

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
1. Dezember 2016 (01.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/188626 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
B05B 15/12 (2006.01) *B05B 13/04* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2016/000845
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
20. Mai 2016 (20.05.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2015 006 666.8 22. Mai 2015 (22.05.2015) DE
10 2015 009 855.1
4. August 2015 (04.08.2015) DE
- (71) **Anmelder:** DÜRR SYSTEMS AG [DE/DE]; Carl-Benz-Str. 34, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).
- (72) **Erfinder:** KRUMMA, Harry; Karlstr. 75, 74357 Bönningheim (DE). WÖHR, Benjamin; Heuchelbergstr. 10, 74363 Eibensbach/Güglingen (DE). HERRE, Frank; Großmoltenstr. 12, 71739 Oberriexingen (DE). HANNIG, Detlev; Holzstr. 1/2, 73650 Winterbach (DE). MEISSNER, Alexander; Arndtstr. 36, 70197 Stuttgart (DE). FEDERMANN, Andreas; Schexweg 8, 70563 Stuttgart (DE). SPATHELF, Pascal; Dillmannstr. 19, 75428 Illingen (DE). LAUER, Michael; Brettheimer Weg 12, 70435 Stuttgart (DE). BAUMEISTER, Robert; Marderweg 11, 74369 Löchgau (DE). WEIDLE, Martin; Hans-Keil-Str. 27, 70839 Gerlingen (DE).
- (74) **Anwalt:** BEIER, Ralph; v. Bezold & Partner, Patentanwälte - PartG mbB, Akademiestraße 7, 80799 München (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** COATING SYSTEM AND ASSOCIATED OPERATING METHOD

(54) **Bezeichnung :** BESCHICHTUNGSANLAGE UND ZUGEHÖRIGES BETRIEBSVERFAHREN

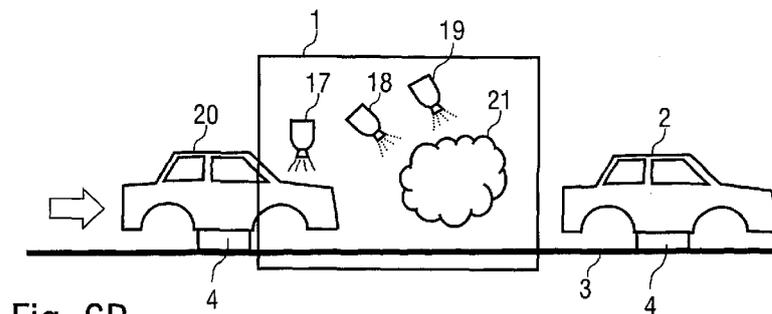


Fig. 6B

(57) **Abstract:** The invention relates to an operating method for a coating system, in particular for a painting system, for coating components (2), in particular motor vehicle body components (2), having the following steps: conveying, by means of a conveying device (3), the components (2) to be coated in a conveying direction through a coating booth (1), coating the components (2) in the coating booth (1) with a coating product by means of an application device (17-19) which applies a spray jet of the coating product, a portion of the applied coating product being deposited on the components (2) to be coated while another portion of the applied coating product floats into the interior of the coating booth (1) as an excess coating product mist (21), and removing the excess coating product mist (21) from the interior of the booth by means in addition to or other than the downwardly directed air flow generated by a filter ceiling. In addition, the invention includes a correspondingly designed coating system.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für eine Beschichtungsanlage, insbesondere für eine Lackieranlage, zur Beschichtung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/188626 A2



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

von Bauteilen (2), insbesondere Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen (2), mit den folgenden Schritten: Fördern der zu beschichtenden Bauteile (2) mittels einer Fördereinrichtung (3) in einer Förderrichtung durch eine Beschichtungskabine (1), Beschichten der Bauteile (2) in der Beschichtungskabine (1) mit einem Beschichtungsmittel mittels eines Applikationsgeräts (17-19), das einen Sprühstrahl des Beschichtungsmittels appliziert, wobei sich ein Teil des applizierten Beschichtungsmittels auf den zu beschichtenden Bauteilen (2) ablagert, während ein anderer Teil des applizierten Beschichtungsmittels als überschüssiger Beschichtungsmittelnebel (21) im Kabineninnenraum der Beschichtungskabine (1) schwebt, und Entfernen des überschüssigen Beschichtungsmittelnebels (21) aus dem Kabineninnenraum zusätzlich zu oder anstelle von der durch eine Filterdecke erzeugten abwärts gerichteten Luftströmung. Weiterhin umfasst die Erfindung eine entsprechend ausgebildete Beschichtungsanlage.

BESCHREIBUNG**5 Beschichtungsanlage und zugehöriges Betriebsverfahren**

Die Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für eine Beschichtungsanlage, insbesondere für eine Lackieranlage zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen. Weiterhin
10 umfasst die Erfindung eine entsprechende Beschichtungsanlage.

In modernen Lackieranlagen zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen werden die zu lackierenden Kraftfahrzeugkarosseriebauteile üblicherweise von einer Fördereinrichtung
15 entlang einer Lackierstraße durch mehrere aufeinanderfolgende Lackierkabinen gefördert, in denen die verschiedenen Lack-schichten (z. B. Basislack, Klarlack) aufgetragen werden.

Die Applikation des zu applizierenden Lacks erfolgt hierbei
20 in der Regel durch Rotationszerstäuber, die von mehrachsigen Lackierrobotern hochbeweglich geführt werden. Bei der Lackapplikation durch die Rotationszerstäuber lagert sich ein Großteil des applizierten Lacks auf dem zu lackierenden Kraftfahrzeugkarosseriebauteil ab und bildet dort die gewünschte
25 Lackschicht. Ein Teil des applizierten Lacks verbleibt jedoch zunächst als Beschichtungsmittelnebel („Overspray“) im Kabineninnenraum der Lackierkabine, wobei dieser überschüssige Beschichtungsmittelnebel störend ist.

30 Zur Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels aus der Lackierkabine ist die Decke der Lackierkabine üblicherweise als sogenannte Filterdecke ausgebildet, die eine abwärts gerichtete, möglichst laminare Strömung im gesamten Kabineninnenraum erzeugt. Diese abwärts gerichtete Luftströmung

in dem Kabineninnenraum drückt den störenden Beschichtungsmittelnebel durch den als Gitterrost ausgebildeten Kabinenboden nach unten in eine Auswaschung, die als Trockenabscheidung oder als Nassauswaschung ausgebildet sein kann und das
5 in dem Beschichtungsmittelnebel enthaltene Beschichtungsmittel auswäscht.

Problematisch ist jedoch insbesondere die Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels, der im Innenraum der zu lackierenden Kraftfahrzeugkarosseriebauteile durch eine Innenlackierung von Innenflächen der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile entsteht. Die von der Filterdecke erzeugte abwärts gerichtete Luftströmung wird hierbei nämlich durch das Dach der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile abgeschirmt und kann sich
10 deshalb trotz der abwärts gerichteten Luftströmung relativ lange im Innenraum der zu lackierenden Kraftfahrzeugbauteile halten. Beim anschließenden Ausfördern der lackierten Kraftfahrzeugkarosseriebauteile aus der Lackierkabine kann der störende Beschichtungsmittelnebel dann aus dem Innenraum der
15 Kraftfahrzeugkarosseriebauteile austreten und den nächsten Lackiervorgang stören, wenn der Beschichtungsmittelnebel dann
20 nicht schnell genug entfernt werden kann.

Dieses Problem besteht insbesondere dann, wenn die Kraftfahrzeugkarosseriebauteile nicht kontinuierlich entlang der Lackierstraße gefördert werden, sondern im Stop-and-go-Betrieb, da dann relativ hohe Beschleunigungen der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile beim Ausfördern aus der Lackierkabine entstehen. Diese relativ hohen Beschleunigungen der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile beim Ausfördern aus der Lackierkabine führen nämlich zu Luftwirbeln, wodurch sich der störende Beschichtungsmittelnebel nach dem Austreten aus dem Innenraum der ausgeförderten Kraftfahrzeugkarosseriebauteile relativ
25 lange im Kabineninnenraum der Lackierkabine halten kann.
30

Ein weiterer Nachteil von Filterdecken resultiert aus der Tatsache, dass die abwärts gerichtete Luftströmung einen Filter in der Filterdecke passieren muss, der der abwärts gerichteten Luftströmung einen Strömungswiderstand entgegengesetzt und dadurch die Strömungsgeschwindigkeiten begrenzt. Die Filterdecke ermöglicht also nur relativ geringe Strömungsgeschwindigkeiten der abwärts gerichteten Luftströmung, so dass die Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels ("Overspray") unbefriedigend ist.

Zu dem vorstehend diskutierten Stand der Technik betreffend Lackierkabinen mit einer Filterdecke zur Entfernung des überschüssigen Beschichtungsmittelnebels (Overspray) ist auch zu verweisen auf DE 102 09 489 A1, DE 10 2008 053 178 A1 und DE 10 2011 122 056 A1. Diese Druckschriften offenbaren jedoch lediglich Lackierkabinen, bei denen der überschüssige Beschichtungsmittelnebel (Overspray) ausschließlich durch die abwärts gerichtete Luftströmung entfernt wird, die aus der Filterdecke austritt bzw. über die Filterdecke abgesaugt wird. Dies ist mit den vorstehend beschriebenen Nachteilen verbunden.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, die Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels ("Overspray") aus einer Beschichtungskabine entsprechend zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Betriebsverfahren für eine Beschichtungsanlage bzw. durch eine entsprechende Beschichtungsanlage gemäß den Nebenansprüchen gelöst.

Die Erfindung beruht auf der bereits vorstehend kurz erwähnten technischen-physikalischen Erkenntnis, dass der störende überschüssige Beschichtungsmittelnebel ("Overspray") beson-

ders aufgrund von zwei Phänomenen zunächst in der Beschichtungskabine verbleibt und deshalb entfernt werden muss.

Zum einen wird dies nämlich durch folgende Eigenschaften moderner Lackieranlagen zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen begünstigt:

- 5 - Die zu lackierenden Kraftfahrzeugkarosseriebauteile werden im Vergleich zu älteren Lackieranlagen schneller aus der Lackierkabine ausgefördert und dabei stärker beschleunigt, 10 was zu stärkeren Verwirbelungen des überschüssigen Beschichtungsmittelnebels ("Overspray") führt.
- Die Luftsinkgeschwindigkeit in der Lackierkabine ist bei modernen Lackieranlagen geringer als bei älteren Lackieranlagen.
- 15 - Der Lack wird in modernen Lackieranlagen mit größeren Ausbringmengen und Ausflussraten appliziert, was zwar eine größere Flächenbeschichtungsleistung ermöglicht, aber auch zu mehr Overspray führt.
- Bei modernen Lackieranlagen sind die einzelnen Lackierkabinen 20 kürzer und schmaler als früher, was zwar den Energieverbrauch senkt, aber auch die Overspray-Problematik verschärft.
- Bei modernen Lackieranlagen sind in den einzelnen Lackierkabine mehr Roboter und mehr Zerstäuber angeordnet, was 25 die Overspray-Problematik ebenfalls verschärft

Zum anderen wird der störende Beschichtungsmittelnebel ("Overspray") in der Beschichtungskabine aber auch durch Innenlackierungen begünstigt, wobei der Lack im Innenraum einer Kraftfahrzeugkarosserie appliziert wird. Beim Ausfördern einer Kraftfahrzeugkarosserie aus der Lackierkabine schiebt die Trägheit den Beschichtungsmittelnebel dann durch das Heckfenster aus der Kraftfahrzeugkarosserie. Darüber hinaus schiebt auch der beim Ausfördern einer Kraftfahrzeugkarosserie-

rie entstehende Fahrtwind den störenden Beschichtungsmittelnebel durch das Heckfenster aus der Kraftfahrzeugkarosserie.

Die beiden vorstehend beschriebenen störenden Phänomene können dazu führen, dass sich der störende Beschichtungsmittelnebel von der zuletzt lackierten Kraftfahrzeugkarosserie auf der nächsten Kraftfahrzeugkarosserie ablagern kann, was zu Qualitätsproblemen führen kann.

10 Die Erfindung sieht deshalb vor, dass der störende Beschichtungsmittelnebel („Overspray“) in einer Beschichtungskabine nicht oder zumindest nicht nur durch die bekannte abwärts gerichtete Luftströmung entfernt wird, die von der herkömmlichen Filterdecke erzeugt wird. Vielmehr sieht die Erfindung
15 vor, dass der störende Beschichtungsmittelnebel in der Beschichtungskabine durch eine separate, abwärts gerichtete Luftströmung entfernt wird, die nicht von der Filterdecke erzeugt wird.

20 In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist diese separate Luftströmung räumlich begrenzt und erstreckt sich nicht über den gesamten Kabineninnenraum, wodurch sich diese separate Luftströmung von der bekannten Luftströmung unterscheidet, die von der Filterdecke erzeugt wird.

25 Vorzugsweise ist diese separate Luftströmung nicht exakt senkrecht von oben nach unten ausgerichtet, sondern in der Förderrichtung angewinkelt, beispielsweise in einem Winkel von 5° - 60° , 10° - 55° oder 15° - 45° zur Senkrechten. Diese Anwinkelung der abwärts gerichteten Luftströmung ist vorteilhaft,
30 weil der störende Beschichtungsmittelnebel dann auch teilweise in Richtung Kabinenausgang entfernt wird, wodurch der Bereich des Kabineninnenraums nahe am Kabineneingang schneller gereinigt wird.

Diese schräge Anwinkelung der Luftströmung in der Förderrichtung relativ zur Senkrechten ist im Rahmen der Erfindung auch bei der abwärts gerichteten Luftströmung möglich, die von der Filterdecke erzeugt wird. Die Erfindung umfasst deshalb auch eine Erfindungsvariante, bei der die abwärts gerichtete Luftströmung von der Filterdecke in der Förderrichtung angewinkelt ist, ohne dass eine zusätzliche Luftströmung zur Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels erzeugt wird.

5

10 Vorzugsweise wird die abwärts gerichtete Luftströmung jedoch unter Umgehung der Filterdecke erzeugt, so dass die maximal erreichbare Strömungsgeschwindigkeit nicht durch den Strömungswiderstand des Filters in der Filterdecke begrenzt wird.

15 Alternativ oder zusätzlich wird die abwärts gerichtete Luftströmung von einer zusätzlichen Strömungsvorrichtung erzeugt, beispielsweise von einem beweglichen Manipulator.

In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die separate Luftströmung zur Entfernung des Beschichtungsmittelnebels von einem beweglichen Manipulator mit mehreren Bewegungsachsen erzeugt, der in dem Kabineninnenraum beweglich angeordnet ist. Vorzugsweise handelt es sich bei diesem Manipulator zum Entfernen des störenden Beschichtungsmittelnebels um einen mehrachsigen Roboter mit einer seriellen oder parallelen Roboterkinematik.

20

25

In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel weist der bewegliche Manipulator eine einzige Bewegungsachse auf.

30

In einer bevorzugten Erfindungsvariante entfernt dieser Manipulator den störenden Beschichtungsmittelnebel dadurch aus dem Kabineninnenraum, dass er Luft in den Kabineninnenraum einbläst, wobei die eingeblasene Luft auf den störenden Be-

schichtungsmittelnebel trifft und diesen aus dem Kabineninnenraum entfernt oder zumindest die Entfernung des Beschichtungsmittelnebels beschleunigt.

5 In einer anderen, ebenfalls möglichen Erfindungsvariante entfernt der Manipulator den störenden Beschichtungsmittelnebel dagegen dadurch aus dem Kabineninnenraum, dass er den Beschichtungsmittelnebel absaugt.

10 Der Manipulator zum Entfernen des störenden Beschichtungsmittelnebels kann im Rahmen der Erfindung ortsfest innerhalb der Beschichtungskabine angeordnet sein.

Es besteht jedoch alternativ auch die Möglichkeit, dass der
15 Manipulator zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels an einer Verfahrschiene entlang der Förderrichtung verfahrbar ist. Dies bietet vorteilhaft die Möglichkeit, dass der Manipulator zum Entfernen des störenden Beschichtungsmittelnebels beim Ausfördern eines Bauteils aus der Beschichtungskabine
20 dem ausgeförderten Bauteil nachgeführt wird, um den beim Ausfördern des Bauteils aus dem Innenraum des Bauteils austretenden Beschichtungsmittelnebel möglichst schnell zu entfernen.

25 Hinsichtlich der Montage des Manipulators zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels bestehen im Rahmen der Erfindung verschiedene Möglichkeiten.

Beispielsweise kann der Manipulator an einer Decke der Beschichtungskabine hängend montiert werden und dann den Luftstrom zum Entfernen des störenden Beschichtungsmittelnebels nach unten in die Beschichtungskabine abgeben. Diese hängende
30 Montage des Manipulators an der Decke der Beschichtungskabine ist auch vorteilhaft, weil der Manipulator dann selbst wenig

verschmutzungsanfällig ist, da der störende Beschichtungsmittelnebel in Deckennähe kaum oder nur in geringer Dichte auftritt.

5 Alternativ besteht die Möglichkeit, dass der Manipulator zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels seitlich an der Beschichtungskabine montiert ist und zwar wahlweise auf dem Kabinenboden stehend oder an den Seitenwänden hängend.

10 Auch hinsichtlich des Typs des Manipulators zum Entfernen des Beschichtungsmittels bestehen verschiedene Möglichkeiten.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung handelt es sich bei dem Manipulator um einen Knickarmroboter mit einer seriellen Roboterkinematik und mehreren nicht parallelen Schwenkachsen, wobei derartige Knickarmroboter aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt sind und bei herkömmlichen Lackieranlagen beispielsweise auch als Applikationsroboter oder Handhabungsroboter (z. B. Haubenöffner, Türöffner) verwendet werden.

Alternativ besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass es sich bei dem Manipulator zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels um einen sogenannten SCARA-Roboter (SCARA: Selective Compliance Assembly Robot Arm) handelt, wobei derartige SCARA-Roboter aus dem Stand der Technik an sich bekannt sind und beispielsweise in Lackieranlagen zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen als Türöffner eingesetzt werden. Ein Merkmal derartiger SCARA-Roboter besteht darin, dass die Schwenkachsen der verschiedenen Roboterglieder parallel zueinander ausgerichtet sind und typischerweise senkrecht verlaufen.

Theoretisch besteht im Rahmen der Erfindung natürlich auch die Möglichkeit, dass es sich bei dem Manipulator zum Entfernen des störenden Beschichtungsmittels um einen Roboter mit einer Parallelkinematik handelt.

5

In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung handelt es sich jedoch bei dem Manipulator zum Entfernen des störenden Beschichtungsmittels um einen mehrachsigen Applikationsroboter, der auch das Applikationsgerät (z. B. Rotationszerstäuber) zum Applizieren des Beschichtungsmittels führt. Der Applikationsroboter hat hierbei also mehrere Funktionen. Zum einen führt der Applikationsroboter das Applikationsgerät (z. B. Rotationszerstäuber) über die Bauteiloberfläche der zu beschichtenden Bauteile, um Beschichtungsmittel (z. B. Lack) zu applizieren. Zum anderen dient der Applikationsroboter hierbei aber auch zum Entfernen des störenden Beschichtungsmittelnebels aus dem Kabineninnenraum der Beschichtungskabine.

Beispielsweise kann das Applikationsgerät hierzu Lenkluft ausblasen, die normalerweise zur Formung des Sprühstrahls verwendet wird und dann gezielt eingesetzt wird, um den störenden Beschichtungsmittelnebel aus der Beschichtungskabine zu entfernen. Im normalen Applikationsbetrieb wird die Lenkluft also eingesetzt, um den Sprühstrahl zu formen. Darüber hinaus kann die Lenkluft aber auch eingesetzt werden, um den störenden Beschichtungsmittelnebel wegzublasen und dadurch zu entfernen, wobei in dieser Betriebsweise natürlich keine Applikation von Beschichtungsmittel erfolgt.

Alternativ besteht die Möglichkeit, dass der Applikationsroboter zusätzlich zu der oder den Lenkluftdüsen oder anstelle davon eine separate Luftdüse aufweist, die nur zur Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels dient.

Weiterhin besteht im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, dass der Manipulator zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels ein Handhabungsroboter ist, beispielsweise ein Türöffner oder ein Haubenöffner, der in einer Lackieranlage zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen eingesetzt wird, um
5 Türen bzw. Motorhauben oder Kofferraumdeckel für eine anschließende Innenlackierung zu öffnen.

Schließlich besteht natürlich auch die Möglichkeit, dass der
10 Manipulator zum Entfernen des störenden Beschichtungsmittelnebels ausschließlich für diesen Zweck vorgesehen ist und weder zur Applikation des Beschichtungsmittels noch zum Handhaben der zu beschichtenden Bauteile dient, was eine Optimierung der Konstruktion des Manipulators auf den Zweck der Ent-
15 fernung des Beschichtungsmittelnebels ermöglicht.

Es wurde bereits vorstehen erwähnt, dass der störende Beschichtungsmittelnebel dadurch aus dem Kabineninnenraum entfernt werden kann, dass von dem Manipulator Luft eingeblasen
20 werden kann, wozu der Manipulator (z. B. Applikationsroboter, Handhabungsroboter oder separater Roboter) eine Lufterdüse führen kann. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist der Manipulator einen proximalen Roboterarm und einen relativ dazu schwenkbaren distalen Roboterarm auf, wo-
25 bei die Lufterdüse zur Entfernung des Beschichtungsmittelnebels an dem proximalen Roboterarm und/oder an dem distalen Roboterarm angebracht sein kann. Vorzugsweise befindet sich die Lufterdüse zur Entfernung des Beschichtungsmittelnebels jedoch an dem distalen Roboterarm.

30

Zur Erreichung einer möglichst guten Reinigungswirkung bei der Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels sind vorzugsweise zahlreiche Lufterdüsen vorgesehen, die in Form einer Düsenleiste in einer Linie hintereinander angeordnet sein

können. Vorzugsweise ist diese Düsenleiste an dem distalen Roboterarm angeordnet und erstreckt sich entlang der Längsrichtung des distalen Roboterarms. Es besteht jedoch alternativ auch die Möglichkeit, dass die Düsenleiste am Ende des Manipulators angeordnet ist und immer rechtwinklig zur Förderrichtung und horizontal ausgerichtet ist.

Es wurde bereits eingangs erwähnt, dass beim Ausfördern der beschichteten Bauteile aus der Beschichtungskabine Beschichtungsmittelnebel aus dem Innenraum des beschichteten Bauteils austreten kann, was zu einer Beeinträchtigung des nachfolgenden Beschichtungsvorgangs führen kann. Dieser störende Beschichtungsmittelnebel befindet sich dann zunächst im Bereich der Beschichtungsposition innerhalb der Beschichtungskabine, d. h. in dem Bereich, in dem das Bauteil zuvor beschichtet wurde. Im Bereich des Kabineneingangs befindet sich dagegen kaum störender Beschichtungsmittelnebel, sodass das nächste Bauteil in diesem Bereich nahe dem Kabineneingang bereits beschichtet werden kann, wenn der Kabineninnenraum im Bereich der endgültigen Beschichtungsposition noch von dem störenden Beschichtungsmittelnebel verunreinigt ist.

In einer Variante der Erfindung ist deshalb vorgesehen, dass die zu beschichtenden Bauteile beim Einfördern in die Beschichtungskabine nicht gleich zu ihrer endgültigen Beschichtungsposition gefördert werden, sondern zunächst zu einer Vorposition, die in der Förderrichtung stromaufwärts vor der endgültigen Beschichtungsposition liegt. Beispielsweise können die zu lackierenden Kraftfahrzeugkarosseriebauteile in der Vorposition mit ihrem Frontbereich in die Lackierkabine hineinragen, sodass der Frontbereich (z. B. Motorhaube, vordere Kotflügel) in dieser Vorposition lackiert werden kann, während der störende Beschichtungsmittelnebel an der endgültigen Beschichtungsposition innerhalb der Lackierkabine noch

entfernt wird. Die Bauteile werden dann anschließend von der Vorposition in die endgültige Beschichtungsposition gefördert, wenn der Beschichtungsmittelnebel im Bereich der endgültigen Beschichtungsposition entfernt ist und das Bauteil an der Vorposition im Frontbereich beschichtet worden ist. 5
Anschließend werden dann in der endgültigen Beschichtungsposition auch die restlichen Oberflächenbereiche (z. B. Kofferraumdeckel, Dach, Türen, hintere Kotflügel) außerhalb des Frontbereichs beschichtet.

10

Es wurde bereits vorstehend erwähnt, dass beim Ausfördern eines Bauteils aus der Beschichtungskabine Beschichtungsmittelnebel aus dem Bauteil austreten oder von dem ausgeförderten Bauteil aufgewirbelt werden kann, wodurch die Entfernung des Beschichtungsmittelnebels aus dem Kabineninnenraum erschwert wird. Die Rahmen der Erfindung vorgesehene Entfernung des Beschichtungsmittelnebels wird deshalb vorzugsweise auf einen Reinigungsbereich räumlich konzentriert, wobei der Reinigungsbereich nicht den gesamten Kabineninnenraum umfasst, 20
sondern auf den Bereich des ausgeförderten Bauteils beschränkt ist, wo der störende Beschichtungsmittelnebel aus dem Bauteil austritt und störende Luftwirbel erzeugt werden. Beispielsweise kann der Reinigungsbereich auch auf denjenigen Bereich des Kabineninnenraums beschränkt sein, der bezüglich 25
der Förderrichtung geringfügig hinter dem Bauteil liegt, da der störende Beschichtungsmittelnebel beim Ausfördern eines Bauteils nach hinten aus dem Bauteil austritt, so dass dieser Beschichtungsmittelnebel auch dort entfernt werden muss. Hierbei besteht die Möglichkeit, dass der Reinigungsbereich 30
beim Ausfördern des Bauteils synchron mit dem ausgeförderten Bauteil mitbewegt wird, um die Entfernung des austretenden Beschichtungsmittelnebels zu optimieren. Die erfindungsgemäße Beschichtungsanlage weist deshalb vorzugsweise eine Steuerungseinrichtung auf, welche die Bewegungen der Fördereinrichtung

und des Reinigungsbereichs miteinander synchronisiert. Die Steuereinrichtung steuert also vorzugsweise auch die Bewegung des Manipulators, der den störenden Beschichtungsmittelnebel entfernt.

5

Besonders vorteilhaft ist die Erfindung, wenn die zu beschichtenden Bauteile im Stop-and-go-Betrieb durch die Beschichtungskabine gefördert werden, da die Bauteile dann beim Einfördern bzw. Ausfördern aus der Beschichtungskabine beschleunigt bzw. abgebremst werden, wodurch Luftverwirbelungen entstehen, die eine Entfernung des Beschichtungsmittelnebels durch die abwärts gerichtete Luftströmung von einer herkömmlichen Filterdecke erschweren. Die Erfindung ermöglicht hierbei im Zusammenwirken mit einer entsprechend schnellen Fördertechnik eine Förderzeit von weniger als 13 Sekunden, 11 Sekunden oder weniger als 9 Sekunden, wobei die Förderzeit im Stop-and-go-Betrieb die Zeitspanne von einem Stillstand eines Bauteils zum nächsten Stillstand desselben Bauteils ist.

20

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die zu beschichtenden Bauteile beim Ausfördern aus der Beschichtungskabine zunächst mit einer relativ geringen Beschleunigung beschleunigt werden, wofür dann zur Kompensation die Verzögerung beim Abbremsen größer ist. Die relativ geringe Beschleunigung beim Ausfördern ist vorteilhaft, weil dann weniger störende Luftwirbel erzeugt werden, die den störenden Beschichtungsmittelnebel länger im Kabineninnenraum halten. Darüber hinaus ist die relativ langsame Beschleunigung beim Ausfördern aus der Beschichtungskabine aber auch vorteilhaft, weil der im Innenraum des jeweiligen Bauteils befindliche Beschichtungsmittelnebel dann nicht oder zumindest nicht vollständig nach außen aus dem Bauteil austritt.

30

Weiterhin ist zu erwähnen, dass die Erfindung nicht nur Schutz beansprucht für ein erfindungsgemäßes Betriebsverfahren für eine Beschichtungsanlage. Vielmehr beansprucht die Erfindung auch Schutz für eine entsprechend ausgebildete Beschichtungsanlage, wobei die Einzelheiten des Betriebsverfahrens und der Beschichtungsanlage aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich ist.

10 Ferner ist zu erwähnen, dass die Erfindung hinsichtlich der zu beschichtenden Bauteil nicht beschränkt ist auf Kraftfahrzeugkarosseriebauteile. Vielmehr kann es sich bei den zu beschichtenden Bauteilen um beliebige Bauteile handeln, wie beispielsweise Rotorblätter von Windkraftanlagen oder Teile (z. B. Rotorblatthalbschalen) davon oder Flugzeugzeile (z. B. 15 Flügel, Leitwerksteile, Rumpfteile, etc.).

Darüber hinaus ist die Erfindung hinsichtlich des applizierten Beschichtungsmittels nicht beschränkt auf Lacke (z. B. Basislack, Klarlack) oder bestimmte Lacktypen (z. B. Nasslack, Pulverlack). Vielmehr kann es sich bei dem Beschichtungsmittel um ein beliebiges Beschichtungsmittel handeln, bei dessen Applikation ein störender Beschichtungsmittelnebel Overspray entsteht.

25 Es wurde bereits vorstehend erwähnt, dass der störende Beschichtungsmittelnebel („Overspray“) durch eine abwärts gerichtete Luftströmung aus dem Kabineninnenraum der Beschichtungskabine entfernt wird. Diese abwärts gerichtete Luftströmung kann beispielsweise auch durch eine Blasdüsenanordnung erzeugt werden, welche die Luftströmung durch mindestens eine 30 Blasdüse nach unten abgibt, um den störenden Beschichtungsmittelnebel nach unten wegzublasen. Diese Blasdüsenanordnung ist vorzugsweise über der Fördereinrichtung und auch über den zu beschichtenden Bauteilen angeordnet, beispielsweise an ei-

ner Kabinendecke oder an einem Portal, das den Förderweg überspannt. Die Blasdüsenanordnung erstreckt sich vorzugsweise quer zur Förderrichtung durch die Beschichtungskabine und ist vorzugsweise in der Förderrichtung beweglich. Dies bedeutet, dass die Blasdüsenanordnung in der Förderrichtung vor- und zurückbewegt werden kann. Der Antrieb der beweglichen Blasdüsenanordnung kann beispielsweise durch einen Seilantrieb erfolgen.

10 In einer Variante der Erfindung ist diese Blasdüsenanordnung um eine Drehachse quer zu der Förderrichtung schwenkbar. Hierbei sind die Blasdüsen vorzugsweise von der Drehachse beabstandet, so dass die Blasdüsen bei einer Schwenkbewegung der Blasdüsenanordnung eine bogenförmige Bewegung in einer
15 senkrechten Ebene parallel zur Förderrichtung ausführen. Hierbei sorgt die Blasdüsenanordnung vorzugsweise dafür, dass die Blasdüsen bei einer Schwenkbewegung in einer konstanten Winkelausrichtung relativ zur Senkrechten gehalten werden. Vorzugsweise bleiben die Blasdüsen also senkrecht nach unten
20 ausgerichtet, so dass die Luftströmung senkrecht nach unten abgegeben wird. Beispielsweise kann die Blasdüsenanordnung einen schwenkbaren Rahmen aufweisen, der um die vorstehend erwähnte Drehachse schwenkbar ist. Hierbei verläuft die Drehachse vorzugsweise durch eine Rahmenkante, während die Blasdüsen an der gegenüberliegenden Rahmenkante angebracht sind.
25

Alternativ besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass die Blasdüsenanordnung eine lineare Verfahrachse aufweist, die parallel zur Förderrichtung verläuft, so dass die Blasdüsen
30 entlang der Förderrichtung verfahrbar sind. Auch hierbei kann zum Antrieb der Blasdüsenanordnung ein Seilantrieb vorgesehen sein.

Die Blasdüsen können also wahlweise eine Schwenkbewegung oder eine Linearbewegung ausführen. Es ist jedoch im Rahmen der Erfindung auch möglich, dass die Blasdüsen eine kombinierte Bewegung ausführen, die aus einer Schwenkbewegung und einer überlagerten Linearbewegung besteht.

Ferner sieht die Erfindung vorzugsweise auch eine Steuereinheit vor, welche die abwärts gerichtete Luftströmung steuert, wobei insbesondere die Strömungsgeschwindigkeit, der Mengestrom (z. B. Volumenstrom) und/oder die Strömungsrichtung gesteuert werden kann.

Beispielsweise kann die Steuereinheit die Luftströmung während eines Lackiervorgangs abschalten oder zumindest abschwächen. Während der Lackierpausen kann die Steuereinheit die Luftströmung dann einschalten oder verstärken.

Hierbei kann auch unterschieden werden zwischen der abwärts gerichteten Luftströmung aus der Filterdecke (Plenum) und der abwärts gerichteten Luftströmung, die zusätzlich dazu erzeugt wird. Die abwärts gerichtete Luftströmung aus der Filterdecke kann dann auch während eines Lackiervorgangs eingeschaltet bleiben, wohingegen die zusätzliche Luftströmung dann abgeschaltet oder zumindest abgeschwächt wird. In den Lackierpausen können dann sowohl die abwärts gerichtete Luftströmung aus der Filterdecke als auch die zusätzliche Luftströmung unvermindert eingeschaltet werden.

Darüber hinaus sollte vorzugsweise darauf geachtet werden, dass durch die abwärts gerichtete Luftströmung keine unerwünschten Luftströmungen in der Lackierkabine entstehen und nicht zu viel Luft in die Lackierkabine eingebracht wird. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in einer Lackierpause in der Regel die abwärts gerichtete Luftströmung erzeugt wird,

die den Zweck hat, den störenden Beschichtungsmittelnebel ("Overspray") aus der Lackierkabine zu entfernen. Während eines Lackiervorgangs ist diese Luftströmung in der Regel abgeschaltet. Stattdessen wird dann über die Filterdecke Luft in die Lackierkabine eingebracht sowie über die Zerstäuberluft (z. B. Antriebsluft, Bremsluft, Lenkluft und Lagerluft), die von dem Zerstäuber abgegeben wird. Die abwärts gerichtete Luftströmung wird deshalb in den Lackierpausen von der Steuereinheit vorzugsweise so gesteuert, dass in den Lackierpausen jeweils die gleiche Luftmenge in die Lackierkabine eingebracht wird wie während eines Lackiervorgangs.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass verschiedene Luftströmungen in die Lackierkabine eingebracht werden können, nämlich zum einen die Luftströmung aus der herkömmlichen Filterdecke und zum anderen die Luftströmung aus einer zusätzlichen Düsenanordnung. Die Luftströmung aus der zusätzlichen Düsenanordnung ist hierbei vorzugsweise steuerbar und wird vorzugsweise nur in Lackierpausen eingeschaltet. Die zusätzliche Düsenanordnung wird dabei vorzugsweise aus der Luftversorgung der Filterdecke abgezweigt. Dies hat zur Folge, dass eine Druckluftabgabe aus der zusätzlichen Düsenanordnung zu einer entsprechend verminderten Druckluftabgabe aus der Filterdecke führt. Im Ergebnis wird die Gesamtluftbilanz also nicht verändert, d. h. die in die Lackierkabine eingebrachte Luftmenge bleibt wenigstens annähernd gleich, wodurch unerwünschte Luftströmungen in der Lackierkabine reduziert oder ganz vermieden werden.

Darüber hinaus sieht die Erfindung vorzugsweise vor, dass mindestens 70% der gesamten Sinkluft (d. h. der abwärts gerichteten Luftströmung) zwischen zwei aufeinander folgenden Karosserien (d. h. zwischen dem Heck der führenden Karosserie und der Front der folgenden Karosserie) in die Lackierkabine

eingebraucht werden sollte. Dies ist sinnvoll, damit die folgende Karosserie nicht durch den verbliebenen Beschichtungsmittelnebel ("Overspray") der vorangegangenen Karosserie kontaminiert wird.

5

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

10

Figur 1 eine vereinfachte Perspektivansicht einer Lackieranlage mit einem zusätzlichen Roboter zur Entfernung von störendem Beschichtungsmittelnebel ("Overspray"),

15

Figur 2A eine vereinfachte Perspektivansicht eines anderen Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Lackierkabine mit einem modifizierten Handhabungsroboter zur Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels,

20

Figur 2B eine perspektivische Großansicht des modifizierten Handhabungsroboters,

25

Figur 3 eine vereinfachte Perspektivansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Lackierkabine mit einem SCARA-Roboter zur Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels,

30

Figur 4 eine vereinfachte Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Lackierkabine, wobei ein herkömmlicher Applikationsroboter Lenkluft appli-

ziert, um den störenden Beschichtungsmittelnebel zu entfernen,

- Figur 5 ein Flussdiagramm zur Verdeutlichung einer Variante des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens,
- Figuren 6A-6C verschiedene Stadien des Einförderns bzw. Ausförderns der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile bei dem Betriebsverfahren gemäß Figur 5,
- Figur 7 ein Diagramm zur Verdeutlichung der unterschiedlichen Beschleunigungen beim Einfördern bzw. Ausfördern aus der Lackierkabine,
- Figuren 8A-8C verschiedene Stadien des Ausförderns einer Kraftfahrzeugkarosserie aus der Lackierkabine,
- Figur 9 eine schematische Darstellung einer Lackierkabine mit einer Filterdecke, die eine abwärts gerichtete Luftströmung in die Lackierkabine abgibt, wobei die Luftströmung in Förderrichtung angewinkelt ist,
- Figuren 10A und 10B zwei Perspektivansichten einer Blasdüsenanordnung mit einem schwenkbaren Rahmen, wobei die Blasdüsenanordnung in der Lackierkabine eine Luftströmung nach unten abgibt, um den Overspray zu entfernen, sowie
- Figuren 11A und 11B eine Perspektivansicht einer Abwandlung der Blasdüsenanordnung gemäß den Figuren 10A und 10B, wobei die Blasdüsenanordnung linear verfahrbar ist.

Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Lackierkabine 1 in einer Lackieranlage zur Lackierung von Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen 2, wobei die Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 von einer herkömmlichen Fördereinrichtung 3 auf Transportgestellen 4 („Skids“) durch die Lackierkabine 1 gefördert werden.

Die Lackierung der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 in der Lackierkabine 1 erfolgt durch mehrachsige Applikationsroboter, die herkömmlich ausgebildet sein können und zur Vereinfachung nicht dargestellt sind.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass die Lackierkabine 1 eine herkömmliche Filterdecke aufweist, die im Kabineninnenraum der Lackierkabine 1 eine weitgehend laminare, abwärts gerichtete Luftströmung erzeugt, um überschüssigen Beschichtungsmittelnebel („Overspray“) in dem Kabinenraum nach unten zu drücken und dann durch den als Gitterrost ausgebildeten Kabinenboden in eine Auswaschung zu fördern, wobei die Filterdecke und die Auswaschung herkömmlich ausgebildet sein können und deshalb ebenfalls nicht dargestellt sind.

Die Fördereinrichtung 3 fördert die Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 im Stop-and-go-Betrieb durch die Lackierkabine 1. Dies bedeutet, dass die Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 in der in der Zeichnung dargestellten Beschichtungsposition stillstehen und somit beim Einfördern abgebremst und beim Ausfördern beschleunigt werden. Die Beschleunigung der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 beim Ausfördern aus der Lackierkabine 1 ist in zweierlei Hinsicht problematisch.

Zum einen erzeugt die Lackierung der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 auch in deren Innenraum einen überschüssigen Be-

schichtungsmittelnebel und zwar insbesondere dann, wenn Innenflächen der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 lackiert werden. Dieser Beschichtungsmittelnebel im Innenraum der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 wird von dem Dach der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 vor der von der Filterdecke erzeugten abwärts gerichteten Luftströmung abgeschirmt und verbleibt deshalb relativ lange im Innenraum der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2. Beim Ausfordern der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 aus der Lackierkabine tritt dieser Beschichtungsmittelnebel dann vorrangig nach hinten durch die Heckklappe aus dem Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 in den Innenraum der Lackierkabine aus, was zu einer Beeinträchtigung des nächsten Lackiervorgangs führen kann.

Zum anderen erzeugt das relativ abrupte Beschleunigen der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 beim Ausfordern aus der Lackierkabine Luftwirbel im Kabineninnenraum, wodurch sich der überschüssige Beschichtungsmittelnebel im Kabinenraum länger halten kann.

Zum Entfernen des überschüssigen Beschichtungsmittelnebels aus dem Kabineninnenraum der Lackierkabine 1 ist deshalb in diesem Ausführungsbeispiel zusätzlich ein Manipulator 5 vorgesehen, der an einer Verfahrschiene 6 an der Kabinendecke verfahrbar ist und zwar parallel zu der Fördereinrichtung 3, d. h. in der durch einen Doppelpfeil gekennzeichneten X-Richtung.

Der Manipulator 5 trägt an seinem unteren Ende eine Düsenleiste 7, die horizontal und rechtwinklig zu der Fördereinrichtung 3 ausgerichtet ist. Die Düsenleiste 7 weist über ihre Länge verteilt zahlreiche Luftdüsen auf, die einen Luftstrahl 8 abgeben, um den Beschichtungsmittelnebel möglichst

schnell aus dem Kabineninnenraum der Lackierkabine 1 zu entfernen.

Der Manipulator 5 ermöglicht hierbei eine Anhebung bzw. Absenkung der Düsenleiste 7 in senkrechter Richtung, d. h. in der durch einen Doppelpfeil gekennzeichneten Z-Richtung.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass die Austrittsrichtung des Luftstrahls 8 gegenüber der Senkrechten um einen Winkel $\alpha=15^\circ-45^\circ$ in der Förderrichtung der Fördereinrichtung 3 angewinkelt ist. Der Luftstrahl 8 bläst den aus der Heckklappe des ausgeförderten Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 austretenden überschüssigen Beschichtungsmittelnebel also nach schräg vorne unten weg, wodurch die Entfernung des Beschichtungsmittelnebels aus dem Kabineninnenraum der Lackierkabine 1 beschleunigt werden kann.

Beim Ausfördern des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 aus der Lackierkabine 1 wird der Manipulator 5 mit der Düsenleiste 7 entlang der Verfahrachse 6 an der Kabinendecke verfahren, so dass der Abstand zwischen der Düsenleiste 7 und der Heckklappe des ausgeförderten Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 beim Ausfördern im Wesentlichen konstant bleibt. Der Manipulator 5 weist also einen bestimmten Reinigungsbereich auf, der in der Förderrichtung vor dem Manipulator 5 liegt und in dem der überschüssige Beschichtungsmittelnebel besonders effektiv entfernt wird. Die Bewegung des Manipulators 5 beim Ausfördern des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 ist hierbei mit der Bewegung des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 synchronisiert, sodass sich der Reinigungsbereich des Manipulators 5 immer kurz hinter der Heckklappe des ausgeförderten Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 befindet, was zu einer effektiven Reinigung beiträgt.

Die Figuren 2A und 2B zeigen eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 1, sodass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Einzelheiten dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass der Manipulator 5 zur Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels aus dem Innenraum der Lackierkabine 1 ein Handhabungsroboter ist, wobei die Verfahrschiene 6 zum Verfahren des Manipulators 5 am Kabinenboden seitlich neben der Fördereinrichtung 3 angeordnet ist.

Der Manipulator 5 ist hierbei als mehrachsiger Knickarmroboter ausgebildet und weist eine Roboterbasis 9, ein drehbares Roboterglied 10, einen proximalen Roboterarm 11, einen distalen Roboterarm 12, eine Roboterhandachse 13 und ein Handhabungswerkzeug 14 auf. An sich ist der Aufbau des Manipulators 5 als Handhabungsroboter aus dem Stand der Technik bekannt und muss deshalb nicht näher beschrieben werden. Der Manipulator 5 ist hierbei jedoch durch eine Düsenleiste 15 modifiziert, die an dem distalen Roboterarm 12 angebracht ist und sich in Längsrichtung des distalen Roboterarms 12 erstreckt. Die Düsenleiste 15 weist mehrere Luftdüsen 16 auf, die entlang der Länge der Düsenleiste 15 äquidistant verteilt angeordnet sind. Die einzelnen Luftdüsen 16 können jeweils einen Luftstrahl 8 abgeben, der zur Veranschaulichung als Pfeil dargestellt ist. Bei der Entfernung des störenden Beschichtungsmittels wird der proximale Roboterarm 12 mit der Düsenleiste 15 im Wesentlichen horizontal und rechtwinklig zu der Fördereinrichtung 3 ausgerichtet und hinter der Heckklappe des auszufördernden Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 angeordnet. Die einzelnen Luftdüsen 16 geben dann den Luftstrahl 8 schräg nach vorne unten ab, wodurch der aus der Heckklappe

des auszufördernden Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 austretende Beschichtungsmittelnebel nach unten weggedrückt wird, was zu einer schnellen Entfernung des Beschichtungsmittelnebels aus dem Kabineninnenraum der Lackierkabine 1 beiträgt.

5

Beim Ausfördern des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 aus dem Kabineninnenraum der Lackierkabine 1 wird der Manipulator 5 dann auf der Verfahrschiene 6 synchron zu dem Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 mit bewegt, was zu einer guten Reinigungswirkung beiträgt.

10

Figur 3 zeigt eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß den Figuren 2A und 2B, sodass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Einzelheiten dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

15

Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass der Manipulator 5 als SCARA-Roboter (SCARA: Selective Compliance Assembly Robot Arm) ausgebildet ist.

20

Figur 4 zeigt eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß den Figuren 2A und 2B, sodass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Einzelheiten dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

25

Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass der Manipulator 5 zum Entfernen des störenden Beschichtungsmittelnebels ein Applikationsroboter ist, der als Applikationsgerät einen Rotationszerstäuber 17 mit einem Lenkluft-ring führt.

30

Bei der Lackapplikation gibt der Rotationszerstäuber 17 dann einen Sprühstrahl des zu applizierenden Lacks ab, wobei der Lenkluftring Lenkluft abgibt, um den Sprühstrahl des Beschichtungsmittels zu formen.

5

Zur Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels wird der Sprühstrahl des Lacks dann abgeschaltet und der Rotationszerstäuber 17 gibt über seine Lenkluftdüsen nur noch Lenkluft ab, um den störenden Sprühstrahlnebel wegzudrücken.

10

Figur 5 zeigt ein Flussdiagramm eine Variante des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens, wobei die Figuren 6A bis 6C verschiedene Stadien während des Betriebsverfahrens zeigen.

15 In den Figuren 6A-6C sind Sprühstrahlen des Beschichtungsmittels mit durchgezogenen Linien dargestellt, während Luftstrahlen zur Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels als gepunktete Linie gezeichnet sind.

20 Figur 6A zeigt zunächst einen Ausgangszustand, in dem sich das Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 in der Lackierkabine 1 befindet und dort von mehreren Rotationszerstäubern 17-19 mit Lack beschichtet wird. Die Rotationszerstäuber 17-19 werden hierbei in üblicher Weise von mehrachsigen Applikationsrobo-
25 tern geführt, wobei die Applikationsroboter zur Vereinfachung nicht dargestellt sind. Hierbei befindet sich das Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 in einer endgültigen Beschichtungsposition, in der das Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 vollständig beschichtet werden kann. Vor der Lackierkabine 1 wartet
30 dann bereits das nächste Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 20, das anschließend lackiert werden soll.

In einem Schritt S1 wird dann das Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 aus der Lackierkabine 1 ausgefördert, bis sich das

Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 in Förderrichtung hinter der Lackierkabine 1 befindet, wie in Figur 6B dargestellt ist.

In einem Schritt S2 wird dann das nächste Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 20 in die Lackierkabine 1 eingefördert. Allerdings wird das Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 20 zunächst nicht bis zu der endgültigen Beschichtungsposition in der Mitte der Lackierkabine 1 eingefördert, sondern nur zu einer Vorposition, die in Figur 6B dargestellt ist.

10

In der Vorposition des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 20 wird dann in einem Schritt S3 zunächst ein Frontbereich (z. B. Motorhaube, vordere Kotflügel) des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 20 lackiert, wozu der Rotationszerstäuber 17 eingesetzt wird.

15

Die anderen beiden Rotationszerstäuber 18, 19 applizieren dann keinen Lack, sondern nur Druckluft über die Lenkluftdüsen, um in einem Schritt S4 einen störenden Beschichtungsmittelnebel 21 aus der Lackierkabine 1 zu entfernen.

20

Nach der Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels 21 wird das Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 20 dann in einem Schritt S5 von der Vorposition gemäß Figur 6B in die endgültige Lackierposition gemäß Figur 6C gefördert.

25

In dieser endgültigen Lackierposition wird dann in einem Schritt S6 die Bauteiloberfläche des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 20 in den restlichen Oberflächenbereichen (z. B. Kofferraumdeckel, Dach, Türen, hintere Kotflügel) lackiert, wozu alle Rotationszerstäuber 17-19 eingesetzt werden können.

30

Figur 7 zeigt ein Diagramm zur Verdeutlichung der Beschleunigung der Kraftfahrzeugkarosseriebauteile 2 von der Lackierka-

bine 1 zur unmittelbar folgenden Lackierkabine 22. Zwischen einem Stillstandspunkt 23 in der Lackierkabine 1 und dem nächsten Stillstandspunkt 24 in der Lackierkabine 22 wird das Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 zunächst entlang einer Beschleunigungsrampe 25 mit einer Beschleunigung a1 beschleunigt und anschließend entlang einer Verzögerungsrampe 26 mit einer Verzögerung a2 verzögert.

Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass die Beschleunigung a1 auf der Beschleunigungsrampe 25 wesentlich geringer ist als die Verzögerung a2 auf der Verzögerungsrampe. Die relativ kleine Beschleunigung a1 ist vorteilhaft, weil dann beim Ausfördern des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 aus der Lackierkabine 1 weniger Luftverwirbelungen auftreten, sodass sich der störende Beschichtungsmittelnebel dann schneller absetzt bzw. entfernt wird.

Die Figuren 8A-8C zeigen verschiedene Stadien beim Ausfördern des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 aus der Lackierkabine 1, wobei ein Reinigungsbereich 27 gestrichelt dargestellt ist. Der Reinigungsbereich 27 ist hierbei der Bereich innerhalb der Lackierkabine 1, in dem die erfindungsgemäße Luftströmung zu einer raschen Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels führt. Aus den Zeichnungen ist ersichtlich, dass der Reinigungsbereich 27 beim Ausfördern des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 aus der Lackierkabine 1 synchron mit dem ausgeförderten Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 mitbewegt wird. Dies ist vorteilhaft, weil beim Ausfördern des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 aus der Lackierkabine 1 der störende Beschichtungsmittelnebel kurz hinter dem Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 besonders intensiv ist, da dort der Beschichtungsmittelnebel aus dem Heckfenster des Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 austreten kann.

Figur 9 zeigt eine Abwandlung einer erfindungsgemäße Lackierkabine 1, die teilweise mit den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen übereinstimmt, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Einzelheiten dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

Hierbei ist auch eine Filterdecke 28 gezeigt, die weitgehend herkömmlich ausgebildet sein kann und einen abwärts gerichteten Luftstrom in die Lackierkabine 1 abgibt, um den störenden Beschichtungsmittelnebel ("Overspray") nach unten zu drücken.

Die Filterdecke 28 weist hierbei ein Düsenelement 29 auf, das bezüglich der Förderrichtung im hinteren Teil der Lackierkabine 1 angeordnet ist und den Luftstrom schräg nach vorne unten abgibt. Der aus dem Düsenelement 29 austretende Luftstrom ist also nicht exakt vertikal nach unten ausgerichtet, sondern in der Förderrichtung geneigt, beispielsweise mit einem Winkel von 45° zur Vertikalen. Der störende Beschichtungsmittelnebel ("Overspray") wird dadurch nicht nur nach unten gedrückt, sondern auch vom Einlauf der Lackierkabine 1 weggeblasen. Dadurch wird verhindert, dass das nächste Kraftfahrzeugkarosseriebauteil 2 von dem störenden Beschichtungsmittelnebel ("Overspray") des vorangegangenen Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 verunreinigt wird.

Darüber hinaus ist am einlaufseitigen Ende der Lackierkabine 1 eine Blassäule 30 angeordnet, die einen Luftstrom in Förderrichtung in die Lackierkabine abgibt. Dadurch wird der störende Beschichtungsmittelnebel ("Overspray") ebenfalls vom Einlauf der Lackierkabine 1 weggeblasen, um eine Verunreinigung des nächsten Kraftfahrzeugkarosseriebauteils 2 zu vermeiden.

Die Blassäule 30 weist hierbei mehrere Luftdüsen in unterschiedlichen Höhen auf. Mit zunehmender Höhe der Luftdüsen sind die Luftdüsen dabei stärker nach unten angewinkelt und geben somit einen Luftstrom ab, der stärker nach unten ausgerichtet ist. So ist die unterste Luftdüse der Blassäule 30 nahezu exakt waagrecht ausgerichtet, während die oberen Luftdüsen stärker nach unten geneigt sind. Durch diese Neigung der oberen Luftdüsen wird die Entfernung des störenden Beschichtungsmittelnebels optimiert.

10

Die Figuren 10A und 10B zeigen verschiedene Bewegungszustände einer erfindungsgemäßen Blasdüsenanordnung 31, die in einer Lackierkabine eingesetzt werden kann, um eine abwärts gerichtete Luftströmung von oben nach unten in die Lackierkabine abzugeben, um den störenden Beschichtungsmittelnebel („Overspray“) nach unten wegzublasen. Die abwärts gerichtete Luftströmung ist hierbei in den Zeichnungen durch Pfeile angedeutet.

20 Die Blasdüsenanordnung 31 weist einen schwenkbaren Rahmen 32 auf, der um eine Drehachse 33 schwenkbar ist, wobei die Drehachse 33 durch eine Rahmenkante des Rahmens 32 verläuft.

25 An der gegenüberliegenden Rahmenkante des Rahmens 32 ist eine schlitzförmige Blasdüse 34 angebracht, welche die abwärts gerichtete Luftströmung abgibt. Hierbei wird durch eine Hebelkonstruktion dafür gesorgt, dass die Blasdüse 34 unabhängig von der Bewegungsstellung des Rahmens 32 stets nach unten ausgerichtet ist.

30

Der Antrieb der Schwenkbewegung des Rahmens 32 erfolgt hierbei durch einen Seilantrieb, wobei der Seilantrieb vier Zugseile 35-38 und vier Rollen 39-42 aufweist.

Die von der Blasdüse 34 abgegebene Luftströmung drückt den Overspray in der Lackierkabine nach unten durch den Gitterboden der Lackierkabine, wie es bereits vorstehend ausführlich beschrieben wurde.

5

Die Figuren 11A und 11B zeigen eine Abwandlung der Blasdüsenanordnung 31 gemäß den Figuren 10A, 10B. Diese Abwandlung gemäß den Figuren 11A, 11B stimmt weitgehend mit der Blasdüsenanordnung 31 gemäß den Figuren 10A, 10B überein, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Einzelheiten dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass die Blasdüse 34 nicht schwenkbar, sondern linear verschiebbar ist und zwar parallel zu der Förderrichtung, wobei die Verschieberichtung der Blasdüse 34 in den Zeichnungen durch einen Doppelpfeil angedeutet ist. Auch hierbei erfolgt der Bewegungsantrieb der Blasdüse 34 durch einen Seilantrieb 43.

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen. Insbesondere beansprucht die Erfindung auch Schutz für den Gegenstand und die Merkmale der Unteransprüche unabhängig von den in Bezug genommenen Ansprüchen und insbesondere auch ohne die Merkmale des Hauptanspruchs bzw. der unabhängigen Patentansprüche.

* * * * *

Bezugszeichenliste:

- 1 Lackierkabine
- 2 Kraftfahrzeugkarosseriebauteil
- 3 Fördereinrichtung
- 4 Transportgestell ("Skid")
- 5 Manipulator
- 6 Verfahrachse des Manipulators
- 7 Düsenleiste des Manipulators
- 8 Luftstrahl
- α Winkel des Luftstrahls zur Senkrechten
- 9 Roboterbasis
- 10 Drehbares Roboterglied
- 11 Proximaler Roboterarm des Handhabungsroboters
- 12 Distaler Roboterarm des Handhabungsroboters
- 13 Roboterhandachse des Handhabungsroboters
- 14 Handhabungswerkzeug
- 15 Düsenleiste
- 16 Luftdüsen
- 17-19 Rotationszerstäuber
- 20 Kraftfahrzeugkarosseriebauteil
- 21 Beschichtungsmittelnebel
- 22 Lackierkabine
- 23 Stillstandspunkt
- 24 Stillstandspunkt
- 25 Beschleunigungsrampe
- 26 Verzögerungsrampe
- 27 Reinigungsbereich
- 28 Filterdecke
- 29 Düsenelement
- 30 Blassäule
- 31 Blasdüsenanordnung
- 32 Rahmen

33 Drehachse

32

34 Blasdüse

35-38 Zugseile

39-42 Rollen

 α Winkel zwischen dem Luftstrahl und der Senkrechten

a1 Beschleunigung beim Ausfördern aus der Lackierkabine

a2 Verzögerung beim Einfördern in die Lackierkabine

s Wegstrecke entlang der Fördereinrichtung

v Fördergeschwindigkeit

* * * * *

ANSPRÜCHE

5

1. Betriebsverfahren für eine Beschichtungsanlage, insbesondere für eine Lackieranlage, zur Beschichtung von Bauteilen (2), insbesondere Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen (2), mit den folgenden Schritten:

- 10 a) Fördern der zu beschichtenden Bauteile (2) mittels einer Fördereinrichtung (3) in einer Förderrichtung durch eine Beschichtungskabine (1),
- b) Beschichten der Bauteile (2) in der Beschichtungskabine (1) mit einem Beschichtungsmittel mittels eines Applikationsgeräts (17-19), das einen Sprühstrahl des Beschichtungsmittels appliziert, wobei sich ein Teil des applizierten Beschichtungsmittels auf den zu beschichtenden Bauteilen (2) ablagert, während ein anderer Teil des applizierten Beschichtungsmittels zunächst als
- 15 überschüssiger Beschichtungsmittelnebel (21) im Kabineninnenraum der Beschichtungskabine (1) schwebt,
- 20

gekennzeichnet durch folgenden Schritt:

- c) Entfernen des überschüssigen Beschichtungsmittelnebels (21) aus dem Kabineninnenraum durch
- 25 c1) eine zusätzliche Maßnahme zusätzlich zu der Entfernung des überschüssigen Beschichtungsmittelnebels durch eine senkrecht abwärts gerichtete Luftströmung, die von einer Filterdecke erzeugt wird, oder
- 30 c2) eine Maßnahme anstelle der Entfernung des überschüssigen Beschichtungsmittelnebels durch eine senkrecht abwärts gerichtete Luftströmung, die von einer Filterdecke erzeugt wird.

2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

- 5 a) dass zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) aus dem Kabineninnenraum eine abwärts gerichtete Luftströmung (8) in dem Kabineninnenraum erzeugt wird, die räumlich begrenzt ist und nicht den gesamten Kabineninnenraum umfasst, und/oder
- 10 b) dass die Luftströmung (8) in der Förderrichtung der zu beschichtenden Bauteile (2) angewinkelt ist, insbesondere mit einem Winkel von 15° - 45° zur Senkrechten, insbesondere mittels einer Filterdecke (28, 29), welche die angewinkelte Luftströmung abgibt, und/oder
- 15 c) dass die Luftströmung unter Umgehung der Filterdecke (28, 29) erzeugt wird, so dass die Luftströmung einen Filter der Filterdecke nicht passieren muss.

3. Betriebsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

- 20 a) dass die Luftströmung mittels einer Blasdüsenanordnung (31) erzeugt wird, welche die Luftströmung durch mindestens eine Blasdüse (34) nach unten abgibt, um den störenden Beschichtungsmittelnebel aus dem Kabineninnenraum nach unten wegzublasen, und/oder
- 25 b) dass die Blasdüsenanordnung (31) über der Fördereinrichtung angeordnet ist, insbesondere an einer Decke der Beschichtungskabine oder an einem Portal, und/oder
- c) dass sich die Blasdüsenanordnung (31) quer zur Förderrichtung durch die Beschichtungskabine erstreckt, und/oder
- 30 d) dass die Blasdüsenanordnung (31) in der Förderrichtung beweglich ist, und/oder
- e) dass zum Bewegen der Blasdüsenanordnung (31) ein Seiltrieb (35-42; 43) vorgesehen ist.

4. Betriebsverfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

a) dass die Blasdüsenanordnung (31) um eine Drehachse (33) quer zu der Förderrichtung geschwenkt wird, und/oder

5 b) dass die Blasdüse (34) von der Drehachse (33) beabstandet sind, so dass die Blasdüse (34) bei einer Schwenkbewegung der Blasdüsenanordnung (31) eine bogenförmige Bewegung ausführt, und/oder

10 c) dass die Blasdüsenanordnung (31) die Blasdüse (34) bei einer Schwenkbewegung in einer konstanten Winkelausrichtung relativ zur Senkrechten hält, insbesondere senkrecht nach unten, so dass die Blasdüse (34) die Luftströmung senkrecht nach unten abgibt, und/oder

15 d) dass die Blasdüsenanordnung (31) einen schwenkbaren Rahmen (32) aufweist, der um die Drehachse (33) geschwenkt wird, wobei die Drehachse (33) durch eine Rahmenkante verläuft, während die Blasdüse (34) an der gegenüberliegenden Rahmenkante angebracht ist.

20 5. Betriebsverfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blasdüsenanordnung (31) eine lineare Verfahrachse aufweist, die parallel zur Förderrichtung verläuft, so dass die Blasdüse (34) entlang der Förderrichtung verfahrbar ist.

25

6. Betriebsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** folgenden Schritt:

Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) aus dem Kabininnenraum mittels eines beweglichen Manipulators (5) mit mehreren Bewegungsachsen, insbesondere mittels eines mehrachsigen Roboters mit einer seriellen Kinematik.

30

7. Betriebsverfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

- a) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) ortsfest angeordnet ist, oder
- b) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) an einer Verfahrschiene (6) entlang der Förderrichtung verfahren wird.

8. Betriebsverfahren nach Anspruch 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet,

- a) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) Luft in den Kabineninnenraum einbläst, um den Beschichtungsmittelnebel (21) aus dem Kabineninnenraum zu entfernen, oder
- b) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) den Beschichtungsmittelnebel (21) aus dem Kabineninnenraum absaugt.

9. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

- a) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) an einer Decke der Beschichtungskabine (1) hängend montiert ist, oder
- b) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) seitlich an der Beschichtungskabine (1) montiert ist.

10. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

- a) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) ein SCARA-Roboter ist mit parallelen Schwenkachsen, oder
- b) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) ein Knickarmroboter ist mit nicht parallelen Schwenkachsen.

11. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,

- 5 a) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) ein mehrachsiger Applikationsroboter ist, der auch das Applikationsgerät (17-19) zum Applizieren des Beschichtungsmittels führt, oder
- b) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) ein Handhabungsroboter ist, insbesondere ein Türöffner oder ein Haubenöffner, oder
- 10 c) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) zusätzlich zu einem Applikationsroboter und/oder einem Handhabungsroboter vorgesehen und davon getrennt ist.

15 12. Betriebsverfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,

- a) dass das Applikationsgerät (17-19) zum Ausblasen von Lenkluft mindestens eine Lenkluftdüse aufweist, um den Sprühstrahl des Beschichtungsmittels zu formen, und
- 20 b) dass das Applikationsgerät (17-19) die Lenkluft ausbläst, um den Beschichtungsmittelnebel (21) aus dem Kabineninnenraum zu entfernen, und/oder
- c) dass der Applikationsroboter mindestens eine separate Luftdüse (16) zusätzlich zu oder anstelle von einer
- 25 Lenkluftdüse aufweist, um Luft zur Entfernung des Beschichtungsmittelnebels (21) auszublasen.

13. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,

- 30 a) dass der Manipulator (5) mindestens eine Luftdüse (16) führt, um Luft zur Entfernung des Beschichtungsmittelnebels (21) auszublasen,
- b) dass der Manipulator (5) einen proximalen Roboterarm (11) und einen distalen Roboterarm (12) aufweist, wobei

die Luftdüse (16) zur Entfernung des Beschichtungsmittelnebels (21) an dem proximalen Roboterarm (11) und/oder an dem distalen Roboterarm (12) angebracht ist, und/oder

- 5 c) dass der Manipulator (5) eine Düsenleiste (7; 15) mit mehreren Luftdüsen (16) aufweist, und/oder
- d) dass die Düsenleiste (7) im Wesentlichen waagrecht und quer zu der Förderrichtung ausgerichtet ist, und/oder
- e) dass die Düsenleiste (15) an dem proximalen Roboterarm
10 (11) und/oder an dem distalen Roboterarm (12) angeordnet ist.

14. Betriebsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

- 15 a) dass die zu beschichtenden Bauteile (20) beim Einfördern in die Beschichtungskabine (1) zunächst in eine Vorposition in der Beschichtungskabine (1) gefördert werden, die in der Förderrichtung stromaufwärts vor einer endgültigen Beschichtungsposition in der Beschichtungskabine (1) liegt,
20
- b) dass der Beschichtungsmittelnebel (21) von einem vorangegangenen Beschichtungsvorgang im Bereich der endgültigen Beschichtungsposition entfernt wird, während sich das nächste Bauteil (20) in der Vorposition befindet,
- 25 c) dass die zu beschichtenden Bauteile (20) in der Vorposition nur in ihrem Frontbereich beschichtet werden, beispielsweise an einer Motorhaube oder vorderen Kotflügeln, und
- d) dass die Bauteile (20) von der Vorposition in die endgültige Beschichtungsposition gefördert werden, wenn
30 der Beschichtungsmittelnebel (21) im Bereich der endgültigen Beschichtungsposition entfernt ist und das Bauteil (20) an der Vorposition im Frontbereich beschichtet ist, und/oder

e) dass die Bauteile (20) dann in der endgültigen Beschichtungsposition auch außerhalb des Frontbereichs beschichtet werden.

5 15. Betriebsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

a) dass beim Ausfördern eines der Bauteile (2) aus der Beschichtungskabine (1) Beschichtungsmittelnebel (21) aus dem Bauteil (2) austritt und/oder von dem ausgeförderten Bauteil (2) aufgewirbelt wird, und

10

b) dass die Entfernung des Beschichtungsmittelnebels (21) räumlich auf einen Reinigungsbereich (27) konzentriert ist, der nicht den gesamten Kabineninnenraum umfasst,

c) dass der Reinigungsbereich (27) das ausgeförderte Bauteil (2) mindestens teilweise umfasst, insbesondere einen bezüglich der Förderrichtung hinteren Teilbereich des ausgeförderten Bauteils (2),

15

d) dass beim Ausfördern des Bauteils (2) aus der Beschichtungskabine (1) der Reinigungsbereich (27) vorzugsweise synchron mit dem Bauteil (2) in der Förderrichtung mitbewegt wird.

20

16. Betriebsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

25 a) dass die zu beschichtenden Bauteile (2) im Stop-and-Go-Betrieb durch die Beschichtungskabine (1) gefördert werden, insbesondere mit einer Förderzeit von weniger als 13s, 11s oder 9s, und/oder

b) dass die zu beschichtenden Bauteile (2) beim Ausfördern aus der Beschichtungskabine (1) zunächst mit einer bestimmten Beschleunigung (a1) beschleunigt und dann mit einer bestimmten Verzögerung (a2) wieder abgebremst werden, und/oder

30

c) dass beim Ausfördern aus der Beschichtungskabine (1)

die Beschleunigung (a1) geringer ist als die nachfolgende Verzögerung (a2), insbesondere um beim Beschleunigen weniger Beschichtungsmittelnebel (21) aufzuwirbeln.

5

17. Beschichtungsanlage, insbesondere Lackieranlage, zur Beschichtung von Bauteilen (2), insbesondere von Kraftfahrzeugkarosseriebauteilen, mit

- a) einer Beschichtungskabine (1),
- 10 b) einer Fördereinrichtung (3) zur Förderung der Bauteile (2) durch die Beschichtungskabine (1),
- c) mindestens einem Applikationsgerät (17-19) innerhalb der Beschichtungskabine (1) zur Applikation eines Sprühstrahls eines Beschichtungsmittels auf die zu beschichtenden Bauteile (2), wobei sich ein Teil des applizierten Beschichtungsmittels auf den zu beschichten-
- 15 den Bauteilen (2) ablagert, während einer anderer Teil des applizierten Beschichtungsmittels als überschüssiger Beschichtungsmittelnebel (21) im Kabineninnenraum schwebt,
- 20

gekennzeichnet durch

- d) eine Reinigungseinrichtung (5) zur Entfernung des Beschichtungsmittelnebels (21) aus dem Kabineninnenraum
 - d1) durch eine zusätzliche Maßnahme zusätzlich zu der
 - 25 Entfernung des überschüssigen Beschichtungsmittelnebels durch eine senkrecht abwärts gerichtete Luftströmung, die von einer Filterdecke erzeugt wird, oder
 - d2) durch eine Maßnahme anstelle der Entfernung des
 - 30 überschüssigen Beschichtungsmittelnebels durch eine senkrecht abwärts gerichtete Luftströmung, die von einer Filterdecke erzeugt wird.

18. Beschichtungsanlage nach Anspruch 17,

dadurch gekennzeichnet,

a) dass die Reinigungseinrichtung zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) aus dem Kabineninnenraum eine abwärts gerichtete Luftströmung (8) in dem Kabineninnenraum erzeugt wird, die räumlich begrenzt ist und nicht den gesamten Kabineninnenraum umfasst, und/oder

b) dass die Luftströmung (8) in der Förderrichtung der zu beschichtenden Bauteile (2) angewinkelt ist, insbesondere mit einem Winkel von 15° - 45° zur Senkrechten.

19. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 17 bis 18, **dadurch gekennzeichnet,**

a) dass die Reinigungseinrichtung eine Blasdüsenanordnung (31) aufweist, welche die Luftströmung durch mindestens eine Blasdüse (34) nach unten abgibt, um den störenden Beschichtungsmittelnebel aus dem Kabineninnenraum nach unten wegzublasen, und/oder

b) dass die Blasdüsenanordnung (31) über der Fördereinrichtung angeordnet ist, insbesondere an einer Decke der Beschichtungskabine oder an einem Portal, und/oder

c) dass sich die Blasdüsenanordnung (31) quer zur Förderrichtung durch die Beschichtungskabine erstreckt, und/oder

d) dass die Blasdüsenanordnung (31) in der Förderrichtung beweglich ist, und/oder

e) dass zum Bewegen der Blasdüsenanordnung (31) ein Seiltrieb (35-42; 43) vorgesehen ist.

20. Beschichtungsanlage nach Anspruch 19,

dadurch gekennzeichnet,

a) dass die Blasdüsenanordnung (31) um eine Drehachse (33) quer zu der Förderrichtung schwenkbar ist, und/oder

b) dass die Blasdüse (34) von der Drehachse (33) beab-

standet sind, so dass die Blasdüse (34) bei einer Schwenkbewegung der Blasdüsenanordnung (31) eine bogenförmige Bewegung ausführt, und/oder

5 c) dass die Blasdüsenanordnung (31) die Blasdüse (34) bei einer Schwenkbewegung in einer konstanten Winkelausrichtung relativ zur Senkrechten hält, insbesondere senkrecht nach unten, so dass die Blasdüse (34) die Luftströmung senkrecht nach unten abgibt, und/oder

10 d) dass die Blasdüsenanordnung (31) einen schwenkbaren Rahmen (32) aufweist, der um die Drehachse (33) schwenkbar ist, wobei die Drehachse (33) durch eine Rahmenkante verläuft, während die Blasdüse (34) an der gegenüberliegenden Rahmenkante angebracht ist.

15 21. Beschichtungsanlage nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blasdüsenanordnung (31) eine lineare Verfahrachse aufweist, die parallel zur Förderrichtung verläuft, so dass die Blasdüse (34) entlang der Förderrichtung verfahrbar ist.

20 22. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reinigungseinrichtung (5) einen beweglichen Manipulator (5) mit mehreren Bewegungsachsen aufweist, insbesondere mittels eines mehrachsigen Roboters mit einer seriellen Kinematik, um den Beschichtungsmittelnebel (21) aus dem Kabineninnenraum zu entfernen.

23. Beschichtungsanlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet,**

30 a) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) ortsfest angeordnet ist, oder
b) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) an einer Verfahrachse (6) entlang der Förderrichtung verfahren wird.

24. Beschichtungsanlage nach Anspruch 22 oder 23,

dadurch gekennzeichnet,

- 5 a) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) Luft in den Kabineninnenraum einbläst, um den Beschichtungsmittelnebel (21) aus dem Kabineninnenraum zu entfernen, oder
- 10 b) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) den Beschichtungsmittelnebel (21) aus dem Kabineninnenraum absaugt.

25. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 22 bis 24,

dadurch gekennzeichnet,

- 15 a) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) an einer Decke der Beschichtungskabine (1) hängend montiert ist, oder
- b) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) seitlich an der Beschichtungskabine (1) montiert ist.

20

26. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 22 bis 25,

dadurch gekennzeichnet,

- 25 a) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) ein SCARA-Roboter ist mit parallelen Schwenkachsen, oder
- b) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) ein Knickarmroboter ist mit nicht parallelen Schwenkachsen.

30 27. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 22 bis 26,

dadurch gekennzeichnet,

- a) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) ein mehrachsiger Applikationsroboter ist, der auch das Applikationsgerät (17-19) zum

Applizieren des Beschichtungsmittels führt, oder

- b) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) ein Handhabungsroboter ist, insbesondere ein Türöffner oder ein Haubenöffner, oder
- 5 c) dass der Manipulator (5) zum Entfernen des Beschichtungsmittelnebels (21) zusätzlich zu einem Applikationsroboter und/oder einem Handhabungsroboter vorgesehen und davon getrennt ist.

10 28. Beschichtungsanlage nach Anspruch 27,

dadurch gekennzeichnet,

- a) dass das Applikationsgerät (17-19) zum Ausblasen von Lenkluft mindestens eine Lenkluftdüse aufweist, um den Sprühstrahl des Beschichtungsmittels zu formen, und
- 15 b) dass das Applikationsgerät (17-19) die Lenkluft ausbläst, um den Beschichtungsmittelnebel (21) aus dem Kabineninnenraum zu entfernen, und/oder
- c) dass der Applikationsroboter mindestens eine separate Luftdüse (16) zusätzlich zu oder anstelle von einer
- 20 Lenkluftdüse aufweist, um Luft zur Entfernung des Beschichtungsmittelnebels (21) auszublasen.

29. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 22 bis 28,

dadurch gekennzeichnet,

- 25 a) dass der Manipulator (5) mindestens eine Luftdüse (16) führt, um Luft zur Entfernung des Beschichtungsmittelnebels (21) auszublasen,
- b) dass der Manipulator (5) einen proximalen Roboterarm (11) und einen distalen Roboterarm (12) aufweist, wobei
- 30 die Luftdüse (16) zur Entfernung des Beschichtungsmittelnebels (21) an dem proximalen Roboterarm (11) und/oder an dem distalen Roboterarm (12) angebracht ist, und/oder
- c) dass der Manipulator (5) eine Düsenleiste (7; 15) mit

mehreren Luftdüsen (16) aufweist, und/oder

d) dass die Düsenleiste (7) im Wesentlichen waagrecht und quer zu der Förderrichtung ausgerichtet ist, und/oder

e) dass die Düsenleiste (15) an dem proximalen Roboterarm (11) und/oder an dem distalen Roboterarm (12) angeordnet ist.

30. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 17 bis 29, **dadurch gekennzeichnet,**

10 a) dass die zu beschichtenden Bauteile (20) beim Einfördern in die Beschichtungskabine (1) zunächst in eine Vorposition in der Beschichtungskabine (1) gefördert werden, die in der Förderrichtung stromaufwärts vor einer endgültigen Beschichtungsposition in der Beschichtungskabine (1) liegt,

15 b) dass der Beschichtungsmittelnebel (21) von einem vorangegangenen Beschichtungsvorgang im Bereich der endgültigen Beschichtungsposition entfernt wird, während sich das nächste Bauteil (20) in der Vorposition befindet,

20 c) dass die zu beschichtenden Bauteile (20) in der Vorposition nur in ihrem Frontbereich beschichtet werden, beispielsweise an einer Motorhaube oder vorderen Kotflügeln, und

d) dass die Bauteile (20) von der Vorposition in die endgültige Beschichtungsposition gefördert werden, wenn der Beschichtungsmittelnebel (21) im Bereich der endgültigen Beschichtungsposition entfernt ist und das Bauteil (20) an der Vorposition im Frontbereich beschichtet ist, und/oder

30 e) dass die Bauteile (20) dann in der endgültigen Beschichtungsposition auch außerhalb des Frontbereichs beschichtet werden.

31. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 17 bis 30,

dadurch gekennzeichnet,

- 5 a) dass beim Ausfördern eines der Bauteile (2) aus der Beschichtungskabine (1) Beschichtungsmittelnebel (21) aus dem Bauteil (2) austritt und/oder von dem ausgeförderten Bauteil (2) aufgewirbelt wird, und
- b) dass die Entfernung des Beschichtungsmittelnebels (21) räumlich auf einen Reinigungsbereich (27) konzentriert ist, der nicht den gesamten Kabineninnenraum umfasst,
- 10 c) dass der Reinigungsbereich (27) das ausgeförderte Bauteil (2) mindestens teilweise umfasst, insbesondere einen bezüglich der Förderrichtung hinteren Teilbereich des ausgeförderten Bauteils,
- d) dass beim Ausfördern des Bauteils (2) aus der Beschichtungskabine (1) der Reinigungsbereich (27) vorzugsweise
- 15 synchron mit dem Bauteil (2) in der Förderrichtung mitbewegt wird.

32. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 17 bis 31,
dadurch gekennzeichnet,

- 20 a) dass die zu beschichtenden Bauteile (2) im Stop-and-Go-Betrieb durch die Beschichtungskabine (1) gefördert werden, insbesondere mit einer Förderzeit von weniger als 13s, 11s oder 9s, und/oder
- b) dass die zu beschichtenden Bauteile (2) beim Ausfördern
- 25 aus der Beschichtungskabine (1) zunächst mit einer bestimmten Beschleunigung beschleunigt und dann mit einer bestimmten Verzögerung wieder abgebremst werden, und/oder
- c) dass beim Ausfördern aus der Beschichtungskabine (1)
- 30 die Beschleunigung geringer ist als die nachfolgende Verzögerung, insbesondere um beim Beschleunigen weniger Beschichtungsmittelnebel (21) aufzuwirbeln.

33. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 17 bis 32, **dadurch gekennzeichnet,**

- 5 a) dass die Beschichtungsanlage eine Steuereinheit aufweist, welche die abwärts gerichtete Luftströmung steuert, und/oder
- b) dass die Steuereinheit die abwärts gerichtete Luftströmung in Lackierpausen einschaltet oder verstärkt und die abwärts gerichtete Luftströmung während eines Lackiervorgangs abschaltet oder abschwächt, und/oder
- 10 c) dass die Steuereinheit die Luftmenge ermittelt, die während eines Lackiervorgangs in die Lackierkabine eingebracht wird und zwar vorzugsweise einschließlich:
- c1) Lenkluft zur Formung des Sprühstrahls,
- c2) Antriebsluft zum Antrieb einer Druckluftturbine eines Rotationszerstäubers,
- 15 c3) Bremsluft zum Abbremsen der Druckluftturbine des Rotationszerstäubers, und/oder
- c4) Lagerluft zur Versorgung eines Luftlagers des Rotationszerstäubers, und/oder
- 20 d) dass die Steuereinheit während einer Lackierpause die abwärts gerichtete Luftströmung so ansteuert, dass während einer Lackierpause über die abwärts gerichtete Luftströmung im Wesentlichen die gleiche Luftmenge in die Lackierkabine eingebracht wird wie während eines
- 25 Lackiervorgangs, insbesondere mit einer Abweichung von weniger als $\pm 50\%$, $\pm 40\%$, $\pm 30\%$, $\pm 20\%$, $\pm 10\%$, $\pm 5\%$ oder $\pm 1\%$.

34. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 17 bis 33, **dadurch gekennzeichnet,**

- 30 a) dass eine abwärts gerichtete Luftströmung aus der Filterdecke in die Lackierkabine eingebracht wird, und
- b) dass zusätzlich eine weitere steuerbare Luftströmung aus einer Düsenanordnung in die Lackierkabine eingebracht wird, um den störenden Beschichtungsmittelnebel

aus der Lackierkabine zu entfernen, und

35. Beschichtungsanlage nach Anspruch 34, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzliche Luftströmung von einem Luftstrom gespeist wird, der aus der Luftversorgung der Filterdecke abgezweigt wird, so dass die Filterdecke und die Düsenanordnung zusammen einen im Wesentlichen konstanten Luftstrom in die Lackierkabine einbringen und zwar unabhängig von der steuerbaren Luftströmung.

10

36. Beschichtungsanlage nach Anspruch 34, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzliche Luftströmung von einem Luftstrom gespeist wird, der von einer separaten Luftversorgung bereitgestellt wird.

15

* * * * *

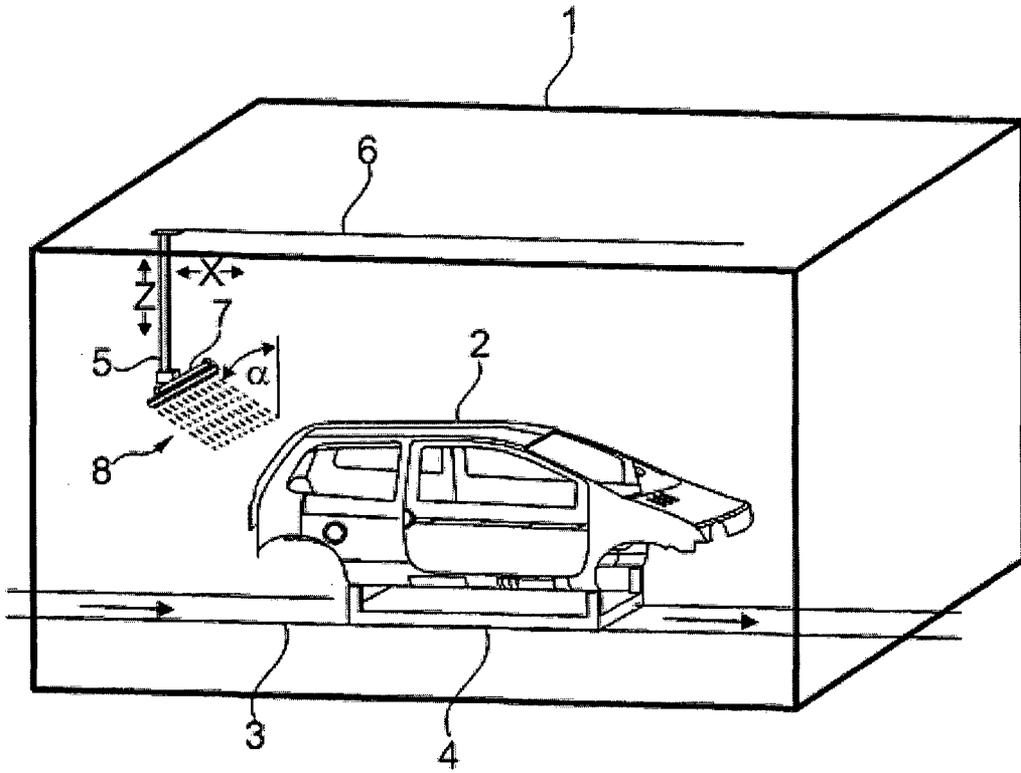


Fig. 1

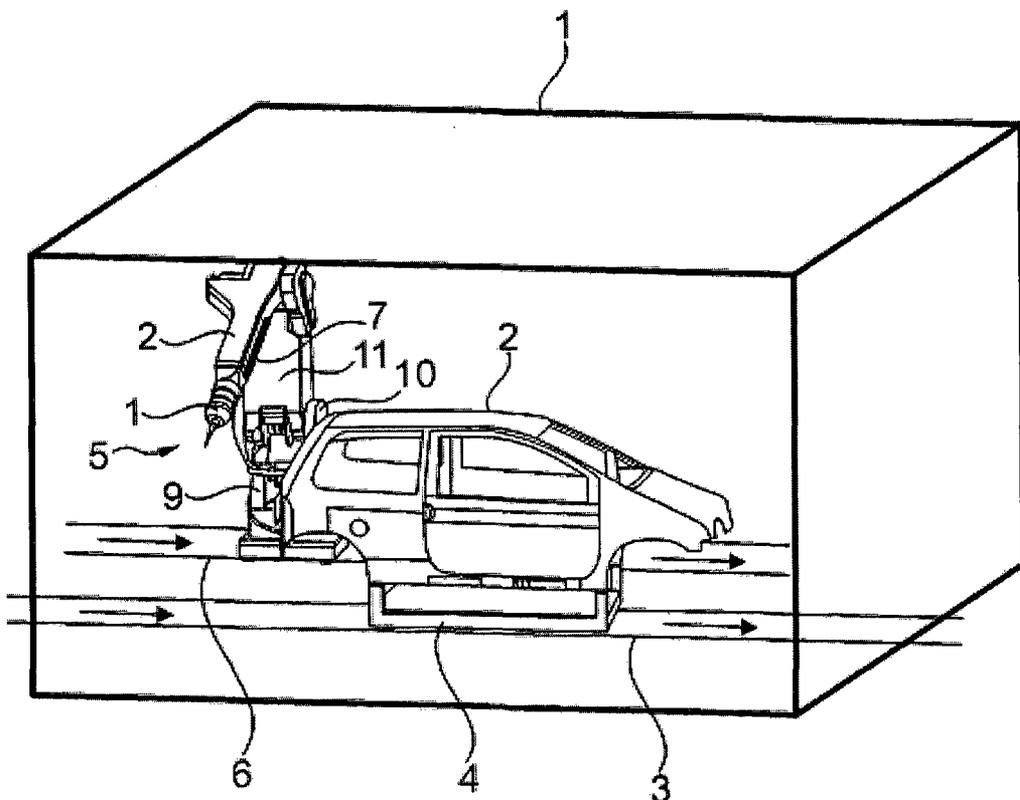


Fig. 2A

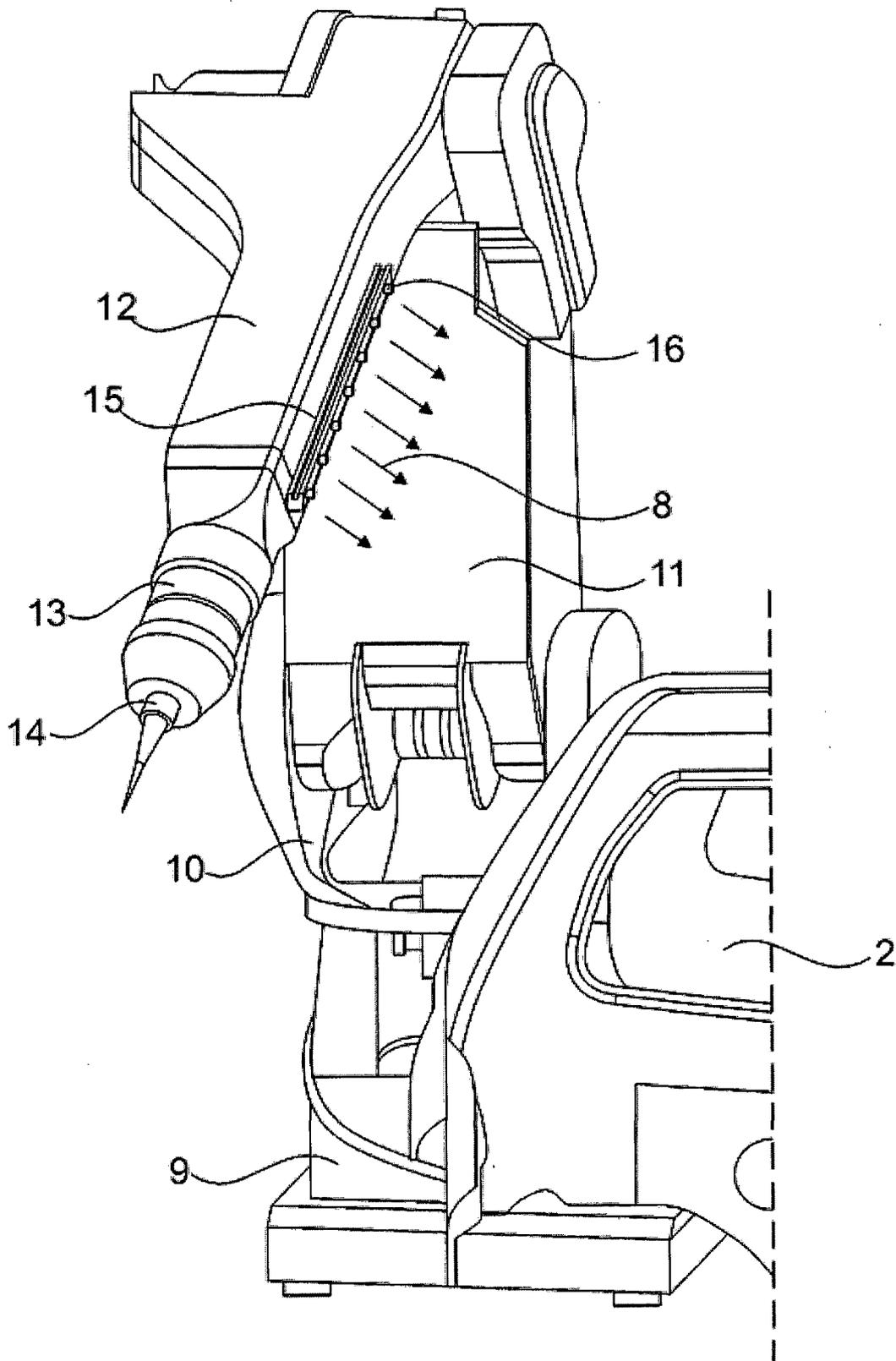


Fig. 2B

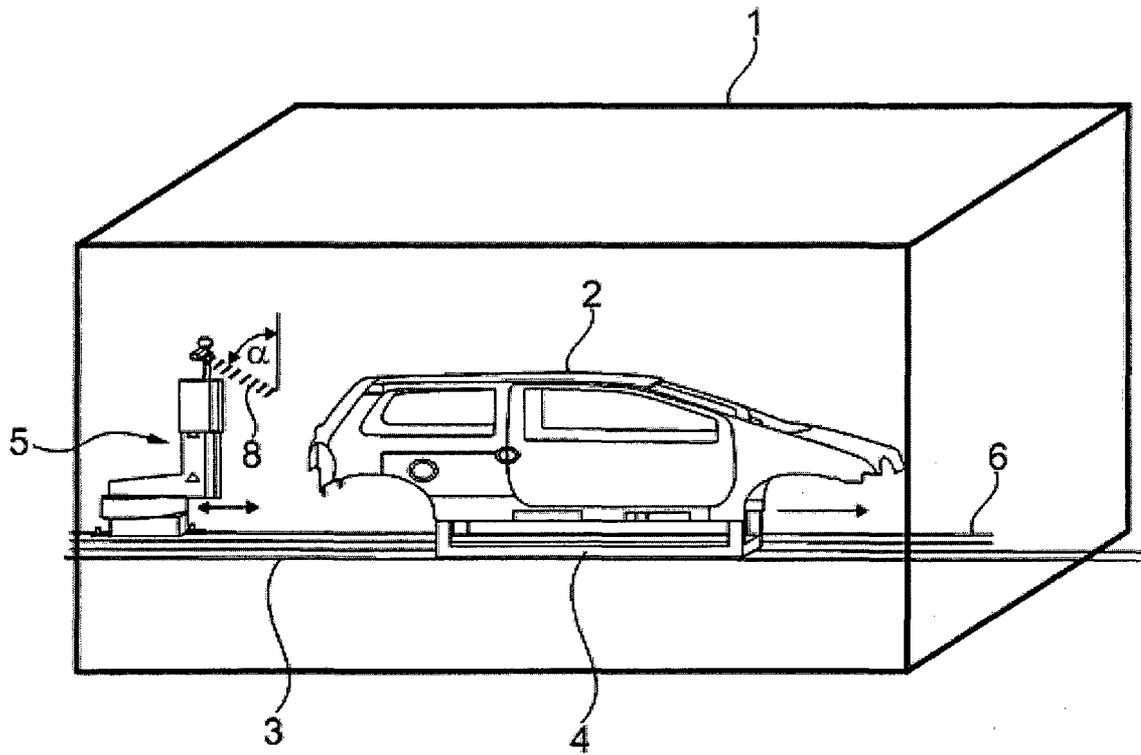


Fig. 3

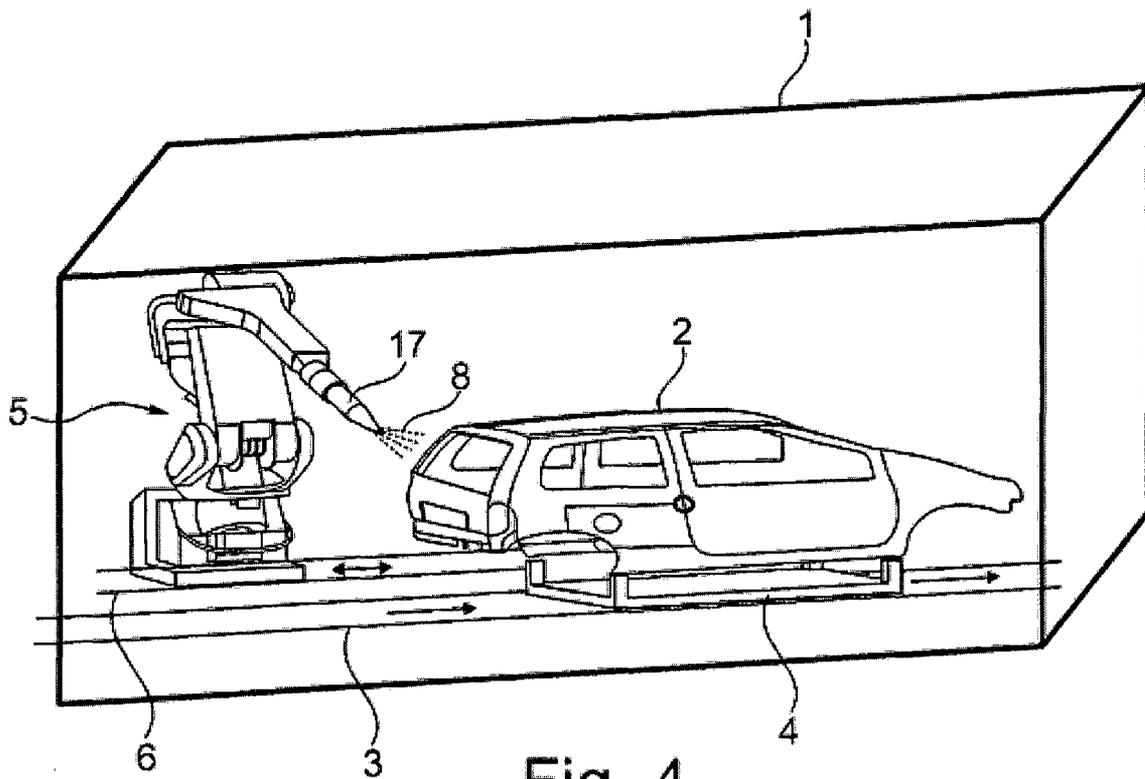


Fig. 4

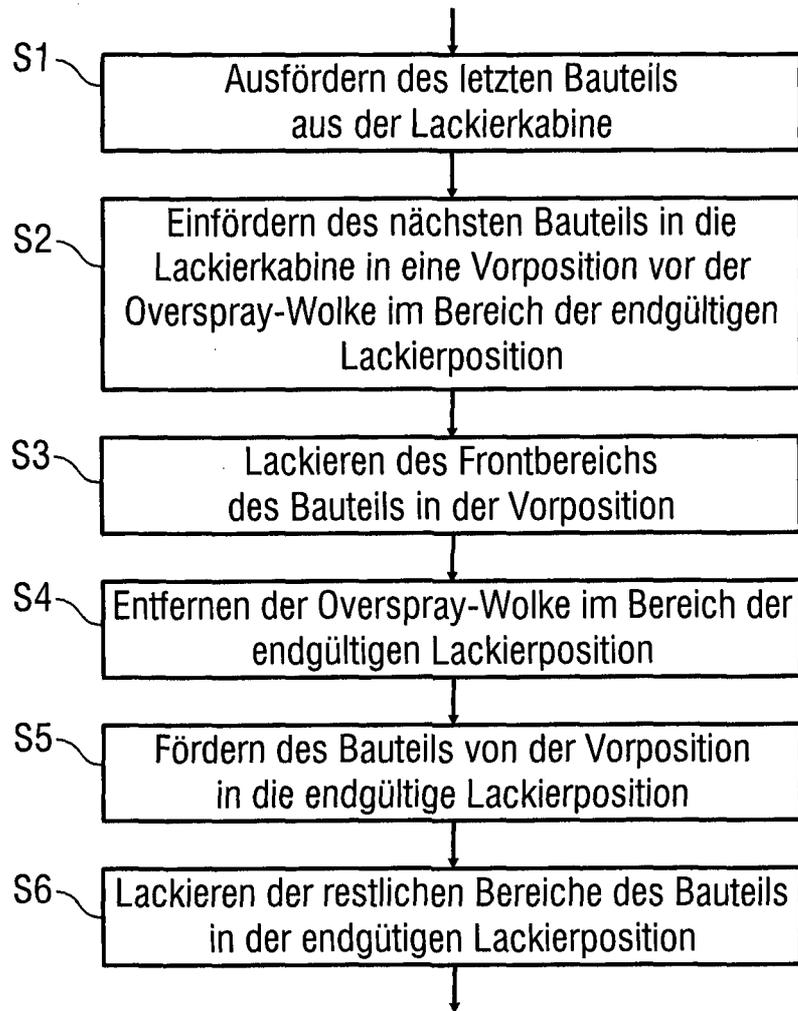


Fig. 5

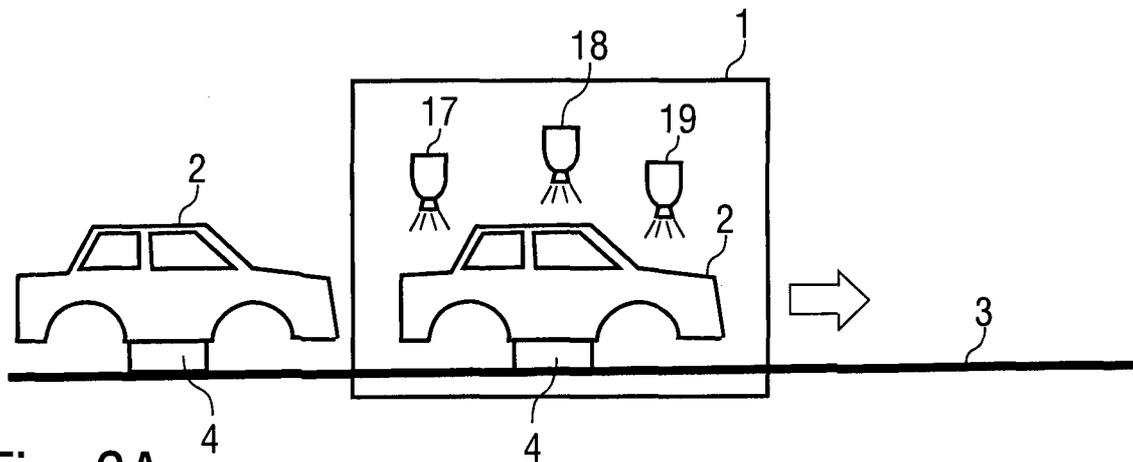


Fig. 6A

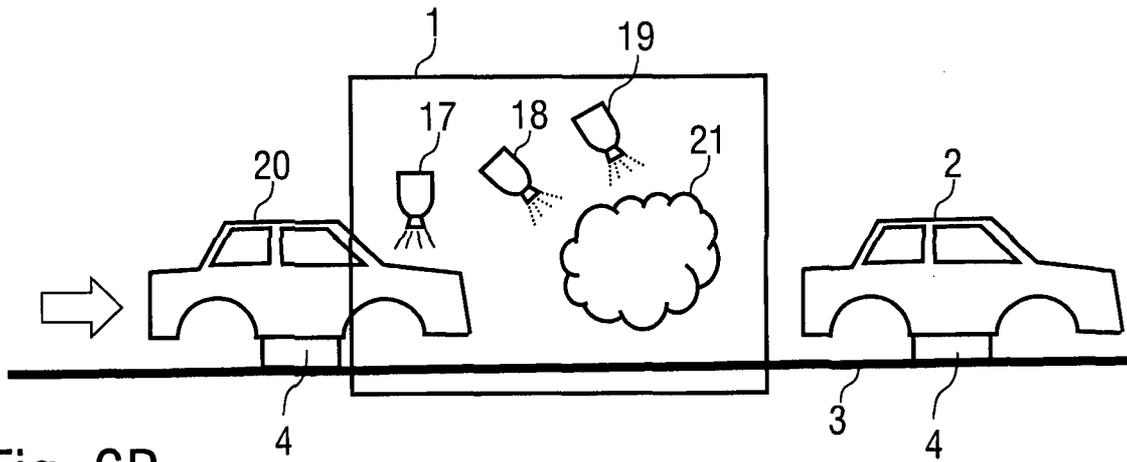


Fig. 6B

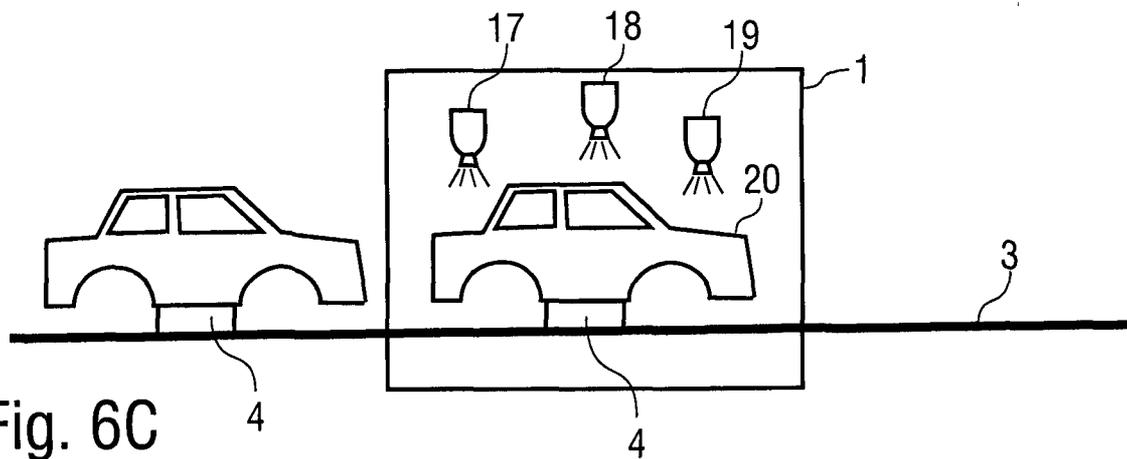


Fig. 6C

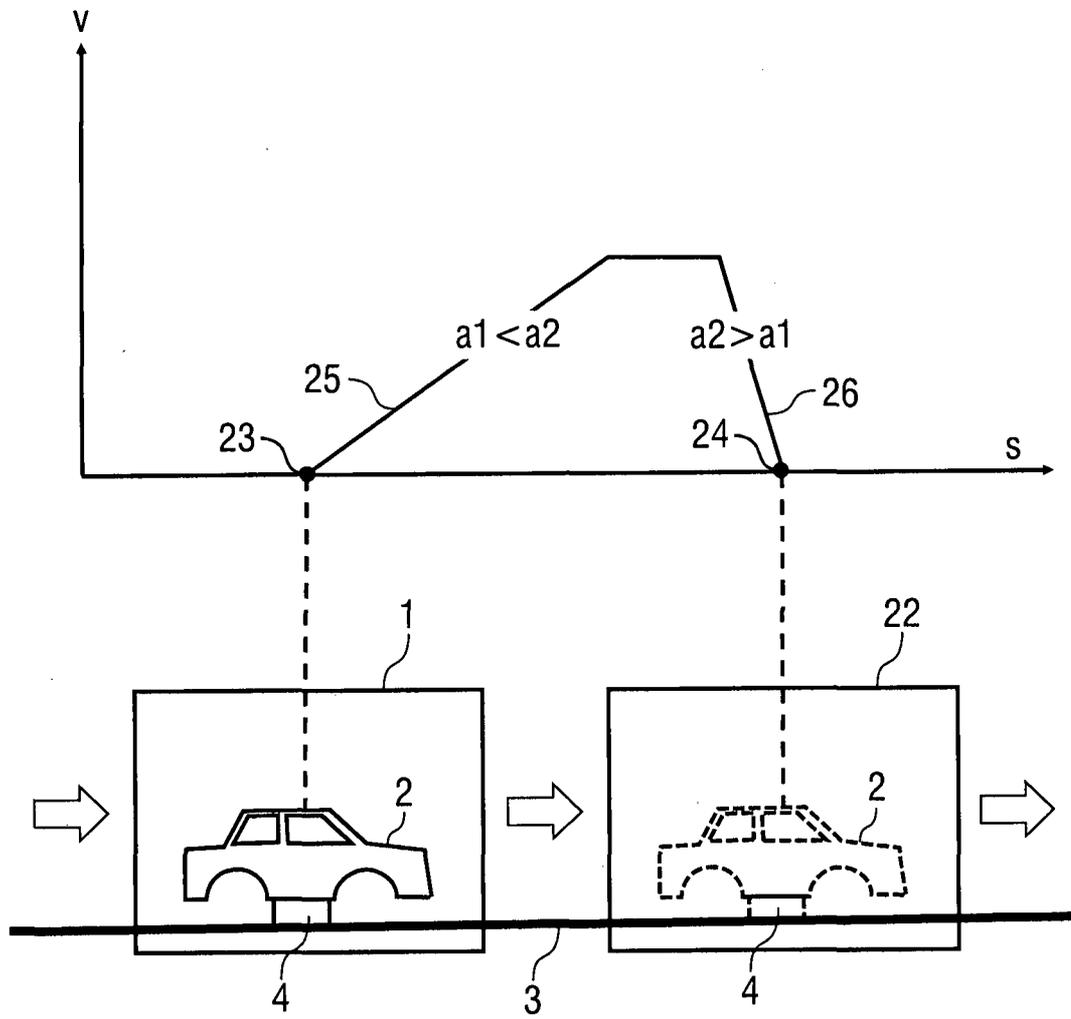


Fig. 7

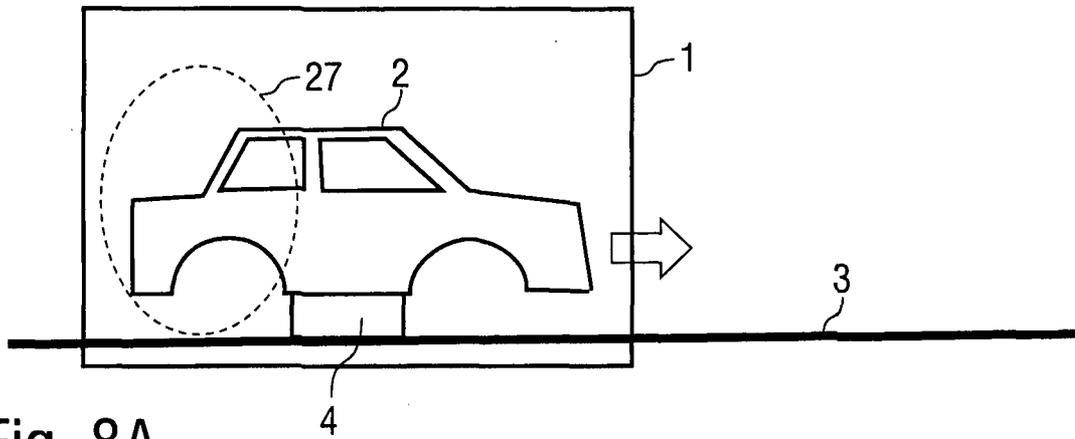


Fig. 8A

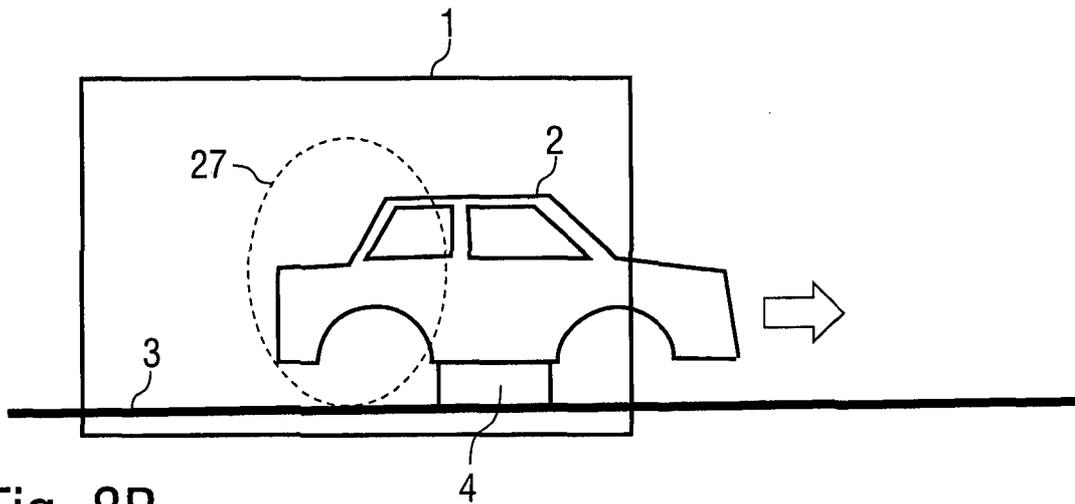


Fig. 8B

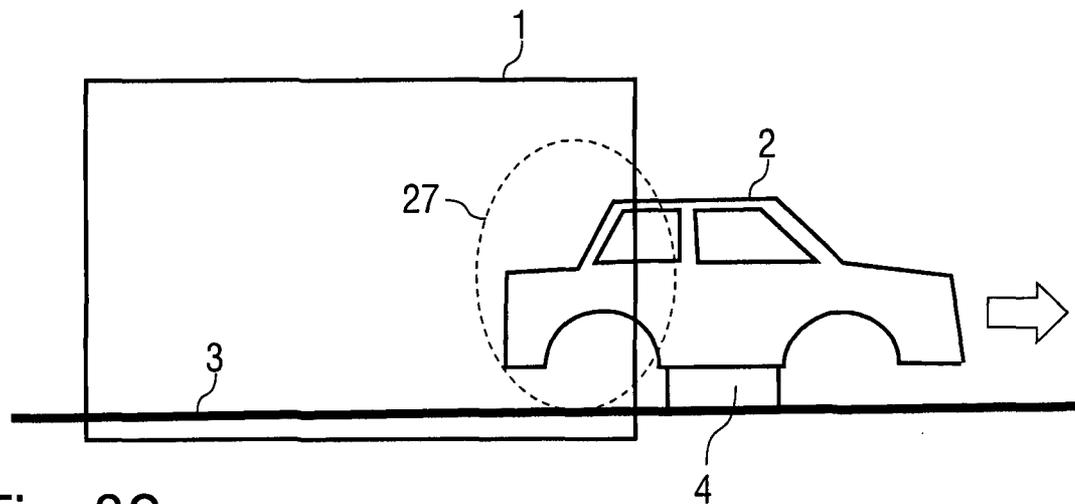


Fig. 8C

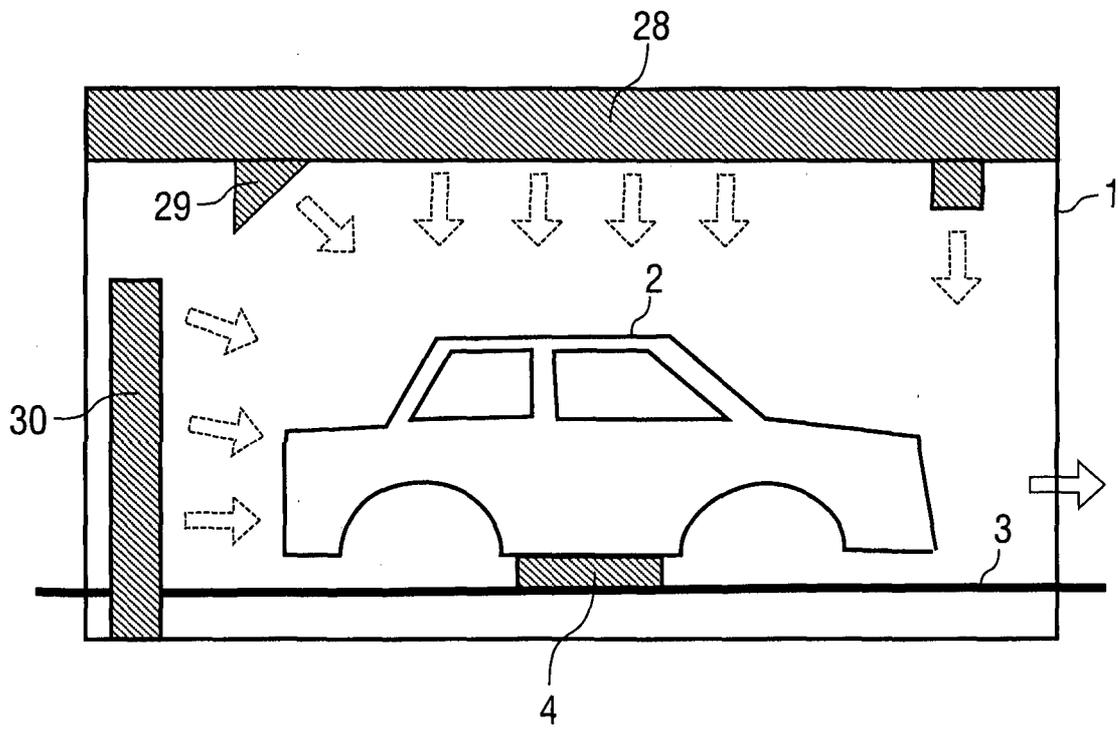


Fig. 9

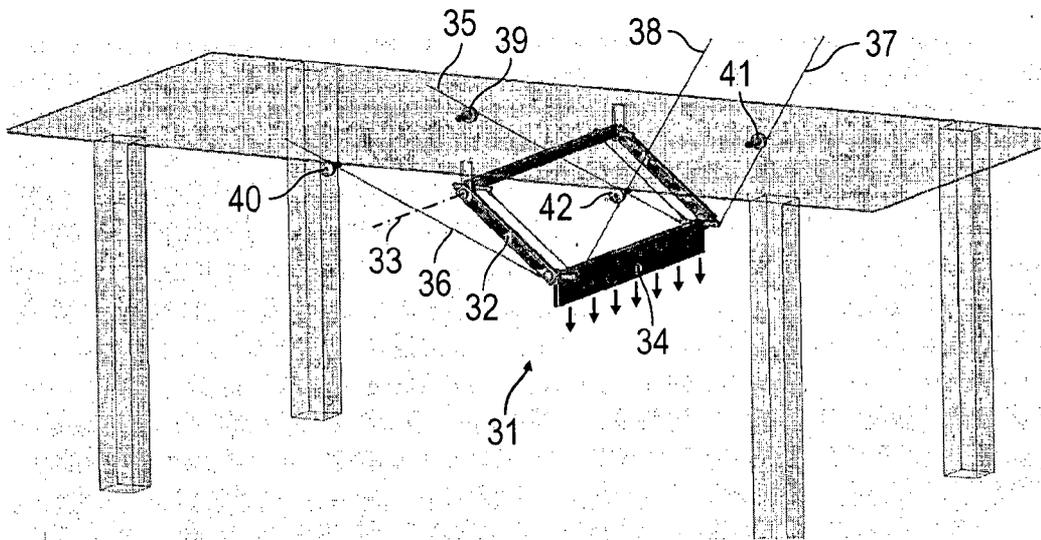


Fig. 10A

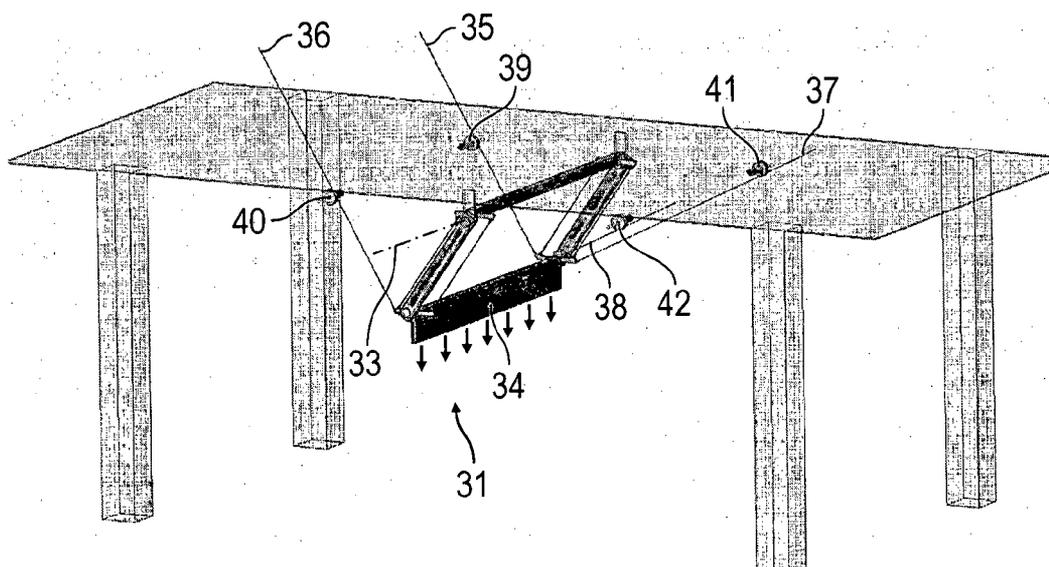


Fig. 10B

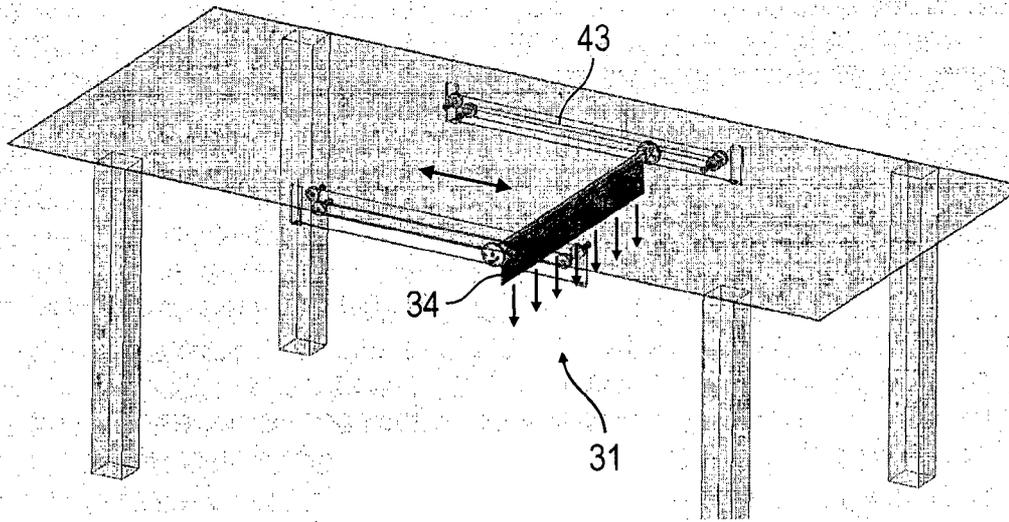


Fig. 11A

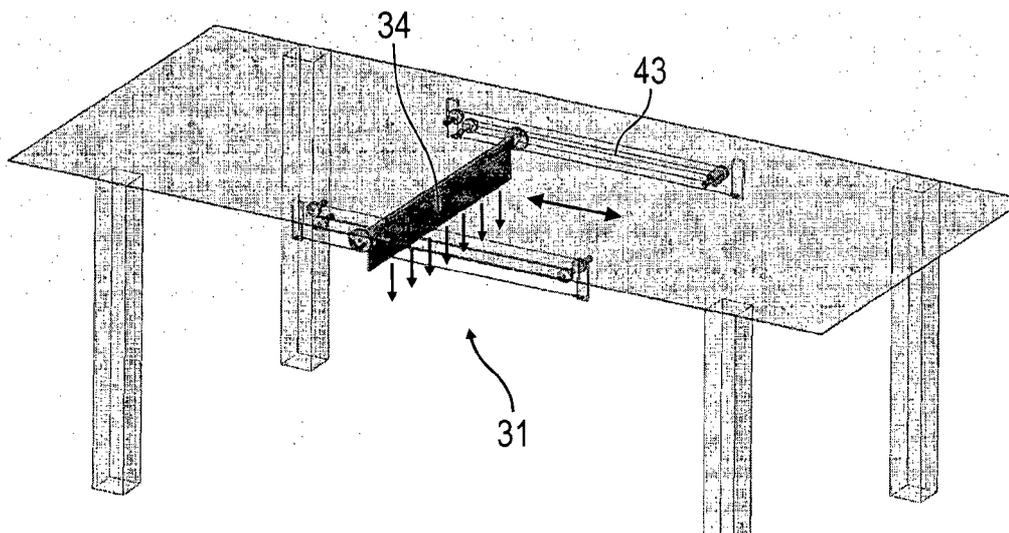


Fig. 11B