



(10) **DE 10 2017 000 640 B4** 2018.12.20

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 000 640.7**
(22) Anmeldetag: **25.01.2017**
(43) Offenlegungstag: **26.07.2018**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **20.12.2018**

(51) Int Cl.: **B05C 9/00 (2006.01)**
B05D 1/00 (2006.01)
B62D 65/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

(72) Erfinder:
Dietrich, Horst, 71543 Wüstenrot, DE; Schmitt, Aurel, 74172 Neckarsulm, DE; Eschenauer, Torsten, 74867 Neunkirchen, DE; Bortot, Dino, Dr., 85049 Ingolstadt, DE; Holzapfel, Julia, 94161 Ruderting, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

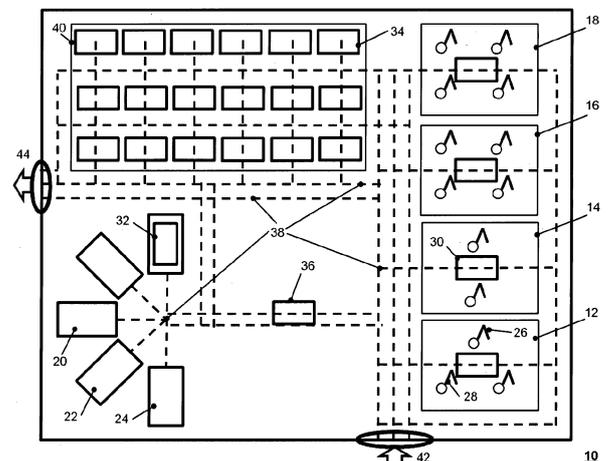
DE	103 50 846	A1
DE	10 2008 036 321	A1
DE	10 2014 102 990	A1
US	2010 / 0 263 191	A1
EP	1 702 687	B1
WO	2015/ 132 379	A1

(54) Bezeichnung: **Beschichtungsanlage und Verfahren zum Betreiben einer Beschichtungsanlage**

(57) Hauptanspruch: 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, und wobei die Beschichtungsanlage wenigstens einen Zwischenspeicher (40, 60) für Werkstücke (30, 32, 34, 36, 74) umfasst, in welchem beziehungsweise aus welchem mittels des automatischen Transportsystems (38, 62) Werkstücke (30, 32, 34, 36, 74) individuell und unabhängig voneinander ein- beziehungsweise auslagerbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Zwischenspeicher (40, 60) zumindest in Teilbereichen als Kühlzone und / oder Ofen ausgestaltet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Beschichtungsanlage zur automatischen Serienbeschichtung von Werkstücken mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Beschichtungsanlage.

[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 DE 10 2014 102 990 A1 betrifft eine Fertigungsstation für Werkstücke wie beispielsweise Karosserieteile sowie eine Fertigungsanlage, die mehrere Fertigungsstationen aufweist. Die Fertigungsstation ist modular ausgebildet und weist mehrere integrierte Fertigungszellen mit jeweils einem eigenen Prozessbereich auf. Die Prozessbereiche sind untereinander im Grundaufbau einheitlich ausgebildet. Die Fertigungsstation weist bevorzugt eine für die Fertigungszellen gemeinsame, stationsinterne Transportlogistik für die Werkstücke auf, welche die Fertigungszellen untereinander verbindet.

[0008] Die DE 103 50 846 A1 offenbart eine Fertigungseinrichtung für die Herstellung von Kraftfahrzeugen mit einem Fertigungsbereich bestehend aus einem Grundkarosserien-Fertigungsbereich, in dem eine Rohkarosserie fertigstellbar ist, einem Lackierbereich, in dem die Rohkarosserie zu einer Farbkarosserie lackierbar ist, und einem Montagebereich, in dem die Farbkarosserie zusammen mit wenigstens einem Montageeteil zum fertigen Kraftfahrzeug mon-

tierbar ist, wobei der Grundkarossen-Fertigstellungsbereich, der Lackierbereich und der Montagebereich jeweils wenigstens einen bereichsspezifischen Fertigungsschritt beinhalten.

[0009] Die WO 2015/ 132 379 A1 betrifft Fertigungsanlage für Werkstücke, wobei diese mehrere Fertigungsstationen und ein Transportsystem zum Transport der Werkstücke innerhalb der Fertigungsanlage und zwischen den Fertigungsstationen aufweist. Das Transportsystem weist ein Transportwegenetz aus mehreren miteinander verbundenen und einander kreuzenden Transportwegen und eine Transporteinrichtung mit mehreren auf den Transportwegen beweglichen automatischen Transportmitteln auf, wobei die Transportwege an mehrere, in einer Stationsmatrix angeordnete Fertigungsstationen angebunden sind.

[0010] Die DE 10 2008 036 321 A1 offenbart eine Lackieranlage zum Lackieren von zu lackierenden Gegenständen in Form von Fahrzeugkarosserien, umfassend

- eine Gebäudehülle, die einen Gebäudeinnenraum umschließt, in welchem mindestens ein Tauchbecken und mindestens ein offener Behandlungsbereich, der gegenüber dem Gebäudeinnenraum offen ist, angeordnet sind;
- ein erstes Förderniveau, auf dem zu lackierende Gegenstände durch mindestens einen offenen Behandlungsbereich förderbar sind;
- ein zweites Förderniveau von dem aus zu lackierende Gegenstände in mindestens ein Tauchbecken eintauchbar sind; und
- mindestens ein Zwischenlager, wobei mindestens ein zu lackierender Gegenstand von einem Förderniveau der Lackieranlage in das Zwischenlager hinein und später aus dem Zwischenlager heraus in ein anderes Förderniveau der Lackieranlage förderbar ist.

[0011] Die US 2010 / 0 263 191 A1 offenbart ein Fahrzeugkarosseriemontage- und Sequenziersystem mit einem Zwischenspeicher.

[0012] 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.

[0013] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Beschichtungsanlage der eingangs genannten Art. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass ein automatisches Transportsystem vorgesehen ist, mittels welchem die Werkstücke individuell und unabhän-

gig voneinander zwischen den wenigstens zwei Beschichtungsstationen und der wenigstens einen Übergabestelle verbringbar sind.

[0014] 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 erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage sowie reduzierte Transferzeiten ermöglicht sind.

[0015] 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

[0016] 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 La-

ckierung 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.

[0017] 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. Je 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, welcher 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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 Trans-

portsystem 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.

[0021] 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.

[0022] 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 beispielsweise 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.

[0023] 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.

[0024] 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 in-

dividuelle Reihenfolge ermittelt wird, entsprechend derer das jeweilige Werkstück mittels des automatischen Transportsystems zur Beschichtung in eine jeweils geeignete Bearbeitungsstation oder zu weiteren Komponenten der Beschichtungsanlage zu verbringen ist.

[0025] 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.

[0026] 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 Applikationswerkzeuges vorgesehen ist.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] Auf der anderen Seite führt ein Auslassen eines individuell nicht erforderlichen Prozessbeziehungsweise 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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 Beschichtungsstation 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.

[0038] 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 ver-

mieden, 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.

[0039] Die erfindungsgemäße Beschichtungsanlage umfasst 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.

[0040] 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.

[0041] Der wenigstens eine Zwischenspeicher der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage ist zumindest in Teilbereichen als Kühlzone und / oder Ofen und optional als Abdunstzone 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.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] 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 zu meist 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.

[0047] 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.

[0048] 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.

[0049] 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 × 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.

[0050] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- 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.

[0051] 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 fremdvorgegeben sind, sich also nach der aktuellen Auftragslage richten.

[0052] 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.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] Anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung, weitere Ausführungsformen und weitere Vorteile näher beschrieben werden.

[0056] Es zeigen:

Fig. 1 eine exemplarische erste Beschichtungsanlage,

Fig. 2 eine exemplarische zweite Beschichtungsanlage sowie

Fig. 3 Fahrzeug eines fahrerloses Transportsystem (FTS) mit Werkstück.

[0057] **Fig. 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** vorgesehen, in welchem die Werkstücke **30, 32, 34, 36** ein- und ausgelagert werden können.

[0058] 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.

[0059] 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.

[0060] 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 Roboters vom Transportsystem **38** entnommen werden und wahlweise in eine der als Tauchbecken ausgestalteten Beschichtungsstationen **20**, **22**, **24** getaucht werden. Die Tauchbecken weisen separate Halte- beziehungsweise 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.

[0061] 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.

[0062] Fig. 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 vorgesehen, 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.

[0063] Fig. 3 zeigt in einer schematischen Seitenansicht **70** ein Fahrzeug **72** eines fahrerlosen Transportsystems (FTS) mit einem darauf angeordneten Werk-

stück **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. 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 Beschichtungsanordnungen (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, und wobei die Beschichtungsanlage wenigstens einen Zwischenspeicher (40, 60) für Werkstücke (30, 32, 34, 36, 74) umfasst, in welchem beziehungsweise aus welchem mittels des automatischen Transportsystems (38, 62) Werkstücke (30, 32, 34, 36, 74) individuell und unabhängig voneinander ein- beziehungsweise auslagerbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Zwischenspeicher (40, 60) zumindest in Teilbereichen als Kühlzone und / oder Ofen ausgestaltet ist.

2. Beschichtungsanlage 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. Beschichtungsanlage 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. Beschichtungsanlage 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. Beschichtungsanlage 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. Beschichtungsanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Zwischenspeicher (40, 60) zumindest in Teilbereichen als Abdunstzone ausgestaltet ist.

7. Beschichtungsanlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Zwischenspeicher (40, 60) als Hochregallager ausgeprägt ist.

8. Beschichtungsanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine der Beschichtungsstationen für eine Lackier-Applikation vorgesehen ist.

9. Beschichtungsanlage 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.

10. Beschichtungsanlage 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.

11. Beschichtungsanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese einen kreisrunden, quadratischen oder vergleichbaren polygonalen (64) Grundriss aufweist.

12. Beschichtungsanlage 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.

13. Beschichtungsanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese zur Beschichtung von Automobilkarosserien vorgesehen ist.

14. Verfahren zum Betreiben einer Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **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 Reihenfolge 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 (40, 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

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

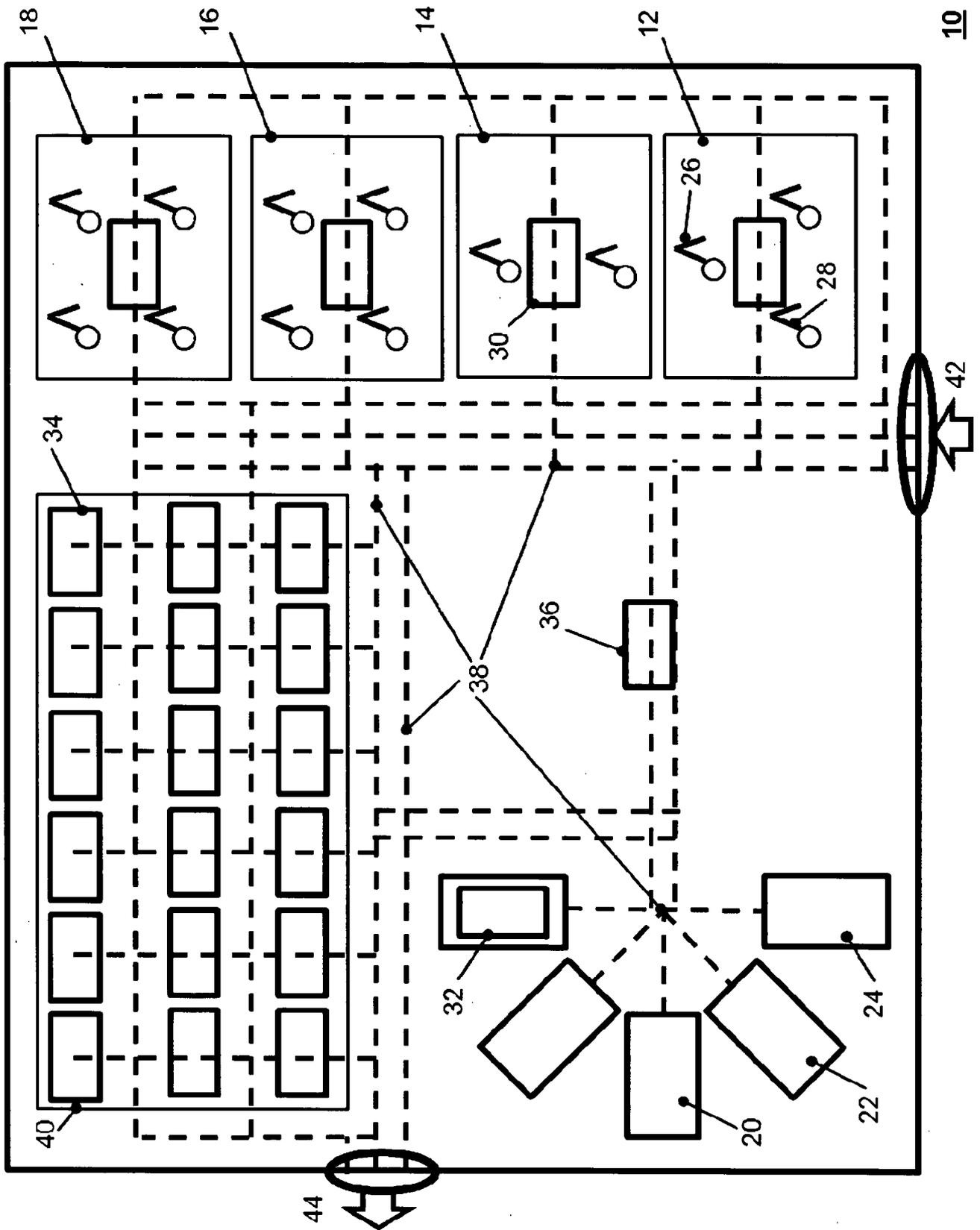


Fig. 1

