

(19)



(11)

EP 3 354 352 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
23.10.2019 Patentblatt 2019/43

(51) Int Cl.:
B05B 13/02 ^(2006.01) **B05B 16/20** ^(2018.01)
B05B 16/00 ^(2018.01) **B25J 9/00** ^(2006.01)
B05B 13/04 ^(2006.01) **B05B 1/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18151980.2**

(22) Anmeldetag: **16.01.2018**

(54) **BESCHICHTUNGSANLAGE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER
BESCHICHTUNGSANLAGE**

COATING ASSEMBLY AND METHOD FOR OPERATING SAME

INSTALLATION DE REVÊTEMENT ET PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION
DE REVÊTEMENT

(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**

(30) Priorität: **25.01.2017 DE 102017000640**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.08.2018 Patentblatt 2018/31

(73) Patentinhaber: **AUDI AG
85045 Ingolstadt (DE)**

(72) Erfinder:
• **Dietrich, Horst**
71543 Wüstenrot (DE)
• **Schmitt, Aurel**
74172 Neckarsulm (DE)
• **Eschenauer, Torsten**
74867 Neunkirchen (DE)
• **Bortot, Dino**
85055 Ingolstadt (DE)
• **Holzapfel, Julia**
94161 Ruderting (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 745 858 DE-A1-102010 032 143

EP 3 354 352 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Beschichtungsanlage zur automatischen Serienbeschichtung von Werkstücken, deren Beschichtung mehrere aufeinanderfolgende Beschichtungsprozessschritte erfordert, umfassend

- wenigstens zwei Beschichtungsstationen mit jeweiligen Beschichtungsrichtungen zur Durchführung jeweils wenigstens eines Beschichtungsprozessschrittes,
- wenigstens eine Übergabestelle,

wobei ein automatisches Transportsystem vorgesehen ist, mittels welchem die Werkstücke individuell und unabhängig voneinander zwischen den wenigstens zwei Beschichtungsstationen und der wenigstens einen Übergabestelle verbringbar sind.

[0002] Es ist bekannt, dass die industrielle Beschichtung von Werkstücken, beispielsweise von Automobilkarosserien, eine Vielzahl von Beschichtungsprozessen erfordert, wie beispielsweise das Nahtabdichten mittels PVC, eine Vorbeschichtung mittels kathodischer Tauchlackierung oder das Lackieren der Automobilkarosserie. Jeder dieser Beschichtungsprozesse ist seinerseits wieder in verschiedene Prozessschritte beziehungsweise Beschichtungsprozessschritte untergliedert, beispielsweise beim Lackieren eine Vorbeschichtung mit einem Füller, eine nachfolgende - gegebenenfalls mehrschichtige - Lackierung mit einem Basislack, sowie eine anschließende Lackierung mit einem Klarlack. Fernerhin ist auch zwischen einer Außen- und einer Innenlackierung zu unterscheiden. Zwischen den verschiedenen Beschichtungsprozessschritten sind darüber hinaus den Anforderungen des applizierten Beschichtungsmaterials entsprechend eventuelle Ofen- oder Abdunstzeiten vorzusehen.

[0003] Für die jeweiligen Beschichtungsprozessschritte sind zumeist separate Beschichtungsstationen sowie zugehörige Öfen, Abdunstzonen und Kühlzonen vorgesehen, welche von einem zu beschichtenden Werkstück beziehungsweise einer Automobilkarosserie in sequentieller Weise auf beispielsweise einem Linienförderer durchquert werden. Jedes Werkstück durchläuft aus diesem Grund jede Beschichtungsstation, beziehungsweise auch jeden Ofen oder jede Abdunstzone, unabhängig davon, ob dieser jeweilige Prozessschritt im individuellen Einzelfall erforderlich ist oder nicht.

[0004] Nachteilig hierbei ist, dass eine entsprechende Beschichtungsanlage somit für eine fest vorgegebene Abfolge von Beschichtungsprozessschritten ausgelegt ist und damit der zunehmend steigenden Anzahl an Beschichtungsvarianten nur entsprechen kann, indem Beschichtungsstationen für alle theoretisch benötigten Beschichtungsprozessschritte vorgehalten werden, welche im Einzelfall bei nicht-Notwendigkeit eines jeweiligen Beschichtungsprozessschrittes deaktiviert werden. So

kann es beispielsweise erforderlich sein, dass bei bestimmten Beschichtungsvarianten eine Beschichtung mit einem Füller entfällt oder auch, dass ein Teil der zu beschichtenden Werkstücke mit einer mehrfarbigen Lackierung zu versehen ist. Ebenso ist es denkbar, dass bestimmte Werkstücke bzw. Lackmaterialien eine geringere Ofenzeit erfordern als andere.

[0005] Aufgrund der sequentiellen, linienartigen Förderung der zu lackierenden Werkstücke durch die Beschichtungsstationen einer Beschichtungsanlage entstehen mit zunehmender Variantenvielfalt daher zunehmend ungenutzte Totzeiten von Beschichtungsstationen, nämlich genau dann, wenn diese von einem Werkstück durchlaufen werden, welches den zugehörigen Beschichtungsprozessschritt nicht benötigt und die jeweiligen Bearbeitungskomponenten während der Durchlaufzeit nicht aktiviert werden.

[0006] Das Patentdokument EP 1 702 687 B1 versucht - zumindest im Bereich des Lackierens - diesen Nachteil dadurch auszugleichen, dass die Linienstruktur des Transportsystems abschnittsweise aufgefächert wird und mehrere parallele alternativ anfahrbare Beschichtungsstationen vorgesehen sind, welche derart ausgestaltet sind, dass alle Beschichtungsprozessschritte für einen Lackierprozess in ein und derselben Bearbeitungsstation durchgeführt werden können, insbesondere auch die Innen- und Außenlackierung eines Fahrzeugs. Nach Verlassen der alternativ anfahrbaren Beschichtungsstationen wird die abschnittsweise aufgefächerte Linienstruktur des Transportsystems wieder zusammengeführt. Jede Bearbeitungsstation muss daher in aufwändiger Weise mit allen Bearbeitungsvorrichtungen ausgestattet sein, welche für eine Komplettlackierung mit allen jeweiligen Beschichtungsprozessschritten notwendig sind. Es können gerade auch beim Auftrag mehrerer Lackschichten prozessbedingte Wartezeiten erforderlich sein, nämlich eventuelle Abdunstzeiten zwischen dem Auftrag der verschiedenen Lackschichten, in welchen in der Bearbeitungsstation keine Beschichtung erfolgen kann, obwohl sich das Werkstück darin befindet, so dass hierdurch wieder zusätzliche Totzeiten entstehen.

[0007] Die EP 1745 858 A2 offenbart eine Beschichtungseinrichtung zur Beschichtung von Werkstücken mit a) mindestens einem Applikationsgerät zur Applikation eines Beschichtungsmittels auf die Werkstücke und b) einer Zuführeinrichtung zur Zuführung der Werkstücke in eine geeignete Beschichtungsposition relativ zu dem Applikationsgerät. Die Zuführeinrichtung weist mindestens einen Handhabungsroboter aufweist, der die Werkstücke in die Beschichtungsposition relativ zu dem Applikationsgerät bringt.

[0008] Die DE 10 2010 032143 A1 offenbart eine Anlage zur Oberflächenbehandlung von Gegenständen, insbesondere von Karosserieteilen, umfassend wenigstens zwei Behandlungskabinen welche jeweils einen Behandlungsraum vorgeben. Mittels einer Fördereinrichtung können die Gegenstände entlang einer Förderstrecke an jeweils eine der Behandlungskabinen heran, in

den Behandlungsraum dieser Behandlungskabine hinein, aus dem Behandlungsraum dieser Behandlungskabine heraus und von dieser Behandlungskabine weg gefördert werden. Jede Behandlungskabine ist von jeweils einer modularen Einheit in Form eines Behandlungsmoduls umfasst, welche als solche bewegbar ist und lösbar in einer Betriebsposition bezogen auf die Förderstrecke anordenbar und fixierbar ist.

[0009] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Beschichtungsanlage beziehungsweise ein Verfahren zum Betreiben einer solchen bereitzustellen, wodurch auf einfache Weise eine gesteigerte Flexibilität bei gleichzeitig hoher Auslastung der Beschichtungsanlage ermöglicht ist.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, welches durch folgende Schritte gekennzeichnet ist:

- Bereitstellen eines Datensatzes mit einer Vielzahl an Daten über zu beschichtende Werkstücke, umfassend den jeweiligen Typ der Werkstücke und Kenndaten über die jeweils zur individuellen Beschichtung erforderlichen Beschichtungsprozessschritte,
- automatisches Erstellen eines optimierten Produktionsplanes zur individuellen Beschichtung der Werkstücke entsprechend den jeweils erforderlichen Beschichtungsprozessschritten, wobei für jedes Werkstück eine individuelle Reihenfolge ermittelt wird, entsprechend derer das jeweilige Werkstück mittels des automatischen Transportsystems zur Beschichtung in jeweils geeignete Bearbeitungsstationen beziehungsweise in den Zwischenspeicher zu verbringen ist, berücksichtigend folgende Optimierungskriterien:
 - Vermeidung des Verbringens von Werkstücken in solche Beschichtungsstation, welche zumindest auch für Beschichtungsprozessschritte vorgesehen sind, die für die individuelle Beschichtung des jeweiligen Werkstückes nicht erforderlich sind,
 - möglichst homogene Auslastung der Beschichtungsstationen,
- Beschichtung der Werkstücke entsprechend dem Produktionsplan.

[0011] Die Grundidee der Erfindung besteht darin, die seither durch das Transportsystem fest vorgegebene sequentielle Verkettung der einzelnen Beschichtungsprozessschritte aufzulösen. Somit ist es im Falle eines individuell nicht erforderlichen Beschichtungsprozessschrittes möglich, die entsprechende Beschichtungsstation gar nicht mehr mit dem Werkstück anzufahren, wodurch in vorteilhafter Weise eine Reduktion der Anzahl der Beschichtungsstationen beziehungsweise eine erhöhte Auslastung der Beschichtungsstationen der erfindungs-

gemäßen Beschichtungsanlage sowie reduzierte Transferzeiten ermöglicht sind.

[0012] Eine typische aber nicht notwendigerweise vollständige oder zwingende Abfolge von Beschichtungsprozessschritten im automobilen Bereich ist beispielsweise die Folgende, wobei je nach Randbedingungen im Einzelfall ausgewählte Prozessschritte nicht erforderlich sind:

- Vorbehandlung mit Beschichtungsflüssigkeit A
- Vorbehandlung mit Beschichtungsflüssigkeit B
- KTL Beschichtung
- Nahtabdichten Innenraum Automobilkarosserie mit PVC
- Nahtabdichten Unterboden Automobilkarosserie mit PVC
- Nahtabdichten Türbereich Automobilkarosserie mit PVC
- Lackieren mit einem Füller Innenbereich
- Lackieren mit einem Füller Außenbereich
- Lackieren einem Basislack Innenbereich
- Lackieren mit einem Basislack Außenbereich Schicht 1
- Lackieren mit einem Basislack Außenbereich Schicht 2
- Auftrag Mehrfarblackierung
- Lackieren mit einem Klarlack
- Ggf. Nacharbeit

[0013] Eine Beschichtungsstation ist im Falle einer PVC Applikation oder Lackierung typischerweise eher kabinenähnlich ausgestaltet, wobei das zu beschichtende Werkstück beispielsweise mittig über eine der Stirnseiten der Kabine ein- und ausgefahren wird. Ein Ausfahren ist aber auch ohne Weiteres an der gegenüber liegenden Stirnseite möglich. Beiderseits der Mitte können Roboter für eine Beschichtung mit einer Abdichtmasse wie PVC oder für eine Lackierung vorgesehen sein. Eine Beschichtungsstation kann aber auch - beispielsweise im Falle einer mehrfarbigen Lackierung - Handarbeitsplätze aufweisen, falls die zu erledigenden Beschichtungsarbeiten nicht völlig automatisiert werden können. Auch Tür- und Haubenöffnerroboter sind übliche Bearbeitungskomponenten in Beschichtungsstationen. Eine Beschichtungsstation ist insbesondere im Falle einer Lackierung in vorteilhafter Weise mit einer Einhausung zu versehen und klimatisiert auszugestalten.

[0014] Im Falle einer Vorbehandlung wie einer kathodischen Tauchlackierung (KTL) ist eine Beschichtungsstation typischerweise beckenähnlich ausgestaltet, wobei für eine Beschichtung ein Eintauchen des Werkstückes in das mit einer jeweiligen Beschichtungsflüssigkeit gefüllte Becken erforderlich ist. Ja nach geforderter Vorbeschichtung kann ein Eintauchen in ein oder auch in mehrere mit verschiedenen Beschichtungsflüssigkeiten gefüllte Becken erforderlich sein. Ein Eintauchen einer Automobilkarosserie in ein solches Becken kann beispielsweise über einen Schwerlastroboter erfolgen, wel-

cher die Automobilkarosserie unter Verwendung einer Adaptervorrichtung von einer anderen Komponente des Transportsystems wie einem Fahrzeug eines fahrerlosen Transportsystem (FTS) entnimmt. Ein Becken kann optionaler Weise auch über eine eigene Tauchvorrichtung verfügen, an welche das Werkstück beziehungsweise die Automobilkarosserie dann von dem Transportsystem übergeben wird.

[0015] Das Transportsystem ist abweichend von einem strikt linienartig aufgebautem Transportsystem des Standes der Technik - derart ausgestaltet, dass die Werkstücke individuell und unabhängig voneinander zwischen den wenigstens zwei Beschichtungsstationen und der wenigstens einen Übergabestelle verbringbar sind. Im Falle des Vorhandenseins einer Vielzahl an Bearbeitungsstationen für verschiedene Beschichtungsarten ist eine völlige Flexibilität eines individuellen Transportes jedoch nicht erforderlich, diese richtet sich vielmehr nach den vom Beschichtungsprozess vorgegebenen Randbedingungen.

[0016] So ist es zwar sinnvoll, einen flexiblen Transport innerhalb der Beschichtungsstationen für eine Vorbehandlung oder innerhalb der Beschichtungsstationen für eine Lackierung bereitzustellen, aber ein Rücktransport eines lackierten Werkstückes in die Beschichtungsstationen für Nahtabdichten mit PVC oder für eine Vorbehandlung ist prozesstechnisch nicht erforderlich.

[0017] An einer Übergabestelle wird ein zu beschichtendes Werkstück beziehungsweise eine Automobilkarosserie an das Transportsystem der Beschichtungsanlage übergeben beziehungsweise ein fertig beschichtetes Werkstück zur weiteren Bearbeitung aus der Beschichtungsanlage an ein weiteres Transportsystem übergeben. Je nach verwendetem Transportsystem sind die Grenzen hier allerdings fließend, es ist auch durchaus möglich, dass ein zu lackierendes Werkstück aus dem Rohbau direkt mittels eines fahrerlosen Transportsystems in eine Beschichtungsstation der Beschichtungsanlage verbracht wird. In diesem Falle würde der Eintrittsort des fahrerlosen Transportsystems in den Bereich der Beschichtungsanlage als Übergabestelle angesehen werden können.

[0018] Typischerweise sind die zu beschichtenden Werkstücke auf einem Werkstückträger montiert, welcher seinerseits auf das Transportsystem abgestimmt ist. Das Transportsystem kann beispielsweise ein fahrerloses Transportsystem mit einer Vielzahl an autonom fahrenden Transportfahrzeugen umfassen, welche dafür vorgesehen sind, jeweils ein Werkstück beziehungsweise eine Automobilkarosserie aufzunehmen, welche dann entsprechend den Anforderungen individuell unter anderem zwischen den Beschichtungsstationen hin und herfahren.

[0019] Wenn ein Transportfahrzeug eine Beschichtungsstation erreicht hat, ist es sowohl denkbar, dass ein solches Transportfahrzeug zusammen mit dem Werkstück in die Beschichtungsstation einfährt, nach erfolgter Beschichtung wieder aus dieser heraus und beispiels-

weise zur nächsten Beschichtungsstation weiterfährt. Es ist aber auch denkbar, dass das Werkstück bei Erreichen der Beschichtungsstation von dem Transportfahrzeug oder einer entsprechenden Übergabevorrichtung auf ein beschichtungsstationsbezogenes Transportsystem übergeben wird und nach erfolgter Beschichtung wieder zurück an dieses oder auch ein anderes Transportfahrzeug. Dies ist beispielsweise bei einem Becken für eine Vorbeschichtung vorteilhaft, weil sonst das Transportfahrzeug zumindest teilweise ebenfalls in die Beschichtungsflüssigkeit des Beckens eintauchen würde.

[0020] Selbstverständlich sind auch andere Transportsysteme denkbar, insoweit durch diese die erfindungsgemäßen Anforderungen an Individualität und Flexibilität erfüllt werden. So ist es auch durchaus möglich, zumindest bereichsweise ein kranähnliches Transportsystem vorzusehen, mit welchem die Werkstücke von einem Bodenförderer oder einem Transportfahrzeug abgehoben und beispielsweise direkt in eine Beschichtungsstation verbracht werden können.

[0021] Zur Koordination der Beschichtungsvorgänge in der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage ist zweckmäßigerweise eine Steuerungsvorrichtung vorzusehen, welche die Beschichtungsanlage auf der Basis eines Produktionsplanes steuert. Der Produktionsplan kann anhand der Daten von anstehenden Beschichtungsvorgängen entsprechend den jeweils erforderlichen Beschichtungsprozessschritten erstellt werden, wobei für jedes Werkstück eine individuelle Reihenfolge ermittelt wird, entsprechend derer das jeweilige Werkstück mittels des automatischen Transportsystems zur Beschichtung in eine jeweils geeignete Bearbeitungsstationen oder zu weiteren Komponenten der Beschichtungsanlage zu verbringen ist.

[0022] Gemäß einer weiteren Variante der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage umfasst diese wenigstens eine Beschichtungsstation zur Durchführung einer Mehrzahl verschiedener aufeinanderfolgender Beschichtungsprozessschritte. Nicht jede Beschichtungsstation muss ausschließlich für die Durchführung eines einzigen Beschichtungsprozessschrittes vorgesehen sein, auch wenn eine zu hohe Integrationsdichte von Prozessschritten in ein und derselben Beschichtungsstation häufig zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand bei der Realisation einer entsprechenden Beschichtungsstation führt.

[0023] So lassen sich je nach gegebenen Randbedingungen beispielsweise durchaus mehrere Beschichtungsprozessschritte beim Nahtabdichten in ein und derselben Beschichtungsstation vereinen. Hierbei kann gegebenenfalls auch ein jeweiliger automatischer Wechsel des Applikationswerkzeugs vorgesehen sein, während das Werkstück in der Beschichtungs- beziehungsweise Bearbeitungsstation befindlich ist. Auch ist es möglich, die für eine Innenbeschichtung notwendigen Öffnungs- und Schließvorgänge von Hauben oder Türen durch einen Roboter durchführen zu lassen, welcher primär zur Beschichtung des Werkstückes mittels eines Applikati-

onswerkzeuges vorgesehen ist.

[0024] Es ist auch möglich, mehrere Beschichtungsprozessschritte eines Lackiervorgangs in ein und derselben Beschichtungsstation durchführen zu lassen, beispielsweise eine kombinierte Innen- und Außenlackierung oder das Auftragen einer ersten und einer zweiten Schicht Basislackes, um nur einige ausgewählte Beispiele zu nennen.

[0025] Für den Fall, dass ein Beschichtungsprozessschritt zwingend einen direkt nachfolgenden Beschichtungsprozessschritt erfordert, beispielsweise einen Abdunst- oder Trocknungsschritt, kann der betreffenden Beschichtungsstation auch direkt eine Abdunstzone und/oder ein Ofen nachgeschaltet sein. Auch ist es denkbar, derartige Funktionalitäten direkt in eine Beschichtungsstation zu integrieren.

[0026] Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage gegenüber dem Stand der Technik besteht darin, dass mittels des Transportsystems ein Wechsel des Werkstückes von einer Beschichtungsstation zur anderen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Beschichtungsprozessschritten jederzeit möglich ist, auch wenn ein solcher Wechsel aufgrund der Auslegung der jeweiligen Beschichtungsstationen theoretisch nicht nötig wäre. Hierdurch wird nämlich gerade bei Verwendung von Beschichtungsstationen, welche für die Durchführung von mehreren verschiedenen Prozessschritten oder verschiedenen Varianten ein und desselben Prozessschrittes vorgesehen sind, eine deutlich erhöhte Flexibilität bei dem Gesamtbetrieb der Beschichtungsanlage erreicht.

[0027] Auf der anderen Seite führt ein Auslassen eines individuell nicht erforderlichen Prozess- beziehungsweise Beschichtungsprozessschrittes sowie eine gegebenenfalls erfolgte Integration mehrerer Beschichtungsprozessschritte in ein und dieselbe Beschichtungsstation aufgrund des Transportsystems der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage zu einem Entfall beziehungsweise zu einer Reduktion von Transferzeiten.

[0028] So ist es beispielsweise möglich - um den materialbedingten Abdunst-, Ofen- oder Trocknungszeiten zu entsprechen - ein Werkstück nach Durchführung eines oder mehrerer Beschichtungsprozessschritte aus der jeweiligen Beschichtungsstation zu verfahren, beispielsweise in eine Abdunst- oder Kühlzone oder einen Ofen, und danach wieder in dieselbe Beschichtungsstation zurück zu verbringen, wobei dort in der Zwischenzeit ein oder mehrere weitere Werkstücke beschichtet werden können.

[0029] Im Übrigen entspricht es dem Gedanken der Erfindung, entsprechend vorgesehene Öfen oder Abdunstzonen genauso wie Beschichtungsstationen in das Transportsystem der Beschichtungsanlage einzubinden und bedarfsweise individuell mit dem Werkstück anzufahren. Auch ist es beispielsweise denkbar, mehrere Öfen mit unterschiedlichen Temperaturen und/oder Verweilzeiten zu betreiben, um so den Anforderungen einer hohen Variantenvielfalt an Werkstücken zu entsprechen.

Diese können dann sowohl als Durchlauföfen oder als garagenähnliche Boxen ausgeführt sein. Letztere bieten den Vorteil, dass der Ofenprozess individuell auf die Beschichtung jedes Werkstücks anpassbar ist.

[0030] Bei der Beschichtung von Werkstücken, insbesondere von Automobilkarosserien, ist es selten der Fall, dass alle Werkstücke denselben Beschichtungsprozess durchlaufen. Vielmehr ist mit einer erheblichen Varianz sowohl der Typen von Werkstücken als auch des jeweiligen Beschichtungsprozesses zu rechnen.

[0031] Um dieser hohen Varianz mit einer hohen Flexibilität der Beschichtungsanlage zu entsprechen, ist es gemäß einer Variante der Beschichtungsanlage vorgesehen, dass diese wenigstens zwei identische Beschichtungsstationen zur Durchführung von ähnlichen oder gleichen Beschichtungsprozessschritten umfasst. Ebenso ist es optional vorgesehen, dass die erfindungsgemäße Beschichtungsanlage wenigstens zwei unterschiedliche Beschichtungsstationen zur Durchführung von ähnlichen oder gleichen Beschichtungsprozessschritten umfasst. In besonders bevorzugter Weise ist es auch vorgesehen, dass wenigstens eine, idealerweise aber die meisten der Beschichtungsstationen zur Beschichtung von verschiedenen Typen von Werkstücken vorgesehen sind.

[0032] Durch die zuvor genannten Maßnahmen ist die Anzahl an Produktionsvarianten, mit welchen ein jeweiliges Werkstück in einer individuell vorgegebenen Sequenz von Beschichtungsprozessschritten mit identischem Ergebnis beschichtet werden kann, in vorteilhafter Weise gesteigert. So kann beispielsweise ein Beschichtungsprozessschritt P für ein Werkstück X durch die Beschichtungsstationen A, B und C ausgeführt werden und für ein Werkstück Y durch die Beschichtungsstationen B, C und D. Stationen B und C sind somit für beide Werkstücke geeignet. Je nach aktuellem Produktionsanteil an zu beschichtenden Werkstücken X und Y können diese in flexibler Weise auf die Beschichtungsstationen A, B, C und D verteilt werden, so dass ein möglichst hoher Auslastungsgrad erreicht ist.

[0033] Eine analoge Betrachtungsweise ergibt sich beispielsweise auch für verschiedene Beschichtungsprozessschritte P1, P2, P3 und P4, von denen je Werkstück individuell jeweils zwei durch die Beschichtungsstationen D und/oder E auszuführen seien, wobei die Beschichtungsstation D für die Beschichtungsprozessschritte P1, P2 und P3 und die Beschichtungsstation E für die Beschichtungsprozessschritte P2, P3 und P4 vorgesehen sein mag.

[0034] Die Prozessschrittkombinationen P1 + P2 oder P1 + P3 ist in diesem Fall nur alleinig durch D und P2 + P4 oder P3 + P4 alleinig nur durch E ausführbar. Die Prozessschrittkombination P2 + P3 ist in diesem Fall gleichermaßen durch Beschichtungsstationen D und E ausführbar. Die angenommener Weise sehr selten auftretende Prozessschrittkombination P1 + P4 ist nur gemeinsam durch die Beschichtungsstationen D und E darstellbar, wobei hier ein Transport des Werkstückes von Be-

schichtungsstation D nach E erforderlich ist, welcher durch das Transportsystem der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage aber problemlos realisierbar ist. Ebenso lassen sich die Prozessschrittkombinationen P1 + P2, P1 + P3, P2 + P3, P2 + P4, sowie P3 + P4 auch gemeinsam durch die Beschichtungsstationen D und E darstellen.

[0035] Mit der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage kann daher in flexibler Weise auf eine hohe Varianz in den durchzuführenden Beschichtungsvorgängen reagiert werden, wobei dennoch eine hohe Auslastung der Beschichtungsstationen ermöglicht ist. Trotzdem ist es in vorteilhafter Weise vermieden, dass jede Beschichtungsstation im maximal möglichen Umfang zur Durchführung jedes der jeweils in Betracht kommenden Beschichtungsprozessschritte ausgestattet ist. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist das automatische Transportsystem, mittels welchem die Werkstücke individuell und unabhängig voneinander zwischen den Beschichtungsstationen verbringbar sind.

[0036] Gemäß einer weiteren Variante der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage umfasst diese wenigstens einen Zwischenspeicher für Werkstücke, in welchen beziehungsweise aus welchem mittels des automatischen Transportsystems Werkstücke individuell und unabhängig voneinander ein- beziehungsweise auslagerbar sind. Der Zwischenspeicher ist - ähnlich wie die Bearbeitungsstationen - in das Transportsystem integriert, wobei auch hier die Option besteht, dass ein separates zwischenspeicherbezogenes Transportsystem vorgesehen ist, an welches ein Werkstück im Falle einer Einlagerung beispielsweise von einem Fahrzeug eines fahrerlosen Transportsystems übergeben wird, beziehungsweise von welchem ein Werkstück im Falle einer Auslagerung an ein Fahrzeug eines fahrerlosen Transportsystems übergeben wird. Selbstverständlich ist es aber auch möglich, dass anstelle eines derartigen Fahrzeugs ein anderes geeignetes Transportmittel gewählt wird, beispielsweise auch ein Bodenförderer als Bestandteil des Transportsystems.

[0037] Durch die Verwendung eines Zwischenspeichers lässt sich eine zeitliche Entzerrung bei der Durchführung der Beschichtungsprozessschritte erreichen und damit eine erhöhte Auslastung der Beschichtungsstationen. Wenn beispielsweise aufgrund des aktuellen Aufkommens an zu beschichtenden Werkstücken bei der Bearbeitung eines Beschichtungsprozessschrittes P1 ein temporärer Engpass herrscht aber für die Prozessschritte P2, P3 und P4 momentan genügend Kapazität vorhanden ist, dann können diejenigen Werkstücke, welche den Bearbeitungsprozessschritt P1 erfordern, in den Zwischenspeicher eingelagert werden, bis wieder eine entsprechende Bearbeitungskapazität vorhanden ist. Hierbei sind als Randbedingung selbstverständlich eventuell materialbedingte Prozesszeiten zu beachten. Voraussetzung für diese Vorgehensweise ist wiederum das automatische Transportsystem, mittels welchem die Werkstücke individuell und unabhängig voneinander

zwischen den Beschichtungsstationen und auch dem Zwischenspeicher verbringbar sind.

[0038] Entsprechend einer weiteren Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage ist der wenigstens eine Zwischenspeicher zumindest in Teilbereichen als Abdunstzone, Kühlzone und / oder Ofen ausgestaltet. Wie bereits beschrieben, sind zwischen den verschiedenen Beschichtungsprozessschritten den Anforderungen des applizierten Beschichtungsmaterials entsprechend eventuelle Ofen- oder Abdunst- oder Abkühlzeiten vorzusehen. Hierzu sind in der Beschichtungsanlage entsprechende Öfen, Abdunst- oder Kühlzonen vorzusehen, welche ebenfalls in das Transportsystem der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage zu integrieren sind.

[0039] Gemäß dieser Ausgestaltungsform ist zumindest eine dieser Zonen beziehungsweise ein Ofen als separater Bereich in den Zwischenspeicher integriert. Es ist beispielsweise möglich, derartige Bereiche als Durchlaufzonen oder auch als individuelle, garagenähnliche Boxen auszuführen. Nach Durchlauf eines Werkstückes durch eine Zone kann beispielsweise dessen Umlagerung auf einen regulären Lagerplatz erfolgen. Hierzu ist es vorteilhaft, wenn der Zwischenspeicher über ein eigenes Transportsystem verfügt.

[0040] In bevorzugter Weise ist der wenigstens eine Zwischenspeicher als Hochregallager ausgeprägt. Aufgrund der verhältnismäßig geringen Höhe eines Werkstückes beziehungsweise einer Automobilkarosserie ist beispielsweise eine Deckenhöhe eines mehrstöckigen Hochregallagers von 2,5m in der Regel ausreichend. Für den Transport der Werkstücke zwischen den Stockwerken des Hochregallagers ist in diesem Fall ein entsprechendes Transportsystem vorgesehen, beispielsweise in Form eines Fahrstuhls. Auf diese Weise lässt sich sowohl der Flächenbedarf einer Beschichtungsanlage mit Zwischenspeicher reduzieren als auch die für das Einbeziehungsweise Auslagern benötigten zwischenspeicherinternen Fahrwege.

[0041] Eine typische vollumfängliche Beschichtung im automobilen Bereich umfasst wie bereits beschrieben eine Lackier-Applikation, eine PVC-Applikation für das Abdichten von Nähten an der Automobilkarosserie sowie eine Vorbehandlung. Deshalb ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass wenigstens eine der Beschichtungsstationen der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage für eine Lackier-Applikation, wenigstens eine der Beschichtungsstationen für eine PVC-Applikation und/oder zumindest eine der Beschichtungsstationen für eine Tauch-Applikation oder sonstige Vorbehandlung vorgesehen ist.

[0042] Gemäß einer bevorzugten Variante der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage weist diese einen kreisrunden, quadratischen oder vergleichbaren polygonalen Grundriss auf, welcher in etwa eine seiner Länge vergleichbare Breite aufweist. Insbesondere bei Verwendung eines Transportsystems, mittels welchem die Werkstücke individuell und unabhängig voneinander

zwischen den wenigstens zwei Beschichtungsstationen, der wenigstens einen Übergabestelle und einem eventuellem Zwischenlager verbringbar sind, erweist sich eine derartige Anordnung als die benötigten Fahrwege verkürzend auf. Der für den Transport erforderliche technische und zeitliche Aufwand wird hierdurch in vorteilhafter Weise reduziert.

[0043] Entsprechend einer weiteren Variante der Beschichtungsanlage umfasst das automatische Transportsystem ein fahrerloses Transportsystem eine kranähnliche Hebevorrichtung, einen Roboter und/oder ein verzweigtes spurgebundenes Fördersystem. Fahrerlose Transportsysteme weisen eine Vielzahl an eigenständig längs entsprechender Fahrwege bewegliche eigenangetriebene und zumeist zentral koordinierte Flurfahrzeuge auf, welche nicht spurgebunden sind und deshalb beispielsweise auch aneinander vorbeifahren können. Diese sind für einen erfindungsgemäßen individuellen Transport von Werkstücken besonders geeignet.

[0044] Aber auch kranähnliche Hebevorrichtungen und Roboter sind geeignete Mittel für einen individuellen Transport von Werkstücken, insbesondere auch für das Verladen von Werkstücken von einem Transportsystem auf ein anderes. Ebenso lassen sich auch Roboter als eine lokale und einer Beschichtungsstation zugeordnete Transportvorrichtung verwenden, beispielsweise zum Eintauchen eines Werkstückes in ein mit einer Beschichtungsflüssigkeit gefülltes Becken.

[0045] Insoweit entsprechende Verzweigungen vorliegen, ist auch - zumindest in Teilabschnitten - ein spurgebundenes Fördersystem für einen erfindungsgemäßen Transport von Werkstücken geeignet. Durch entsprechende Verzweigungen ist keine rein sequenzielle Transportstruktur mehr gegeben und ein individueller Transport von Werkstücken zumindest eingeschränkt möglich.

[0046] Gemäß einer besonders bevorzugten Variante der Beschichtungsanlage ist diese zur Beschichtung von Automobilkarosserien vorgesehen. Dies bedeutet beispielsweise für das Transportsystem, dass dieses für den Transport von Rohkarosserien mit einem beispielhaften Grundriss von bis zu ca. 5m x 2m und einer Höhe von ca. 1,8m bei einem Gewicht von bis zu 1000kg ausgelegt sein muss. Auch die Beschichtungsanlagen müssen entsprechend in ihren Dimensionen darauf angepasst sein.

[0047] Der Betrieb einer Produktionsanlage ist geprägt davon, dass alle zu beschichtenden Werkstücke in der erforderlichen Qualität zu beschichten sind, wobei die Anzahl und Typ der Werkstücke sowie die Kenndaten über deren jeweils individuelle Beschichtung fremdgegeben sind, sich also nach der aktuellen Auftragslage richten.

[0048] Ziel beim Betrieb einer Beschichtungsanlage ist es, neben einer qualitativ hochwertigen Beschichtung eine im Mittel möglichst hohe Auslastung der Beschichtungsstationen zu gewährleisten und dies unabhängig von Typ und Beschichtungsanforderungen der aktuell zu beschichtenden Werkstücke. Durch einen entsprechend

optimierten Produktionsplan wird dies ermöglicht. Dieser gibt die individuelle Reihen- und Abfolge vor, in welcher die Werkstücke jeweils in die verschiedenen Beschichtungsstationen oder weiteren Anlagenkomponenten wie einen Zwischenspeicher, Ofen, Abdunstbereich oder dergleichen zu verbringen sind. Ein Produktionsplan kann für ein bestimmtes erwartetes Produktionsvolumen für einen bestimmten Zeitraum im Voraus erstellt werden, beispielsweise für einen kompletten Tag, und auch bedarfsweise bei sich ändernden Randbedingungen angepasst werden.

[0049] Wie bei jedem Optimierungsproblem gibt es hierbei eine Zielfunktion, welche in diesem Falle eine im Mittel möglichst hohe Auslastung der einzelnen Beschichtungsstationen umfasst, und Randbedingungen, welche einzuhalten sind. Die Randbedingungen umfassen beispielsweise produktionslogistische Randbedingungen wie den frühesten und spätesten Termin, an welchem ein Werkstück fertig beschichtet zu sein hat oder auch materialspezifische Prozessvorgaben wie minimale / maximale Abdunstzeit, Ofenzeit sowie Trocknungszeit.

[0050] Voraussetzung für eine nachhaltige Optimierung ist jedoch, dass möglichst viele Optimierungsfreiheitsgrade gegeben sind, also Parameter, welche zur Erreichung des Optimierungsziels beeinflusst werden können. Durch das Transportsystem der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage, mittels welchem die Werkstücke individuell und unabhängig voneinander zwischen den wenigstens zwei Beschichtungsstationen und der wenigstens einen Übergabestelle verbringbar sind, sind entsprechend viele Freiheitsgrade für eine erfolgreiche Optimierung bereitgestellt. Insbesondere ist es möglich, ein und dasselbe Werkstück über verschiedene Produktionswege mit ein und demselben Ergebnis individuell zu beschichten.

[0051] Anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung, weitere Ausführungsformen und weitere Vorteile näher beschrieben werden.

[0052] Es zeigen:

- Fig. 1 eine exemplarische erste Beschichtungsanlage,
- Fig. 2 eine exemplarische zweite Beschichtungsanlage sowie
- Fig. 3 Fahrzeug eines fahrerlosen Transportsystem (FTS) mit Werkstück.

[0053] Figur 1 zeigt eine exemplarische erste Beschichtungsanlage 10 für Werkstücke 30, 32, 34, 36 - in diesem Beispiel Automobilkarosserien - in einer schematischen Draufsicht. Auf einer rechteckigen Grundfläche sind mehrere Beschichtungsstationen 12, 14 zum Nahtabdichten mittels PVC, mehrere Beschichtungsstationen 16, 18 zum Lackieren sowie mehrere Beschichtungsstationen 20, 22, 24 zur Vorbehandlung angeordnet. Darüber hinaus ist ein Zwischenspeicher 40 vorge-

sehen, in welchem die Werkstücke 30, 32, 34, 36 ein- und ausgelagert werden können.

[0054] Ein Transportsystem 38 ist dafür vorgesehen, die Werkstücke 30, 32, 34, 36 individuell und unabhängig voneinander zwischen den Beschichtungsstationen 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, dem Zwischenspeicher 40 und zwei Übergabestellen 42, 44 zu verbringen, wie mit den gestrichelten Linien angedeutet ist. Die gestrichelten Linien repräsentieren in diesem Beispiel keine direkte Fahrspur sondern vielmehr einen Fahrkorridor, entlang dessen die Werkstücke 30, 32, 34, 36 mittels Fahrzeugen eines nicht gezeigten fahrerlosen Transportsystems transportierbar sind. Die Übergabestelle 42 kennzeichnet den Eintrittsort eines zu beschichtenden Werkstückes in den Bereich der Beschichtungsanlage und die Übergabestelle 44 kennzeichnet den Austrittsort eines fertig beschichteten Werkstückes aus der Beschichtungsanlage.

[0055] Die Beschichtungsstationen 12, 14 zum Nahtabdichten mittels PVC umfassen drei beziehungsweise zwei Beschichtungsroboter 26, 28, welche beiderseits der mittigen Beschichtungsposition des jeweils zu beschichtenden Werkstückes angeordnet sind. Die Beschichtungsstationen 16, 18 zum Lackieren umfassen jeweils vier Beschichtungsroboter, welche beiderseits der mittigen Beschichtungsposition des zu beschichtenden Werkstückes angeordnet sind. Eine Ein- und Ausförderung eines Werkstückes in diese Beschichtungsstationen 12, 14, 16, 18 ist an ihren jeweiligen beiden Stirnseiten möglich, um so eine möglichst hohe Flexibilität zu erreichen.

[0056] Die Beschichtungsstationen 20, 22, 24 zur Vorbehandlung sind in einem Halbkreis angeordnet. Ein Werkstück 30, 32, 34, 36 kann mittels eines im Kreismittelpunkt vorgesehenen und in diesem Bild nicht gezeigten Roboter vom Transportsystem 38 entnommen werden und wahlweise in eine der als Tauchbecken ausgestalteten Beschichtungsstationen 20, 22, 24 getaucht werden. Die Tauchbecken weisen separate Haltebeziehungsweise Transportvorrichtungen für die Werkstücke 30, 32, 34, 36 auf, so dass der Roboter nur für das Ein- und Austauschen erforderlich ist und alle Tauchbecken parallel bedienen kann.

[0057] Der Zwischenspeicher 40 ist als matrixähnlich aufgebautes Hochregallager ausgeführt, in welchem die Werkstücke 30, 32, 34, 36 zwischengelagert werden können. Darüber hinaus verfügt der Zwischenspeicher über einen nicht dargestellten Ofen mit nachgeschalteter Abkühlzone.

[0058] Figur 2 zeigt eine exemplarische zweite Beschichtungsanlage 50 für Werkstücke in einer schematischen Draufsicht. Es sind mehrere Beschichtungsstationen 52 zum Nahtabdichten mittels PVC, mehrere Beschichtungsstationen 54 zum Lackieren sowie mehrere Beschichtungsstationen 56 zur Vorbehandlung angeordnet. Darüber hinaus ist ein Zwischenspeicher 60 vorgesehen, in welchem die Werkstücke ein- und ausgelagert werden können. Ein Transportsystem 62 ist dafür vorge-

sehen, die Werkstücke zwischen den Beschichtungsstationen 52, 54, 56 und dem Zwischenspeicher 60 zu verfahren. Die Beschichtungsanlage 50 ist durch einen hexagonalen Grundriss 64 gekennzeichnet, welcher besonders kurze Verfahrwege der Werkstücke ermöglicht. Die Vorbehandlungsstationen 56 sind in diesem Fall als mehrere in zwei kreisrunden Formationen angeordnete Tauchbecken angedeutet.

[0059] Figur 3 zeigt in einer schematischen Seitenansicht 70 ein Fahrzeug 72 eines fahrerlosen Transportsystems (FTS) mit einem darauf angeordneten Werkstück 74, in diesem Fall einer Automobilkarosserie. Das Fahrzeug 72 verfügt über einen eigenen Antrieb und eine eigene Lenkung und ist dafür vorgesehen, sich innerhalb bestimmter Korridore auf der Bodenfläche einer Beschichtungsanlage selbständig zu bewegen. Für den Betrieb einer Beschichtungsanlage mit einem fahrerlosen Transportsystem (FTS) ist eine Vielzahl solcher Fahrzeuge 72 erforderlich. Eine Koordination der Fahrzeuge erfolgt mittels eines übergeordneten Steuersystems.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Beschichtungsanlage (10, 50) zur automatischen Serienbeschichtung von Werkstücken (30, 32, 34, 36, 74), deren Beschichtung mehrere aufeinanderfolgende Beschichtungsprozessschritte erfordert, umfassend

- wenigstens zwei Beschichtungsstationen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) mit jeweiligen Beschichtungsvorrichtungen (26, 28) zur Durchführung jeweils wenigstens eines Beschichtungsprozessschrittes,
- wenigstens eine Übergabestelle (42, 44, 58),

wobei ein automatisches Transportsystem (38, 62) vorgesehen ist, mittels welchem die Werkstücke (30, 32, 34, 36, 74) individuell und unabhängig voneinander zwischen den wenigstens zwei Beschichtungsstationen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) und der wenigstens einen Übergabestelle (42, 44, 58) verbringbar sind, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

- Bereitstellen eines Datensatzes mit einer Vielzahl an Daten über zu beschichtende Werkstücke (30, 32, 34, 36, 74), umfassend den jeweiligen Typ der Werkstücke und Kenndaten über die jeweils zur individuellen Beschichtung erforderlichen Beschichtungsprozessschritte,
- automatisches Erstellen eines optimierten Produktionsplanes zur individuellen Beschichtung der Werkstücke (30, 32, 34, 36, 74) entsprechend den jeweils erforderlichen Beschichtungsprozessschritten, wobei für jedes Werkstück (30, 32, 34, 36, 74) eine individuelle Rei-

henfolge ermittelt wird, entsprechend derer das jeweilige Werkstück (30, 32, 34, 36, 74) mittels des automatischen Transportsystems (38, 62) zur Beschichtung in jeweils geeignete Bearbeitungsstationen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) beziehungsweise in den Zwischenspeicher (34, 60) zu verbringen ist, berücksichtigend folgende Optimierungskriterien:

- Vermeidung des Verbringens von Werkstücken in solche Beschichtungsstation (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56), welche zumindest auch für Beschichtungsprozessschritte vorgesehen sind, die für die individuelle Beschichtung des jeweiligen Werkstückes (30, 32, 34, 36, 74) nicht erforderlich sind,
 - möglichst homogene Auslastung der Beschichtungsstationen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56),
 - Beschichtung der Werkstücke (30, 32, 34, 36, 74) entsprechend dem Produktionsplan.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese wenigstens eine Beschichtungsstation (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) zur Durchführung einer Mehrzahl verschiedener aufeinanderfolgender Beschichtungsprozessschritte umfasst.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese wenigstens zwei identische Beschichtungsstationen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) zur Durchführung von ähnlichen oder gleichen Beschichtungsprozessschritten umfasst.
 4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese wenigstens zwei unterschiedliche Beschichtungsstationen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) zur Durchführung von ähnlichen oder gleichen Beschichtungsprozessschritten umfasst.
 5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Beschichtungsstationen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) zur Beschichtung von verschiedenen Typen von Werkstücken (30, 32, 34, 36, 74) vorgesehen ist.
 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese wenigstens einen Zwischenspeicher (34, 60) für Werkstücke (30, 32, 34, 36, 74) umfasst, in welchen beziehungsweise aus welchem mittels des automatischen Transportsystems (38, 62) Werkstücke (30, 32, 34, 36, 74) individuell und unabhängig voneinander ein-

beziehungsweise auslagerbar sind.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Zwischenspeicher (34, 60) zumindest in Teilbereichen als Abdunstzone, Kühlzone und / oder Ofen ausgestaltet ist.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Zwischenspeicher (34, 60) als Hochregallager ausgeprägt ist.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Beschichtungsstationen für eine Lackier-Applikation vorgesehen ist.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Beschichtungsstationen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) für eine PVC-Applikation vorgesehen ist.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Beschichtungsstationen (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) für eine Tauch-Applikation oder sonstige Vorbehandlung vorgesehen ist.
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese einen kreisrunden, quadratischen oder vergleichbaren polygonalen (64) Grundriss aufweist.
13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das automatische Transportsystem (38, 62) ein fahrerloses Transportsystem (FTS, 70), eine kranähnliche Hebevorrichtung, einen Roboter und/oder ein verzweigtes spurgebundenes Fördersystem umfasst.
14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zur Beschichtung von Automobilkarosserien vorgesehen ist.

Claims

1. Method for operating a coating assembly (10, 50) for the automatic series coating of workpieces (30, 32, 34, 36, 74), for which the coating requires a plurality of consecutive coating processing steps, comprising
 - at least two coating stations (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) with respective coating devices (26, 28) for performing respectively at least one coating processing step,

- at least one transfer point (42, 44, 58),

wherein an automatic transport system (38, 62) is provided, by means of which the workpieces (30, 32, 34, 36, 74) can be moved individually and independently of one another between the at least two coating stations (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) and the at least one transfer point (42, 44, 58), **characterised by** the following steps:

- providing a dataset with a plurality of data about workpieces (30, 32, 34, 36, 74) to be coated, comprising the respective type of the workpieces and the identification data about the coating processing steps required for the individual coating,

- automatically setting up an optimised production plan for individually coating the workpieces (30, 32, 34, 36, 74) according to the respectively required coating processing steps, wherein for each workpiece (30, 32, 34, 36, 74) an individual sequence is defined, according to which the respective workpiece (30, 32, 34, 36, 74) is to be moved by means of the automatic transport system (38, 62) for coating into respectively suitable processing stations (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) or into the temporary storage (34, 60), taking into consideration the following optimisation criteria:

- avoiding moving workpieces into such coating stations (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56), which are also provided at least for coating processing steps which are not necessary for the individual coating of the respective workpiece (30, 32, 34, 36, 74),
- as far as possible a homogenous occupancy of the coating stations (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56),
- coating the workpieces (30, 32, 34, 36, 74) according to the production plan.

- Method according to claim 1, **characterised in that** the latter comprises at least one coating station (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) for performing a plurality of different consecutive coating processing steps.
- Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the latter comprises at least two identical coating stations (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) for performing similar or identical coating processing steps.
- Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** the latter comprises at least two different coating stations (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) for performing similar or identical coat-

ing processing steps.

- Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** at least one of the coating stations (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) is provided for coating different types of workpieces (30, 32, 34, 36, 74).
- Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** the latter comprises at least one temporary storage (34, 60) for workpieces (30, 32, 34, 36, 74) in which or from which by means of the automatic transport system (38, 62) workpieces (30, 32, 34, 36, 74) can be put into storage or removed from storage individually and independently from one another.
- Method according to claim 6, **characterised in that** the at least one temporary storage (34, 60) is designed at least in sections as an evaporation zone, cooling zone and/or furnace.
- Method according to claim 6 or 7, **characterised in that** the at least one temporary storage (34, 60) is designed as a high-bay storage.
- Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** at least one of the coating stations is provided for a paint application.
- Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** at least one of the coating stations (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) is provided for a PVC application.
- Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** at least one of the coating stations (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) is provided for an immersion application or other pre-treatment.
- Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** the latter has a circular, square or comparable polygonal (64) layout.
- Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** the automatic transport system (38, 62) comprises a driverless transport system (FTS, 70), a crane-like lifting device, a robot and/or a branched track-bound conveyor system.
- Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** the latter is provided for coating automobile bodies.

Revendications

1. Procédé de fonctionnement d'une installation de revêtement (10, 50) pour le revêtement en série automatique de pièces à usiner (30, 32, 34, 36, 74), dont le revêtement nécessite plusieurs étapes de processus de revêtement consécutives, comprenant

- au moins deux postes de revêtement (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) avec des dispositifs de revêtement respectifs (26, 28) pour la réalisation respectivement d'au moins une étape de processus de revêtement,
- au moins un point de remise (42, 44, 58),

dans lequel un système de transport automatique (36, 62) est prévu, à l'aide duquel les pièces à usiner (30, 32, 34, 36, 74) peuvent être amenées individuellement et indépendamment les unes des autres entre les au moins deux postes de revêtement (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) et l'au moins un point de remise (42, 44, 58), **caractérisé par** les étapes suivantes :

- la mise à disposition d'un jeu de données avec une pluralité de données sur des pièces à usiner (30, 32, 34, 36, 74) à revêtir, comprenant le type respectif des pièces à usiner et des données caractéristiques sur les étapes de processus de revêtement nécessaires respectivement au revêtement individuel,
- l'établissement automatique d'un plan de production optimisé pour le revêtement individuel des pièces à usiner (30, 32, 34, 36, 74) selon les étapes de processus de revêtement nécessaires respectivement, dans lequel pour chaque pièce à usiner (30, 32, 34, 36, 74) un ordre individuel est déterminé, selon lequel la pièce à usiner respective (30, 32, 34, 36, 74) est à amener au moyen du système de transport automatique (38, 62) pour le revêtement dans des postes d'usinage (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) appropriés respectivement ou dans l'accumulateur intermédiaire (34, 60), en tenant compte des critères d'optimisation suivants :

- l'évitement de l'amenée de pièces à usiner dans un tel poste de revêtement (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) qui sont prévues au moins aussi pour des étapes de processus de revêtement qui ne sont pas nécessaires pour le revêtement individuel de la pièce à usiner respective (30, 32, 34, 36, 74),
- le chargement le plus homogène possible des postes de revêtement (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56),
- le revêtement des pièces à usiner (30, 32,

34, 36, 74) selon le plan de production.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** celle-ci comprend au moins un poste de revêtement (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) pour la réalisation d'une pluralité de différentes étapes de processus de revêtement consécutifs.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** celle-ci comprend au moins deux postes de revêtement identiques (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) pour la réalisation d'étapes de processus de revêtement similaires ou identiques.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** celle-ci comprend au moins deux postes de revêtement différents (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) pour la réalisation d'étapes de processus de revêtement similaires ou identiques.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un des postes de revêtement (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) est prévu pour le revêtement de différents types de pièces à usiner (30, 32, 34, 36, 74).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** celle-ci comprend au moins un accumulateur intermédiaire (34, 60) pour des pièces à usiner (30, 32, 34, 36, 74) dans lequel ou duquel des pièces à usiner (30, 32, 34, 36, 74) peuvent être entreposées ou déplacées au moyen du système de transport automatique (38, 62) individuellement ou indépendamment les unes des autres.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'au moins un accumulateur intermédiaire (34, 60) est configuré au moins dans des zones partielles comme zone d'évaporation, zone de refroidissement et/ou four.

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'au moins un accumulateur intermédiaire (34, 60) est classé comme magasin à rayonnages.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un des postes de revêtement est prévu pour une application de peinture.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un des postes de revêtement (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) est prévu pour une application de PVC.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications

précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un des postes de revêtement (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 52, 54, 56) est prévu pour une application d'immersion ou autres prétraitements.

5

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** celle-ci présente une projection horizontale ronde et circulaire, carré ou polygonale comparable (64).

10

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système de transport automatique (38, 62) comprend un système de transport sans conducteur (FTS, 70), un dispositif de levage similaire à une grue, un robot et/ou un système de transport guidé sur rails ramifié.

15

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** celle-ci est prévue pour le revêtement de carrosseries automobiles.

20

25

30

35

40

45

50

55

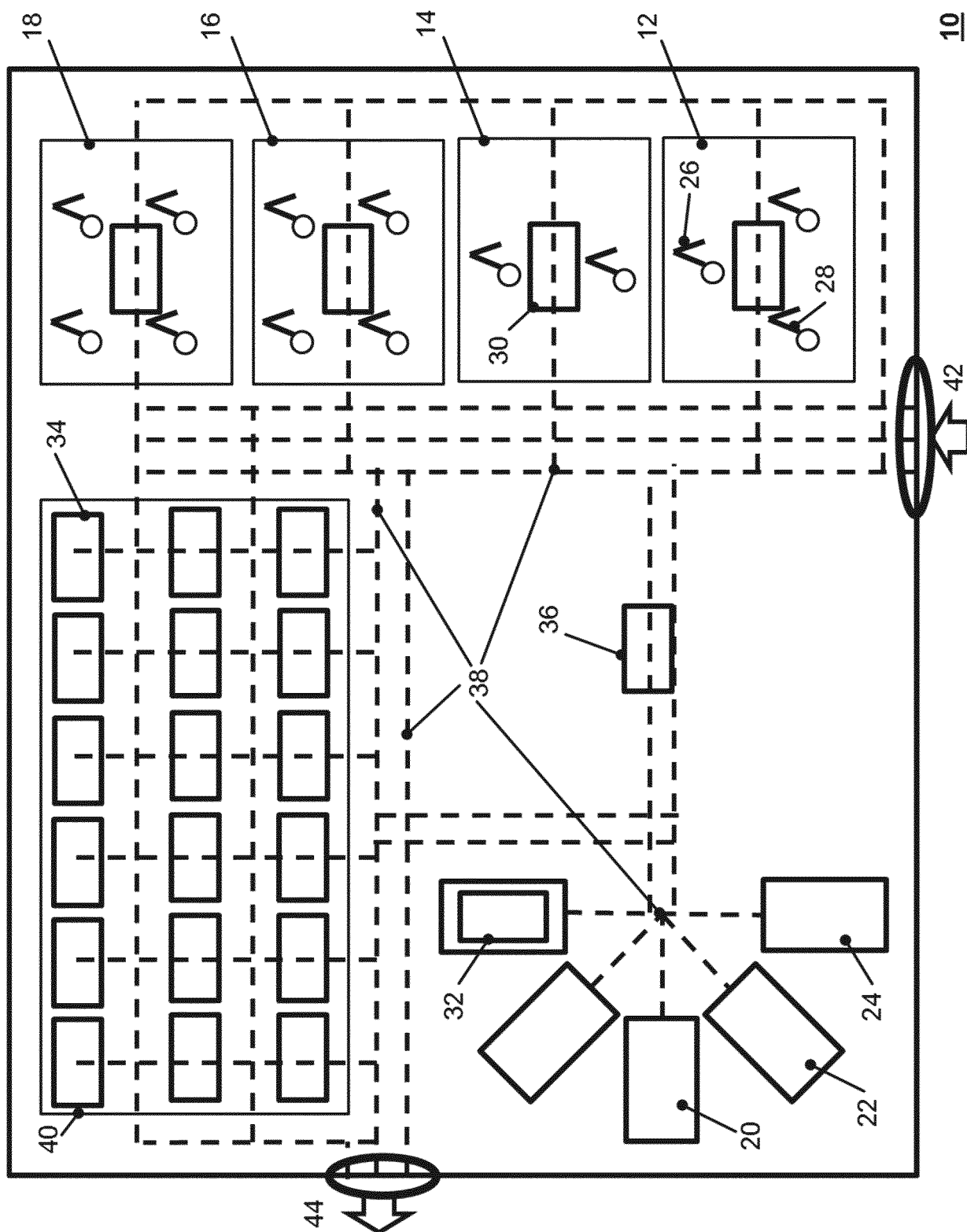


Fig. 1

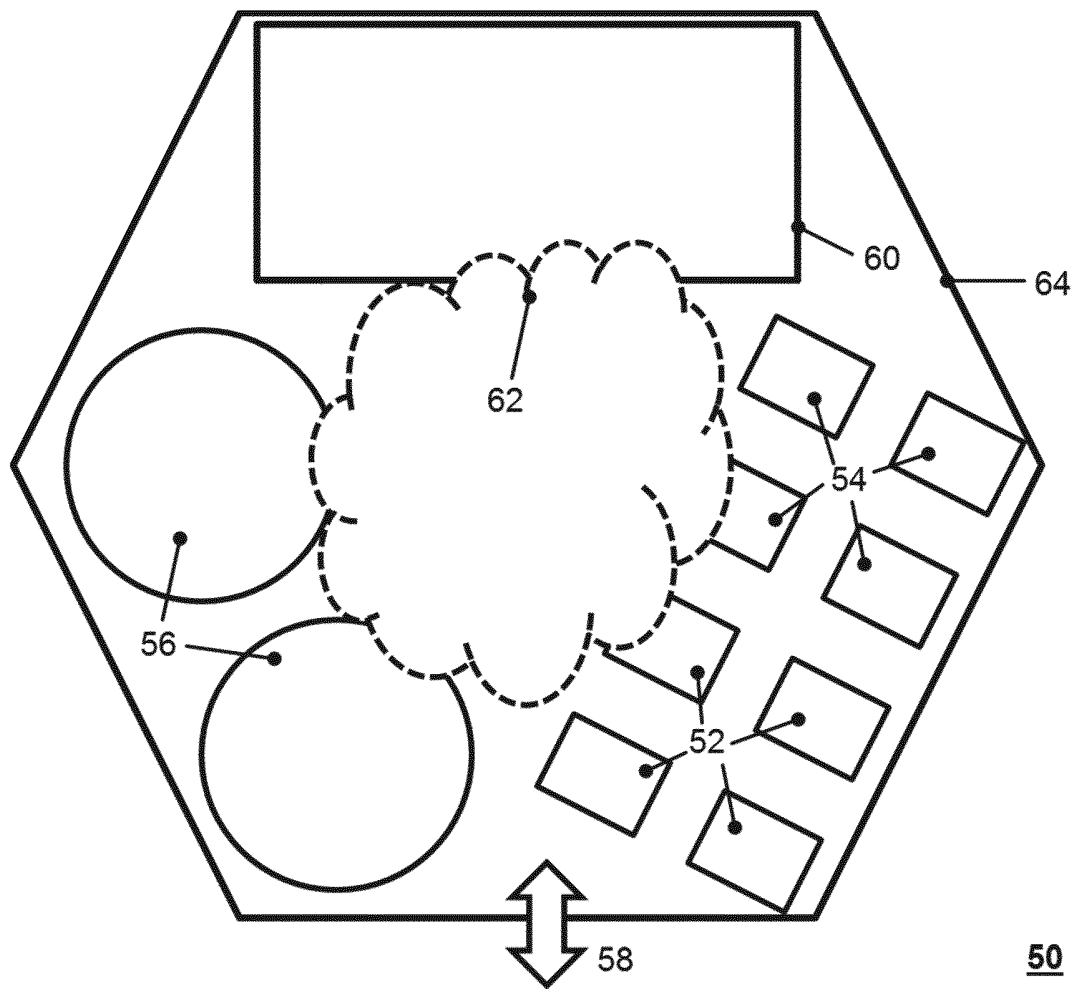


Fig. 2

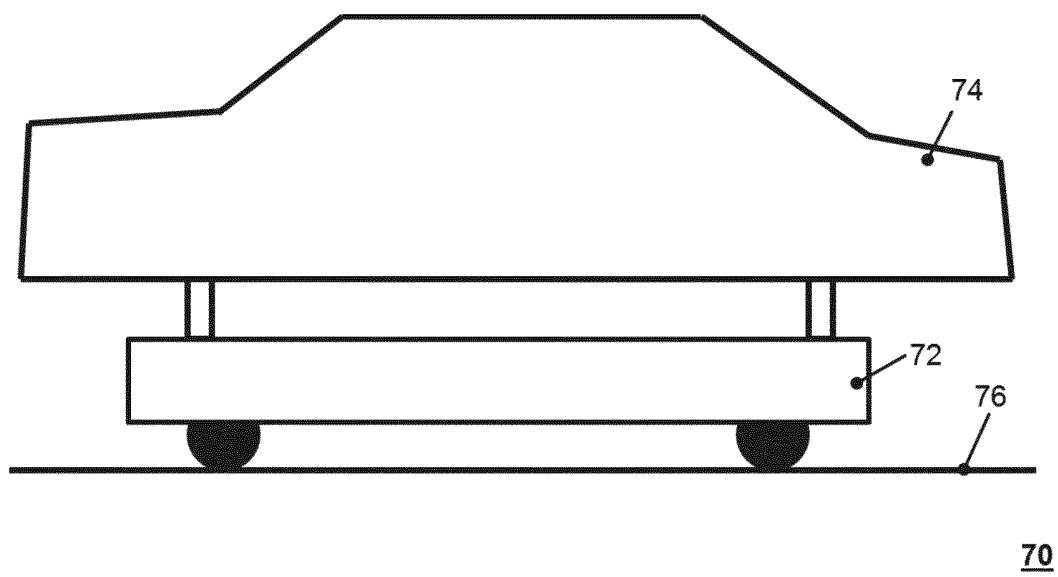


Fig. 3

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

- EP 1702687 B1 [0006]
- EP 1745858 A2 [0007]
- DE 102010032143 A1 [0008]