

(19)



(11)

**EP 3 829 778 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**18.06.2025 Patentblatt 2025/25**

(21) Anmeldenummer: **18758803.3**

(22) Anmeldetag: **01.08.2018**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B05B 7/08 (2006.01)**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B05B 7/0815**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2018/100679**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2018/184636 (11.10.2018 Gazette 2018/41)**

(54) **DÜSENSATZ FÜR EINE SPRITZPISTOLE, SPRITZPISTOLENSYSTEM, VERFAHREN ZUM AUSGESTALTEN EINES DÜSEN-MODULS, VERFAHREN ZUR AUSWAHL EINES DÜSEN-MODULS AUS EINEM DÜSENSATZ FÜR EINE LACKIERAUFGABE, AUSWAHLSYSTEM UND COMPUTERPROGRAMMPRODUKT**

SET OF NOZZLES FOR A SPRAY GUN, SPRAY GUN SYSTEM, METHOD FOR EMBODYING A NOZZLE MODULE, METHOD FOR SELECTING A NOZZLE MODULE FROM A SET OF NOZZLES FOR A PAINT JOB, SELECTION SYSTEM AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT

JEU DE BUSES POUR UN PISTOLET PULVÉRISATEUR, SYSTÈME DE PISTOLET PULVÉRISATEUR, PROCÉDÉ DE RÉALISATION D'UN MODULE DE BUSES, PROCÉDÉ DE SÉLECTION D'UN MODULE DE BUSES D'UN JEU DE BUSES POUR UN TRAVAIL DE PEINTURE, SYSTÈME DE SÉLECTION ET PRODUIT-PROGRAMME INFORMATIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**09.06.2021 Patentblatt 2021/23**

(73) Patentinhaber: **SATA GmbH & Co. KG**  
**70806 Kornwestheim (DE)**

(72) Erfinder:

- **VOLK, Eva**  
**71638 Ludwigsburg (DE)**
- **PANTLE, Michael**  
**74376 Gemmrigheim (DE)**
- **MAIER, Norbert**  
**71573 Allmersbach im Tal (DE)**
- **MASHALLA, Mazin**  
**70378 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A1- 3 184 177 EP-A2- 1 987 886**  
**GB-A- 2 416 141 US-A- 4 767 057**  
**US-A- 5 456 414**

- **ANONYMOUS: "DeVilbiss Automotive Refinishing > Spray Gun Setup", 27 January 2015 (2015-01-27), XP055580418, Retrieved from the Internet <URL:https://web.archive.org/web/20150127025402/http://www.autorefinishdevilbiss.com/spray-gun-setup.aspx> [retrieved on 20190412]**
- **ANONYMOUS: "?DeVilbiss - Spray Gun Tool on the App Store", 19 October 2015 (2015-10-19), XP055580448, Retrieved from the Internet <URL:https://itunes.apple.com/us/app/devilbiss-spray-gun-tool/id590404917?mt=8> [retrieved on 20190412]**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 3 829 778 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausgestalten eines Düsen-Moduls gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Gemäß dem Stand der Technik weist eine Spritzpistole, insbesondere Farbspritzpistole, insbesondere druckluftzerstäubende Farbspritzpistole, die auch als druckluftzerstäubende Lackierpistole bezeichnet werden kann, an ihrem Kopf eine Materialdüse auf, welche auch als Farbdüse bezeichnet wird und welche in den Pistolenkörper eingeschraubt wird. Die Materialdüse weist an ihrem vorderen Ende häufig ein hohlzylindrisches Zäpfchen, d.h. einen im Wesentlichen hohlzylindrischen vorderen Abschnitt auf, aus deren vorderer Mündung, der Materialauslassöffnung, beim Betrieb der Spritzpistole das zu verspritzende Material austritt. Die Materialdüse kann in ihrem vorderen Bereich jedoch auch konisch ausgestaltet sein. Der Pistolenkopf weist in der Regel ein Außengewinde auf, über das ein Luftdüsenring mit einer darin angeordneten Luftkappe am Pistolenkopf angeschraubt wird. Die Luftkappe weist eine zentrale Öffnung auf, deren Durchmesser größer ist als der Außendurchmesser des Materialdüsenzäpfchens bzw. der Außendurchmesser des vorderen Endes einer konischen Materialdüse. Die zentrale Öffnung der Luftkappe und das Zäpfchen bzw. das vordere Ende der Materialdüse bilden zusammen einen Ringspalt. Aus diesem Ringspalt tritt die sogenannte Zerstäuberluft aus, welche in der oben beschriebenen Düsenanordnung ein Vakuum an der Stirnfläche der Materialdüse erzeugt, wodurch das zu verspritzende Material aus der Materialdüse herausgesaugt wird. Die Zerstäuberluft trifft auf den Farbstrahl, wodurch der Farbstrahl in Fäden und Bänder zerrissen wird. Diese Fäden und Bänder zerfallen aufgrund ihrer hydrodynamischen Instabilität, der Wechselwirkung zwischen der schnell strömenden Druckluft und der Umgebungsluft sowie aufgrund von aerodynamischen Störungen zu Tröpfchen, welche von der Zerstäuberluft von der Düse weg geblasen werden.

**[0003]** Eine derartige Lackierpistole ist z.B. in der US 5,456,414 A offenbart.

**[0004]** Die Luftkappe weist häufig ferner zwei Hörner auf, welche einander diametral gegenüberstehen und in Ausströmrichtung über den genannten Ringspalt und die Materialauslassöffnung hinausstehen. Von der Rückseite der Luftkappe verlaufen zwei Versorgungsbohrungen, d.h. Hornluftzuführkanäle, zu Hornluftauslassöffnungen in den Hörnern. In der Regel weist jedes Horn zumindest eine Hornluftauslassöffnung auf, bevorzugt weist jedes Horn jedoch zumindest zwei Hornluftauslassöffnungen auf, aus welchen die Hornluft austritt. Die Hornluftauslassöffnungen sind in der Regel so orientiert, dass sie auf die Düsenlängsachse in Austrittsrichtung nach dem Ringspalt zeigen, sodass die aus den Hornluftauslassöffnungen austretende sogenannte Hornluft die bereits aus dem Ringspalt ausgetretene Luft bzw. den Farbstrahl oder den bereits zumindest teilweise entstandenen Farb-

nebel beeinflussen können. Dadurch wird der Farbstrahl oder auch Spritzstrahl mit ursprünglich kreisrundem Querschnitt (Rundstrahl) an seinen den Hörnern zugewandten Seiten zusammengedrückt und in senkrecht dazu stehender Richtung verlängert. Dadurch entsteht ein sogenannter Breitstrahl, welcher eine größere Flächenlackiergeschwindigkeit erlaubt. Neben der Verformung des Spritzstrahls bezweckt die Hornluft eine weitere Zerstäubung des Spritzstrahls.

**[0005]** Die oben erwähnte Materialdüse weist in der Regel einen hohlen Haupt-Abschnitt und einen im Wesentlichen hohlzylindrischen vorderen Abschnitt mit einer Materialauslassöffnung auf, wobei durch die Materialauslassöffnung das zu verspritzende Material fließt. Je nachdem welches Material zu verspritzen ist und je nach Präferenz des Benutzers der Spritzpistole kann die Spritzpistole mit Materialdüsen mit unterschiedlich großer Materialauslassöffnung, d.h. Materialauslassöffnung mit unterschiedlich großem Innendurchmesser, ausgestattet werden. Handelt es sich beim dem zu verspritzenden Material, z.B. Lack, um ein höherviskoses Material, bspw. Füller, ist in der Regel eine Materialdüse mit einer Materialauslassöffnung mit größerem Innendurchmesser zu wählen als für niederviskoseres Material wie Klarlack. Üblicherweise beträgt der Innendurchmesser einer Materialauslassöffnung einer Materialdüse zwischen einigen Zehntel Millimeter und mehreren Millimetern. Eine Materialdüse mit einer Materialauslassöffnung mit einem bestimmten Innendurchmesser wird häufig als Materialdüse mit einer bestimmten "Düsengröße" bezeichnet, wobei der Wert dieser nominellen Düsengröße nicht genau dem Wert des Innendurchmessers der Materialauslassöffnung entsprechen muss.

**[0006]** Je nach Düsengröße, d.h. je nach Größe des Innendurchmessers der Materialauslassöffnung der Materialdüse, kann die Materialdüse bzw. die mit der Materialdüse ausgestattete Spritzpistole, einen bestimmten Materialdurchsatz besitzen. Der Materialdurchsatz bezeichnet die Materialmenge, die in einer bestimmten Zeit aus der Materialdüse der Spritzpistole austritt, und zwar bei einem definierten Eingangsfießdruck und voll betätigtem Abzugsbügel. Der Wert wird in Gramm pro Minute (g/min) angegeben. Bei ansonsten gleichbleibenden Parametern steigt der Materialdurchsatz mit der Düsengröße an, wobei der Materialdurchsatz nicht nur durch den Innendurchmesser der Materialauslassöffnung beeinflusst wird, sondern auch durch die Länge des hohlzylindrischen vorderen Abschnitt, der Anordnung der verschiedenen Flächen im Inneren der Materialdüse, insbesondere durch die Winkel in denen die Flächen zueinander angeordnet sind, und durch andere Ausgestaltungen der Materialdüse.

**[0007]** Bei Spritzpistolen gemäß dem Stand der Technik verändert sich mit steigendem Materialdurchsatz die Größe des durch die Spritzpistole erzeugten Spritzstrahls, insbesondere die Höhe und/oder die Breite des Spritzstrahls bzw. des Spritzstrahlquerschnitts. Der Spritzstrahlquerschnitt kann mittels eines sogenann-

ten Spritzbilds illustriert werden. Ein Spritzbild wird für gewöhnlich erstellt, indem mittels der Spritzpistole, die in einem bestimmten Abstand, beispielsweise 15 cm bis 20 cm, vor einem Substrat, bspw. Papier, einem Papier mit Skala, welches für die Erstellung eines Spritzbilds vorgesehen ist, oder einem Blech, Farbe oder Lack auf dieses Blatt Papier oder Blech aufgetragen wird, ohne die Spritzpistole zu bewegen. Die Spritzdauer beträgt ca. 1 bis 2 Sekunden. Die Form des auf diese Weisen erzeugten Spritzbilds und die Größe der Tröpfchen auf dem Substrat geben Aufschluss über die Qualität der Spritzpistole, insbesondere über die Qualität der Düsen.

**[0008]** Die Schichtdicke des Spritzbilds kann mittels der im Stand der Technik bekannten Verfahren ermittelt werden, bspw. mittels Schichtdickenmessgeräte vor oder nach Trocknung des Spritzbilds, oder die Farbtröpfchen sowie deren Größe und Position werden noch während des Flugs auf das Substrat z.B. mittels Laserbeugungsverfahren erfasst.

**[0009]** Ein wie oben beschriebenes Spritzbild besitzt über seine Länge und seine Breite keine einheitliche Schichtdicke. Der zentrale Kern des Spritzbilds besitzt eine hohe Schichtdicke, außerhalb des Kerns ist die erzeugte Schichtdicke geringer. Der Schichtdicken-Übergang zwischen Kern und Außenbereich ist fließend. Trägt man die Schichtdicke über die Länge des Spritzbildes auf, so ergibt sich von links nach rechts zunächst ein flacher Anstieg, welcher den äußeren Rand des Außenbereichs markiert. In der Nähe des Kerns steigt die Schichtdicke relativ steil an und bleibt über den Längenverlauf des Kerns im Idealfall im Wesentlichen konstant, d.h. es zeigt sich ein Plateau. Am Rand des Kerns fällt die Schichtdicke relativ steil ab, gefolgt von einem flacheren Abfall gegen Ende des Außenbereichs. Es hat sich gezeigt, dass eine gleichmäßige Beschichtung mit besserer Qualität erzeugt werden kann, je schärfer der Übergang zwischen Kern- und Außenbereich ist, d.h. je steiler der Verlauf der Schichtdicke über die Länge des Spritzbilds beim Übergang vom Außenbereich in den Kernbereich ist. Während des Lackiervorgangs bewegt der Lackierer die betätigte Spritzpistole in mäanderförmigen Bahnen, wobei sich die Bahnen in einem Bereich zwischen 30 % bis 50 % Ihrer Höhe überlappen, d.h. etwa das untere oder obere Drittel einer Bahn überlappt mit dem oberen bzw. unteren Drittel der vorhergehenden Bahn. Ein schärfer definierter Kernbereich ermöglicht es dem Lackierer, die Kernbereiche der Spritzbahnen während des Lackiervorgangs möglichst aneinander grenzend so aufzutragen, dass eine gleichmäßige Gesamtschichtstärke entsteht. Allerdings darf der Übergang auch nicht zu steil sein, da sonst die Gefahr der Überbeschichtung, z.B. durch versehentliches Auftragen der doppelten Schichtstärke, entsteht, was zu sogenannten Farbläufern führt. Ferner haben die Versuche gezeigt, dass es vorteilhaft ist, wenn das oben genannte Plateau möglichst breit, d.h. der Kernbereich des Spritzbilds mit maximaler Schichtdicke möglichst lang ist.

**[0010]** Im vorliegenden Fall soll das Spritzbild den

Spritzstrahlquerschnitt darstellen. Ist im Folgenden von Spritzstrahlquerschnittshöhe, Spritzstrahlquerschnittsbreite oder Querschnittsform des Spritzstrahls die Rede, so ist damit die Höhe, die Breite bzw. die Form des Spritzbilds gemeint, insbesondere die Höhe, die Breite bzw. die Form des Kernbereichs des Spritzbilds.

**[0011]** Wie bereits erwähnt, verändert sich bei Spritzpistolen gemäß dem Stand der Technik sich mit steigendem Materialdurchsatz die Größe des durch die Spritzpistole erzeugten Spritzstrahls, insbesondere die Höhe und/oder die Breite des Spritzstrahls bzw. des Spritzstrahlquerschnitts bzw. des Spritzstrahlkernquerschnitts. Mit steigender Düsengröße und/oder steigendem Materialdurchsatz wird nicht nur der Spritzstrahl wie gewünscht "nasser", d.h. pro Fläche wird mehr Material aufgetragen, sondern der Spritzstrahlquerschnitt wird höher und/oder breiter. Ferner steigt der Materialdurchsatz nicht gleichmäßig mit steigender Düsengröße, insbesondere nomineller Düsengröße. Beispielsweise kann eine sogenannte 1,2-er Düse einen um 10 g/min größeren Materialdurchsatz besitzen als eine 1,1-er Düse, aber einen um 20 g/min kleineren Materialdurchsatz als eine 1,3-er Düse. Mit jedem Düsenwechsel muss der Benutzer der Spritzpistole daher seine Arbeitsweise an die neue Düse anpassen. Will der Benutzer beispielsweise ein Material mit einer bestimmten Viskosität und anschließend ein Material mit einer anderen Viskosität verspritzen und wechselt daher von einer Düsengröße zu einer anderen Düsengröße, so muss er beispielsweise den Abstand der Spritzpistole zur zu beschichtenden Fläche oder seine Lackiergeschwindigkeit, d.h. die Geschwindigkeit in der er die Spritzpistole über die zu beschichtenden Fläche bewegt, an die neue Düse anpassen. Dies kann die Arbeit des Benutzers der Spritzpistole erschweren. Ferner hat der Benutzer von Spritzpistolen gemäß dem Stand der Technik nicht die Möglichkeit, eine für ihn und seine Arbeitsweise vorteilhafte Strahlform, d.h. einen Spritzstrahl mit einem für ihn vorteilhaften Spritzstrahlquerschnitt, zu wählen.

**[0012]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein effizientes Verfahren zum Ausgestalten eines Düsen-Moduls bereitzustellen.

**[0013]** Ein Düsenatz für eine Spritzpistole, insbesondere eine druckluftzerstäubende Farbspritzpistole, weist wenigstens eine Düsen-Modul-Gruppe mit zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedenen Düsen-Modulen zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul einer Spritzpistole auf, wobei die Düsen-Module derart ausgestaltet sind, dass sie bei gleichen Spritzbedingungen einen unterschiedlichen Materialdurchsatz haben, und wobei die mittels der Düsen-Module erzeugbaren Spritzstrahle im Wesentlichen die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite besitzen, insbesondere die Spritzstrahlquerschnitte der verschiedenen Düsen-Module deckungsgleich sind.

**[0014]** Die Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe haben jeweils einen unterschiedlichen Material-

durchsatz, insbesondere handelt es sich um Düsen mit unterschiedlichen Düsengrößen, insbesondere nominellen Düsengrößen. Die Düsen-Modul-Gruppe kann beispielsweise ein 1,1er-Düsen-Modul, ein 1,2er-Düsen-Modul, ein 1,3er-Düsen-Modul, ein 1,4er-Düsen-Modul und ein 1,5er-Düsen-Modul umfassen, die einen mit der nominellen Düsengröße ansteigenden Materialdurchsatz aufweisen. Die nominelle Düsengröße kann im Wesentlichen der tatsächlichen Düsengröße, d.h. dem tatsächlichen Innendurchmesser der Materialauslassöffnung der Farbdüse des Düsen-Moduls in Millimetern, entsprechen. So kann beispielsweise der Innendurchmesser des 1,5er-Düsen-Moduls 1,5 mm betragen. Das 1,3er-Düsen-Modul jedoch kann beispielsweise einen Innendurchmesser der Materialauslassöffnung der Farbdüse von 1,4 mm betragen, wobei der Materialdurchsatz gegenüber dem 1,4er-Düsen-Modul beispielsweise durch andere Geometrien und/oder Maße, insbesondere Winkel und Längen, insbesondere der Länge eines im Wesentlichen hohlzylindrischen vorderen Abschnitts der Farbdüse, reduziert werden kann. Gleichzeitig oder alternativ kann die Materialauslassöffnung der Farbdüse des 1,4er-Düsen-Moduls einen größeren Innendurchmesser als 1,4 mm aufweisen.

**[0015]** Die zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedenen Düsen-Modulen der Düsen-Modul-Gruppe des erfindungsgemäßen Düsensatzes können wahlweise in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul einer Spritzpistole angeordnet werden. Das bedeutet, ein am Grundkörper-Modul angeordnetes erstes Düsen-Modul, beispielsweise ein Düsen-Modul mit einem ersten Materialdurchsatz, beispielsweise ein 1,2er-Düsen-Modul mit einem Materialdurchsatz von 150 g/min, kann vom Grundkörper-Modul entfernt, insbesondere abgeschraubt werden, vorzugsweise über einen Schnellschraubverschluss, und ein anderes Düsen-Modul aus der Düsen-Modul-Gruppe des erfindungsgemäßen Düsensatzes mit einem zweiten Materialdurchsatz, beispielsweise ein 1,5er-Düsen-Modul mit einem Materialdurchsatz von 195 g/min, kann an demselben Grundkörper-Modul angeordnet werden, vorzugsweise über den gleichen Schnellschraubverschluss.

**[0016]** Bei gleichen Spritzbedingungen haben die Düsen-Modulen der Düsen-Modul-Gruppe des erfindungsgemäßen Düsensatzes einen unterschiedlichen Materialdurchsatz und die mittels der Düsen-Module erzeugbaren Spritzsträhle haben im Wesentlichen die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe und Spritzstrahlquerschnittsbreite. Bei den Spritzbedingungen, die gleich sein sollen, kann es sich beispielsweise um den Eingangsfließdruck, den Luftdruck am Eingang der Spritzpistole, den Abstand und Winkel der Spritzpistole zum zu beschichtenden Objekt, das zu verspritzende Material, den Betätigungsgrad des Abzugsbügel, die Einstellung einer Rund-Breitstrahl-Regulierung, aber auch um Klimabedingungen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Umgebungsdruck handeln. Wie oben erwähnt, soll im vorliegenden Fall das Spritzbild den Spritzstrahlquer-

schnitt darstellen. Dass die Spritzstrahlquerschnittshöhe und die Spritzstrahlquerschnittsbreite im Wesentlichen gleich sind, bedeutet hier, dass die Höhe und die Breite des Spritzbilds, insbesondere des Kern des Spritzbilds, d.h. der Bereich des Spritzbilds mit der höchsten Schichtdicke, im Wesentlichen gleich sind. Besonders bevorzugt sind die Spritzstrahlquerschnitte der verschiedenen Düsen-Module deckungsgleich, d.h. die Spritzbilder sind im Wesentlichen in Form und Größe identisch. Aufgrund der unterschiedlichen Materialdurchsätze der Düsen-Module ist die Schichtdicke der Spritzbilder unterschiedlich.

**[0017]** Ein Düsen-Modul kann insbesondere eine Materialdüse und eine Luftkappe aufweisen. Ferner kann sie einen Luftdüsenring aufweisen, über den das Düsen-Modul am Grundkörper-Modul angeschraubt werden kann, und eine Farbnadel zum Verschließen und Freigeben der Materialauslassöffnung der Materialdüse.

**[0018]** Vorteilhaft am erfindungsgemäßen Düsensatz ist, dass der Benutzer der Spritzpistole, beispielsweise der Fahrzeuglackierer, bei einem Wechsel der Düsengröße, d.h. bei einem Austausch der an dem Grundkörper-Modul der Spritzpistole angeordnetem Düsen-Modul mit einem ersten Materialdurchsatz durch ein Düsen-Modul mit einem zweiten Materialdurchsatz, keine Änderung der Spritzstrahlquerschnittshöhe und Spritzstrahlquerschnittsbreite in Kauf nehmen muss. Vorzugsweise erhält er mit der neu angeordneten Düse einen Spritzstrahl mit der gleichen Querschnittsform und -dimension wie mit der entfernten Düse. Der Lackierer muss daher seine Arbeitsweise, insbesondere den Abstand der Spritzpistole vom zu beschichtenden Objekt, nach dem Düsenwechsel nicht ändern.

**[0019]** Das erfindungsgemäße Spritzpistolensystem ist dadurch gekennzeichnet, dass es zumindest einen oben und weiter unten näher beschriebenen Düsensatz und ein Grundkörper-Modul aufweist, wobei die Düsen-Module des Düsensatzes auswechselbar am Grundkörper-Modul anordenbar sind.

**[0020]** Jedes der verschiedenen Düsen-Module aus den verschiedenen Düsen-Modul-Gruppen ist an ein- und demselben Grundkörper-Modul austauschbar anordenbar. Bevorzugt haben die verschiedenen Düsen-Module die gleiche Anschlussart, so dass sie direkt an dem Grundkörper-Modul angeordnet werden können, beispielsweise über ein Gewinde, insbesondere ein Trapezgewinde, das als Schnellschraubverschluss bzw. -anschluss ausgestaltet sein kann, oder aber auch über eine Bajonett-Verbindung, eine Steckverbindung oder über eine andere im Stand der Technik bekannte Verbindung. Es ist jedoch auch denkbar, dass ein erstes Düsen-Modul eine andere Anschlussart aufweist als ein zweites Düsen-Modul, und eines der Düsen-Module über einen Adapter am Grundkörper-Modul anordenbar ist.

**[0021]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Ausgestalten eines Düsen-Moduls, insbesondere eines Düsen-Moduls für einen oben und weiter unten näher beschriebenen Düsensatz weist zumindest als einen Schritt das Festlegen zumindest einer Spritzstrahlquerschnittshöhe

und/oder einer Spritzstrahlquerschnittsbreite und/oder einer Spritzstrahlquerschnittsform eines durch das Düsen-Modul zu erzeugenden Spritzstrahls auf, und als zumindest einen weiteren Schritt das Konstruieren des Düsen-Moduls, welches einen Spritzstrahl mit der festgelegten Spritzstrahlquerschnittshöhe und/oder Spritzstrahlquerschnittsbreite und/oder Spritzstrahlquerschnittsform erzeugt, umfasst, wobei das Verfahren das Konstruieren einer Luftkappe umfasst, insbesondere das Anpassen eines äußeren Hornluftausström-Winkels und/oder eines inneren Hornluftausström-Winkels und/oder eines Steuerbohrung-Abstands an einen Materialdurchsatz und/oder an einen Düseninnendruck des Düsen-Moduls, wobei es sich bei dem äußeren Hornluftausström-Winkel um den Winkel handelt, in dem Hornluft aus einer äußeren Hornluftauslassöffnung der Luftkappe relativ zu einer Lot-Achse ausströmt, wobei die Lot-Achse zu einer Zentralachse der Luftkappe senkrecht steht, wobei es sich bei dem inneren Hornluftausström-Winkel um den Winkel handelt, in dem Hornluft aus einer inneren Hornluftauslassöffnung der Luftkappe relativ zu der Lot-Achse ausströmt, und wobei es sich bei dem Steuerbohrung-Abstand um den Abstand zwischen zumindest einer Steuerbohrung in der Luftkappe und einer zentralen Öffnung in der Luftkappe handelt.

**[0022]** Beispielsweise kann im ersten Schritt festgelegt werden, dass der durch das Düsen-Modul zu erzeugende Spritzstrahl eine Spritzstrahlquerschnittshöhe von ca. 27 cm und/oder eine Spritzstrahlquerschnittsbreite von ca. 4 cm und/oder eine ovale, insbesondere elliptische Spritzstrahlquerschnittsform aufweisen soll. Auch hier handelt es sich wieder um die Höhe, die Breite und die Form des Spritzbilds, insbesondere des Kern des Spritzbilds. Anschließend wird das Düsen-Modul, welches einen Spritzstrahl mit der festgelegten Spritzstrahlquerschnittshöhe, Spritzstrahlquerschnittsbreite und/oder Spritzstrahlquerschnittsform erzeugt konstruiert. Dabei wird insbesondere eine Luftkappe für das Düsen-Modul konstruiert. Eine solche Luftkappe kann insbesondere zwei Hörner aufweisen, welche einander diametral gegenüberstehen und nach vorne, d.h. in Spritzrichtung über eine zentrale Öffnung in der Luftkappe überstehen. Von der Rückseite der Luftkappe verlaufen zwei Versorgungsbohrungen, d.h. Hornluftzuführkanäle, zu Hornluftauslassöffnungen in den Hörnern. Vorzugsweise weist jedes Horn zumindest zwei Hornluftauslassöffnungen auf, aus welchen die Hornluft austritt. Wie weiter oben bereits beschrieben, sind die Hornluftauslassöffnungen in der Regel so orientiert, dass die aus den Hornluftauslassöffnungen austretende Hornluft die bereits aus dem oben erwähnten Ringspalt ausgetretene Luft bzw. den Farbstrahl oder den bereits zumindest teilweise entstandenen Farbnebel beeinflussen können. Eine derartige Luftkappe kann ferner im Bereich neben der zentralen Öffnung Steueröffnungen aufweisen. Diese Steueröffnungen, die im Folgenden als Steuerbohrungen bezeichnet werden, obwohl sie nicht als Bohrungen ausgestaltet sein müssen, jedoch vorzugsweise solche sind, reichen

bis in das Innere der Luftkappe und werden beim Betrieb der Spritzpistole von dort mit Luft versorgt. Die aus den Steuerbohrungen austretende Luft, die sogenannte Steuerluft, trifft auf die aus den Hornluftauslassöffnungen austretende Hornluft und lenkt diese um und fächert den Hornluftstrahl auf, d.h. sie verbreitert ihn und schwächt den Hornluftstrahl ab. Die Steuerluft wirkt auch auf den Rundstrahl und bewirkt eine leichte Vorverformung sowie auch hier eine zusätzliche Zerstäubung. In beiden Fällen trägt die Steuerluft mit zur weiteren Zerstäubung des Farbstrahls bei und vermindert die Verschmutzung der Luftkappe durch Sprühnebel, da sie diesen von der Luftkappe wegträgt. Insbesondere kann die Luftkappe jeweils drei auf zwei sich gegenüberliegenden Seiten der zentralen Öffnung angeordnete Steuerbohrungen aufweisen, welche in Form eines Dreiecks angeordnet sind, wobei eine Spitze des Dreiecks in Richtung der inneren oder äußeren Hornluftauslassöffnungen ausgerichtet ist, d.h. die Bohrung, die die Spitze des Dreiecks bildet, liegt bevorzugt auf einer Linie mit den inneren Hornluftauslassöffnung, den äußeren Hornluftauslassöffnungen und dem Mittelpunkt der zentralen Öffnung in der Luftkappe. Die Steuerbohrungen können den gleichen Durchmesser aufweisen, vorteilhafterweise zwischen 0,45 mm und 0,65 mm. Die Luftkappe kann jedoch auch nur jeweils zwei auf zwei sich gegenüberliegenden Seiten der zentralen Öffnung angeordnete Steuerbohrungen aufweisen, die sich vorzugsweise auf einer Linie und auf einer Linie mit den inneren Hornluftauslassöffnung, den äußeren Hornluftauslassöffnungen und dem Mittelpunkt der zentralen Öffnung in der Luftkappe befinden.

**[0023]** Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst insbesondere das Anpassen eines äußeren Hornluftausström-Winkels und/oder eines inneren Hornluftausström-Winkels und/oder eines Steuerbohrung-Abstands an einen Materialdurchsatz und/oder an einen Düseninnendruck des Düsen-Moduls, wobei es sich bei dem äußeren Hornluftausström-Winkel um den Winkel handelt, in dem Hornluft aus einer äußeren Hornluftauslassöffnung der Luftkappe relativ zu einer Lot-Achse ausströmt, wobei die Lot-Achse zu einer Zentralachse der Luftkappe senkrecht steht, wobei es sich bei dem inneren Hornluftausström-Winkel um den Winkel handelt, in dem Hornluft aus einer inneren Hornluftauslassöffnung der Luftkappe relativ zu der Lot-Achse ausströmt, und wobei es sich bei dem Steuerbohrung-Abstand um den Abstand zwischen zumindest einer Steuerbohrung in der Luftkappe und einer zentralen Öffnung in der Luftkappe handelt.

**[0024]** Selbstverständlich breitet sich die Hornluft nach Austritt aus der Hornluftauslassöffnung etwas aus bzw. fächert sich auf. Als Hornluftausström-Winkel ist vorliegend der Winkel anzusehen, in dem der Hauptteil der Hornluft bzw. das Zentrum des Hornluftstrahls relativ zu der beschriebenen Lot-Achse ausströmt. Insbesondere kann es sich bei dem Hornluftausström-Winkel um den Winkel der Zentralachse des Hornluftauslasskanals, insbesondere der Hornluftauslassbohrung, dessen bzw.

deren Ende die Hornluftauslassöffnung bildet, relativ zu der Lot-Achse handeln. Die Zentralachse der Luftkappe, zu der die Lot-Achse senkrecht steht, verläuft insbesondere durch den Mittelpunkt der zentralen Öffnung in der Luftkappe.

**[0025]** Liegt eine Steuerbohrung auf einer Linie mit den Hornluftauslassöffnungen, so wird der Steuerbohrungs-Abstand vorliegend als Abstand zwischen der oben genannten Zentralachse der Luftkappe und einer zu dieser Zentralachse parallelen Achse durch den Mittelpunkt der entsprechenden Steuerbohrung verstanden. Andernfalls wird der Steuerbohrungs-Abstand vorliegend als Abstand zwischen der oben genannten Zentralachse und einer zu dieser Zentralachse parallelen Achse durch eine Projektion des Mittelpunkts der entsprechenden Steuerbohrung auf die Querschnittsebene verstanden. Die Querschnittsebene verläuft bevorzugt insbesondere entlang der Zentralachse der Luftkappe und durch die Mittelpunkte der Hornluftauslassöffnungen.

**[0026]** Dass ein äußerer Hornluftausström-Winkel und/oder ein innerer Hornluftausström-Winkel und/oder ein Steuerbohrungs-Abstand im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens an einen Materialdurchsatz und/oder an einen Düseninnendruck des Düsen-Moduls angepasst wird, bedeutet, dass äußerer Hornluftausström-Winkel, innerer Hornluftausström-Winkel und/oder Steuerbohrungs-Abstand in Abhängigkeit von einem Materialdurchsatz und/oder einem Düseninnendruck bemessen werden müssen. Erzeugt beispielweise ein Düsen-Modul mit einem ersten Materialdurchsatz und/oder an einem ersten Düseninnendruck einen Spritzstrahl mit der festgelegten Spritzstrahlquerschnittshöhe und/oder Spritzstrahlquerschnittsbreite und/oder Spritzstrahlquerschnittsform, weil es einen geeigneten äußeren Hornluftausström-Winkel, inneren Hornluftausström-Winkel und/oder Steuerbohrungs-Abstand aufweist, so muss bei einem zweiten, vom ersten Materialdurchsatz unterschiedlichen, Materialdurchsatz, und/oder bei einem zweiten, vom ersten Düseninnendruck unterschiedlichen, Düseninnendruck, der äußere Hornluftausström-Winkel, der innere Hornluftausström-Winkel und/oder der Steuerbohrungs-Abstand geändert werden, damit ein Spritzstrahl mit der festgelegten Spritzstrahlquerschnittshöhe und/oder Spritzstrahlquerschnittsbreite und/oder Spritzstrahlquerschnittsform erreicht wird. Ein veränderter Materialdurchsatz liegt insbesondere vor, wenn eine Materialdüse mit einer anderen Düsengröße verwendet wird. Ein veränderter Düseninnendruck liegt insbesondere dann vor, wenn zunächst ein Niederdruck-Düsen-Modul und dann ein Hochdruck-Düsen-Modul verwendet werden oder wenn zunächst ein Niederdruck-Grundkörper-Modul und dann ein Hochdruck-Grundkörper-Modul verwendet werden. Es können jedoch auch Veränderungen an der Luftkappe einen Einfluss auf den Düseninnendruck haben.

**[0027]** Ein äußerer Hornluftausström-Winkel, ein innerer Hornluftausström-Winkel und/oder ein Steuerbohrungs-Abstand der Luftkappe werden im Rahmen des

vorliegenden Verfahrens genau auf den Materialdurchsatz und/oder den Düseninnendruck des Düsen-Moduls abgestimmt, damit das Düsen-Modul einen Spritzstrahl mit der festgelegten, d.h. gewünschten, Spritzstrahlquerschnittshöhe und/oder Spritzstrahlquerschnittsbreite und/oder Spritzstrahlquerschnittsform erzeugt. Bevorzugt ist der äußere Hornluftausström-Winkel des ersten Horns gleich dem äußeren Hornluftausström-Winkel des zweiten Horns, der innere Hornluftausström-Winkel des ersten Horns ist gleich dem inneren Hornluftausström-Winkel des zweiten Horns und der Steuerbohrungs-Abstand bzw. die Steuerbohrungs-Abstände der Steuerbohrungen auf der einen Seite der zentralen Öffnung sind gleich dem Steuerbohrungs-Abstand bzw. den Steuerbohrungs-Abständen der Steuerbohrungen auf der gegenüberliegenden Seite der zentralen Öffnung.

**[0028]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Auswahl eines Düsen-Moduls aus einem oben und weiter unten näher beschriebenen Düsensatz für eine Lackieraufgabe ist dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zumindest das Wählen und/oder Angeben eines oder mehrerer der folgenden Eigenschaften der Lackieraufgabe umfasst: bisher verwendetes Düsen-Modul eines Düsensatzes nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bisher verwendetes Düsen-Modul eines anderen Düsensatzes, Spritzdruckverfahren, Spritzpistolenmodell, Spritzpistolenhersteller, Art des zu verspritzenden Mediums, Viskosität des zur verspritzenden Mediums, Empfehlung des Herstellers des zu verspritzenden Mediums, Spritzstrahlform, Schichtdicke, klimatische Bedingung, Lackiergeschwindigkeit, Kontrollierbarkeit, Düsengröße, und dass ausgehend von der Wahl bzw. Angabe ein Vorschlag für ein Düsen-Modul des Düsensatzes generiert wird. Das Verfahren kann dabei verschiedene Stufen mit unterschiedlichen Wahl- und/oder Angabe-Möglichkeiten umfassen. Beispielsweise kann in einer ersten Stufe die Wahl bzw. Angabe vorgesehen sein, ob der Vorschlag für ein Düsen-Modul des Düsensatzes ausgehend von einem bisher verwendeten Düsen-Modul eines oben und weiter unten näher beschriebenen Düsensatzes, einem bisher verwendeten Düsen-Modul eines anderen Düsensatzes, der Art des zu verspritzenden Mediums und/oder ausgehend von der zu erzielenden Schichtstärke, insbesondere die pro Spritzgang zu erzielende Schichtstärke generiert werden soll. Je nach Wahl bzw. Angabe, können unterschiedliche weitere Eigenschaften der Lackieraufgabe gewählt und/oder angegeben werden. Als Art des zu verspritzenden Mediums können beispielsweise Wasserbasislack, Lösemittelbasislack, Klarlack oder 2-Komponenten-Lack wählbar sein. Als Spritzdruckverfahren können z.B. Niederdruckverfahren, insbesondere HVLP, oder Hochdruckverfahren, insbesondere Compliant, wählbar oder anzugeben sein. Als verwendete Düsengröße kann eine einzelne Düsengröße, beispielsweise 1,1, 1,2 oder 1,3, oder ein Düsengrößenbereich, beispielsweise 1,0 bis 1,2, 1,3 bis 1,5 etc. wählbar oder anzugeben sein. Die Viskosität des zur verspritzenden Mediums kann als Wert oder als Viskositätsbereich, wie

z.B. niedrigviskos, normal oder hochviskos, bevorzugt mit Angabe eines Wertebereichs, insbesondere in Zeit in Sekunden, die das Material braucht, um aus einem genormten Gefäß, insbesondere aus einem DIN4-Becher, vollständig abzulaufen, anzugeben bzw. wählbar sein. Bei der gewünschten Spritzstrahlform kann z.B. ein Spritzstrahl mit einem Querschnitt mit zumindest bereichsweise im Wesentlichen konstanter Breite (I-Strahl) oder ein Spritzstrahl mit einem Querschnitt mit im Wesentlichen ovaler, insbesondere im Wesentlichen elliptischer, Form (O-Strahl) anzugeben bzw. wählbar sein. Bei den klimatischen Bedingungen kann es sich insbesondere um die Temperatur und/oder die relative Luftfeuchtigkeit in der Lackierkabine handeln, in der das Düsen-Modul verwendet werden soll. Die Angabe der Lackiergeschwindigkeit und der Kontrollierbarkeit können vorzugsweise als sich gegenseitig beeinflussende Schieberegler ausgestaltet sein, durch den angegeben wird, ob der Benutzer mehr Wert auf eine hohe Lackiergeschwindigkeit oder eine gute Kontrollierbarkeit der Applikation legt. Die Summe aus dem Wert für die Bedeutung der Lackiergeschwindigkeit und dem Wert für die Bedeutung der Kontrollierbarkeit kann insbesondere stets 100 % betragen. Schiebt ein Verwender des erfindungsgemäßen Verfahrens den Schieberegler für die Lackiergeschwindigkeit nach oben, so verschiebt sich der Schieberegler für die Kontrollierbarkeit automatisch nach unten. Die Aufteilung kann somit z.B. 0% Lackiergeschwindigkeit und 100 % Kontrollierbarkeit betragen, wenn der Benutzer nur Wert auf eine gute Kontrollierbarkeit legt, sie kann 100 % Lackiergeschwindigkeit und 0 % Kontrollierbarkeit betragen, wenn der Benutzer nur Wert auf eine hohe Lackiergeschwindigkeit legt, oder sie kann 25 % Lackiergeschwindigkeit und 75 % Kontrollierbarkeit, 50% Lackiergeschwindigkeit und 50 % Kontrollierbarkeit, 75 % Lackiergeschwindigkeit und 25 % Kontrollierbarkeit betragen. Die Angabe kann insbesondere in 1 %-Schritten erfolgen. Der Vorschlag für ein Düsen-Modul des Düsensatzes, der ausgehend von der Wahl bzw. Angabe der einen oder mehreren Eigenschaften der Lackieraufgabe generiert wird, wird vorzugsweise ausgegeben, insbesondere angezeigt. Vorzugsweise umfasst das erfindungsgemäße Verfahren das Versenden des Vorschlags für ein Düsen-Modul des Düsensatzes per E-Mail oder mittels eines anderen Datenübertragungssystems.

**[0029]** Das erfindungsgemäße Auswahlssystem, insbesondere ein "Schiebersystem", zur Durchführung eines oben genannten Verfahrens, ist dadurch gekennzeichnet, dass es Auswahl- bzw. Eingabemittel für die Eigenschaften der Lackieraufgabe sowie Mittel zur Generierung und Darstellung eines Vorschlags für ein Düsen-Modul des Düsensatzes aufweist. Das Auswahlssystem kann bspw. aus mehreren gegeneinander verschiebbaren Elementen, bspw. aus Papier oder Karton, bestehen, die die Auswahl- bzw. Eingabemittel für die Eigenschaften der Lackieraufgabe bilden. Bei vollständiger Auswahl- bzw. Eingabe der Eigenschaften der La-

ckieraufgabe stellt das erfindungsgemäße Auswahlssystem sodann den Vorschlag für ein Düsen-Modul des Düsensatzes dar.

**[0030]** Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt ist dadurch gekennzeichnet, dass es Befehle umfasst, die bei der Ausführung des Programms durch ein Datenverarbeitungsgerät dieses veranlassen, ein Verfahren bzw. die Schritte des oben und weiter unten näher beschriebenen Auswahlsystems zu erzeugen. Insbesondere kann das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt eine Menüführung aufweisen, die entsprechend dem oben und weiter unten näher beschriebenen Auswahlssystem, bzw. dem oben und weiter unten näher beschriebenen Verfahren zur Auswahl eines Düsen-Moduls aus einem Düsensatz für eine Lackieraufgabe, verschiedene Stufen mit unterschiedlichen Wahl- und/oder Angabe-Möglichkeiten umfasst. Beispielsweise kann auch hier in einer ersten Stufe die Wahl bzw. Angabe vorgesehen sein, ob der Vorschlag für ein Düsen-Modul des Düsensatzes ausgehend von einem bisher verwendeten Düsen-Modul eines oben und weiter unten näher beschriebenen Düsensatzes, einem bisher verwendeten Düsen-Modul eines anderen Düsensatzes, der Art des zu verspritzenden Mediums und/oder ausgehend von der zu erzielenden Schichtstärke, insbesondere die pro Spritzgang zu erzielende Schichtstärke generiert werden soll. Je nach Wahl bzw. Angabe, können unterschiedliche weitere Menüpunkte erscheinen, durch die Eigenschaften der Lackieraufgabe gewählt und/oder angegeben werden können. Oben im Rahmen der Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens erläuterte Sachverhalte können für das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt entsprechen gelten. Bei dem genannten Datenverarbeitungsgerät kann es sich insbesondere um ein Smartphone, oder um einen Desktop-, Notebook- oder Tablet-Computer handeln. Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt kann derart ausgestaltet sein, dass der Vorschlag für ein Düsen-Modul des Düsensatzes, der ausgehend von der Wahl bzw. Angabe der einen oder mehreren Eigenschaften der Lackieraufgabe generiert wird, ausgegeben, insbesondere angezeigt wird. Besonders bevorzugt ist das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt derart ausgestaltet, dass der Vorschlag für ein Düsen-Modul des Düsensatzes per E-Mail oder mittels eines anderen Datenübertragungssystems versendbar ist.

**[0031]** Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0032]** Bevorzugt weist der erfindungsgemäße Düsensatz zumindest eine weitere (zweite) Düsen-Modul-Gruppe auf, welche zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul umfasst, wobei die Düsen-Module der weiteren Düsen-Modul-Gruppe ebenfalls derart ausgestaltet sind, dass sie bei gleichen Spritzbedingungen einen unterschiedlichen Materialdurchsatz haben und die mittels der Düsen-Module erzeugbaren Spritzsträhle im

Wesentlichen die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite besitzen, insbesondere die Spritzstrahlquerschnitte der verschiedenen Düsen-Module deckungsgleich sind, wobei die mittels der Düsen-Module der beiden Düsen-Modul-Gruppen erzeugbaren Spritzsträhle jeweils unterschiedliche Querschnittsformen besitzen, insbesondere derart, dass die mittels der Düsen-Module der einen Düsen-Modul-Gruppe erzeugbaren Spritzsträhle einen Querschnitt mit zumindest bereichsweise im Wesentlichen konstanter Breite aufweisen (I-Düsen-Module) und die mittels der Düsen-Module der anderen Düsen-Modul-Gruppe erzeugbaren Spritzsträhle einen Querschnitt mit im Wesentlichen ovaler, insbesondere im Wesentlichen elliptischer, Form aufweisen (O-Düsen-Module).

**[0033]** Die obigen Erläuterungen zum erfindungsgemäßen Düsensatz gelten hier entsprechend.

**[0034]** Wie die oben beschriebene Düsen-Modul-Gruppe des erfindungsgemäßen Düsensatzes, welche nachfolgend als erste Düsen-Modul-Gruppe bezeichnet wird, besitzt auch die weitere, insbesondere zweite, Düsen-Modul-Gruppe zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul, wobei die Düsen-Module der weiteren Düsen-Modul-Gruppe ebenfalls derart ausgestaltet sind, dass sie bei gleichen Spritzbedingungen einen unterschiedlichen Materialdurchsatz haben und die mittels der Düsen-Module erzeugbaren Spritzsträhle im Wesentlichen die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite besitzen, insbesondere die Spritzstrahlquerschnitte der verschiedenen Düsen-Module deckungsgleich sind.

**[0035]** Ferner besitzen die mittels der Düsen-Module der beiden Düsen-Modul-Gruppen, d.h. der ersten Düsen-Modul-Gruppe und der weiteren, insbesondere zweiten, Düsen-Modul-Gruppe, erzeugbaren Spritzsträhle jeweils unterschiedliche Querschnittsformen, insbesondere derart, dass die mittels der Düsen-Module der einen Düsen-Modul-Gruppe erzeugbaren Spritzsträhle einen Querschnitt mit zumindest bereichsweise im Wesentlichen konstanter Breite aufweisen (I-Düsen-Module) und die mittels der Düsen-Module der anderen Düsen-Modul-Gruppe erzeugbaren Spritzsträhle einen Querschnitt mit im Wesentlichen ovaler, insbesondere im Wesentlichen elliptischer, Form aufweisen (O-Düsen-Module). Die Düsen-Module mit Spritzstrahlen mit einem Querschnitt mit zumindest bereichsweise im Wesentlichen konstanter Breite werden im Folgenden als I-Düsen-Module bezeichnet, ein mittels eines I-Düsen-Moduls erzeugter Spritzstrahl als I-Strahl. Die Düsen-Module mit Spritzstrahlen mit im Wesentlichen ovaler, insbesondere im Wesentlichen elliptischer, Form werden nachfolgend als O-Düsen-Module bezeichnet, ein mittels eines O-Düsen-Moduls erzeugter Spritzstrahl als O-Strahl. Ein I-Strahl zeichnet sich durch eine gestreckte Strahlform mit kurzen Auslaufzonen oben und unten im Spritzbild aus, wodurch ein I-Strahl vor allem für eine

kontrollierte Applikation geeignet ist, insbesondere deswegen, weil damit bei definierter Lackiergeschwindigkeit weniger Farbe pro Fläche aufgetragen wird. Ein O-Strahl mit seiner im Wesentlichen ovalen, insbesondere im Wesentlichen elliptischen, Strahlform besitzt größere Auslaufzonen oben und unten im Spritzbild und ist vor allem für eine schnelle Applikation geeignet, insbesondere deswegen, weil bei gleicher Lackiergeschwindigkeit damit mehr Farbe pro Fläche aufgetragen wird als mit .

**[0036]** Der Benutzer des erfindungsgemäßen Düsensatzes kann durch diese besondere Ausgestaltung die für seine Arbeitsweise geeignete Strahlform wählen. Legt der Benutzer mehr Wert auf eine gute Kontrollierbarkeit der Applikation, so wählt er eines der I-Düsen-Module, legt er mehr Wert auf eine hohe Lackiergeschwindigkeit, so wählt er eines der O-Düsen-Module.

**[0037]** Sowohl die erste Düsen-Modul-Gruppe wie auch die weitere, insbesondere zweite, Düsen-Modul-Gruppe weist unterschiedliche Düsen-Module auf, die bei gleichen Spritzbedingungen einen unterschiedlichen Materialdurchsatz haben. Gleichzeitig erzeugen die Düsen-Module innerhalb einer Düsen-Modul-Gruppe bei gleichen Spritzbedingungen Spritzsträhle mit im Wesentlichen gleicher Spritzstrahlquerschnittshöhe und gleicher Spritzstrahlquerschnittsbreite, insbesondere sind die Spritzstrahlquerschnitte der durch die verschiedenen Düsen-Module innerhalb einer Gruppe erzeugten Spritzsträhle deckungsgleich. Gruppenübergreifend können die Spritzstrahlquerschnittshöhe, die Spritzstrahlquerschnittsbreite und/oder die Spritzstrahlquerschnitts unterschiedlich sein.

**[0038]** Bevorzugt weist der der Düsensatz zumindest eine weitere (dritte) Düsen-Modul-Gruppe auf, welche zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul umfasst, wobei die Düsen-Module der weiteren Düsen-Modul-Gruppe ebenfalls derart ausgestaltet sind, dass sie bei gleichen Spritzbedingungen einen unterschiedlichen Materialdurchsatz haben und die mittels der Düsen-Module erzeugbaren Spritzsträhle im Wesentlichen die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite besitzen, insbesondere die Spritzstrahlquerschnitte der verschiedenen Düsen-Module deckungsgleich sind, wobei die Düsen-Module der einen Düsen-Modul-Gruppe als Niederdruck-Düsen-Module und die Düsen-Module der weiteren Düsen-Modul-Gruppe als Hochdruck-Düsen-Module ausgestaltet sind.

**[0039]** Spritzpistolen, insbesondere Farbspritzpistolen, arbeiten mit verschiedenen Druckverfahren. Konventionelle Spritzpistolen arbeiten mit relativ hohen Spritzdrücken von mehreren Bar. Bei sogenannten HVLP-Pistolen liegt der Düsennendruck bei maximal 10 psi oder 0,7 bar, wodurch Übertragungsraten von weit mehr als 65 % erreicht werden. Compliant-Spritzpistolen wiederum haben einen Düsennendruck von mehr als 10 psi oder 0,7 bar, erreichen jedoch ebenfalls eine Über-

tragungsrate von mehr als 65 %.

**[0040]** Unter dem Düseninnendruck der Spritzpistole wird der Druck verstanden, welcher in der Luftkappe der Spritzpistole herrscht. Häufig ist dabei der Zerstäuberluftbereich vom Hornluftbereich separiert und im Zerstäuberluftbereich kann ein anderer Druck herrschen als im Hornluftbereich. Die Drücke im Zerstäuberluftbereich und im Hornluftbereich können jedoch auch gleich sein. Der Düseninnendruck kann beispielsweise mit Hilfe einer sogenannten Prüfluftkappe gemessen werden. Dabei handelt es sich um eine spezielle Luftkappe, welche anstelle der üblichen Luftkappe an der Spritzpistole angeordnet wird. Die Prüfluftkappe weist in der Regel zwei Manometer auf, wobei eines davon über eine Bohrung in der Prüfluftkappe mit dem Zerstäuberluftbereich und das andere über eine weitere Bohrung in der Prüfluftkappe mit dem Hornluftbereich verbunden ist.

**[0041]** Die Bezeichnungen Niederdruck-Düsen-Modul und Hochdruck-Düsen-Modul sollen vorliegend nicht bedeuten, dass das jeweilige Düsen-Modul nur in klassischen Niederdruck- bzw. Hochdruck-Spritzpistolen Anwendung findet bzw. dass durch den Einsatz des jeweiligen Düsen-Moduls die Spritzpistole zu einer klassischen Niederdruck-, insbesondere HVLP-Spritzpistole bzw. zu einer klassischen Hochdruck-Pistole wird. Vielmehr ist darunter nur zu verstehen, dass die Spritzpistole, wenn sie mit einem Hochdruck-Düsen-Modul ausgestattet ist, einen höheren Düseninnendruck aufweist als wenn sie mit einem Niederdruck-Düsen-Modul ausgestattet ist. Vorzugsweise erfüllt eine mit einem Niederdruck-Düsen-Modul ausgestattete Spritzpistole bzw. ein mit einem Niederdruck-Düsen-Modul ausgestattetes Grundkörper-Modul die Kriterien einer HVLP-Spritzpistole und die mit einem Hochdruck-Düsen-Modul ausgestattete Spritzpistole bzw. ein mit einem Hochdruck-Düsen-Modul ausgestattetes Grundkörper-Modul die Kriterien einer Compliant-Spritzpistole.

**[0042]** Dadurch dass die Düsen-Module der einen Düsen-Modul-Gruppe als Niederdruck-Düsen-Module und die Düsen-Module der weiteren Düsen-Modul-Gruppe als Hochdruck-Düsen-Module ausgestaltet sind, kann der Benutzer das für seine Arbeitsweise geeignete Düsen-Modul auswählen. Legt er Wert auf hohe Übertragungsraten und somit auf eine Einsparung von Spritzmaterial, so wählt er eines der Niederdruck-, insbesondere HVLP-Düsen-Module. Legt er Wert auf eine höhere Lackiergeschwindigkeit und/oder besitzt er einen für das HVLP-Verfahren, bei dem ein höheres Luftvolumen benötigt wird als bei Compliant-Pistolen, zu kleinen Kompressor, so wählt er eines der Hochdruck-, insbesondere Compliant-Düsen-Module.

**[0043]** Besonders bevorzugt besitzen die mittels der Niederdruck-Düsen-Module erzeugbaren Spritzsträhle und die mittels der Hochdruck-Düsen-Module erzeugbaren Spritzsträhle die gleiche Querschnittsform, insbesondere derart, dass die mittels der Niederdruck-Düsen-Module und die mittels der Hochdruck-Düsen-Module erzeugbaren Spritzsträhle einen Querschnitt mit

zumindest bereichsweise im Wesentlichen konstanter Breite aufweisen (I-Düsen-Module) oder einen Querschnitt mit im Wesentlichen ovaler, insbesondere im Wesentlichen elliptischer, Form aufweisen (O-Düsen-Module). Mit "gleicher Querschnittsform" ist vorliegend eine gleiche Grundform gemeint, insbesondere handelt es sich bei der Querschnittsform mit zumindest bereichsweise im Wesentlichen konstanter Breite um eine Form, ungeachtet unterschiedlicher Spritzstrahlquerschnittshöhen, Spritzstrahlquerschnittsbreiten oder Verhältnissen aus Spritzstrahlquerschnittshöhe und Spritzstrahlquerschnittsbreite. Ebenso handelt es sich bei der Querschnittsform mit im Wesentlichen ovaler, insbesondere im Wesentlichen elliptischer, Form um eine Form, ungeachtet unterschiedlicher Spritzstrahlquerschnittshöhen, Spritzstrahlquerschnittsbreiten oder Verhältnissen aus Spritzstrahlquerschnittshöhe und Spritzstrahlquerschnittsbreite.

**[0044]** Dadurch hat ein Benutzer, der einen oben beschriebenen I-Strahl bevorzugt, die Möglichkeit, zwischen einem Niederdruck-Düsen-Modul und einem Hochdruck-Düsen-Module zu wählen, ohne seine bevorzugte Strahlform aufgeben zu müssen. Gleiches gilt für Benutzer, die einen oben beschriebenen O-Strahl bevorzugen.

**[0045]** Besonders bevorzugt weist der Düsenatz zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Modul-Gruppen auf, wobei die Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppen vorzugsweise derart ausgestaltet sind, dass jedem Düsen-Modul einer Düsen-Modul-Gruppe jeweils ein Düsen-Modul zumindest einer anderen Düsen-Modul-Gruppe(n) zuordenbar ist, welches bei gleichen Spritzbedingungen den gleichen Materialdurchsatz hat.

**[0046]** Eine der genannten Düsen-Modul-Gruppen kann zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul umfassen, wobei die Düsen-Module dieser Düsen-Modul-Gruppe alle als Niederdruck-, insbesondere HVLP-Düsen-Module und als I-Düsen-Module ausgestaltet sind, und deren Spritzsträhle, insbesondere Spritzstrahlquerschnitte, alle die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe, die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsform besitzen, insbesondere deren Spritzstrahlquerschnitte deckungsgleich sind. Die einzelnen Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe besitzen einen unterschiedlichen Materialdurchsatz, insbesondere unterschiedliche Düsengrößen, insbesondere unterschiedliche nominelle Düsengrößen.

**[0047]** Eine weitere der genannten Düsen-Modul-Gruppen kann zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul umfassen, wobei die Düsen-Module dieser Düsen-Modul-Gruppe ebenfalls alle als Niederdruck-, insbesondere HVLP-Düsen-Module jedoch nicht als I-Düsen-Module sondern als O-Düsen-Module ausgestaltet

sind, und deren Spritzsträhle, insbesondere Spritzstrahlquerschnitte, ebenfalls alle die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe, die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsform besitzen, insbesondere deren Spritzstrahlquerschnitte deckungsgleich sind. Die einzelnen Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe besitzen einen unterschiedlichen Materialdurchsatz, insbesondere unterschiedliche Düsengrößen, insbesondere unterschiedliche nominelle Düsengrößen.

**[0048]** Eine weitere der genannten Düsen-Modul-Gruppen kann zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul umfassen, wobei die Düsen-Module dieser Düsen-Modul-Gruppe nicht als Niederdruck-, insbesondere HVLP-Düsen-Module, sondern als Hochdruckinsbesondere Compliant-Düsen-Module und ebenfalls als O-Düsen-Module ausgestaltet sind, und deren Spritzsträhle, insbesondere Spritzstrahlquerschnitte, ebenfalls alle die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe, die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsform besitzen, insbesondere deren Spritzstrahlquerschnitte deckungsgleich sind. Die einzelnen Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe besitzen einen unterschiedlichen Materialdurchsatz, insbesondere unterschiedliche Düsengrößen, insbesondere unterschiedliche nominelle Düsengrößen.

**[0049]** Eine weitere der genannten Düsen-Modul-Gruppen kann zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul umfassen, wobei die Düsen-Module dieser Düsen-Modul-Gruppe ebenfalls als Hochdruck- insbesondere Compliant-Düsen-Module, jedoch nicht als O-Düsen-Module, sondern als I-Düsen-Module ausgestaltet sind, und deren Spritzsträhle, insbesondere Spritzstrahlquerschnitte, ebenfalls alle die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe, die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsform besitzen, insbesondere deren Spritzstrahlquerschnitte deckungsgleich sind. Die einzelnen Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe besitzen einen unterschiedlichen Materialdurchsatz, insbesondere unterschiedliche Düsengrößen, insbesondere unterschiedliche nominelle Düsengrößen.

**[0050]** Die einzelnen Düsen-Modul-Gruppen können jeweils auch allein bestehen und einen Düsensatz bilden oder sie können mit einer beliebigen anderen Düsen-Modul-Gruppe kombiniert werden und so einen Düsensatz bilden. Beispielsweise kann die oben als zweite Düsen-Modul-Gruppe bezeichnete Düsen-Modul-Gruppe auch ohne die oben erstgenannte Düsen-Modul-Gruppe vorliegen und alleine einen Düsensatz bilden, oder die zweite Düsen-Modul-Gruppe und die dritte und/oder vierte Düsen-Modul-Gruppe können einen Düsensatz bilden, auch ohne die erste Düsen-Modul-Gruppe. Auch die dritte und die vierte Düsen-Modul-Gruppe

können zusammen einen Düsensatz bilden auch ohne die erste und zweite Düsen-Modul-Gruppe.

**[0051]** Dass die Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppen vorzugsweise derart ausgestaltet sind, dass jedem Düsen-Modul einer Düsen-Modul-Gruppe jeweils ein Düsen-Modul zumindest einer anderen Düsen-Modul-Gruppe(n) zuordenbar ist, welches bei gleichen Spritzbedingungen den gleichen Materialdurchsatz hat, bedeutet, dass beispielsweise in zumindest zwei der Düsen-Modul-Gruppen ein Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 150 g/min besitzt.

**[0052]** Besonders bevorzugt sind die Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppen derart ausgestaltet sind, dass jedem Düsen-Modul einer Düsen-Modul-Gruppe jeweils ein Düsen-Modul zumindest einer anderen Düsen-Modul-Gruppe(n) zuordenbar ist, welches die gleiche Düsengröße, insbesondere die gleiche nominelle Düsengröße besitzt. Beispielsweise können zumindest zwei, vorzugsweise vier der Düsen-Modul-Gruppen ein 1,1er-Düsen-Modul, ein 1,2er-Düsen-Modul, ein 1,3er-Düsen-Modul und ein 1,4er-Düsen-Modul aufweist.

**[0053]** Vorzugsweise umfassen die Düsen-Module eines erfindungsgemäßen Düsensatzes jeweils zumindest eine Luftkappe mit jeweils zumindest zwei Hörnern mit jeweils zumindest einer inneren Hornluftauslassöffnung und einer äußeren Hornluftauslassöffnung, wobei aus der zumindest einen äußeren Hornluftauslassöffnung jeweils Hornluft in einem bestimmten äußeren Hornluftausström-Winkel relativ zu einer Lot-Achse ausströmt, wobei die Lot-Achse zu einer Zentralachse der ersten Luftkappe senkrecht steht, wobei aus der zumindest einen inneren Hornluftauslassöffnung jeweils Hornluft in einem bestimmten inneren Hornluftausström-Winkel relativ zu der Lot-Achse ausströmt, und bei den verschiedenen Düsen-Modulen wenigstens einer Düsen-Modul-Gruppe die Summen aus äußerem Hornluftausström-Winkel und innerem Hornluftausström-Winkel innerhalb eines Düsen-Moduls unterschiedlich sind.

**[0054]** Die obigen Erläuterungen zum erfindungsgemäßen Verfahren zum Ausgestalten eines Düsen-Moduls gelten vorliegend entsprechend. Beträgt bei einem ersten Düsen-Modul einer Düsen-Modul-Gruppe beispielsweise der äußere Hornluftausström-Winkel relativ zur Lot-Achse  $16^\circ$  und der innere Hornluftausström-Winkel relativ zur Lot-Achse  $21,5^\circ$ , so beträgt die Summe aus äußerem Hornluftausström-Winkel und innerem Hornluftausström-Winkel  $37,5^\circ$ . Bei einem zweiten Düsen-Modul derselben Düsen-Modul-Gruppe beträgt beispielsweise der äußere Hornluftausström-Winkel relativ zur Lot-Achse  $17^\circ$  und der innere Hornluftausström-Winkel relativ zur Lot-Achse  $22^\circ$  so beträgt die Summe aus äußerem Hornluftausström-Winkel und innerem Hornluftausström-Winkel  $39^\circ$ . Um eine Änderung der Summe aus äußerem Hornluftausström-Winkel und innerem Hornluftausström-Winkel zu erreichen, müssen sich selbstverständlich nicht sowohl der äußere Hornluftausström-Winkel wie auch der innere Hornluftausström-Winkel ändern, sondern es genügt die Änderung eines

der Winkel. Besonders bevorzugt steigt die Summe aus äußerem Hornluftausström-Winkel und innerem Hornluftausström-Winkel mit zunehmendem Materialdurchsatz an. Insbesondere kann die genannte Summe bei den HVLP-Düsen-Modulen mit I-Strahl zwischen 37° und 44°, bei den HVLP-Düsen-Modulen mit O-Strahl zwischen 36° und 41,5°, bei den Compliant-Düsen-Modulen mit I-Strahl zwischen 44° und 46,5° und bei den Compliant-Düsen-Modulen mit O-Strahl zwischen 44,5° und 48,5° betragen.

**[0055]** Bevorzugt weisen die Düsen-Module eines erfindungsgemäßen Düsensatzes jeweils zumindest eine Luftkappe mit jeweils zumindest einer zentralen Öffnung und jeweils zumindest zwei Steuerbohrungen auf, wobei die Steuerbohrungen auf gegenüberliegenden Seiten der zumindest einen zentralen Öffnung, insbesondere diametral zueinander, und in einem bestimmten Steuerbohrungs-Abstand zu der zumindest einen zentralen Öffnung angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerbohrungs-Abstand bei den verschiedenen Düsen-Modulen wenigstens einer Düsen-Modul-Gruppe unterschiedlich ist.

**[0056]** Die obigen Erläuterungen zum erfindungsgemäßen Verfahren zum Ausgestalten eines Düsen-Moduls gelten vorliegend entsprechend, insbesondere die Erläuterungen bezüglich der Anzahl und Anordnung der Steuerbohrungen und der Messung des Steuerbohrungs-Abstands zwischen Steuerbohrungen und zentraler Öffnung.

**[0057]** Bevorzugt weisen die Düsen-Module eines erfindungsgemäßen Düsensatzes jeweils zumindest eine Materialdüse mit einem im Wesentlichen hohlzylindrischen vorderen Abschnitt und einer Materialauslassöffnung auf, wobei die Innendurchmesser der Materialauslassöffnung und/oder die axiale Erstreckung des im Wesentlichen hohlzylindrischen vorderen Abschnitts der Materialdüse bei den verschiedenen Düsen-Modulen wenigstens einer Düsen-Modul-Gruppe unterschiedlich sind. Insbesondere dadurch wird ein unterschiedlicher Materialdurchsatz erreicht.

**[0058]** Vorzugsweise sind die Düsen-Module einer Düsen-Modul-Gruppe eines erfindungsgemäßen Düsensatzes derart ausgestaltet, dass der Materialdurchsatz zwischen mit zunehmendem Materialdurchsatz aufeinander folgenden Düsen-Modulen jeweils um einen äquidistanten Wert, vorzugsweise um einen Wert von zwischen 10 bis 20 g/min, im Speziellen um einen Wert von 15 g/min, zunimmt. Das bedeutet, dass eine Düsen-Modul-Gruppe beispielsweise ein 1,2er-Düsen-Modul und ein 1,3er-Düsen-Modul aufweist, wobei das 1,2er-Düsen-Modul und das 1,3er-Düsen-Modul mit zunehmendem Materialdurchsatz aufeinander folgen, das heißt innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe besitzt die 1,3er-Düse den zur 1,2er-Düse nächsthöheren Materialdurchsatz, das bedeutet, dass kein Düsen-Modul innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe einen Materialdurchsatz besitzt, der zwischen dem Materialdurchsatz des 1,2er-Düsen-Moduls und dem Materialdurchsatz des 1,3er-

Düsen-Moduls liegt, und wobei die 1,3er-Düse bei gleichen Spritzbedingungen einen um 10 bis 20 g/min, vorzugsweise 15 g/min größeren Materialdurchsatz besitzt. Besonders bevorzugt weist eine Düsen-Modul-Gruppe zumindest vier Düsen-Module auf, die derart ausgestaltet sind, dass der Materialdurchsatz zwischen mit zunehmendem Materialdurchsatz aufeinander folgenden Düsen-Modulen bei gleichen Spritzbedingungen jeweils um einen äquidistanten Wert, vorzugsweise um einen Wert von zwischen 10 bis 20 g/min, im Speziellen um einen Wert von 15 g/min, zunimmt. Eine Düsen-Modul-Gruppe weist beispielsweise ein 1,1er-, ein 1,2er-, ein 1,3er- und ein 1,4er-Düsen-Modul auf, welche mit zunehmendem Materialdurchsatz aufeinander folgen, wobei beispielsweise der Materialdurchsatz der 1,1er-Düse 135 g/min, der Materialdurchsatz der 1,2er-Düse 150 g/min, der Materialdurchsatz der 1,3er-Düse 165 g/min und der Materialdurchsatz der 1,4er-Düse 180 g/min beträgt. Ein solch gleichmäßig steigender Materialdurchsatz mit steigender Düsengröße ist für den Benutzer sehr vorteilhaft.

**[0059]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Ausgestalten eines Düsen-Moduls umfasst vorzugsweise das Herstellen des Düsen-Moduls. Besonders bevorzugt umfasst es auch das Ausliefern des Düsen-Moduls zum Kunden und das Benutzen des Düsen-Moduls.

**[0060]** Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand von 5 Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Spritzvorgangs;

**Fig. 2** eine Diagramm mit einem schematischen beispielhaften Schichtdickenverlauf über die Höhe des Spritzbilds;

**Fig. 3** eine Tabelle mit beispielhaften Düsen-Modulen verschiedener Düsen-Modul-Gruppen eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Düsensatzes;

**Fig. 4** eine Schnittansicht einer ersten Luftkappe eines Düsen-Moduls eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Düsensatzes und

**Fig. 5** eine Schnittansicht einer zweiten Luftkappe eines anderen Düsen-Moduls eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Düsensatzes.

**[0061]** Fig. 1 zeigt schematisch, wie ein Spritzstrahl bzw. ein Spritzbild 3 mittels einer Spritzpistole 1, welche vorliegend als druckluftzerstäubende Farbspritzpistole ausgestaltet ist, erzeugt wird. Die Spritzpistole 1 umfasst insbesondere ein Grundkörper-Modul 11 und ein Düsen-Modul 15, welches am Grundkörper-Modul 11 angeordnet ist. Im vorliegenden Beispiel erzeugt das Düsen-

Modul 15, bzw. die Spritzpistole 1 mit dem Düsen-Modul 15, einen oben beschriebenen O-Strahl, die Situation für einen I-Strahl ist jedoch im Wesentlichen gleich. Die Figur zeigt keine reale Ansicht, vielmehr ist die Spritzpistole 1 in einer Seitenansicht und das Spritzbild 3 in einer Frontansicht auf das Spritzbild 3 dargestellt ist. Die gestrichelten Linien illustrieren die oberen und unteren Außengrenzen des erzeugten Spritzstrahls und die oberen und unteren Außengrenzen des Kerns des Spritzstrahls. Der Spritzstrahl erzeugt beim Auftreffen auf ein flaches Objekt, das senkrecht zur Längsachse Z und in einem Spritz-Abstand d zur Düse, insbesondere zum vorderen Ende einer Materialdüse, der Spritzpistole angeordnet ist, das Spritzbild 3 mit seinem Spritzstrahlaußenbereich 7 und Kern oder Kernbereich 5. Die Außengrenze des Spritzstrahlaußenbereichs 7 und der Übergang zwischen Spritzstrahlaußenbereich 7 und Kernbereich 5 sind fließend. Zumindest der Kernbereich 5 ist bei realen Spritzbildern jedoch in der Regel gut zu identifizieren und zu vermessen. Der Kernbereich 5 weist eine bestimmte Höhe und eine bestimmte Breite auf, die vorliegend als Spritzstrahlquerschnittshöhe h und Spritzstrahlquerschnittsbreite b bezeichnet werden. Bei der Längsachse Z handelt es sich vorliegend um eine Längsachse des oberen Teils der Spritzpistole 1, eine Spritzachse, eine Düsenlängsachse bzw. eine Zentralachse einer Luftkappe.

**[0062]** Der in Fig. 2 gezeigte Spritzstrahl 3 ist gegenüber der Darstellung in Fig. 1 um 90° gedreht dargestellt. Die Fig. 2 zeigt schematisch einen beispielhaften Schichtdickenverlauf über die Höhe des Gesamt-Spritzstrahls. Das Diagramm mit seinem Graph 9 zeigt zunächst einen relativ flachen Anstieg der Schichtdicke in  $\mu\text{m}$  im Spritzstrahlaußenbereich 7. Im Kernbereich 5 steigt die Schichtdicke stark an, erreicht ihr Maximum und fällt anschließend wieder stark ab. Im Spritzstrahlaußenbereich 7 flacht der Graph 9 wieder ab. Der Abstand zwischen den Messpunkten, die die X-Achse des Diagramms bilden, beträgt vorliegend ungleich 1 cm.

**[0063]** Fig. 3 zeigt eine Tabelle mit unterschiedlichen beispielhaften Düsen-Modulen verschiedener Düsen-Modul-Gruppen 10, 20, 30, 40 eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Düsensatzes. Die einzelnen Düsen-Modul-Gruppen 10, 20, 30, 40 sind in der Tabelle jeweils fett umrandet. Die erste Düsen-Modul-Gruppe 10 umfasst vorliegend fünf Düsen-Module mit unterschiedlicher Düsengröße, insbesondere unterschiedlicher nomineller Düsengröße. Der Materialdurchsatz der fünf Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe 10 steigt von einer Düsengröße zur nächsten um einen äquidistanten Wert, nämlich 15 g/min, an. Das 1,1er-Düsen-Modul besitzt einen Materialdurchsatz von 135 g/min, das 1,2er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 150 g/min, das 1,3er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 165 g/min, das 1,4er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 180 g/min und das 1,5er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 195 g/min. Alle Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-

Gruppe 10 sind als HVLP-, d.h. als Niederdruck-Düsen-Module ausgestaltet, und alle Düsen-Module besitzen die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite, wobei, wie oben bereits erwähnt, damit jeweils die Spritzstrahlquerschnittshöhe h und Spritzstrahlquerschnittsbreite b eines in Fig. 1 und Fig. 2 illustrierten Kernbereichs 5 gemeint ist. Vorzugsweise sind die Spritzstrahlquerschnitte, d.h. die Kernbereiche 5 der von den Düsen-Modulen innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe 10 erzeugten Spritzbilder, deckungsgleich, d.h. sie besitzen die gleiche Form und Größe. Lediglich die Schichtdicke des Kernbereichs 5 des Spritzbilds wäre aufgrund des unterschiedlichen Materialdurchsatzes unterschiedlich. Die Spritzstrahlquerschnittshöhe und Spritzstrahlquerschnittsbreite der Düsen-Modulen der Düsen-Modul-Gruppe 10 dienen als Referenz für die Spritzstrahlquerschnittshöhen und Spritzstrahlquerschnittsbreiten der Düsen-Modulen der anderen Düsen-Modul-Gruppen und werden deshalb jeweils mit 100 % dargestellt. Die Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 10 sind als oben beschriebene O-Düsen-Module ausgestaltet, d.h. sie erzeugen jeweils einen Spritzstrahl, deren Querschnitt eine im Wesentlichen ovale, insbesondere im Wesentlichen elliptische, Form aufweist.

**[0064]** Der Benutzer eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Düsensatzes, welcher zumindest zwei Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 10 umfasst, kann damit die Düsengröße seiner Spritzpistole ändern, d.h. er kann das am Grundkörper-Modul der Spritzpistole angeordnete erste Düsen-Modul mit einer ersten Düsengröße, insbesondere nomineller Düsengröße, entfernen und ein anderes Düsen-Modul der Düsen-Modul-Gruppe 10 mit einer anderen Düsengröße, insbesondere nomineller Düsengröße, am selben Grundkörper-Modul anordnen, und erhält einen Spritzstrahl mit gleicher Spritzstrahlquerschnittshöhe, Spritzstrahlquerschnittsbreite und Spritzstrahlquerschnittsform bei definiert geändertem Materialdurchsatz.

**[0065]** Eine weitere Düsen-Modul-Gruppe 20 umfasst vorliegend ebenfalls fünf Düsen-Module mit unterschiedlicher Düsengröße, insbesondere unterschiedlicher nomineller Düsengröße. Der Materialdurchsatz der fünf Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe 20 steigt von einer Düsengröße zur nächsten um einen äquidistanten Wert, nämlich 15 g/min, an. Das 1,1er-Düsen-Modul besitzt einen Materialdurchsatz von 135 g/min, das 1,2er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 150 g/min, das 1,3er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 165 g/min, das 1,4er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 180 g/min und das 1,5er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 195 g/min. Alle Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe 20 sind als HVLP-, d.h. als Niederdruck-Düsen-Module ausgestaltet, und alle Düsen-Module besitzen die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite, wobei auch hier, wie oben bereits erwähnt, damit jeweils die Spritzstrahlquerschnitts-

höhe  $h$  und Spritzstrahlquerschnittsbreite  $b$  eines in Fig. 1 und Fig. 2 illustrierten Kernbereichs 5 gemeint ist. Vorzugsweise sind die Spritzstrahlquerschnitte, d.h. die Kernbereiche 5 der von den Düsen-Modulen innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe 20 erzeugten Spritzbilder, deckungsgleich, d.h. sie besitzen die gleiche Form und Größe. Lediglich die Schichtdicke des Kernbereichs 5 des Spritzbilds wäre aufgrund des unterschiedlichen Materialdurchsatzes unterschiedlich. Die Spritzstrahlquerschnittshöhe der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 20 ist größer als die Spritzstrahlquerschnittshöhe der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 10, im vorliegenden Beispiel um 6 % größer. Die Spritzstrahlquerschnittsbreite der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 20 ist hingegen kleiner als die Spritzstrahlquerschnittsbreite der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 10, im vorliegenden Beispiel beträgt sie 88 % der Spritzstrahlquerschnittsbreite der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 10. Die Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 20 sind als oben beschriebene I-Düsen-Module ausgestaltet, d.h. sie erzeugen jeweils einen Spritzstrahl, deren Querschnitt zumindest bereichsweise eine im Wesentlichen konstante Breite aufweist.

**[0066]** Der Benutzer eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Düsensatzes, welcher zumindest zwei Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 20 umfasst, kann damit die Düsengröße seiner Spritzpistole ändern, d.h. er kann das am Grundkörper-Modul der Spritzpistole angeordnete erste Düsen-Modul mit einer ersten Düsengröße, insbesondere nomineller Düsengröße, entfernen und ein anderes Düsen-Modul der Düsen-Modul-Gruppe 20 mit einer anderen Düsengröße, insbesondere nomineller Düsengröße, am selben Grundkörper-Modul anordnen, und erhält einen Spritzstrahl mit gleicher Spritzstrahlquerschnittshöhe, Spritzstrahlquerschnittsbreite und Spritzstrahlquerschnittsform bei definiert geänderten Materialdurchsatz.

**[0067]** Eine weitere Düsen-Modul-Gruppe 30 umfasst vorliegend ebenfalls fünf Düsen-Module mit unterschiedlicher Düsengröße, insbesondere unterschiedlicher nomineller Düsengröße. Der Materialdurchsatz der fünf Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe 30 steigt von einer Düsengröße zur nächsten um einen äquidistanten Wert, nämlich 15 g/min, an. Das 1,1er-Düsen-Modul besitzt einen Materialdurchsatz von 155 g/min, das 1,2er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 170 g/min, das 1,3er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 185 g/min, das 1,4er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 200 g/min und das 1,5er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 215 g/min. Alle Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe 30 sind als Compliant-, d.h. nach obigem Verständnis als Hochdruck-Düsen-Module ausgestaltet, und alle Düsen-Module besitzen die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite, wobei auch hier, wie oben bereits erwähnt, damit jeweils die Spritzstrahlquerschnittshöhe  $h$  und Spritzstrahlquerschnittsbreite  $b$  eines in Fig. 1 und Fig. 2 illustrierten

Kernbereichs 5 gemeint ist. Vorzugsweise sind die Spritzstrahlquerschnitte, d.h. die Kernbereiche 5 der von den Düsen-Modulen innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe 30 erzeugten Spritzbilder, deckungsgleich, d.h. sie besitzen die gleiche Form und Größe. Lediglich die Schichtdicke des Kernbereichs 5 des Spritzbilds wäre aufgrund des unterschiedlichen Materialdurchsatzes unterschiedlich. Die Spritzstrahlquerschnittshöhe der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 30 ist größer als die Spritzstrahlquerschnittshöhe der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 10, im vorliegenden Beispiel um 15 % größer. Die Spritzstrahlquerschnittsbreite der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 30 ist gleich der Spritzstrahlquerschnittsbreite der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 10. Die Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 30 sind als oben beschriebene O-Düsen-Module ausgestaltet, d.h. sie erzeugen jeweils einen Spritzstrahl, deren Querschnitt eine im Wesentlichen ovale, insbesondere im Wesentlichen elliptische, Form aufweist.

**[0068]** Der Benutzer eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Düsensatzes, welcher zumindest zwei Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 30 umfasst, kann damit die Düsengröße seiner Spritzpistole ändern, d.h. er kann das am Grundkörper-Modul der Spritzpistole angeordnete erste Düsen-Modul mit einer ersten Düsengröße, insbesondere nomineller Düsengröße, entfernen und ein anderes Düsen-Modul der Düsen-Modul-Gruppe 30 mit einer anderen Düsengröße, insbesondere nomineller Düsengröße, am selben Grundkörper-Modul anordnen, und erhält einen Spritzstrahl mit gleicher Spritzstrahlquerschnittshöhe, Spritzstrahlquerschnittsbreite und Spritzstrahlquerschnittsform bei definiert geänderten Materialdurchsatz.

**[0069]** Eine weitere Düsen-Modul-Gruppe 40 umfasst vorliegend ebenfalls fünf Düsen-Module mit unterschiedlicher Düsengröße, insbesondere unterschiedlicher nomineller Düsengröße. Der Materialdurchsatz der fünf Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe 40 steigt von einer Düsengröße zur nächsten um einen äquidistanten Wert, nämlich 15 g/min, an. Das 1,1er-Düsen-Modul besitzt einen Materialdurchsatz von 155 g/min, das 1,2er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 170 g/min, das 1,3er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 185 g/min, das 1,4er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 200 g/min und das 1,5er-Düsen-Modul einen Materialdurchsatz von 215 g/min. Alle Düsen-Module innerhalb der Düsen-Modul-Gruppe 40 sind als Compliant-, d.h. nach obigem Verständnis als Hochdruck-Düsen-Module ausgestaltet, und alle Düsen-Module besitzen die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite, wobei auch hier, wie oben bereits erwähnt, damit jeweils die Spritzstrahlquerschnittshöhe  $h$  und Spritzstrahlquerschnittsbreite  $b$  eines in Fig. 1 und Fig. 2 illustrierten Kernbereichs 5 gemeint ist. Vorzugsweise sind die Spritzstrahlquerschnitte, d.h. die Kernbereiche 5 der von den Düsen-Modulen innerhalb der Düsen-Modul-

Gruppe 40 erzeugten Spritzbilder, deckungsgleich, d.h. sie besitzen die gleiche Form und Größe. Lediglich die Schichtdicke des Kernbereichs 5 des Spritzbilds wäre aufgrund des unterschiedlichen Materialdurchsatzes unterschiedlich. Die Spritzstrahlquerschnittshöhe der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 40 ist größer als die Spritzstrahlquerschnittshöhe der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 10, im vorliegenden Beispiel um 20 % größer. Die Spritzstrahlquerschnittsbreite der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 40 ist hingegen kleiner als die Spritzstrahlquerschnittsbreite der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 10, im vorliegenden Beispiel beträgt sie 88 % der Spritzstrahlquerschnittsbreite der Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 10. Die Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 40 sind als oben beschriebene I-Düsen-Module ausgestaltet, d.h. sie erzeugen jeweils einen Spritzstrahl, deren Querschnitt zumindest bereichsweise eine im Wesentlichen konstante Breite aufweist.

**[0070]** Der Benutzer eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Düsensatzes, welcher zumindest zwei Düsen-Module der Düsen-Modul-Gruppe 40 umfasst, kann damit die Düsengröße seiner Spritzpistole ändern, d.h. er kann das am Grundkörper-Modul der Spritzpistole angeordnete erste Düsen-Modul mit einer ersten Düsengröße, insbesondere nomineller Düsengröße, entfernen und ein anderes Düsen-Modul der Düsen-Modul-Gruppe 40 mit einer anderen Düsengröße, insbesondere nomineller Düsengröße, am selben Grundkörper-Modul anordnen, und erhält einen Spritzstrahl mit gleicher Spritzstrahlquerschnittshöhe, Spritzstrahlquerschnittsbreite und Spritzstrahlquerschnittsform bei definiert geändertem Materialdurchsatz.

**[0071]** Ein erfindungsgemäßer Düsensatz für eine Spritzpistole, insbesondere eine druckluftzerstäubende Farbspritzpistole, kann zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus derselben Düsen-Modul-Gruppe zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul einer Spritzpistole umfassen, was dem Benutzer die genannten Vorteile bringt.

**[0072]** Ein erfindungsgemäßer Düsensatz kann jedoch zusätzlich auch jeweils zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus einer oder mehreren anderen Düsen-Modul-Gruppen zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul umfassen. Beispielsweise kann ein erfindungsgemäßer Düsensatz zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus der Düsen-Modul-Gruppe 10 und zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus der Düsen-Modul-Gruppe 20 und/oder zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus der Düsen-Modul-Gruppe 30 und/oder zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus der Düsen-Modul-Gruppe 40 umfassen.

**[0073]** Ein erfindungsgemäßer Düsensatz kann alter-

nativ beispielsweise zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus der Düsen-Modul-Gruppe 20 und zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus der Düsen-Modul-Gruppe 30 und/oder zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus der Düsen-Modul-Gruppe 40 umfassen.

**[0074]** Ein erfindungsgemäßer Düsensatz kann alternativ beispielsweise zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus der Düsen-Modul-Gruppe 30 und zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus der Düsen-Modul-Gruppe 40 umfassen.

**[0075]** Ein erfindungsgemäßer Düsensatz kann vorzugsweise zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus drei verschiedenen Düsen-Modul-Gruppen umfassen, besonders bevorzugt umfasst ein erfindungsgemäßer Düsensatz jedoch zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedene Düsen-Module aus allen vier verschiedenen Düsen-Modul-Gruppen.

**[0076]** Vorzugsweise ist jedes der verschiedenen Düsen-Module aus den verschiedenen Düsen-Modul-Gruppen an ein- und demselben Grundkörper-Modul austauschbar anordenbar. Besonders bevorzugt haben hierfür alle Düsen-Module aus den verschiedenen Düsen-Modul-Gruppen den gleichen Anschluss.

**[0077]** Aus der Tabelle ist erkennbar, dass beim erfindungsgemäßen Düsensatz jedem Düsen-Modul einer Düsen-Modul-Gruppe jeweils ein Düsen-Modul zumindest einer anderen Düsen-Modul-Gruppe zuordenbar ist, welches bei gleichen Spritzbedingungen den gleichen Materialdurchsatz hat. Insbesondere innerhalb eines Spritzdruckverfahrens haben die Düsen-Module mit gleicher Düsengröße den gleichen Materialdurchsatz. Beispielsweise hat das 1,1er HVLP-O-Düsen-Modul den gleichen Materialdurchsatz von 135 g/min wie das 1,1er HVLP-I-Düsen-Modul, das 1,2er HVLP-O-Düsen-Modul den gleichen Materialdurchsatz wie das 1,2er HVLP-I-Düsen-Modul und so weiter. Gleiches gilt bei den Compliant-Düsen-Modulen. Beispielsweise hat das 1,1er Compliant-O-Düsen-Modul den gleichen Materialdurchsatz von 155 g/min wie das 1,1er Compliant-I-Düsen-Modul, das 1,2er Compliant-O-Düsen-Modul den gleichen Materialdurchsatz wie das 1,2er Compliant-I-Düsen-Modul und so weiter.

**[0078]** Der Tabelle ist ferner zu entnehmen, dass die mittels der Niederdruck-, hier HVLP-Düsen-Module erzeugbaren Spritzsträhle und die mittels der Hochdruck-, hier Compliant-Düsen-Module erzeugbaren Spritzsträhle die gleiche Querschnittsform besitzen können, insbesondere derart, dass die mittels der Niederdruck-Düsen-Module und die mittels der Hochdruck-Düsen-Module erzeugbaren Spritzsträhle einen Querschnitt mit zumindest bereichsweise im Wesentlichen konstanter Breite aufweisen (I-Düsen-Module) oder einen Querschnitt mit im Wesentlichen ovaler, insbesondere im Wesentlichen elliptischer, Form aufweisen (O-Düsen-Module). Da-

durch kann der Benutzer beispielsweise ein Düsen-Modul aus der Düsen-Modul-Gruppe 10 gegen ein Düsen-Modul aus der Düsen-Modul-Gruppe 30 austauschen, und so vom Niederdruck-, insbesondere HVLP-Spritzverfahren zum Hochdruck-, insbesondere Compliant-Spritzverfahren zu wechseln, ohne auf den für seine Arbeitsweise idealen O-Strahl verzichten zu müssen. Entsprechend kann der Benutzer ein Düsen-Modul aus der Düsen-Modul-Gruppe 20 gegen ein Düsen-Modul aus der Düsen-Modul-Gruppe 40 austauschen, und so vom Niederdruck-, insbesondere HVLP-Spritzverfahren zum Hochdruck-, insbesondere Compliant-Spritzverfahren zu wechseln, ohne auf den für seine Arbeitsweise idealen I-Strahl verzichten zu müssen.

**[0079]** Neben den oben erwähnten Vorteilen hat der vorliegende erfindungsgemäße Düsensatz den weiteren Vorteil, dass der Benutzer beispielsweise ein Düsen-Modul aus der Düsen-Modul-Gruppe 10 gegen ein Düsen-Modul aus der Düsen-Modul-Gruppe 20 austauschen kann, und so ein Düsen-Modul das einen O-Strahl erzeugt, mit dem eine schnelle Applikation möglich ist, durch ein Düsen-Modul das einen noch besser kontrollierbaren I-Strahl erzeugt, ersetzen kann, ohne auf das gewünschte HVLP-Spritzdruckverfahren verzichten zu müssen und insbesondere auch ohne Änderungen im Materialdurchsatz in Kauf nehmen zu müssen. Entsprechend ist ein Wechsel von einem Düsen-Modul aus der Düsen-Modul-Gruppe 30 zu einem Düsen-Modul aus der Düsen-Modul-Gruppe 40 möglich, ohne auf das gewünschte Compliant-Spritzdruckverfahren verzichten zu müssen und insbesondere auch ohne Änderungen im Materialdurchsatz in Kauf nehmen zu müssen. Selbstverständlich sind auch umgekehrte Wechsel möglich.

**[0080]** Der Benutzer kann mit dem erfindungsgemäßen Düsensatz das für seine Lackieraufgabe und seine Arbeitsweise ideale Düsen-Modul wählen. Generell ist eine Auswahl des idealen Düsen-Moduls basierend auf verschiedenen Faktoren möglich, insbesondere basierend auf dem bisher verwendeten Düsen-Modul eines erfindungsgemäßen Düsensatzes, dem bisher verwendeten Düsen-Modul eines anderen Düsensatzes, dem gewünschten Spritzdruckverfahren, dem zu verwendenden Spritzpistolenmodell, dem Hersteller der zu verwendenden Spritzpistole, der Art des zu verspritzenden Mediums, der Viskosität des zur verspritzenden Mediums, der Empfehlung des Herstellers des zu verspritzenden Mediums, der gewünschten Spritzstrahlform, der benötigten Schichtdicke, den klimatischen Bedingungen, insbesondere der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit innerhalb der Lackierkabine, basierend darauf, ob der Benutzer größeren Wert auf die Lackiergeschwindigkeit oder auf eine gute Kontrollierbarkeit der Applikation legt, und/oder auf die gewünschte Düsengröße. Bei dieser Auswahl sind insbesondere das erfindungsgemäße Verfahren zur Auswahl eines Düsen-Moduls aus einem Düsensatz für eine Lackieraufgabe, das erfindungsgemäße Auswahlssystem und/oder das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt hilfreich.

**[0081]** Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht einer ersten Luftkappe 55 eines Düsen-Moduls eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Düsensatzes. Die Luftkappe 55 weist ein erstes Horn 68 und ein zweites Horn 70 auf. Eine Lot-Achse L steht senkrecht zur Zentralachse Z der ersten Luftkappe 55, wobei die Zentralachse Z durch den Mittelpunkt der zentralen Öffnung 80 verläuft. Die Zentralachse A eines äußeren Hornluftauslasskanals 57 schließt mit der Lot-Achse L einen bestimmten Winkel ein und die Zentralachse B eines inneren Hornluftauslasskanals 59 schließt mit der Lot-Achse L einen weiteren Winkel ein. In der vorliegenden Ausgestaltung kann davon ausgegangen werden, dass der Hauptteil der Hornluft, die aus der äußeren Hornluftauslassöffnung 57a des äußeren Hornluftauslasskanals 57 strömt, der Zentralachse A des äußeren Hornluftauslasskanals 57 folgt, bzw. dass das Zentrum dieses Hornluftstrahls auf der Zentralachse A des äußeren Hornluftauslasskanals 57 liegt. Ebenso kann davon ausgegangen werden, dass der Hauptteil der Hornluft, die aus der inneren Hornluftauslassöffnung 59a des inneren Hornluftauslasskanals 59 strömt, der Zentralachse B des inneren Hornluftauslasskanals 59 folgt, bzw. dass das Zentrum dieses Hornluftstrahls auf der Zentralachse B des inneren Hornluftauslasskanals 59 liegt. Der Winkel den die Zentralachse A des äußeren Hornluftauslasskanals 57 mit der Lot-Achse L einschließt kann daher als äußerer Hornluftausström-Winkel  $W_1$  gelten und der Winkel den die Zentralachse B des inneren Hornluftauslasskanals 59 mit der Lot-Achse L einschließt kann als innerer Hornluftausström-Winkel  $W_3$  gelten. Vorzugsweise schließen die den genannten Hornluftauslasskanälen gegenüberliegenden Hornluftauslasskanäle des zweiten Horns 70 die gleichen Winkel mit der Lot-Achse L ein.

**[0082]** In Fig. 4 ferner erkennbar sind äußere Steuerbohrung 61 und innere Steuerbohrung 63, die einen äußeren Steuerbohrungsabstand  $Y_7$  und einen inneren Steuerbohrungsabstand  $Y_9$  zur Zentralachse Z der ersten Luftkappe 55 besitzen.

**[0083]** Fig. 5 eine Schnittansicht einer zweiten Luftkappe 155 eines anderen Düsen-Moduls eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Düsensatzes. Die Luftkappe 155 weist ein erstes Horn 168 und ein zweites Horn 170 auf. Die Lot-Achse L steht auch hier senkrecht zur Zentralachse Z der zweiten Luftkappe 155, wobei die Zentralachse Z durch den Mittelpunkt der zentralen Öffnung 180 verläuft. Die Zentralachse C eines äußeren Hornluftauslasskanals 157 schließt mit der Lot-Achse L einen bestimmten Winkel ein und die Zentralachse D eines inneren Hornluftauslasskanals 159 schließt mit der Lot-Achse L einen weiteren Winkel ein. Auch in der vorliegenden Ausgestaltung kann davon ausgegangen werden, dass der Hauptteil der Hornluft, die aus der äußeren Hornluftauslassöffnung 157a des äußeren Hornluftauslasskanals 157 strömt, der Zentralachse C des äußeren Hornluftauslasskanals 157 folgt, bzw. dass das Zentrum dieses Hornluftstrahls auf der

Zentralachse C des äußeren Hornluftauslasskanals 157 liegt. Ebenso kann davon ausgegangen werden, dass der Hauptteil der Hornluft, die aus der inneren Hornluftauslassöffnung 159a des inneren Hornluftauslasskanals 159 strömt, der Zentralachse D des inneren Hornluftauslasskanals 159 folgt, bzw. dass das Zentrum dieses Hornluftstrahls auf der Zentralachse D des inneren Hornluftauslasskanals 159 liegt. Der Winkel den die Zentralachse C eines äußeren Hornluftauslasskanals 157 mit der Lot-Achse L einschließt kann daher als äußerer Hornluftausström-Winkel W101 gelten und der Winkel den die Zentralachse D eines inneren Hornluftauslasskanals 159 mit der Lot-Achse L einschließt kann als innerer Hornluftausström-Winkel W103 gelten. Vorzugsweise schließen die den genannten Hornluftauslasskanäle des zweiten Horns 170 die gleichen Winkel mit der Lot-Achse L ein.

**[0084]** In Fig. 5 ferner erkennbar ist eine äußere Steuerbohrung 161, die einen äußeren Steuerbohrungsabstand Y107 zur Zentralachse Z der zweiten Luftkappe 155 besitzt. Da die Steuerbohrungen bei dieser Luftkappe 155 in Form eines Dreiecks angeordnet sind, wobei eine Spitze des Dreiecks in Richtung der inneren oder äußeren Hornluftauslassöffnungen ausgerichtet ist, d.h. nur die Steuerbohrung 161, die die Spitze des Dreiecks bildet, auf einer Linie mit der inneren Hornluftauslassöffnung 159a, der äußeren Hornluftauslassöffnung 157a und dem Mittelpunkt der zentralen Öffnung 180 in der Luftkappe 155 liegt, und die Schnittebene nur durch die Steuerbohrung 161, die innere Hornluftauslassöffnung 159a und die äußere Hornluftauslassöffnung 157a verläuft, sind die beiden anderen Steuerbohrungen auf der einen Seite der zentralen Öffnung 180 und die beiden anderen Steuerbohrungen auf der anderen Seite der zentralen Öffnung 180 nicht sichtbar, sondern vorliegend nur durch ihre Zentralachsen angedeutet. Der innere Steuerbohrungsabstand Y109 ist der Abstand zwischen der Zentralachse Z und einer zu dieser Zentralachse Z parallelen Achse durch eine Projektion des Mittelpunkts der entsprechenden Steuerbohrung auf die Schnittebene.

**[0085]** Bei einem Düsen-Modul mit der Luftkappe 55 kann die Summe der Winkel W1 plus W3 anders sein als die Summe der Winkel W101 plus W103 bei einem anderen Düsen-Modul mit der Luftkappe 155. Die Düsen-Module können zur gleichen Düsen-Modul-Gruppe gehören.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausgestalten eines Düsen-Moduls (15) für einen Düsensatz für eine Spritzpistole (1), insbesondere eine druckluftzerstäubende Farbspritzpistole, umfassend wenigstens eine Düsen-Modul-Gruppe (10, 20, 30, 40) mit zumindest zwei, vorzugsweise zumindest vier, verschiedenen Dü-

sen-Modulen (15) zur wahlweisen Anbringung in oder an ein- und demselben Grundkörper-Modul (11) einer Spritzpistole (1), wobei die Düsen-Module (15) derart ausgestaltet sind, dass sie bei gleichen Spritzbedingungen einen unterschiedlichen Materialdurchsatz haben, wobei die Düsen-Module (15) derart ausgestaltet sind, dass die mittels der Düsen-Module (15) erzeugbaren Spritzsträhle im Wesentlichen die gleiche Spritzstrahlquerschnittshöhe (h) und die gleiche Spritzstrahlquerschnittsbreite (b) besitzen, insbesondere die Spritzstrahlquerschnitte der verschiedenen Düsen-Module (15) deckungsgleich sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren zumindest die folgenden Schritte aufweist:

- Festlegen zumindest einer Spritzstrahlquerschnittshöhe (h) und/oder einer Spritzstrahlquerschnittsbreite (b) eines durch das Düsen-Modul (15) zu erzeugenden Spritzstrahls,
- Konstruieren des Düsen-Moduls (15), welches einen Spritzstrahl mit der festgelegten Spritzstrahlquerschnittshöhe (h) und/oder Spritzstrahlquerschnittsbreite (b) erzeugt, wobei das Verfahren das Konstruieren einer Luftkappe (55, 155) umfasst, wobei das Konstruieren der Luftkappe (55, 155) das Anpassen eines äußeren Hornluftausström-Winkels (W1, W101) und/oder eines inneren Hornluftausström-Winkels (W3, W103) und/oder eines Steuerbohrungs-Abstands (Y7, Y9, Y107, Y109) an einen Materialdurchsatz und/oder an einen Düseninnendruck des Düsen-Moduls (15) umfasst, wobei es sich bei dem äußeren Hornluftausström-Winkel (W1, W101) um den Winkel handelt, in dem Hornluft aus einer äußeren Hornluftöffnung (57a, 157a) der Luftkappe (55, 155) relativ zu einer Lot-Achse (L) ausströmt, wobei die Lot-Achse (L) zu einer Zentralachse (Z) der Luftkappe (55, 155) senkrecht steht, wobei es sich bei dem inneren Hornluftausström-Winkel (W3, W103) um den Winkel handelt, in dem Hornluft aus einer inneren Hornluftauslassöffnung (59a, 159a) der Luftkappe (55, 155) relativ zu der Lot-Achse (L) ausströmt, und wobei es sich bei dem Steuerbohrungs-Abstand (Y7, Y9, Y107, Y109) um den Abstand zwischen zumindest einer Steuerbohrung (61, 63, 161, 163) in der Luftkappe und einer zentralen Öffnung (80, 180) in der Luftkappe (55, 155) handelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren das Herstellen des Düsen-Moduls (15) umfasst.

## Claims

1. Method for designing a nozzle module (15) for a nozzle set for a spray gun (1), in particular a compressed air atomizing paint spray gun, comprising at least one nozzle module group (10, 20, 30, 40) having at least two, preferably at least four, different nozzle modules (15) for selective attachment in or to the same base body module (11) of a spray gun (1), wherein the nozzle modules (15) are designed such that they have a different material throughput under the same spraying conditions, wherein the nozzle modules (15) are designed such that the spray jets that can be produced by means of the nozzle modules (15) have substantially the same spray jet cross-sectional height (h) and the same spray jet cross-sectional width (b), in particular the spray jet cross-sections of the various nozzle modules (15) are congruent, **characterized in that** the method comprises at least the following steps:

- determining at least one spray jet cross-sectional height (h) and/or one spray jet cross-sectional width (b) of a spray jet to be produced by the nozzle module (15),
- constructing the nozzle module (15) that produces a spray jet that has the specified spray jet cross-sectional height (h) and/or spray jet cross-sectional width (b), wherein the method comprises constructing an air cap (55, 155), wherein the construction of the air cap (55, 155) comprises adapting an outer horn air outflow angle (W1, W101) and/or an inner horn air outflow angle (W3, W103) and/or a control bore distance (Y7, Y9, Y107, Y109) to a material throughput and/or to an internal nozzle pressure of the nozzle module (15), wherein the outer horn air outflow angle (W1, W101) is the angle at which horn air flows out of an outer horn air opening (57a, 157a) of the air cap (55, 155) relative to a perpendicular axis (L), wherein the perpendicular axis (L) is perpendicular to a central axis (Z) of the air cap (55, 155), wherein the inner horn air outflow angle (W3, W103) is the angle at which horn air flows out of an inner horn air outflow opening (59a, 159a) of the air cap (55, 155) relative to the perpendicular axis (L), and wherein the control bore distance (Y7, Y9, Y107, Y109) is the distance between at least one control bore (61, 63, 161, 163) in the air cap and a central opening (80, 180) in the air cap (55, 155).

2. Method according to claim 1, **characterized in that** the method comprises the production of the nozzle module (15).

## Revendications

1. Procédé pour la conception d'un module de buse (15) pour un jeu de buses pour un pistolet de pulvérisation (1), en particulier un pistolet de pulvérisation de peinture à atomisation d'air comprimé, comprenant au moins un groupe de modules de buses (10, 20, 30, 40) comportant au moins deux, de préférence au moins quatre, modules de buses (15) différents pour le montage au choix dans ou sur un seul et même module de corps de base (11) d'un pistolet de pulvérisation (1), dans lequel les modules de buses (15) sont conçus de telle sorte qu'ils ont des débits de matière différents dans les mêmes conditions de pulvérisation, dans lequel les modules de buse (15) sont conçus de telle sorte que les jets de pulvérisation pouvant être produits au moyen des modules de buse (15) possèdent essentiellement la même hauteur de section transversale de jet de pulvérisation (h) et la même largeur de section transversale de jet de pulvérisation (b), en particulier les sections transversales de jet de pulvérisation des différents modules de buse (15) sont identiques, **caractérisé en ce que** le procédé présente au moins les étapes suivantes :

- détermination d'au moins une hauteur de section transversale de jet de pulvérisation (h) et/ou d'une largeur de section transversale de jet de pulvérisation (b) d'un jet de pulvérisation à produire par le module de buse (15),
- construction du module de buse (15) qui produit un jet de pulvérisation comportant la hauteur de section transversale de jet de pulvérisation (h) et/ou la largeur de section transversale de jet de pulvérisation (b) déterminées, dans lequel le procédé comprend la construction d'un chapeau d'air (55, 155), dans lequel la construction du chapeau d'air (55, 155) comprend l'ajustement d'un angle de sortie d'air de corne externe (W1, W101) et/ou d'un angle de sortie d'air de corne interne (W3, W103) et/ou d'une distance de trou de commande (Y7, Y9, Y107, Y109) à un débit de matériau et/ou à une pression interne de buse du module de buse (15), dans lequel l'angle de sortie d'air de corne externe (W1, W101) est l'angle selon lequel l'air de corne sort depuis un orifice d'air de corne extérieur (57a, 157a) du chapeau d'air (55, 155) par rapport à un axe vertical (L), dans lequel l'axe vertical (L) est perpendiculaire à un axe central (Z) du chapeau d'air (55, 155), dans lequel l'angle de sortie d'air de corne intérieur (W3, W103) est l'angle selon lequel l'air de corne sort d'un orifice de sortie d'air de corne interne (59a, 159a) du chapeau d'air (55, 155) par rapport à l'axe vertical (L), et dans lequel la distance de trou de commande (Y7, Y9, Y107,

Y109) est la distance entre au moins un trou de commande (61, 63, 161, 163) dans le chapeau d'air et une ouverture centrale (80, 180) dans le chapeau d'air (55, 155).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le procédé comprend la fabrication du module de buse (15).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

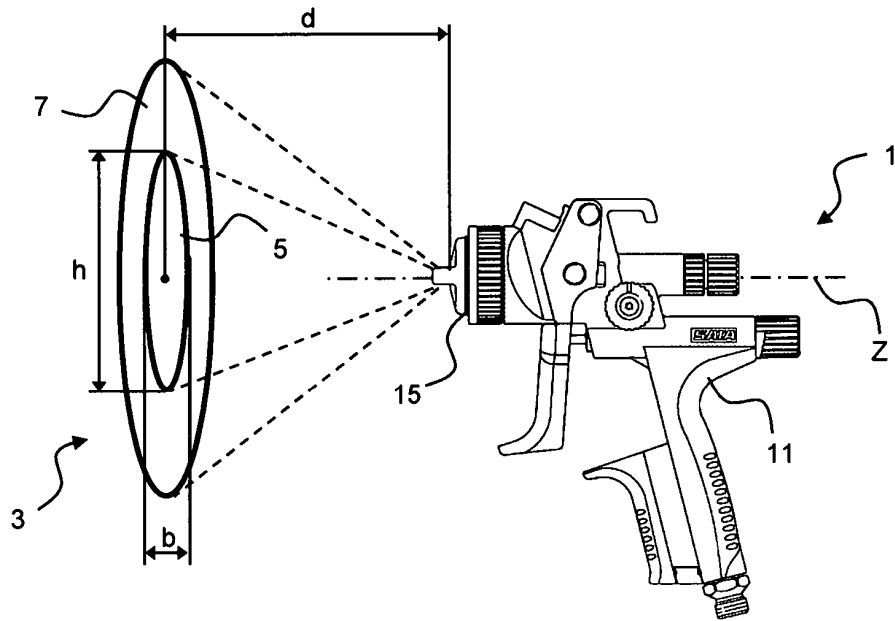


Fig. 1

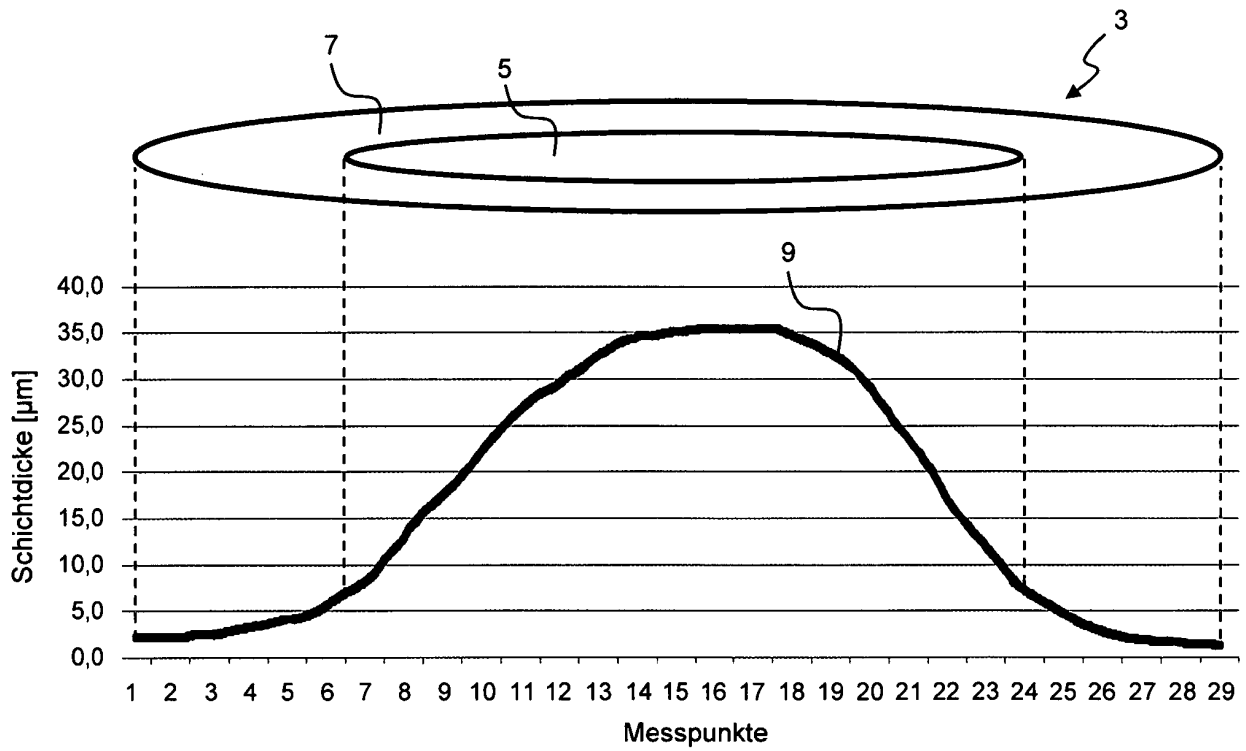


Fig. 2

	HVLP					Compliant				
Düsengröße	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Strahlform										
Spritzstrahlquerschnittshöhe [%]	100	100	100	100	100	115	115	115	115	115
Spritzstrahlquerschnittsbreite [%]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Materialdurchsatz [g/min]	135	150	165	180	195	155	170	185	200	215
Strahlform										
Spritzstrahlquerschnittshöhe [%]	106	106	106	106	106	120	120	120	120	120
Spritzstrahlquerschnittsbreite [%]	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
Materialdurchsatz [g/min]	135	150	165	180	195	155	170	185	200	215

Fig. 3

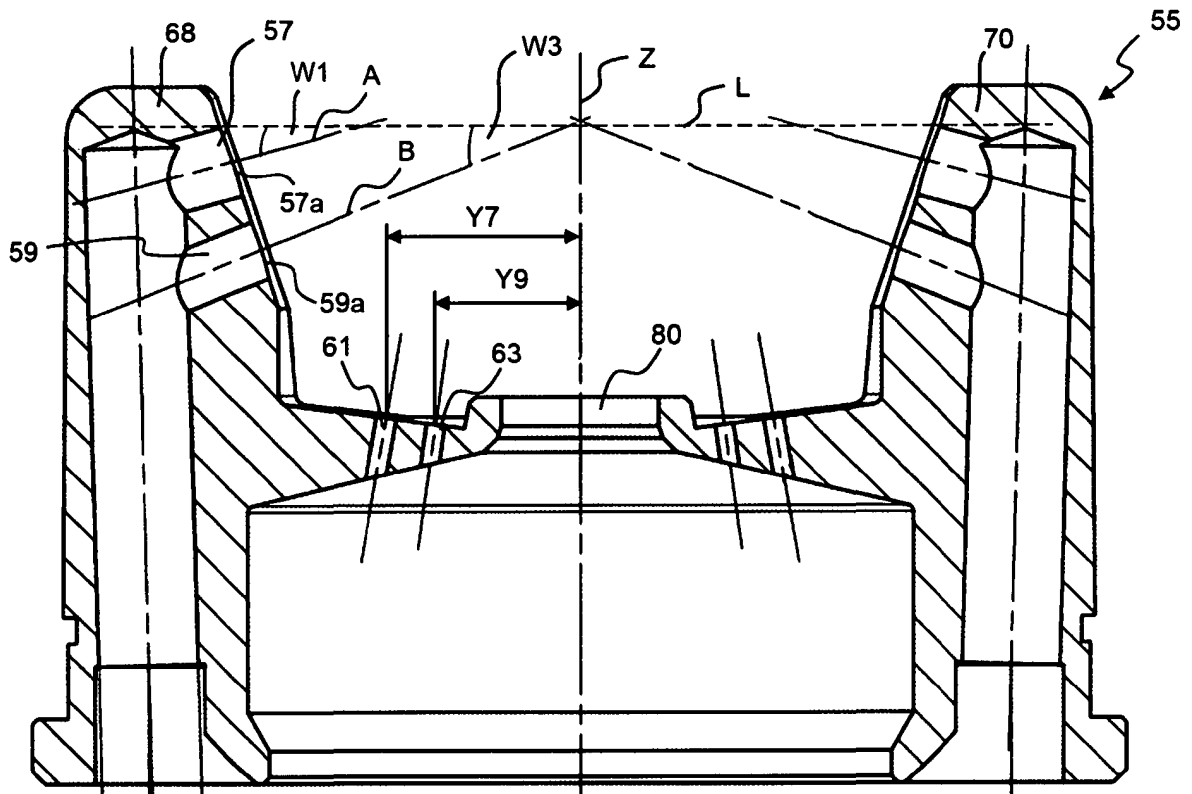


Fig. 4

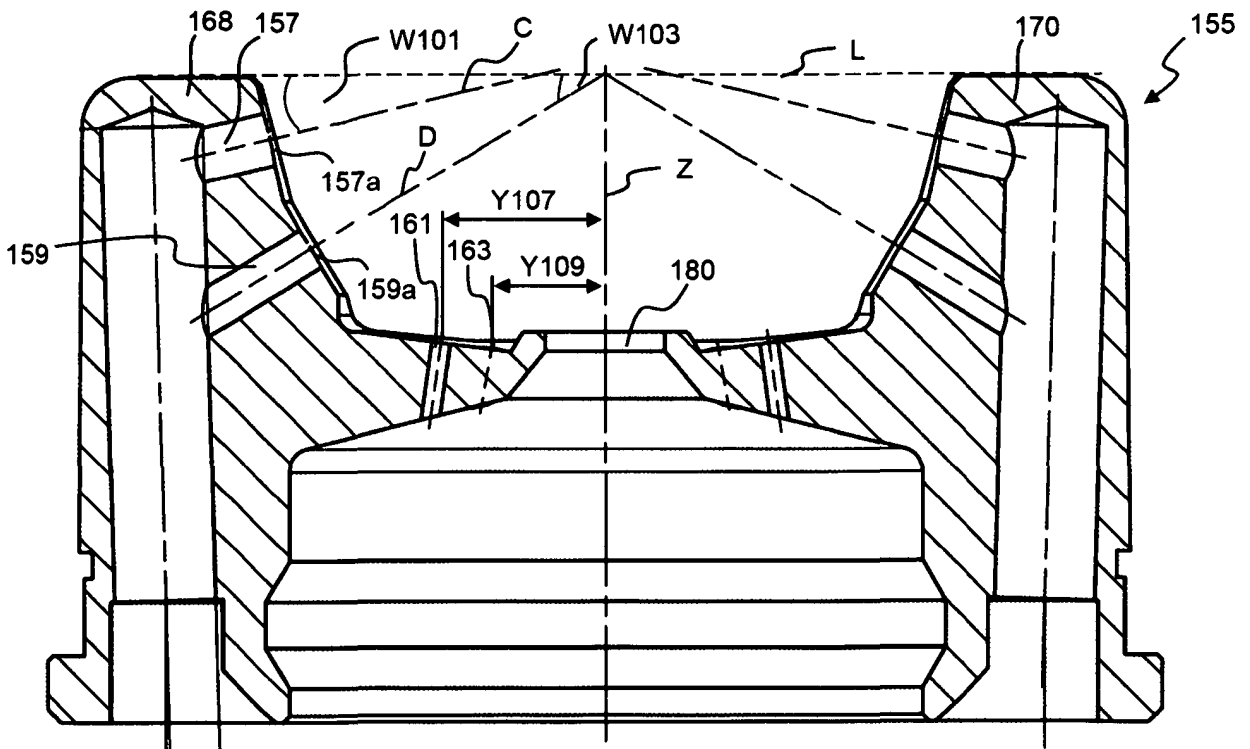


Fig. 5

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 5456414 A [0003]