind also in diesem Ausführungsbeispiel zwei getrennte Spülkreisläufe vorgesehen, die eine zeitgleiche Spülung der gemeinsamen Farbleitung **25** und der Andockstellen ermöglichen.

**[0098]** Der erste Spülkreislauf führt ausgehend von der Spülmittelzuleitung **27** über das Spülmittelventil V und das Ventil V/PL zu den Andockstellen der Farbleiste **12** und schließlich über das Rückflussventil RF2 in die Rückflussleitung **28**.

**[0099]** Der zweite Spülkreislauf führt dagegen ausgehend von der Spülmittelzuleitung **26** über das Spülmittelventil V/PO in die gemeinsame Farbleitung **25**, von wo der erste Spülkreislauf über die Dosierpumpe **10** in den Rotationszerstäuber **7** bis über das Hauptnadelventil HN verläuft.

**[0100]** Darüber hinaus wird in diesem Betriebszustand noch Pulsluft über ein Rückschlagventil RV und ein Pulsluftventil PL eingeleitet, um die Spülwirkung zu verbessern.

**[0101]** Wie im Flussdiagramm in [Fig. 10](#) (rechts neben „[Fig. 9B](#)“) dargestellt ist, wird die Andockschnittstelle nicht vor oder nach der durch den Zerstäuber führenden Leitung gespült, sondern parallel hierzu, also zeitgleich, um Betriebsverzögerungen zu vermeiden.

**[0102]** Im Folgenden wird nun der in [Fig. 9C](#) dargestellte Betriebszustand erläutert.

**[0103]** Zum Einen dockt der Andockschlitten **16** in diesem Betriebszustand an eine andere Andockstelle der Farbleiste **12** an, um einen andersfarbigen Lack zu entnehmen. Hierzu wird der Andockschlitten **16** von dem servo-pneumatischen Linearantrieb **17** relativ zu der Farbleiste **12** in Pfeilrichtung verschoben, wobei der Andockschlitten **16** in der Zeichnung an die Andockstelle eines Farbventils F2 andockt, das über eine Farbzuleitung **13.2** mit einem Lack einer bestimmten Farbe versorgt wird.

**[0104]** Zum Anderen erfolgt in diesem Betriebszustand eine Spülung des Rotationszerstäubers **7** und der Dosierpumpe **10**. Hierzu wird über die Spülmittelzuleitung **27** und das Spülmittelventil V Spülmittel eingeleitet, das über ein geöffnetes Ventil V1/PL und das ebenfalls geöffnete Farbventil in die gemeinsame Farbleitung **25** gelangt. Von dort erreicht das eingeleitete Spülmittel den Rotationszerstäuber **7** und wird dann über das Hauptnadelventil HN und ein in dem

Rotationszerstäuber **7** angeordnetes Rückflussventil RF1 und eine Rückflussleitung **29** rückgeführt.

**[0105]** Darüber hinaus wird in diesem Betriebszustand noch Pulsluft über das Rückschlagventil RV und das Pulsluftventil PL eingeleitet, um die Spülwirkung zu verbessern.

**[0106]** Im Folgenden wird nun der in [Fig. 9D](#) dargestellte Betriebszustand des Lackierroboters **1** erläutert, in dem der neue Lack angedrückt wird. Hierbei erreicht der gewünschte Lack aus der Farbzuleitung **13.2** über das geöffnete Farbventil F2 und das geöffnete Trennventil FGV/F den Rotationszerstäuber **7**, wobei das Hauptnadelventil HN zunächst noch geschlossen ist. Am Ende dieses Betriebszustands ist der Rotationszerstäuber **7** dann in der Lage, den neuen Lack zu applizieren.

**[0107]** Die [Fig. 11A](#) bis [Fig. 11E](#) zeigen verschiedene Betriebszustände bei einem abgewandelten Ausführungsbeispiel des Lackierroboters an, der einen sog. "Reflow-Betrieb" ermöglicht, bei dem der bei einem Farbwechsel in der gemeinsamen Farbleitung **25** verbliebene Lack in die zugehörige Lackzuleitung **13.1** bzw. **13.2** zurückgedrückt wird, um eine Wiederverwendung zu ermöglichen.

**[0108]** Im Folgenden wird zunächst der Betriebszustand gemäß [Fig. 11A](#) erläutert, in dem ein normaler Lackierbetrieb erfolgt. In diesem Betriebszustand gelangt Lack über die Farbzuleitung **13.1**, das Farbventil F1, das Trennventil FGV/F und die gemeinsame Farbleitung **25** zu dem Rotationszerstäuber **7**, der den zugeführten Lack bei geöffnetem Hauptnadelventil HN appliziert.

**[0109]** Im Folgenden wird nun der in [Fig. 11B](#) dargestellte Betriebszustand erläutert, in dem bei einem Farbwechsel der in der gemeinsamen Farbleitung **25** zwischen dem Farbwechsler **8** und dem Rotationszerstäuber **7** befindliche Lack in die zugehörige Farbzuleitung **13.1** zurückgedrückt wird.

**[0110]** Hierzu dient ein Spülmitteldosierer **30**, der eingangsseitig über eine Spülmittelzuleitung **31** und ein Spülmittelventil AV2/V mit Spülmittel gefüllt werden kann. Was hier mit „Dosierer“ gemeint ist, wurde weiter oben erläutert.

**[0111]** Ausgangsseitig ist der Spülmitteldosierer **30** über ein Spülmittelventil AV1/V in dem Rotationszerstäuber **7** stromaufwärts vor dem Hauptnadelventil HN mit der gemeinsamen Farbleitung **25** verbunden.

**[0112]** In dem sog. "Reflow-Betrieb" drückt der Spülmitteldosierer **30** das darin befindliche Spülmittel über das Spülmittelventil AV1/V in die gemeinsame Farbleitung **25**, wobei das eingeleitete Spülmittel als Verdrängungsmedium dient und den in der gemein-

samen Farbleitung **25** befindlichen Lack das Trennventil FGV/F und das Farbventil F1 zurück in die zugehörige Farbzuleitung **13.1** drückt, was eine anschließende Wiederverwendung des zurückgedrückten Lacks ermöglicht.

**[0113]** Im Folgenden wird nun der in [Fig. 11C](#) dargestellte Betriebszustand erläutert, in dem die Dosierpumpe **10** und der Rotationszerstäuber **7** gespült werden.

**[0114]** Hierzu wird aus der Spülmittelzuleitung **27** über das Spülmittelventil V und das Ventil V1/PL Spülmittel in die gemeinsame Farbleitung **25** eingeleitet, wobei das Spülmittel über das Hauptnadelventil HN des Rotationszerstäubers **7** und das Rückflussventil RF1 in die Rückflussleitung **29** gelangt. Darüber hinaus wird in diesem Betriebszustand über das Rückschlagventil RV und das Pulsluftventil PL Pulsluft eingeleitet, um die Spülwirkung zu verbessern.

**[0115]** Im Folgenden wird nun der in [Fig. 11D](#) dargestellte Betriebszustand erläutert, in dem der Andockschlitten **16** bis zu den Andockstellen an der Farbleiste **12** gespült wird.

**[0116]** Hierzu wird aus der Spülmittelzuleitung **27** über das Spülmittelventil V und das Ventil V/PL Spülmittel eingeleitet, das bis zu den Andockstellen der Farbleiste **12** gelangt und diese dadurch spült. Das eingeleitete Spülmittel wird dann über das Rückflussventil RF2 in die Rückflussleitung **28** geleitet.

**[0117]** Darüber hinaus wird auch beim Spülen des Andockschlittens **16** über das Rückschlagventil RF und das Pulsluftventil PL Pulsluft eingeleitet, um die Spülwirkung zu verbessern.

**[0118]** Im Folgenden wird nun der in [Fig. 11E](#) dargestellte Betriebszustand erläutert.

**[0119]** Zum Einen dockt der Andockschlitten **16** in diesem Betriebszustand an einer anderen Andockstelle der Farbleiste **12** an, um einen Lack mit einer anderen Farbe zu entnehmen.

**[0120]** Zum Anderen wird in diesem Betriebszustand der neue Lack angedrückt. Dabei gelangt der Lack aus der Farbzuleitung **13.2** über das Farbventil F2 und das Trennventil FGV/F zu dem Rotationszerstäuber **7**, wo der neue Lack dann an dem zunächst noch geschlossenen Hauptnadelventil HN ansteht. Nach diesem Andrücken des neuen Lacks kann der Rotationszerstäuber **7** dann den neuen Lack applizieren.

**[0121]** 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 deshalb in den Schutzbereich fallen.

**[0122]** Darüber umfasst die Erfindung verschiedene Aspekte, wie beispielsweise den Farbwechsler, die neuartige Anschlusskonstruktion für die Farbleitungen, den "Push-Out-Betrieb", den "Reflow-Betrieb" und die getrennten Spülkreisläufe. Es ist deshalb zu erwähnen, dass die einzelnen Aspekte der Erfindung auch unabhängig voneinander Schutz genießen.

**[0123]** Ein auch für sich schutzwürdiger Aspekt ist insbesondere darin zu sehen, für die Innenlackierung von Karossen einen Lackierroboter zu verwenden, der in bekannter Weise erhöht z. B. gemäß EP 1 609 532 A1 auf einer Verfahrschiene montiert ist, wie oben schon erwähnt wurde, und der so konstruiert und montiert ist, dass sich die Schwenkachse seines distalen Arms („Achse 3“) beim Lackieren in Vertikalrichtung unterhalb der bei der vertikalen Drehachse („Achse 1“) des Roboters befindlichen Schwenkachse des als „Arm 1“ bezeichneten Oberarms („Achse 2“) befinden kann (an sich bekannt als „Elbow down“). In dieser Stellung kann der distale Arm bei der Innenlackierung besser als bei der bisher üblichen Position der „Achse 3“ in Vertikalrichtung oberhalb der „Achse 2“ z. B. wenigstens annähernd horizontal in die Innenräume der Karosse eingeführt werden, so dass selbst bei sperrigem Ein- oder Anbau der Applikationstechnik einschließlich Farbwechsler und ggf. Dosierpumpen, Farbdruckreglern usw. an oder in dem distalen Arm die Gefahr von Kollisionen vermieden werden kann. Für die Lackierung anderer, insbesondere äußerer Flächen der Karosse können die Roboterarme auch in die umgekehrte Lage geschwenkt werden, bei der sich die „Achse 3“ oberhalb der „Achse 2“ befindet. Die „Achse 2“ kann unterhalb der Verfahrschiene des Roboters liegen.

**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**

- DE 10335358 A1 [\[0003\]](#)
- EP 1245295 A2 [\[0020\]](#)
- EP 1609532 A1 [\[0065, 0123\]](#)
- DE 19846073 A1 [\[0070\]](#)
- EP 1250964 B1 [\[0070\]](#)
- DE 102007037663 [\[0070\]](#)

### Patentansprüche

1. Lackierroboter (1) zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosserien mit zu lackierenden Außenflächen an der Außenseite der Kraftfahrzeugkarosserien und zu lackierenden Innenflächen im Innenraum der Kraftfahrzeugkarosserien mittels eines von dem Lackierroboter (1) geführten Zerstäubers (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lackierroboter (1) sowohl zur Lackierung der Außenflächen als auch zur Lackierung der Innenflächen der Kraftfahrzeugkarosserien geeignet ist.

2. Lackierroboter (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

a) dass die zu lackierenden Kraftfahrzeugkarosserien Karosserieöffnungen aufweisen, insbesondere Fensteröffnungen und Türöffnungen, und  
b) dass der Lackierroboter (1) mehrere kinetisch seriell angeordnete Roboterarme (3, 4, 5) aufweist, um den Zerstäuber (7) räumlich zu positionieren, und  
c) dass zumindest der distale Roboterarm (5) hinreichend schmal ist, um den Zerstäuber (7) durch die Karosserieöffnung hindurch in den Innenraum der Kraftfahrzeugkarosserien zu positionieren.

3. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

a) mehrere kinetisch seriell angeordnete Roboterarme (3, 4, 5) zur räumlichen Positionierung des Zerstäubers (7),  
b) einen Farbwechsler (8) zur Auswahl eines Lacks aus mehreren verschiedenfarbigen Lacken, wobei der Farbwechsler (8) auf dem distalen Roboterarm (5) montiert ist.

4. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Farbwechsler (8), der folgende Merkmale aufweist:

a) eingangsseitig mehrere Farbzuleitungen (13, 13.1, 13.2) zur Zuführung verschiedenfarbiger Lacke,  
b) ausgangssseitig eine gemeinsame Farbleitung (25) zur Weiterleitung des von dem Farbwechsler (8) ausgewählten Lacks zu dem Zerstäuber (7),  
c) mehrere Andockstellen (15), die von den einzelnen Farbzuleitungen (13, 13.1, 13.2) gespeist werden, und  
d) eine Farbentnahme (16), die wahlweise an eine der Andockstellen (15) andocken kann und im ange-dockten Zustand den Lack aus der zugehörigen Farbzuleitung (13, 13.1, 13.2) entnimmt und die gemeinsame Farbleitung (25) mit dem entnommenen Lack speist,  
e) wobei die Farbentnahme (16) und die Andockstellen (15) relativ zueinander verschiebbar sind.

5. Lackierroboter (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

a) dass in den einzelnen Farbzuleitungen (13, 13.1, 13.2) jeweils ein Farbventil (F1, F2, ..., Fn) oder eine

andere Farbsteuereinrichtung angeordnet ist, die die Farbzuleitung (13, 13.1, 13.2) wahlweise sperrt oder freigibt,

b) dass die Farbsteuereinrichtungen (F1, F2, ..., Fn) jeweils durch ein Steuersignal gesteuert werden, insbesondere pneumatisch durch Steuerluft, und  
c) dass das Steuersignal von der Farbentnahme (16) über die jeweils angedockte Andockstelle zu der jeweiligen Farbsteuereinrichtung (F1, F2, ..., Fn) geführt wird, so dass das Steuersignal nur dann zu einem der Farbsteuereinrichtungen (E1, F2, ..., Fn) gelangen kann, wenn die Farbentnahme (16) an die zugehörige Andockstelle angedockt ist.

6. Lackierroboter (1) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbentnahme (16) relativ zu den Andockstellen (15) der Farbventile (F1, F2, ..., Fn) linear oder rotatorisch beweglich ist.

7. Lackierroboter (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, gekennzeichnet durch

a) einen ersten Spülkreislauf zum Spülen der Andockstellen (15) des Farbwechslers (8) mit einem Spülmittel, und  
b) einen zweiten Spülkreislauf zum Spülen der gemeinsamen Farbleitung (25) zwischen dem Farbwechsler (8) und dem Zerstäuber (7) mit einem Spülmittel, wobei der erste Spülkreislauf von dem zweiten Spülkreislauf getrennt oder trennbar ist, so dass die Andockstellen (15) unabhängig und getrennt von der gemeinsamen Farbleitung (25) spülbar sind.

8. Lackierroboter (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

a) dass in der gemeinsamen Farbleitung (25) in der Farbentnahme (16) ein Trennventil (FGV/V, V1/PL) angeordnet ist, um die beiden Spülkreisläufe voneinander zu trennen,  
b) dass der erste Spülkreislauf ausgehend von einer Spülmittelzuleitung (27) über ein erstes Spülmittelventil (V) in die gemeinsame Farbleitung (25) stromaufwärts vor dem Trennventil (FGV/V, V1/PL) zu den Andockstellen (15) und schließlich durch ein erstes Rückflussventil (RF2) in eine Rückflussleitung (28) führt,  
c) dass der zweite Spülkreislauf ausgehend von einer Spülmittelzuleitung (27) über ein zweites Spülmittelventil (V/PO) durch die gemeinsame Farbleitung (25) stromabwärts hinter dem Trennventil (FGV/V, V1/PL) zu dem Zerstäuber (7) und schließlich über ein zweites Rückflussventil (RF1) in eine Rückflussleitung (29) oder über ein Hauptnadelventil (HN) des Zerstäubers (7) führt.

9. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Spülmittelzuleitung (31) über ein in dem Zerstäuber (7) angeordnetes drittes Spülmittelventil (AV1/V) stromaufwärts vor dem Hauptnadelventil (HN) des Zerstäubers (7) in die gemeinsame Farblei-

tung (25) mündet, um den in der gemeinsamen Farbleitung (25) verbliebenen Lack für eine spätere Wiederverwendung durch den Farbwechsler (8) hindurch in die zugehörige Farbzuleitung (13, 13.1, 13.2) zurück zu drücken, indem das Spülmittel den verbliebenen Lack verdrängt.

10. Lackierroboter (1) nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch

- a) einen Spülmitteldosierer (30), der in der Spülmittelzuleitung (31) stromaufwärts vor dem dritten Spülmittelventil (AV1/V) angeordnet ist und das in dem Spülmitteldosierer befindliche Spülmittel in die gemeinsame Farbleitung (25) drücken kann, wenn das dritte Spülmittelventil (AV1/V) geöffnet ist, und/oder
- b) ein viertes Spülmittelventil (AV2/V) zur steuerbaren Befüllung des Spülmitteldosierers (30) über die Spülmittelzuleitung (31).

11. Lackierroboter (1) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet,

- a) dass der Spülmitteldosierer (30) ein Dosiervolumen aufweist, das im Wesentlichen gleich dem Füllungsvolumen der gemeinsamen Farbleitung (25) zwischen dem jeweils angedockten Farbventil (F1, F2,..., Fn) und dem Hauptnadelventil (HN) des Zerstäubers (7) ist, und/oder
- b) dass der Spülmitteldosierer (30) ein Dosierzylinder oder ein Molchschlauch ist, und/oder
- c) dass der Spülmitteldosierer (30) elektrisch oder pneumatisch angetrieben ist.

12. Lackierroboter (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 11, gekennzeichnet durch eine Spannvorrichtung (8, 19, 20) zur mechanischen Verspannung der Farbentnahme (16) und der jeweiligen Andockstelle (15) im angedockten Zustand.

13. Lackierroboter (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannvorrichtung (19, 20) eine Nut (8) mit einer Hinterschneidung aufweist, an der ein bewegliches Spannelement (19) angreift.

14. Lackierroboter (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Nut (8) nur an ihrer oberen Nutflanke eine Hinterschneidung aufweist und an ihrer unteren Nutflanke hinterschneidungsfrei ist.

15. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

- a) einen Farbdruckregler (9), der in oder an dem distalen Roboterarm (5) montiert ist, und/oder
- b) eine Dosierpumpe (10), die in oder an dem distalen Roboterarm (5) montiert ist zum Dosieren des zu applizierenden Lacks, wobei die Dosierpumpe (10) eingangsseitig mit dem Farbwechsler (8) und ausgangsseitig mit dem Zerstäuber (7) verbunden ist,

und/oder

c) einen z. B. servo-pneumatischen Stellantrieb (17) zur Bewegung der Farbentnahme (16) relativ zu den Andockstellen (15), wobei der Stellantrieb (17) in dem distalen Roboterarm (5) angeordnet ist.

16. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen gemeinsamen Anschlussblock (21), in dem der Farbdruckregler (9) und/oder der Stellantrieb (17) und/oder die Dosierpumpe (10) angeordnet sind.

17. Lackierroboter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Farbzuleitungen (13, 13.1, 13.2) jeweils durch einen Farbanschluss an den Farbwechsler (8) angeschlossen sind, wobei der Farbanschluss folgende Merkmale aufweist:

- a) eine Aufnahmebohrung in dem Farbwechsler (8) zum Einführen der zugehörigen Farbzuleitung (13, 13.1, 13.2),
- b) eine schräg verlaufende Spannfläche am Ende der Farbzuleitung (13, 13.1, 13.2),
- c) eine Spannbohrung, die in dem Farbwechsler (8) im Wesentlichen rechtwinklig zu der Aufnahmebohrung verläuft und in die Aufnahmebohrung mündet, wobei die Spannbohrung ein Innengewinde aufweist,
- d) eine Spannschraube (24), die in die Spannbohrung eingeschraubt ist und im eingeschraubten Zustand mit ihrem freien Ende gegen die Spannfläche der Farbzuleitung (13, 13.1, 13.2) drückt und die Farbzuleitung (13, 13.1, 13.2) damit axial sichert und verspannt.

18. Betriebsverfahren für einen Lackierroboter (1), insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosserien mit zu lackierenden Außenflächen an der Außenseite der Kraftfahrzeugkarosserien und zu lackierenden Innenflächen im Innenraum der Kraftfahrzeugkarosserien mittels eines von dem Lackierroboter (1) geführten Zerstäubers (7), dadurch gekennzeichnet, dass der Lackierroboter (1) sowohl zur Lackierung der Außenflächen als auch zur Lackierung der Innenflächen der Kraftfahrzeugkarosserien verwendet wird.

19. Betriebsverfahren nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Andocken einer beweglichen Farbentnahme (16) eines Farbwechslers (8) an eine von mehreren Andockstellen (15), die aus mehreren Farbzuleitungen (13, 13.1, 13.2) mit verschiedenfarbigen Lacken gespeist werden,
- b) Entnehmen des zu applizierenden Lacks über die angedockte Andockstelle (15) aus der zugehörigen Farbzuleitung (13, 13.1, 13.2),
- c) Speisen des Zerstäubers (7) mit dem von dem Farbwechsler (8) ausgewählten Lack über eine gemeinsame Farbleitung (25) für die verschiedenfarbi-

gen Lacke.

20. Betriebsverfahren nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch folgende Schritte bei einem Farbwechsel:

- a) Spülen der Andockstellen (15) in dem Farbwechsler (8) über einen ersten Spülkreislauf mit einem Spülmittel,
- b) Spülen der gemeinsamen Farbleitung (25) zwischen dem Farbwechsler (8) und dem Zerstäuber (7) über einen zweiten Spülkreislauf mit einem Spülmittel, wobei der erste Spülkreislauf von dem zweiten Spülkreislauf getrennt wird.

21. Betriebsverfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet,

- a) dass die Andockstellen (15) und die gemeinsame Farbleitung (25) zwischen dem Farbwechsler (8) und dem Zerstäuber (7) gleichzeitig oder zeitlich überlappend gespült werden, und/oder
- b) dass die beiden Spülkreisläufe durch ein Trennventil (FGV/F, V1/PL) voneinander getrennt werden, um das gleichzeitige oder zeitlich überlappende Spülen zu ermöglichen.

22. Betriebsverfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Farbwechsel der in der gemeinsamen Farbleitung (25) verbliebene Lack über den zweiten Spülkreislauf durch ein zweites Rückflussventil (RF1) in eine Rückflussleitung (29) oder über ein Hauptnadelventil (HN) des Zerstäubers (7) aus der gemeinsamen Farbleitung (25) herausgedrückt wird.

23. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, gekennzeichnet durch folgende Schritte bei einem Farbwechsel:

- a) Zurückdrücken des in der gemeinsamen Farbleitung (25) verbliebenen Lacks über die Andockstelle (15) des Farbwechslers (8) in die zugehörige Farbzuleitung (13, 13.1, 13.2),
- b) Wiederverwendung des zurückgedrückten Lacks bei einer späteren Applikation.

24. Betriebsverfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Zerstäuber (7) stromaufwärts vor dem Hauptnadelventil (HN) ein Spülmittel als Verdrängungsmedium in die gemeinsame Farbleitung (25) eingeleitet wird, um den in der gemeinsamen Farbleitung (25) verbliebenen Lack durch den Farbwechsler (8) hindurch in die zugehörige Farbzuleitung (13, 13.1, 13.2) zurück zu drücken.

25. Betriebsverfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das als Verdrängungsmedium dienende Spülmittel von einem Spülmitteldosierer (30) in die gemeinsame Farbleitung (25) eingeleitet wird.

26. Betriebsverfahren nach Anspruch 24, da-

durch gekennzeichnet, dass der Spülmitteldosierer (30) über eine Spülmittelzuleitung (31) und ein viertes Spülmittelventil (AV2/V) mit dem als Verdrängungsmedium dienenden Spülmittel befüllt wird.

27. Betriebsverfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 18 bis 26 oder insbesondere nach dem Oberbegriff des Anspruchs 18, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Schwenkachse (Achse 3) des distalen Arms des Roboters bei der Lackierung des mindestens einen Innenraums unterhalb der Schwenkachse (Achse 2) des an den distalen Arm angrenzenden Oberarms des Roboters befindet.

28. Betriebsverfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenraum mit in wenigstens annähernd horizontaler Stellung eingeführtem distalen Arm lackiert wird.

29. Beschichtungsanlage zur Durchführung des Betriebsverfahrens nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Schwenkachse (Achse 3) des distalen Arms des Roboters bei der Lackierung des mindestens einen Innenraums unterhalb der Schwenkachse (Achse 2) des an den distalen Arm angrenzenden Oberarms des Roboters befindet.

30. Beschichtungsanlage nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass der Lackierroboter auf einer Schiene verfahrbar ist, die in Höhe des oberen Teils der Karosse oder oberhalb ihres Daches montiert ist.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

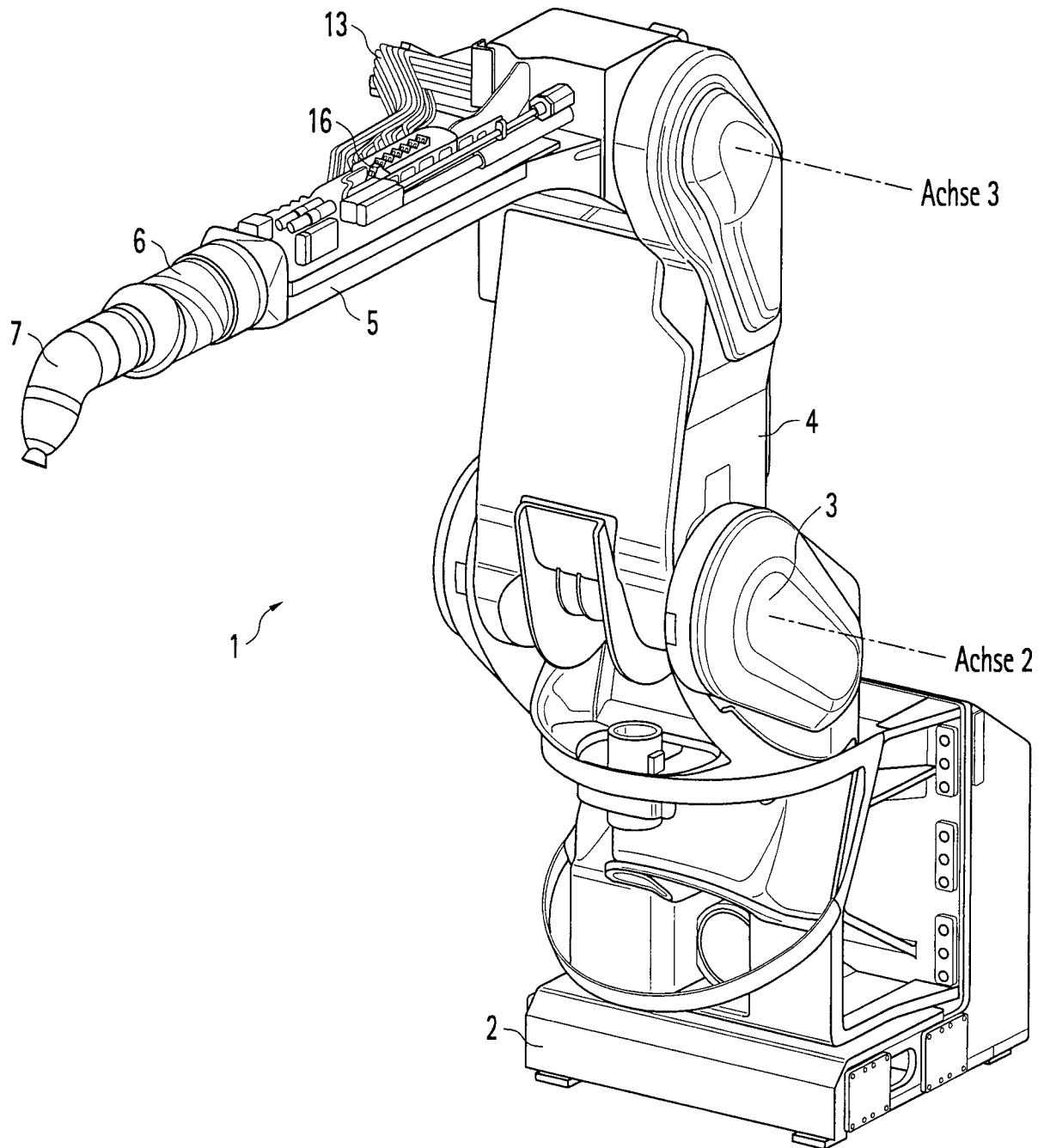


Fig. 1



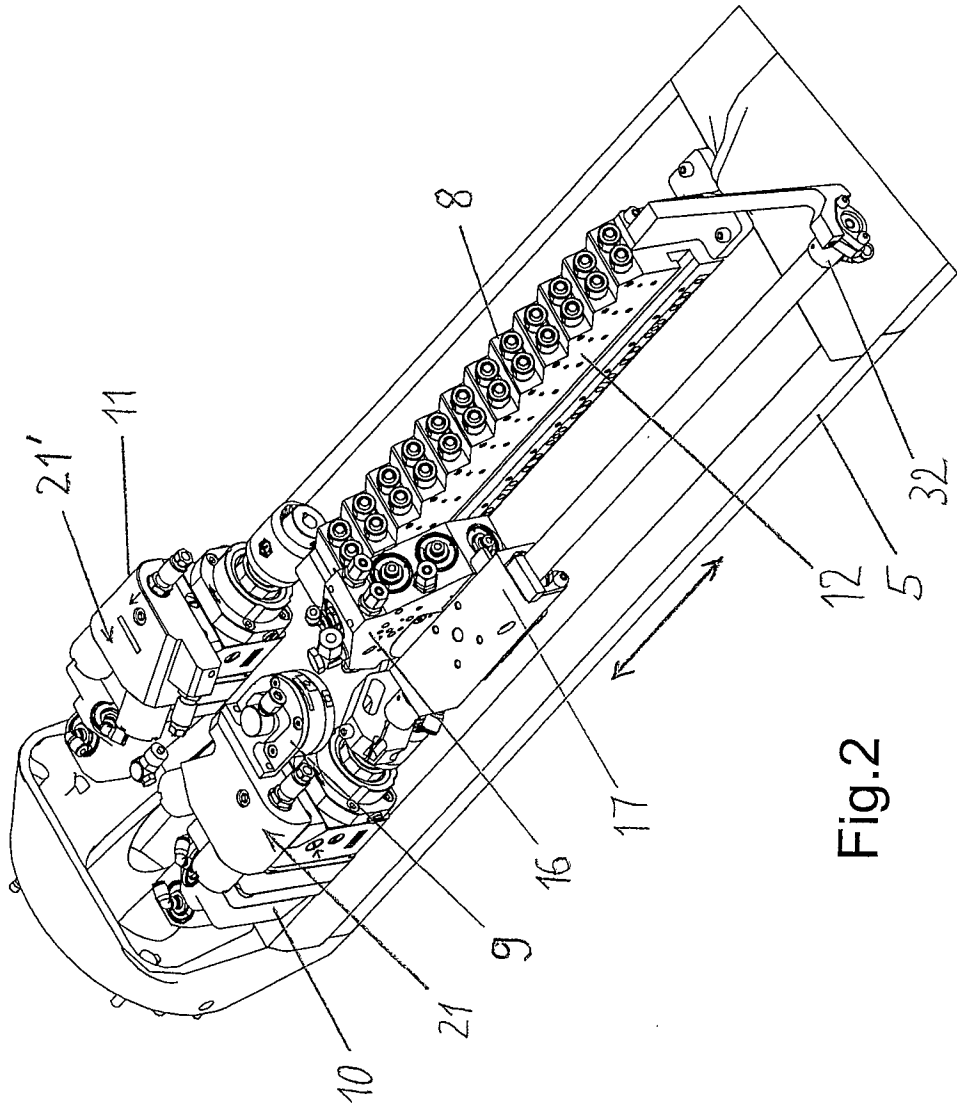


Fig.2

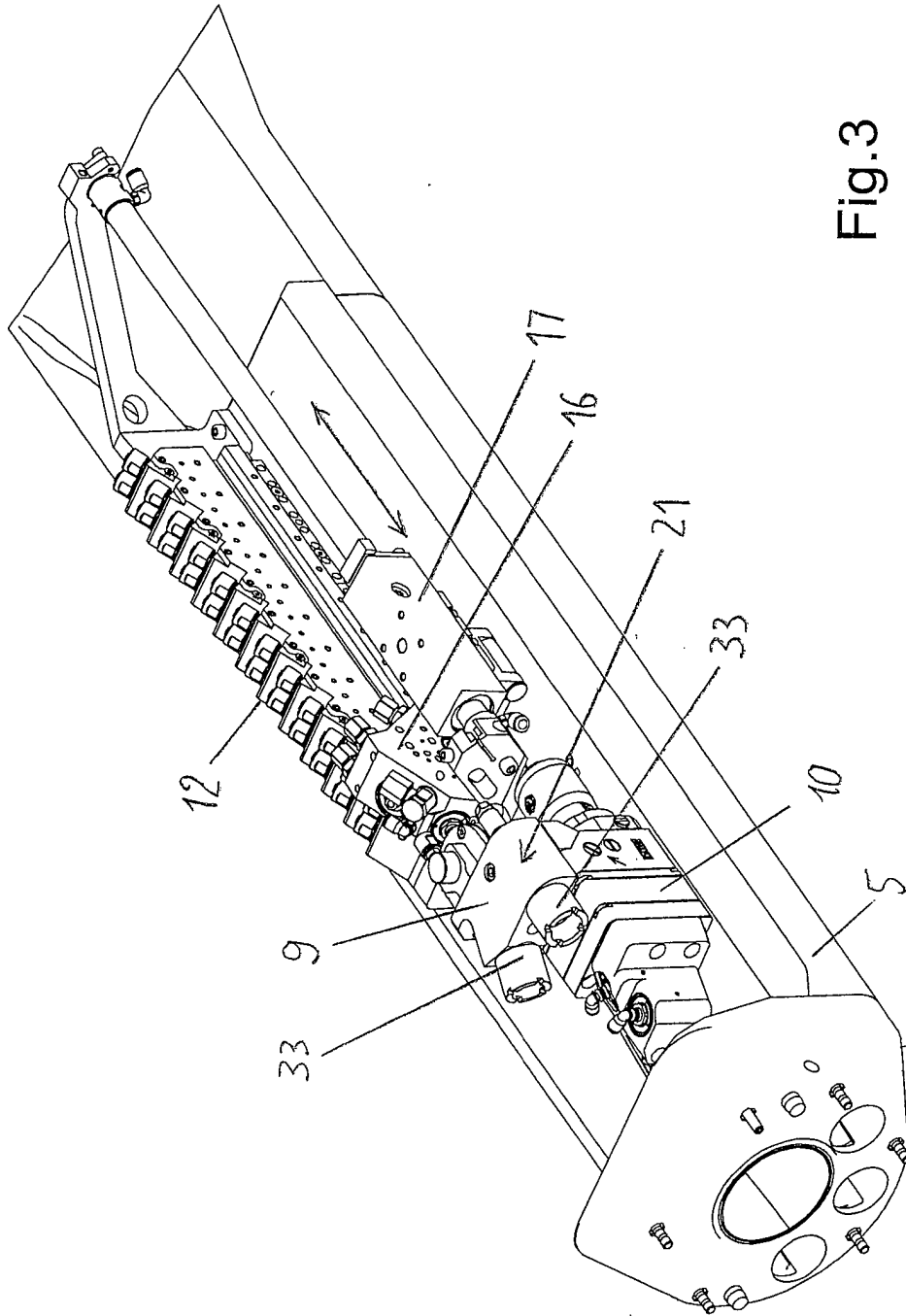


Fig.3

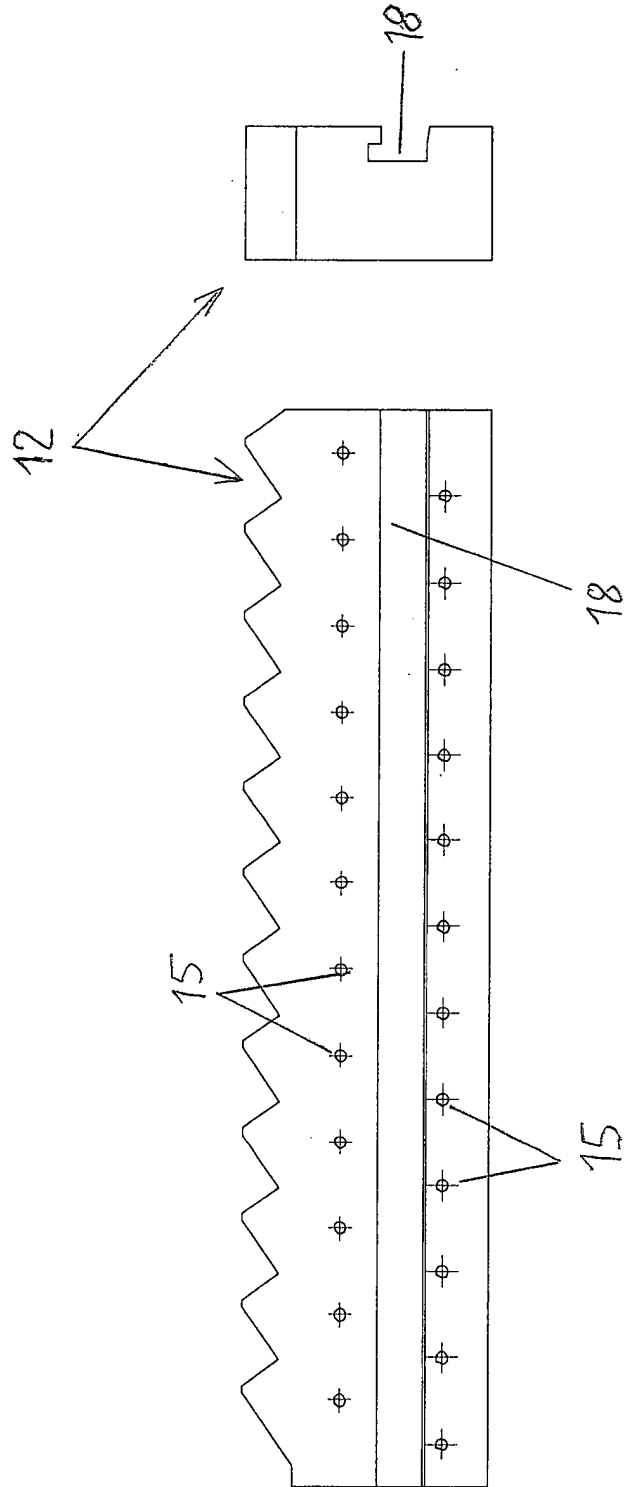


Fig.4

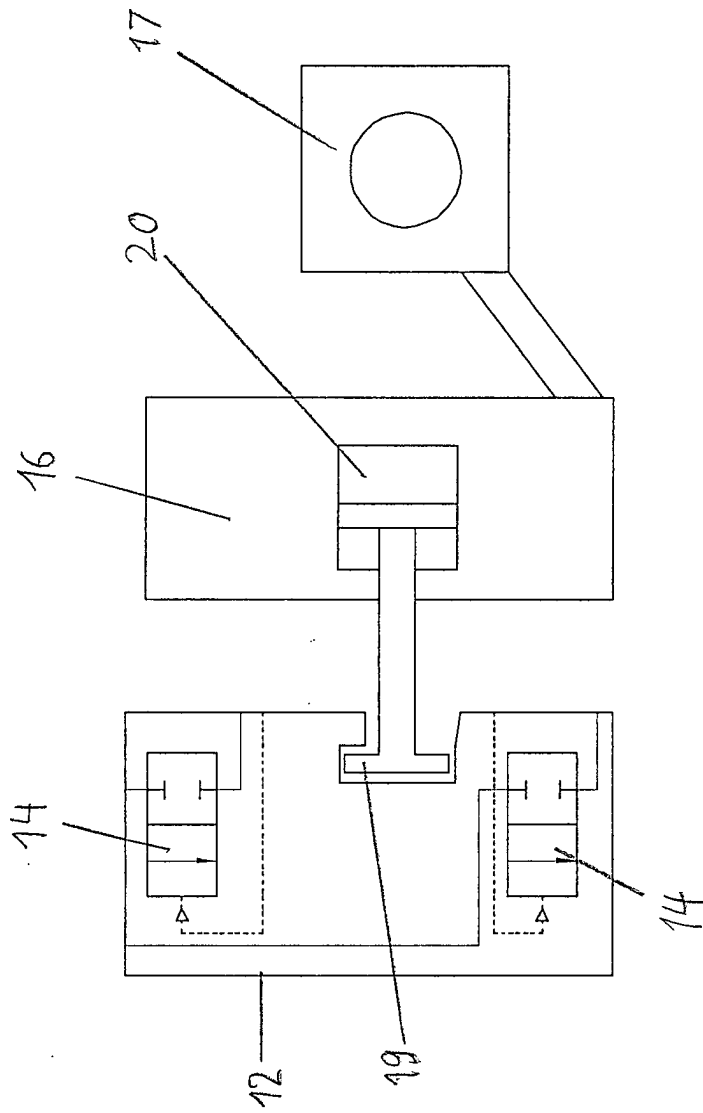


Fig.5

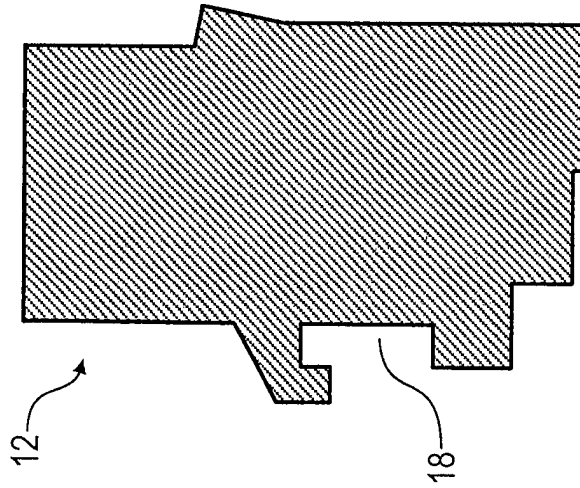


Fig. 6B

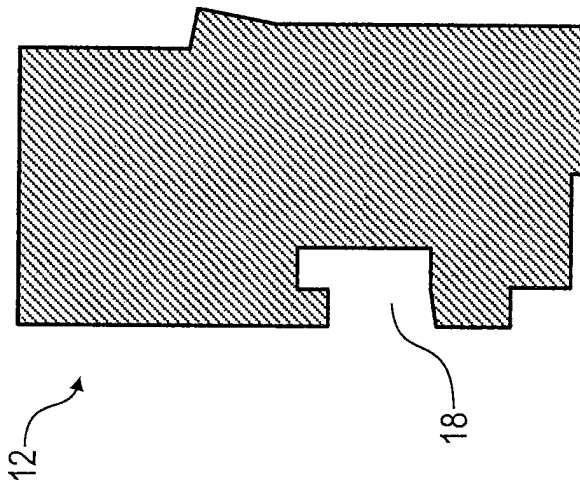


Fig. 6A

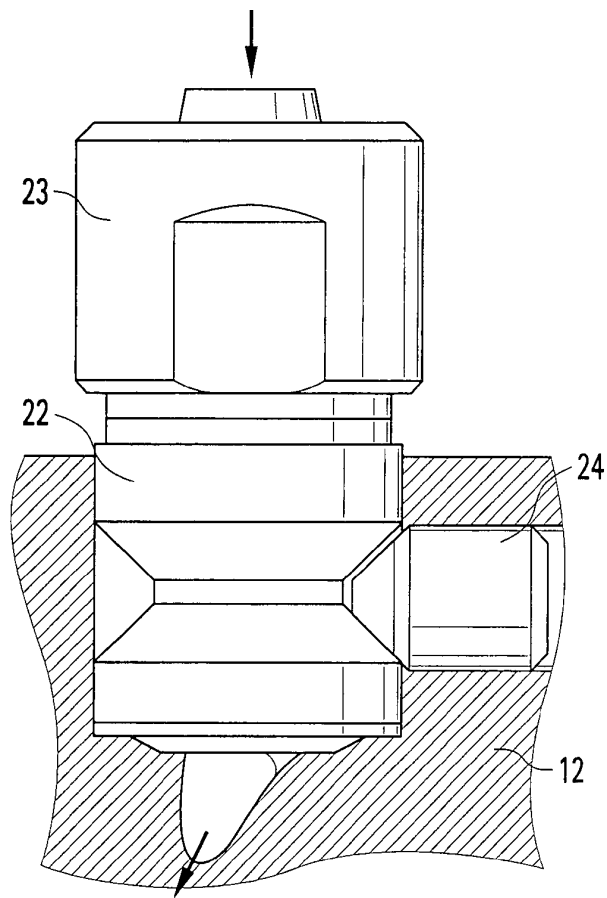


Fig. 7

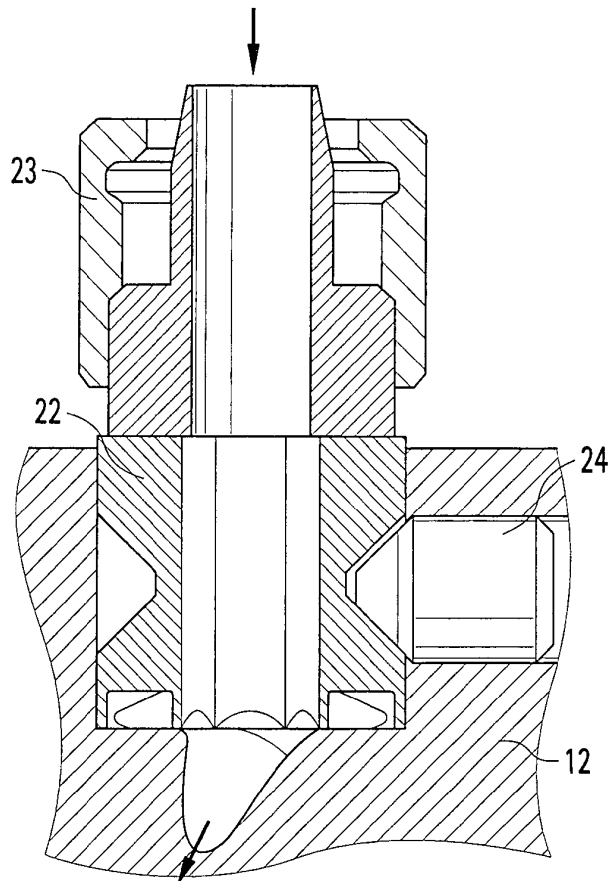


Fig. 8

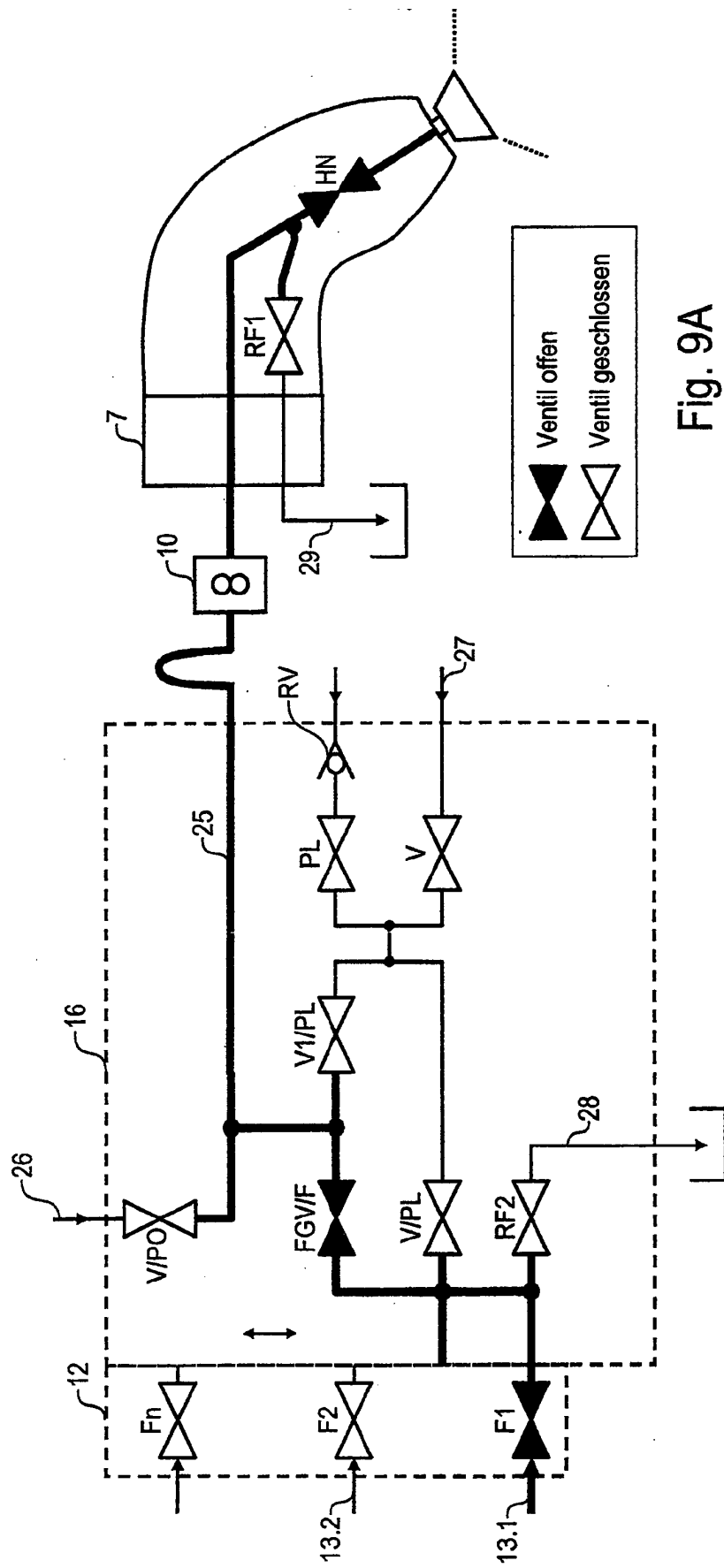


Fig. 9A

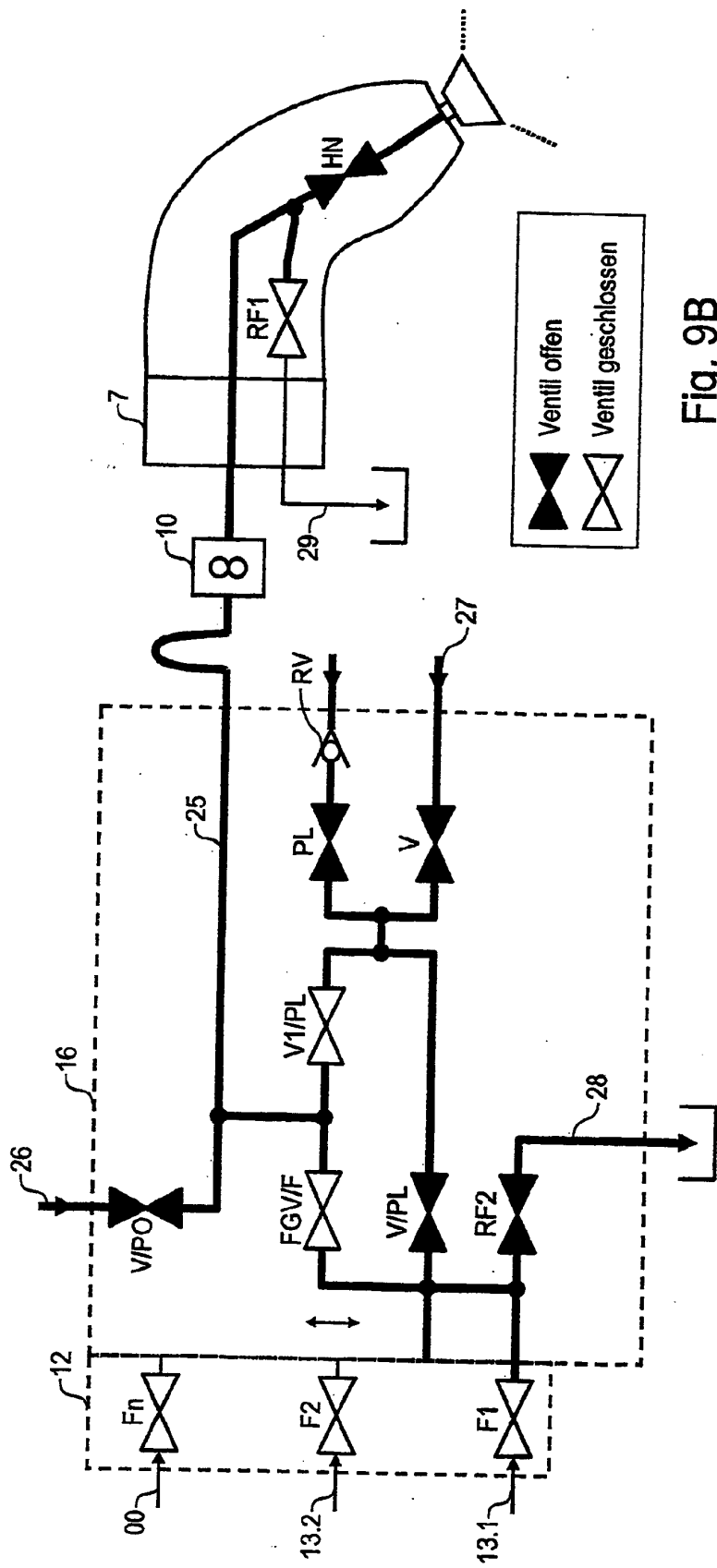


Fig. 9B



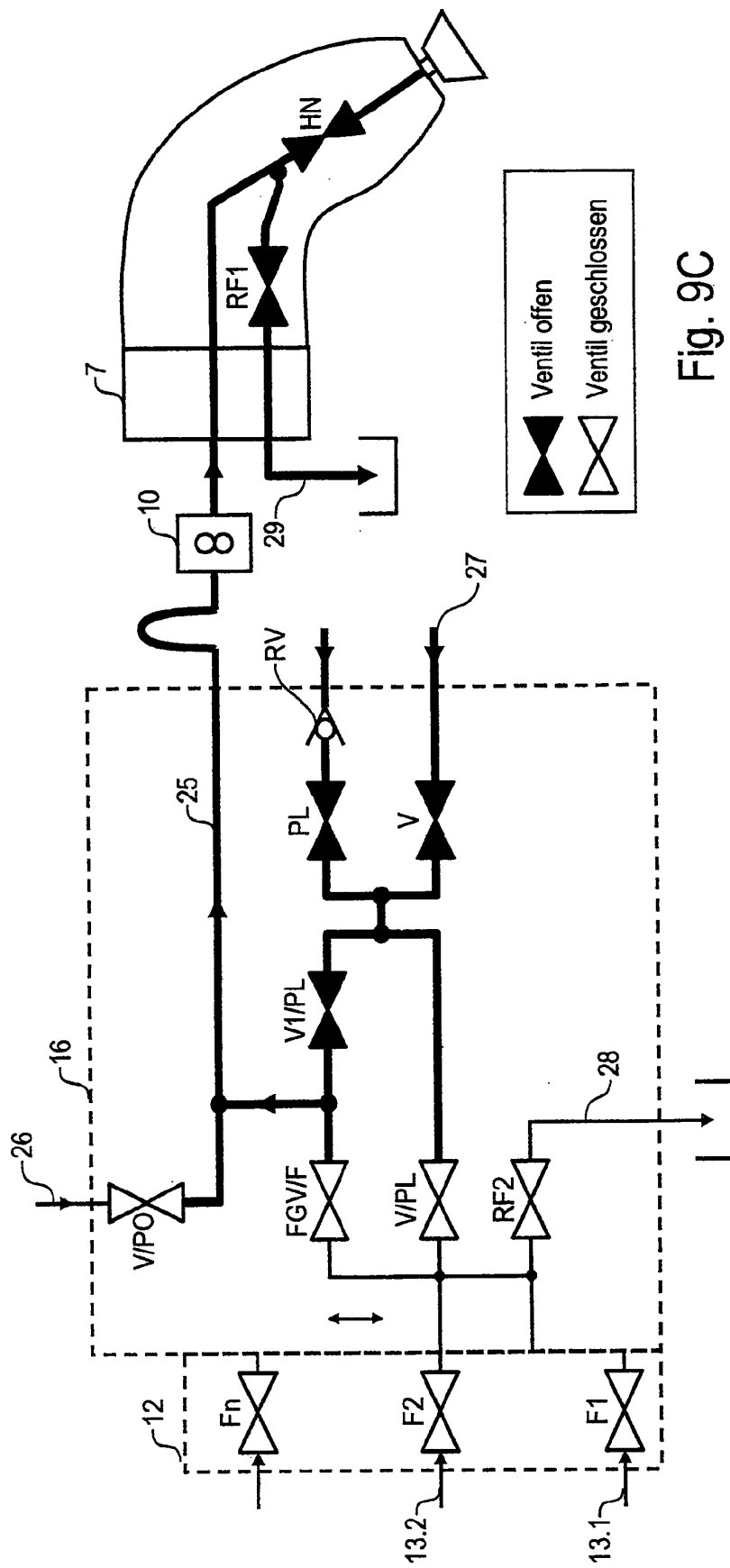


Fig. 9C

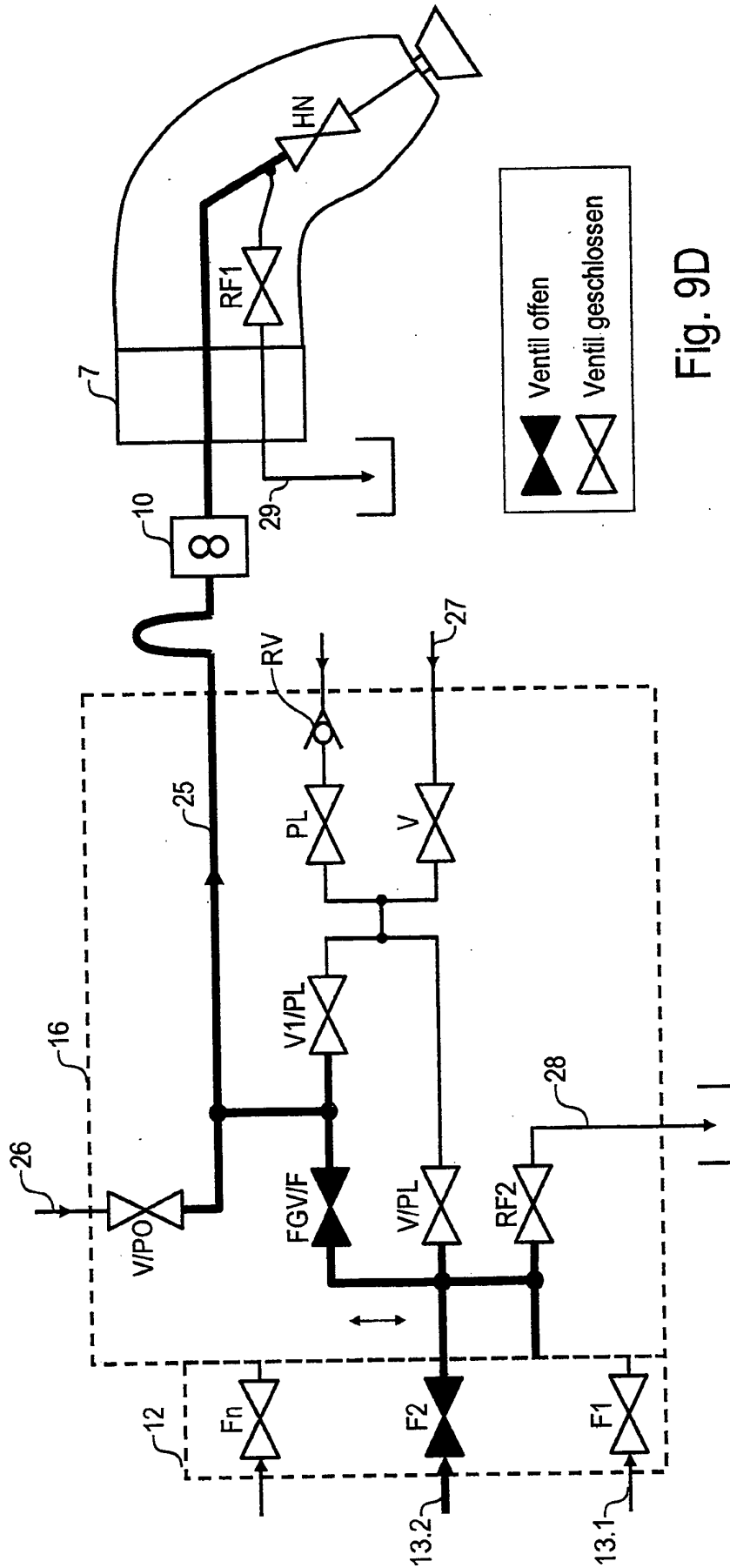
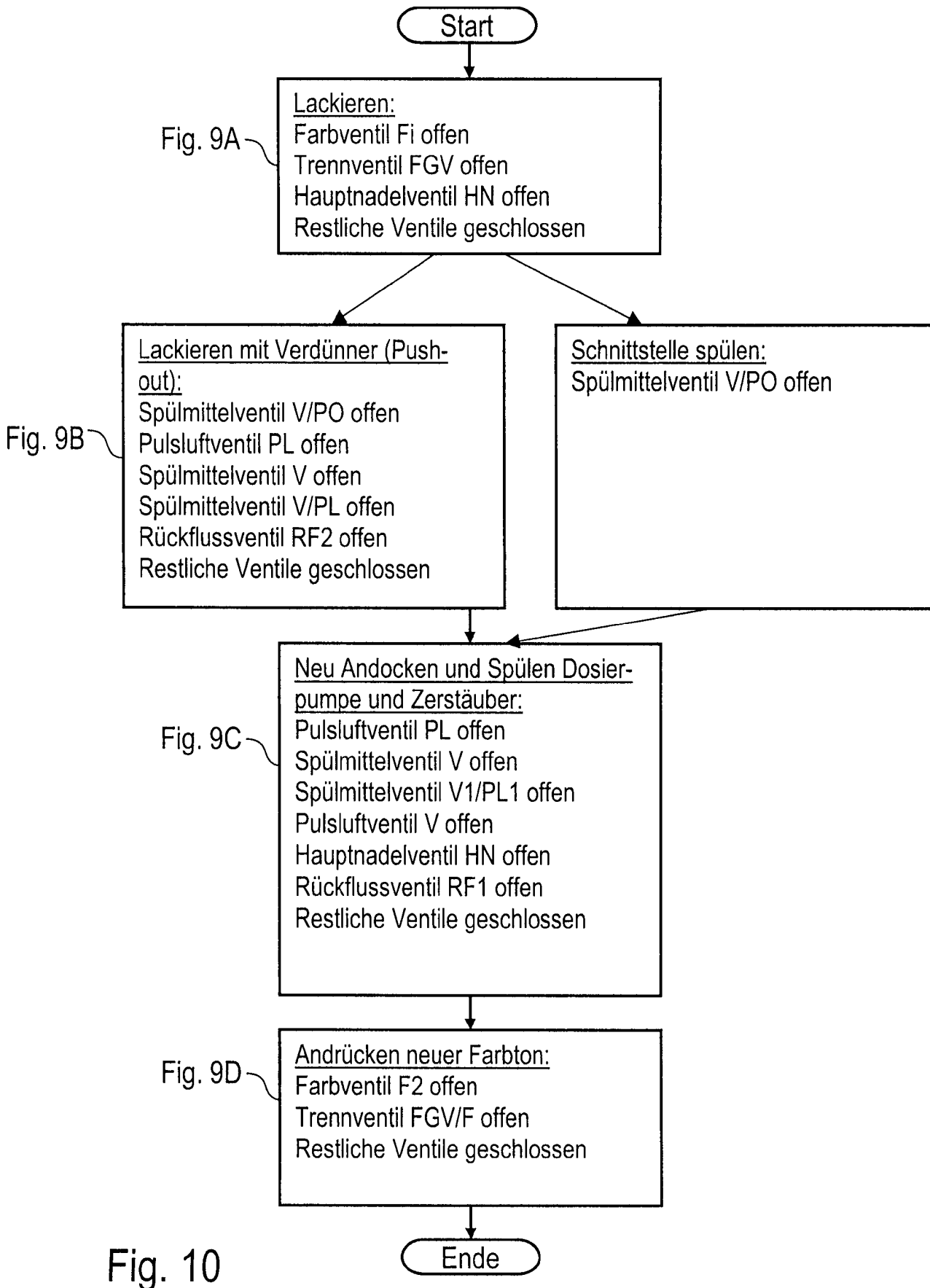


Fig. 9D



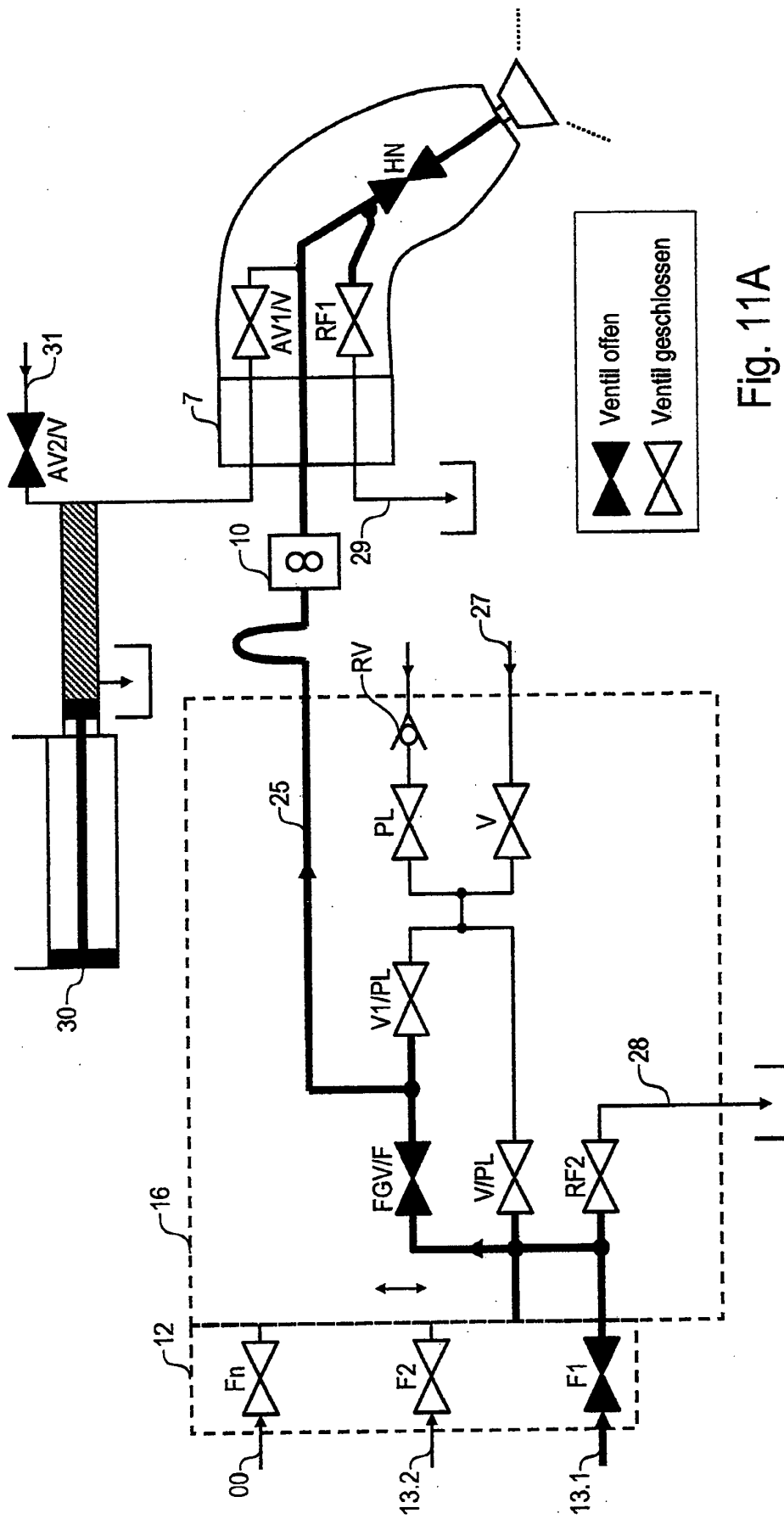


Fig. 11A

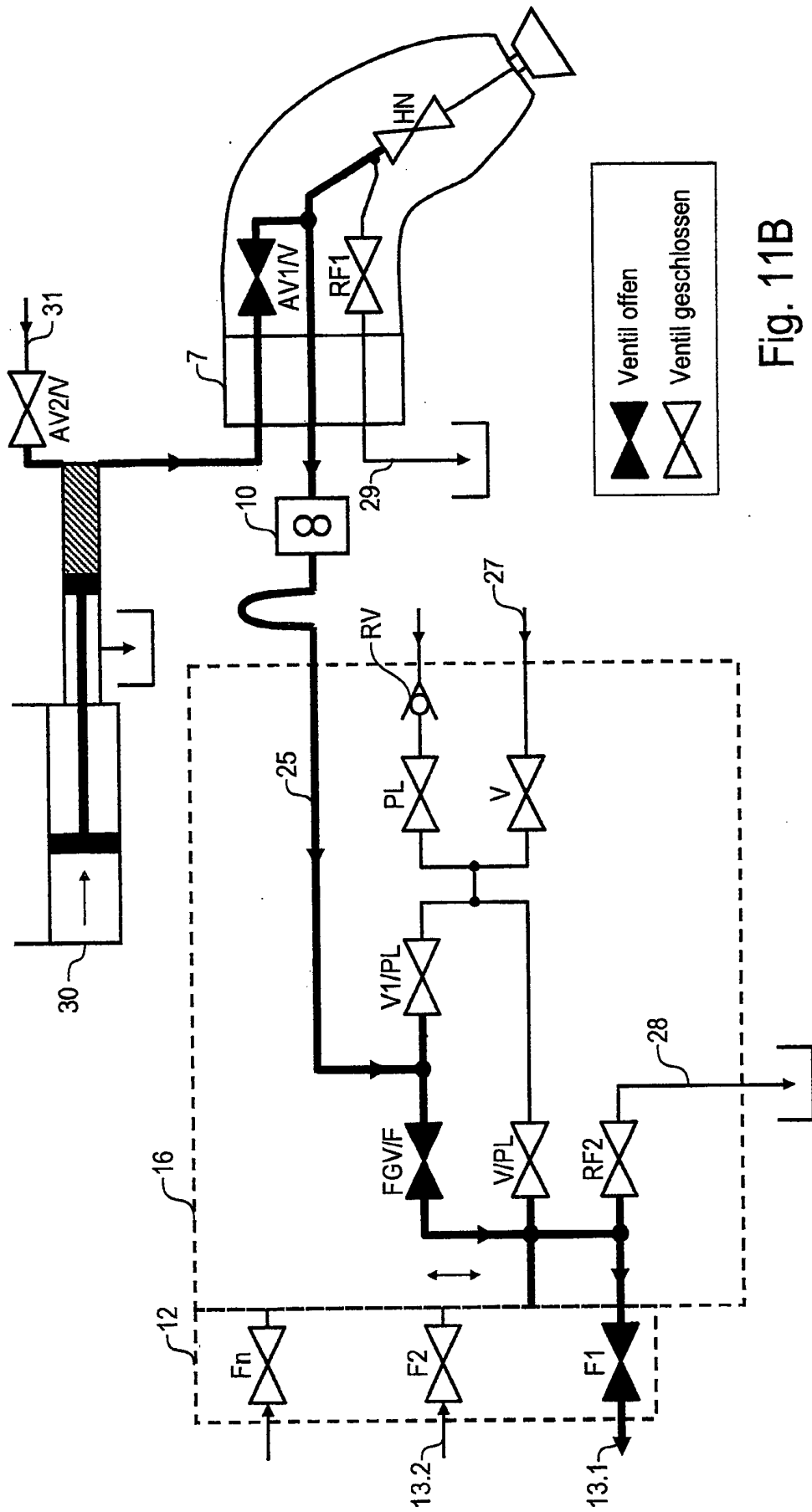


Fig. 11B

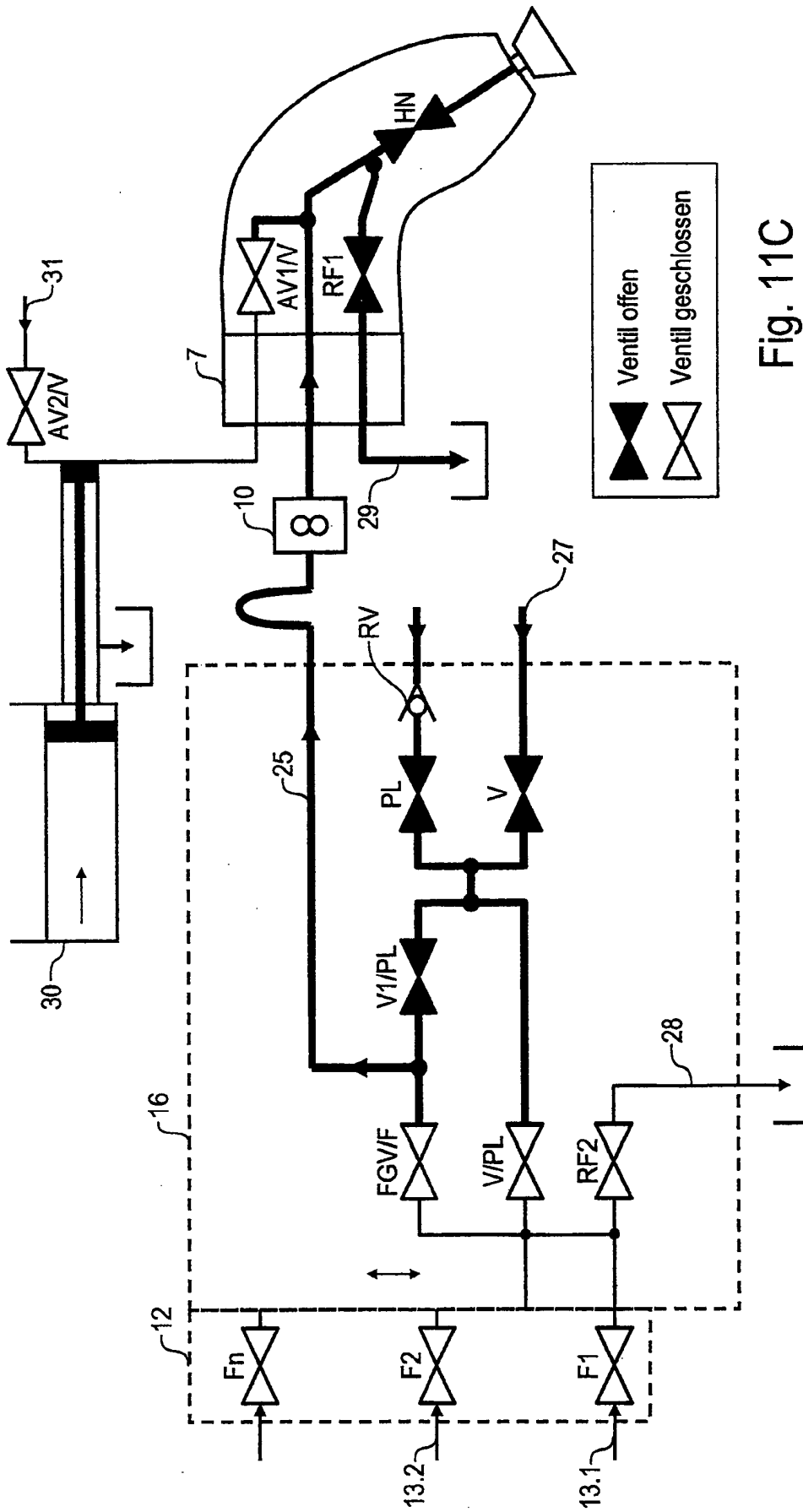


Fig. 11C

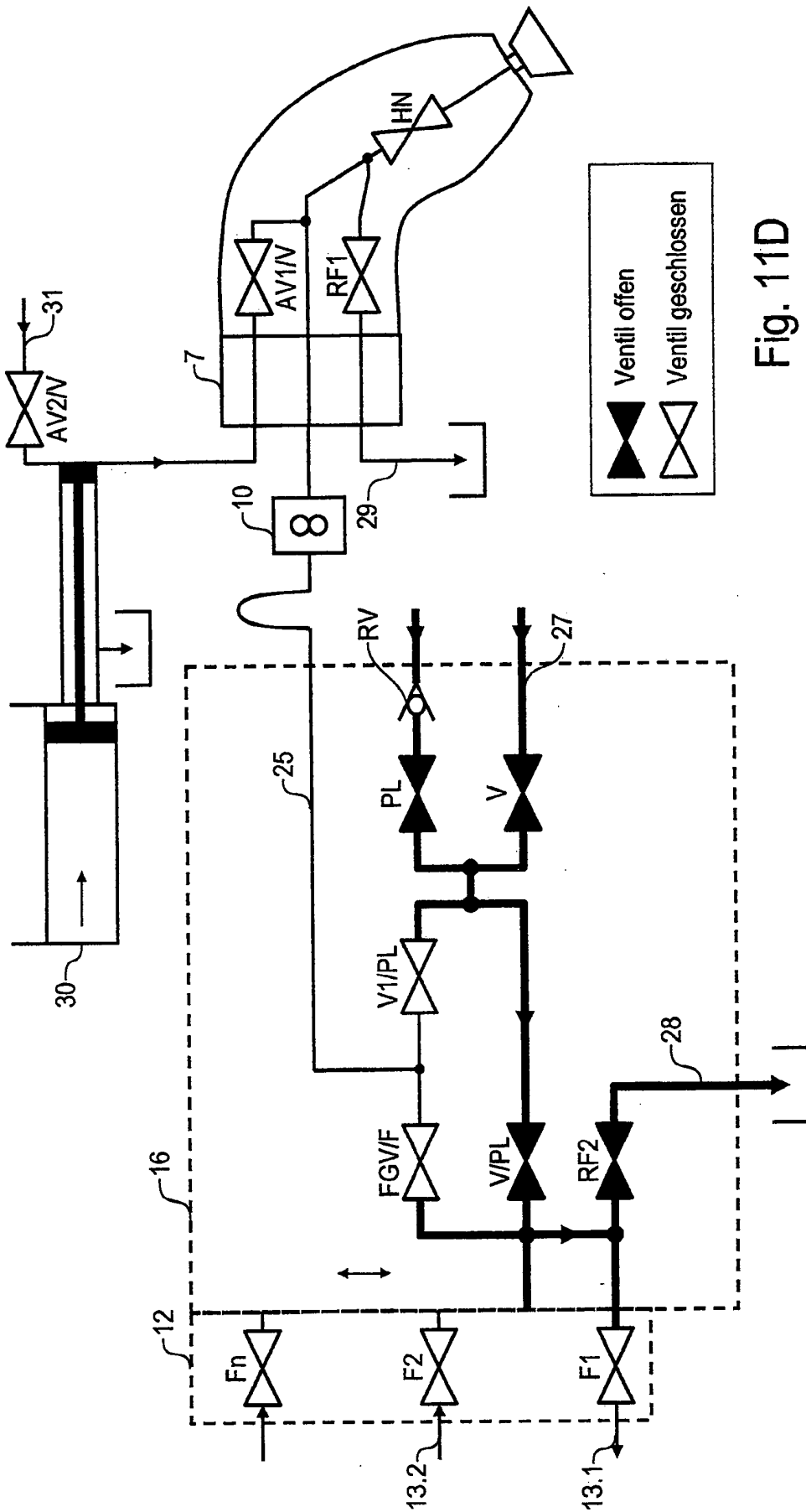


Fig. 11D

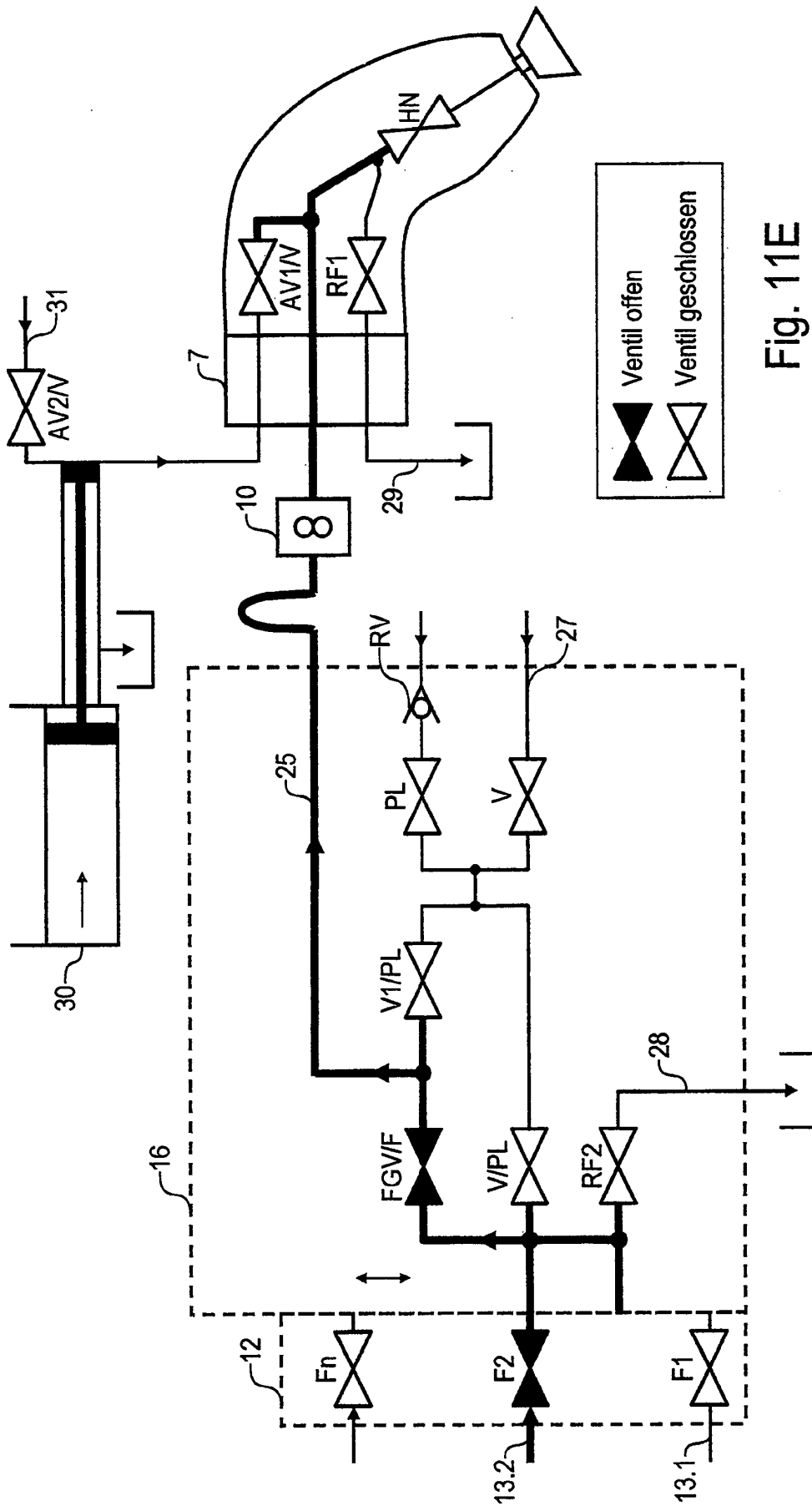


Fig. 11E



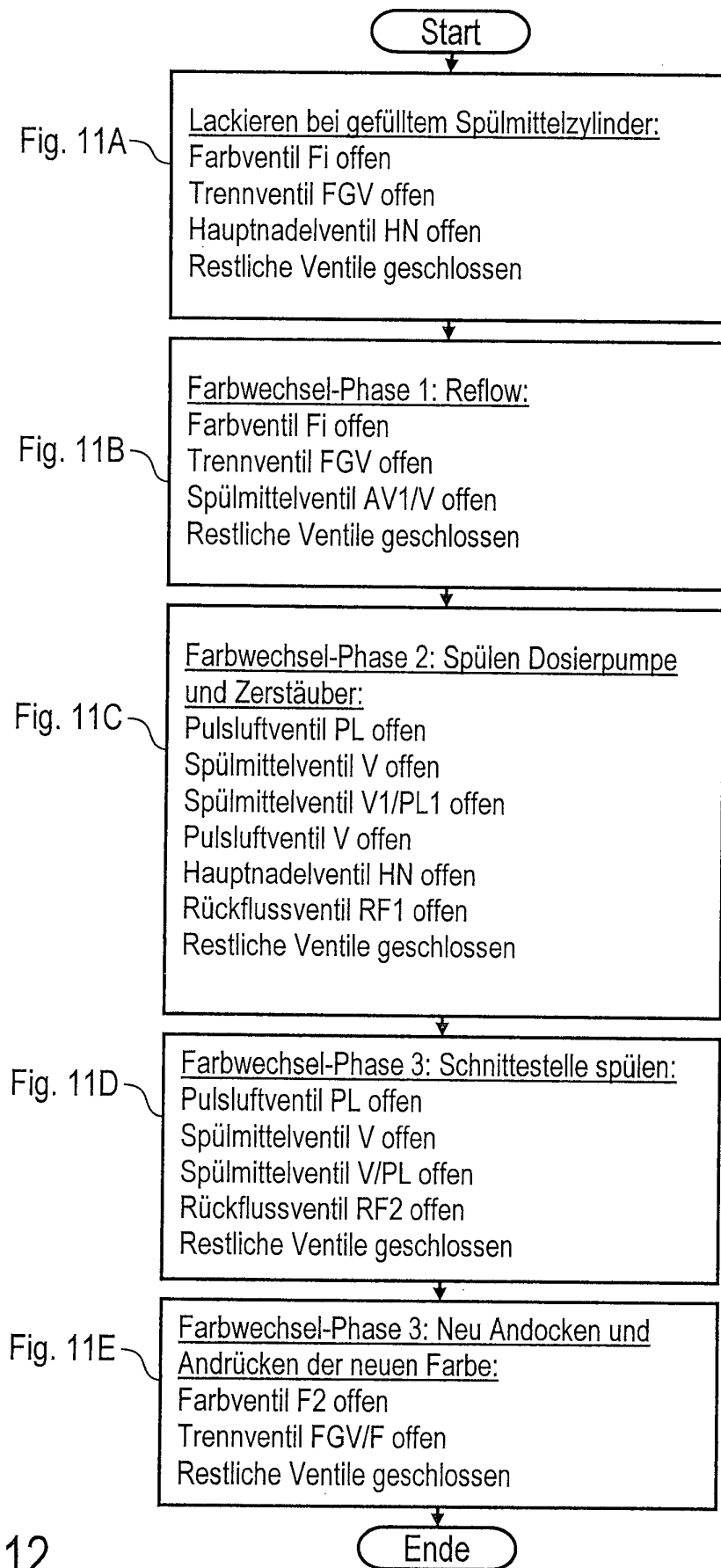


Fig. 12