

(19)



(11)

**EP 3 048 182 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.07.2016 Patentblatt 2016/30**

(51) Int Cl.:  
**C23C 4/08 (2006.01)**      **C23C 4/12 (2006.01)**  
**C23C 4/16 (2016.01)**      **B05B 13/02 (2006.01)**  
**B05B 13/06 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15155740.2**

(22) Anmeldetag: **19.02.2015**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

- **Aufschläger, Gerhard**  
**94447 Plattling (DE)**
- **Kesting, Marc**  
**94315 Straubing (DE)**
- **Völlinger, Ralf**  
**94315 Straubing (DE)**

(30) Priorität: **20.01.2015 EP 15151719**

(74) Vertreter: **Wunderlich, Rainer et al**  
**Weber & Heim**  
**Patentanwälte**  
**Partnerschaftsgesellschaft mbB**  
**Irmgardstrasse 3**  
**81479 München (DE)**

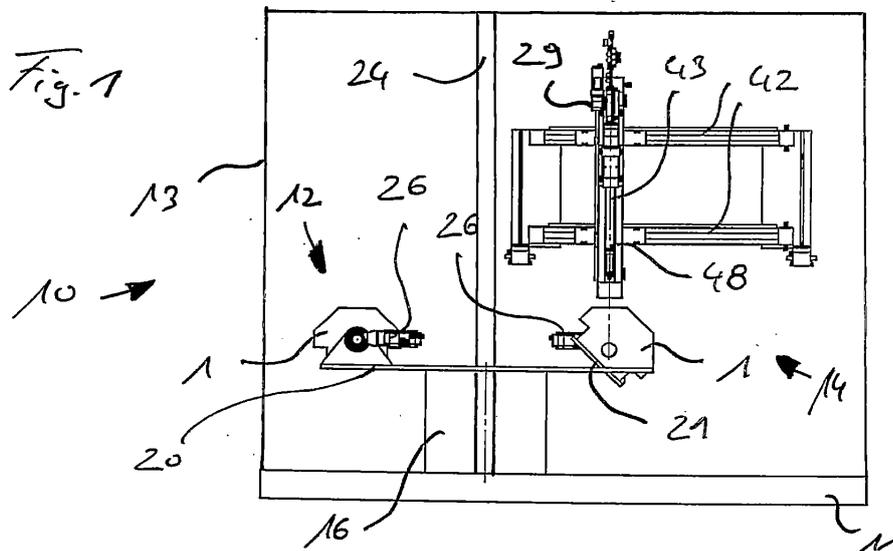
(71) Anmelder: **Sturm Maschinen- & Anlagenbau GmbH**  
**94330 Salching (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Ebenbeck, Andreas**  
**94315 Straubing (DE)**

(54) **Anlage und Verfahren zur metallischen Beschichtung eines Werkstücks**

(57) Die Erfindung betrifft eine Anlage und ein Verfahren zur metallischen Beschichtung eines Werkstücks mit einer Bohrung, insbesondere einer Lauffläche einer Zylinderbohrung in einem Motorblock, mit mindestens einer drehbaren Beschichtungslanze, durch welche ein Metall-Plasmastrahl zur Beschichtung einer Bohrungswand erzeugbar ist. Gemäß der Erfindung ist ein Um-

laufförderer mit mindestens zwei Werkstückaufnahmen vorgesehen, welche durch den Umlaufförderer entlang eines horizontalen Verfahrensweges umlaufend verfahrbar sind. Das Werkstück ist in der umlaufenden Werkstückaufnahme in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt.



**EP 3 048 182 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Anlage zur metallischen Beschichtung eines Werkstücks mit einer Bohrung, insbesondere einer Lauffläche einer Zylinderbohrung in einem Motorblock, mit mindestens einer drehbaren Beschichtungslanze, durch welche ein Metall-Plasmastrahl zur Beschichtung einer Bohrungswand erzeugbar ist.

**[0002]** Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur metallischen Beschichtung eines Werkstücks mit einer Bohrung, insbesondere einer Lauffläche einer Zylinderbohrung in einem Motorblock, bei welchem eine Beschichtungslanze in eine zu beschichtende Bohrung eingefahren wird, durch die Beschichtungslanze ein Metall-Plasmastrahl erzeugt wird und unter Drehung der Beschichtungslanze die metallische Beschichtung auf die Bohrungswand aufgebracht wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

**[0003]** Insbesondere im Motorenbau ist es erforderlich, die Laufflächen von Zylinderbohrungen mit einer speziellen metallischen Beschichtung zu versehen, damit hinreichende Reibungs- und Schmierbedingungen zwischen der Zylinderlauffläche und einem Zylinderkolben gewährleistet sind. Dies gilt vor allem dann, wenn sowohl das Motorengehäuse wie auch der Zylinderkolben aus demselben Metall, etwa aus Aluminium, gefertigt sind.

**[0004]** Aus der gattungsbildenden WO 2004/005575 A2 ist es bekannt, unmittelbar auf eine Bohrungswand eine Metallbeschichtung durch eine Beschichtungslanze aufzubringen, mit welcher ein Metall-Plasmastrahl erzeugt wird. Dabei wird ein einzelnes Werkstück in eine Spritzkabine eingesetzt und darin gespannt. Nach dem Beschichten wird das Werkstück aus der Spritzkabine entnommen. Anschließend kann ein neues Werkstück in der Werkstückaufnahme angeordnet werden.

**[0005]** Aus der DE 199 24 991 A1 geht ein Verfahren zum thermischen Beschichten einer Fläche eines Innenraumes und eine Anordnung zur Durchführung eines entsprechenden Verfahrens hervor. Die bekannte Anlage weist als Transportstrecke eine Rollenbahn auf, auf welcher die Werkstücke unmittelbar abgesetzt werden. Entlang der Transportstrecke sind verschiedene Bearbeitungsstationen angeordnet, an welchen das Werkstück zunächst gewaschen und entfettet sowie mit einer Abdeckschablone versehen wird. Die Abdeckschablone dient zum Abdecken spezieller Werkstückbereiche, um diese bei einer nachfolgenden Sandbestrahlung von Zylinderbohrungen in dem Werkstück zu schützen.

**[0006]** Im Verlauf der Transportstrecke ist weiterhin eine Bearbeitungsstation vorgesehen, in welcher eine Plasmabeschichtung der Zylinderlaufflächen erfolgen kann. Abschließend werden die Werkstücke von der Rollenbahn wieder entnommen und einer weiteren Bearbeitung zugeführt.

**[0007]** Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, eine Anlage und ein Verfahren anzugeben, mit welchen eine

besonders effiziente Beschichtung eines Werkstücks mit einem Metall-Plasmastrahl möglich sind.

**[0008]** Die Aufgabe wird nach der Erfindung zum einen durch eine Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Anlage ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Umlaufförderer mit mindestens zwei Werkstückaufnahmen vorgesehen ist, welche durch den Umlaufförderer entlang eines horizontalen Verfahrweges umlaufend verfahrbar sind, und dass das Werkstück in der umlaufenden Werkstückaufnahme in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt ist.

**[0010]** Ein Grundgedanke der Erfindung liegt darin, die metallische Beschichtung des Werkstücks in einem speziellen und effizienten Durchlaufbetrieb durchzuführen. Hierzu ist ein Umlaufförderer mit mehreren Werkstückaufnahmen angeordnet, in welchen das Werkstück in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt ist. Insbesondere bei den relativ großen Motorblöcken kann die Justierung und Einspannung in der Beschichtungsvorrichtung mit der Beschichtungslanze vereinfacht und damit zeitlich verkürzt werden. Folglich kann die kostenintensive Anlage zur metallischen Beschichtung effizient genutzt werden, wobei der Maschinenstundensatz je Werkstück sinkt.

**[0011]** Gemäß der Erfindung wird das vorgespannte Werkstück durch einen Umlaufförderer in die Beschichtungsvorrichtung eingefahren. Aufgrund des Umlaufbetriebes eines Umlaufförderers wird also beim Abführen des fertig beschichteten Werkstückes gleichzeitig ein neu zu beschichtendes Werkstück in die Beschichtungsvorrichtung eingefahren.

**[0012]** Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass der Umlaufförderer als ein Drehtisch ausgebildet ist. Der Umlaufförderer weist somit ein starres Fördererelement auf, insbesondere eine tischartige Platte, welche drehend angetrieben ist. Vorzugsweise sind an dem Drehtisch zwei Werkstückaufnahmen angeordnet, welche um 180° zueinander versetzt sind. Durch ein derartiges starres Fördererelement mit einem definierten Taktschritt wird eine zuverlässige Positionierung des Werkstücks auf der Werkstückaufnahme in der Beschichtungsvorrichtung sichergestellt.

**[0013]** Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorteilhaft, dass eine Ladestation und eine Bearbeitungsstation vorgesehen sind, in welcher die Beschichtung mittels einer Beschichtungsvorrichtung mit der Beschichtungslanze erfolgt, und dass das Werkstück mit dem Umlaufförderer zwischen der Ladestation und der Bearbeitungsstation transportierbar ist. In der Bearbeitungsstation kann eine Beschichtung durch die Beschichtungslanze der Beschichtungsvorrichtung erfolgen. Gleichzeitig befindet sich ein anderes Werkstück in der Werkstückaufnahme in der Ladestation und steht für weitere Handhabungs-, Mess- und/oder Bearbeitungs-

vorgänge zur Verfügung.

**[0014]** Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung hierzu ist es bevorzugt, dass die Ladestation zum Zuführen und Abführen des Werkstücks ausgebildet ist, und dass die Ladestation der Bearbeitungsstation gegenüberliegt. Somit kann während der Bearbeitung und Beschichtung eines Werkstückes in der Bearbeitungsstation ein bereits bearbeitetes und beschichtetes Werkstück aus der Ladestation abgeführt und ein neu zu bearbeitendes Werkstück in die Werkstückaufnahme in der Ladestation eingesetzt werden. Somit erfolgt das Be- und Entladen parallel zur Maschinenhauptzeit. Dies unterstützt eine effiziente Maschinennutzung.

**[0015]** Eine weitere Verbesserung der Maschinennutzung wird nach einer Ausführungsvariante der Erfindung dadurch erreicht, dass eine Messeinrichtung zum Vermessen des Werkstücks im Bereich der Ladestation angeordnet ist. Die relativ lang andauernde Bearbeitungszeit beim Beschichten kann somit noch dadurch weitergenutzt werden, dass zeitgleich in der Ladestation etwa ein Vermessen der Beschichtung bei dem zuletzt bearbeiteten Werkstück erfolgt. Hierzu kann eine Messeinrichtung, welche insbesondere mit einem Laser und einem Messsensor zum Vermessen der Oberflächenkontur und der Werkstückdicke versehen ist, im Bereich der Ladestation in die einzelnen Bohrungen des Werkstücks eingefahren werden. Vorzugsweise kann die Messeinrichtung auch oder alternativ ausgebildet sein, ein neues Werkstück vor der Beschichtung in der Ladestation zu vermessen, so dass der Durchmesser und der Konturenverlauf der Bohrungswände in dem Werkstück auch vor einer Beschichtung erfasst wird.

**[0016]** Nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorteilhaft, dass die Beschichtungsvorrichtung und die Messeinrichtung durch eine Trennwand voneinander getrennt sind und dass die Trennwand mindestens einen verschließbaren Durchgang aufweist. Durch die Trennwand, die ein die Anlage umschließendes Gehäuse in zwei Bereiche unterteilt, werden die Bearbeitungsstation mit der Beschichtungsvorrichtung und die Ladestation mit der Messeinrichtung hermetisch voneinander getrennt. Dies dient insbesondere dazu, einen Übertritt von Overspray aus der Bearbeitungsstation zu der Ladestation mit der Messeinrichtung und damit unerwünschte Anlagerungen von Metallpartikeln an der empfindlichen Messeinrichtung zu unterbinden. Für den Durchtritt des Werkstücks von der Ladestation in die Bearbeitungsstation ist mindestens ein Durchgang in der Trennwand vorgesehen, welcher verschließbar ist. Der Durchgang wird dabei jeweils nur für einen kurzen Augenblick zum Durchtritt des Werkstücks von der einen Station in die andere geöffnet.

**[0017]** Dabei ist es nach einer erfindungsgemäßen Weiterbildung der Erfindung besonders bevorzugt, dass der Durchgang durch ein Verschlusselement verschlossen ist, welches zum Durchtritt des Werkstücks den Durchgang freigibt. Das Verschlusselement kann eine Tür und insbesondere eine verschiebbare oder ver-

schwenkbare Verschlussplatte sein. Durch einen Stellmotor, einen Stellzylinder oder durch eine Verstellmechanik wird dabei das Verschlusselement in eine Freigabeposition verschoben, wenn das Werkstück den Durchgang freigibt. Nach Durchtritt des Werkstücks wird das Verschlusselement wieder in die Verschlussposition bewegt, in welcher der Durchgang dicht verschlossen ist.

**[0018]** Grundsätzlich ist es möglich, dass die Trennwand lediglich einen Durchgang zum Ein- und Austreten des Werkstücks in die Bearbeitungsstation aufweist. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist es besonders zweckmäßig, dass in der Trennwand zwei Durchgänge mit jeweils einem Verschlusselement vorgesehen sind. Ein Durchgang dient dabei zum Durchtritt des Werkstückes von der Ladestation in die Bearbeitungsstation, während der zweite Durchgang in umgekehrter Weise zum Durchtritt des Werkstückes aus der Bearbeitungsstation in die Ladestation dient.

**[0019]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Umlaufförderer horizontal umlaufend ausgebildet ist und dass an dem Umlaufförderer mindestens eine Werkstückaufnahme verstellbar, insbesondere verschwenkbar um eine horizontale Schwenkachse gelagert ist. Dabei ist die Werkstückaufnahme, in welcher das Werkstück gehalten und gespannt ist, in einer Grundausrichtung horizontal angeordnet. Bei der Bearbeitung von Motorblöcken etwa mit einer V- oder W-Anordnung der Zylinderbohrungen können die Werkstücke jeweils so um eine horizontale Schwenkachse verschwenkt und verstellt werden, dass die jeweils zu bearbeitenden Zylinderbohrungen vertikal ausgerichtet sind. Dies erlaubt sowohl ein exaktes Beschichten durch die vertikal verfahrbare Beschichtungslanze als auch ein exaktes Vermessen durch die Messeinrichtung, bei welcher der Messsensor ebenfalls vertikal verfahrbar gelagert ist.

**[0020]** Eine hohe Flexibilität bei der Beschichtung von Werkstücken wird gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung noch dadurch gefördert, dass eine Portaleinrichtung mit mindestens zwei Verfahrachsen vorgesehen ist, mit welcher die Beschichtungslanze zur Beschichtung mehrerer Bohrungen eines Werkstücks in der Bearbeitungsstation in die Bohrungen verfahrbar ist. Entsprechend den Verfahrachsen sind Linearantriebe angeordnet, so dass die Beschichtungslanze vorzugsweise vertikal und horizontal verfahrbar ist. In bevorzugter Weise ist auch eine dritte Verfahrachse angeordnet, wobei die drei Verfahrachsen senkrecht zueinander angeordnet sind. Somit kann die Beschichtungslanze durch die drei kartesisch angeordneten Verfahrachsen beliebig im Raum in der Bearbeitungsstation verfahren werden.

**[0021]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Messeinrichtung einen Messsensor aufweist, welcher in mehreren Richtungen verfahrbar ist. Somit kann auch die Messeinrichtung in der Ladestation zumindest in einer vertikalen Ebene und vorzugsweise entlang von Verfahrachsen auch im Raum insgesamt verfahren werden.

Die Messeinrichtung kann vorzugsweise an einem Handlingsroboter angeordnet sein, mit welchem die Messeinrichtung nahezu beliebig im Raum verfahrbar ist. Die Messeinrichtung kann insbesondere einen optischen Messsensor aufweisen, welcher vorzugsweise mit einer Lasereinrichtung zusammenarbeitet. Diese grundsätzlich bekannten Messeinrichtungen erlauben eine exakte Erfassung einer Oberflächenkontur. Durch eine entsprechende Justierung und Kalibrierung der Messeinrichtung kann zugleich ein Durchmesser einer Bohrung und insbesondere auch ein Durchmesserverlauf über die axiale Länge der Bohrung erfasst werden. Vorzugsweise verbleibt das Werkstück zum Zeitpunkt des Zuführens bis zum Abführen in der Anlage auf einer Werkstückaufnahme, insbesondere einer Werkstückhalterung oder Werkstückpalette, so dass eine Positionierung des Werkstücks mit hoher Wiederholgenauigkeit bei dem mehrmaligen Vermessen ermöglicht wird.

**[0022]** Vorzugsweise ist die Werkstückaufnahme als eine Palette ausgebildet, auf welcher das Werkstück durch entsprechende Justier- und Spanneinrichtungen in einer definierten Lage gehalten und gespannt ist. Die Werkstückpalette mit dem darauf gehaltenen Werkstück kann über eine separate Fördereinrichtung zu dem Umlaufförderer der erfindungsgemäßen Anlage transportiert werden. An dem Umlaufförderer und insbesondere an dem Drehtisch können Zentrier- und Spanneinrichtungen für die Werkstückpalette vorgesehen sein, so dass die Werkstückpaletten mit den daran gehaltenen und gespannten Werkstücken in einer exakten Position an dem Umlaufförderer aufgenommen und gehalten sind. Der schrittweise umlaufende Umlaufförderer ist dabei so ausgebildet, dass dieser insbesondere in der Bearbeitungsstation und der Ladestation an einer exakten Station stoppt, so dass die Beschichtung oder ein Vermessen stets an einem Werkstück in einer definierten Lage durchgeführt werden kann.

**[0023]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Umlaufförderer mit mindestens zwei Werkstückaufnahmen vorgesehen ist, welche entlang eines horizontalen Umlaufweges umlaufend verfahren werden, und dass das Werkstück in der Werkstückaufnahme in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt wird. Das Verfahren wird dabei insbesondere mit einer erfindungsgemäßen Anlage durchgeführt, wie es zuvor beschrieben oder in einem der Ansprüche angegeben ist. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich die zuvor beschriebenen Vorteile erreichen.

**[0024]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels weiter beschrieben, welches schematisch in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Anlage;

Fig. 2: eine um 90° geklappte Seitenansicht der Anlage von Fig. 1 in stark schematisierter Form;

Fig. 3: eine Draufsicht der Anlage gemäß den Figuren 1 und 2;

Fig. 4: eine schematische perspektivische Ansicht der Anlage gemäß den Figuren 1 bis 3, jedoch ohne Gehäuse.

**[0025]** Eine erfindungsgemäße Anlage 10 zur metallischen Beschichtung von Bohrungen 3 in einem Werkstück 1 ist in Figuren 1 bis 4 gezeigt. Das Werkstück 1 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel ein Motorblock mit 12 Bohrungen 3, welche als Zylinderbohrungen in zwei Sechserreihen in V-Form in dem Werkstück 1 angeordnet sind.

**[0026]** Die Anlage 10 weist ein Maschinenbett 11 auf, auf welchem ein Gehäuse 13 angeordnet ist. Das kastenförmige Gehäuse 13 umschließt eine Ladestation 12 und eine Bearbeitungsstation 14 mit einer Beschichtungsvorrichtung 29.

**[0027]** Auf dem Maschinenbett 11 ist zur Aufnahme eines Werkstücks 1 ein Grundrahmen 16 einer Fördereinrichtung 20 angeordnet, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel als ein Drehtisch 22 ausgebildet ist. Der um eine vertikale Drehachse drehbar angetriebene horizontale Drehtisch 22 weist zwei gegenüberliegende Werkstückaufnahmen 23 auf, in welchen jeweils ein plattenförmiges Palettenmodul 21 mit je einem Werkstück 1 aufnehmbar ist. Über eine Schwenkeinrichtung 26 kann das Palettenmodul 21 mit dem Werkstück 1 gegenüber der Horizontalen verschwenkt werden, so dass die Bohrungen 3 in dem Werkstück 1 vertikal zur Durchführung einer metallischen Beschichtung angeordnet werden können.

**[0028]** Das Werkstück 1 wird an der Ladestation 12 von einer nicht dargestellten Zufördereinrichtung aufgenommen. Das Gehäuse 13 weist im Bereich der Ladestation 12 eine nicht dargestellte Öffnung mit einer Tür auf. Weiterhin kann im Bereich der Ladestation 12 eine Vermessung des Werkstücks 1 mit einer Messeinrichtung 52 erfolgen. Anschließend wird der Drehtisch 22 um 180° gedreht, wobei das Werkstück 1 von der Ladestation 12 zu der gegenüberliegenden Bearbeitungsstation 14 gefördert wird. Die Bearbeitungsstation 14 ist von der Ladestation 12 über eine Trennwand 24 getrennt. In Fig. 2 ist die Trennwand 24 lediglich teilweise im unteren Bereich dargestellt. Die Trennwand 24 erstreckt sich jedoch durch den gesamten Raum des Gehäuses 13, so dass die Bearbeitungsstation 14 von der Ladestation 12 abgeschottet ist. Zum Durchgang der Werkstücke 1 von der Ladestation 12 zur Bearbeitungsstation 14 und wieder zurück sind zwei Durchgänge 25 vorgesehen. Die Durchgänge 25 sind jeweils über ein verschiebbares Verschlusselement 27 verschlossen, welches zum Durchtritt des Werkstückes 1 geöffnet und anschließend wieder geschlossen werden kann.

**[0029]** In der Bearbeitungsstation 14 wird das Werkstück 1 mit der Schwenkeinrichtung 26 um eine horizontale Schwenkachse verschwenkt, wobei jeweils eine Rei-

he von Bohrungen 3 vertikal ausgerichtet wird, wie aus den Figuren 1 bis 4 ersichtlich ist.

**[0030]** Zum Aufbringen der metallischen Beschichtung ist eine Beschichtungsvorrichtung 29 mit einer stangenförmigen Beschichtungslanze 30 vorgesehen, welche an ihrem unteren Ende mindestens eine Austrittsöffnung 32 für einen Metall-Plasmastrahl aufweist. Der Metall-Plasmastrahl wird in bekannter Weise durch einen Plasma-generator mit einer Kathode und einer metallischen Anode erzeugt. Über eine entsprechend hohe elektrische Spannung wird zwischen der Kathode und der Anode ein Lichtbogen gebildet, durch welchen die metallische Anode aufgeschmolzen wird. Die metallische Anode ist als ein zuführbarer Draht ausgebildet, so dass stets ausreichend Material vorliegt, um mit den aufgeschmolzenen metallischen Partikeln einen MetallPlasmastrahl zu bilden. Als Quelle der metallischen Partikel kann anstelle eines Drahtes auch eine Zuführung von Pulver vorgesehen werden. Über eine Gasdüseneinrichtung wird ein Gasstrom erzeugt, welcher mit Überschallgeschwindigkeit aus der Austrittsöffnung 32 am unteren Ende der Beschichtungslanze 30 etwa horizontal austritt. Dabei wird die Beschichtungslanze 30 mit der Austrittsöffnung 32 in die zu beschichtende Bohrung 3 im Werkstück 1 eingefahren. Die Beschichtungsvorrichtung 29 weist weiter eine hülsenförmige Absaugglocke auf, welche die Beschichtungslanze 30 umgibt, jedoch in den Figuren 1 bis 4 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt ist.

**[0031]** Zum Verfahren der Beschichtungslanze 30 ist eine Portaleinrichtung 40 mit zwei parallelen ersten Verfahrachsen 41 vorgesehen. Auf den beiden ersten Verfahrachsen 41 ist ein rahmenartiger erster Verfahrschlitten 47 horizontal verfahrbar gelagert. Der erste Verfahrschlitten 47 weist selbst zwei lineare, horizontale zweite Verfahrachsen 42 auf, welche parallel zueinander und senkrecht zu den ersten Verfahrachsen 41 angeordnet sind.

**[0032]** Entlang den beiden zweiten Verfahrachsen 42 ist ein balkenförmiger zweiter Verfahrschlitten 48 horizontal verfahrbar angeordnet. Der zweite Verfahrschlitten 48 weist selbst eine einzelne vertikale dritte Verfahrachse 43 auf. Entlang dieser dritten Verfahrachse 43 ist ein Aufnahmeschlitten 45 vertikal verfahrbar gelagert. Auf dem Aufnahmeschlitten 45 ist die Beschichtungslanze 30 drehbar gehalten.

**[0033]** Nachdem ein Werkstück 1 in der Bearbeitungsstation 14 positioniert ist, wird die Beschichtungslanze 30 der Beschichtungsvorrichtung 29 in eine erste zu beschichtende Bohrung 3 in dem Werkstück 1 eingefahren. Die kontinuierlich betriebene Beschichtungslanze 30 erzeugt dabei einen Metall-Plasmastrahl, welcher mit Überschallgeschwindigkeit auf eine Bohrungswand der Bohrung 3 auftrifft. Durch das Drehen der Beschichtungslanze 30 und das axiale Verfahren in vertikaler Richtung erfolgt eine gleichmäßige definierte metallische Beschichtung mit einer Dicke von beispielsweise 10  $\mu\text{m}$  bis 300  $\mu\text{m}$  auf die Bohrungswand.

**[0034]** Nach dem Herausfahren der Beschichtungs-

lanze 30 aus der ersten beschichteten Bohrung 3 wird der Metall-Plasmastrahl unmittelbar bei Austritt aus der Bohrung 3 auf eine Aufprallfläche einer Aufnahmeeinheit in einer nicht dargestellten Absaugglocke gerichtet, welche zusammen mit der Beschichtungslanze 30 an dem Aufnahmeschlitten 45 gehalten ist. Die Aufnahmeeinheit nimmt die Partikel des MetallPlasmastrahles auf und wird gemeinsam mit der Beschichtungslanze 30 zu der nächsten zu beschichtenden Bohrung 3 verfahren. Dann wird die metallische Beschichtung an dieser zweiten Bohrung 3 wiederholt, wobei sich eine entsprechende Beschichtung der weiteren Bohrung 3 in einer Reihe des Werkstücks 1 anschließt. Anschließend kann das Werkstück 1 über die Schwenkeinrichtung 26 um eine horizontale Achse verschwenkt werden, so dass die zweite Reihe des Motorblocks zur Bearbeitung in der vertikalen Position angeordnet ist. Sodann kann sich ein Beschichten auch dieser sechs Bohrungen 3 im motorblockartigen Werkstück 1 anschließen.

**[0035]** Nach Beendigung der Beschichtung wird die Beschichtungslanze 30 mit der Portaleinrichtung 40 rückgefahren und das fertige beschichtete Werkstück 1 kann unter gleichzeitiger Zuführung eines neuen zu bearbeitenden Werkstückes 1 in die Ladestation 12 durch den rechten Durchgang 25 rückgefördert werden. Dabei wird das Verschlusselement 27 an dem Durchgang 25 geöffnet. Gleichzeitig wird mit der Drehbewegung des Drehtisches 22 ein neues Werkstück 1 von der Ladestation 12 in die Bearbeitungsstation 14 durch den geöffneten linken Durchgang 25 gefördert.

**[0036]** Über einen Handlingsroboter 50 mit einer Messeinrichtung 52 kann die Schichtdicke und Kontur der aufgetragenen Beschichtung vermessen werden. Mit der Messeinrichtung 52 können auch die noch unbeschichteten Bohrungen 3 eines neu zugeführten Werkstückes 1 vorab vermessen werden, so dass eine noch genauere Prüfung der durchgeführten Beschichtung durch einen Vergleich der Messdaten möglich ist. Das beschichtete Werkstück 1 kann dann in der Ladestation 12 aus der Werkstückaufnahme 23 des Drehtisches 22 entnommen werden. Danach kann ein neues Werkstück 1 in die Werkstückaufnahme 23 der Fördereinrichtung 20 eingesetzt werden. Somit kann bei der erfindungsgemäßen Anlage 10 das Be- und Entladen sowie ein Vermessen parallel zur Bearbeitung eines Werkstückes 1 in der Bearbeitungsstation 14 und somit neutral zur Maschinenhauptzeit erfolgen. Dies ermöglicht eine effiziente Maschinennutzung.

**[0037]** Mit der Portaleinrichtung 40 kann die Beschichtungslanze 30 in bestimmten zeitlichen Abständen zu einer Prüfstation 54 zum Überprüfen des Strahlbildes des MetallPlasmastrahles oder zu einer Reinigungsstation 60 verfahren werden.

**[0038]** Die Messeinrichtung 52 weist einen Laser auf, mit welchem durch Einfahren der Messeinrichtung 52 vertikal in eine Bohrung 3 des Werkstücks 1 über den Handlingsroboter 50 der Konturenverlauf und der Durchmesser der Bohrung 3 über die axiale Länge der Bohrung

43 erfasst werden kann. Durch einen Vergleich der Messdaten der Bohrung 3 vor und nach der Beschichtung kann so durch eine Steuerung der Anlage 10 die erfolgte Beschichtung hinsichtlich dem Verlauf der Schichtdicken und der Oberflächenkontur exakt ermittelt werden. Anhand eines Vergleiches mit vorgegebenen Sollwerten kann so durch die Steuerung der Anlage 10 entschieden werden, ob eine korrekte Beschichtung erfolgt ist oder das Werkstück 1 einer Nachbearbeitung zugeführt werden muss. Zudem kann die Steuerung anhand der ermittelten Messwerte Einstellparameter der Beschichtungsvorrichtung 29, insbesondere Parameter zur Einstellung des Metall-Plasmastrahles oder der Bewegungsdaten der Beschichtungslanze 30 einstellen und verändern, um rechtzeitig Fehlentwicklungen bei der Beschichtung nachfolgender Werkstücke 1 entgegenzuwirken.

### Patentansprüche

1. Anlage zur metallischen Beschichtung eines Werkstücks (1) mit einer Bohrung (3), insbesondere einer Lauffläche einer Zylinderbohrung in einem Motorblock, mit mindestens einer drehbaren Beschichtungslanze (30), durch welche ein Metall-Plasmastrahl zur Beschichtung einer Bohrungswand erzeugbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** ein Umlaufförderer (20) mit mindestens zwei Werkstückaufnahmen (23) vorgesehen ist, welche durch den Umlaufförderer (20) entlang eines horizontalen Verfahrweges umlaufend verfahrbar sind, und  
**dass** das Werkstück (1) in der umlaufenden Werkstückaufnahme (23) in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt ist.
2. Anlage nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Umlaufförderer (20) als ein Drehtisch (22) ausgebildet ist.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Ladestation (12) und eine Bearbeitungsstation (14) vorgesehen sind, in welcher die Beschichtung mittels einer Beschichtungsvorrichtung (29) mit der Beschichtungslanze (30) erfolgt, und  
**dass** das Werkstück (1) mit dem Umlaufförderer (20) zwischen der Ladestation (12) und der Bearbeitungsstation (14) transportierbar ist.
4. Anlage nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Ladestation (12) zum Zuführen und Abführen des Werkstücks (1) ausgebildet ist und  
**dass** die Ladestation (12) der Bearbeitungsstation
- (14) gegenüber liegt.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 3 oder 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Messeinrichtung (52) zum Vermessen des Werkstücks im Bereich der Ladestation (12) angeordnet ist.
6. Anlage nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Beschichtungsvorrichtung (29) und die Messeinrichtung (52) durch eine Trennwand (24) voneinander getrennt sind und  
**dass** die Trennwand (24) mindestens einen verschließbaren Durchgang (25) aufweist.
7. Anlage nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Durchgang (25) durch ein Verschlusselement (27) verschlossen ist, welches zum Durchtritt des Werkstücks (1) den Durchgang (25) freigibt.
8. Anlage nach Anspruch 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** in der Trennwand (24) zwei Durchgänge (25) mit jeweils einem Verschlusselement (27) vorgesehen sind.
9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Umlaufförderer (20) horizontal umlaufend ausgebildet ist und dass an dem Umlaufförderer (20) mindestens eine Werkstückaufnahme (23) verstellbar, insbesondere verschwenkbar um eine horizontale Schwenkachse, gelagert ist.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 3 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Portaleinrichtung (40) mit mindestens zwei Verfahrachsen (41, 42, 43) vorgesehen ist, mit welcher die Beschichtungslanze (30) zur Beschichtung mehrerer Bohrungen (3) eines Werkstückes (1) in der Bearbeitungsstation (14) in die Bohrungen (3) verfahrbar ist.
11. Anlage nach einem der Ansprüche 5 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Messeinrichtung (52) einen Messsensor (53) aufweist, welcher in mehreren Richtungen verfahrbar ist.
12. Verfahren zur metallischen Beschichtung eines Werkstücks (1) einer Bohrung (3), insbesondere einer Lauffläche einer Zylinderbohrung in einem Motorblock, bei welchem
  - eine Beschichtungslanze (30) in eine zu beschichtende Bohrung (3) eingefahren wird,

- durch die Beschichtungslanze (30) ein Metallplasmastrahl erzeugt wird und  
- unter Drehung der Beschichtungslanze (30) die metallische Beschichtung auf eine Bohrungswand aufgebracht wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** ein Umlaufförderer (20) mit mindestens zwei Werkstückaufnahmen (23) vorgesehen ist, welche entlang eines horizontalen Umlaufweges umlaufend verfahren werden, und  
**dass** das Werkstück (1) in der Werkstückaufnahme (23) in einer definierten Lage aufgenommen und gespannt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

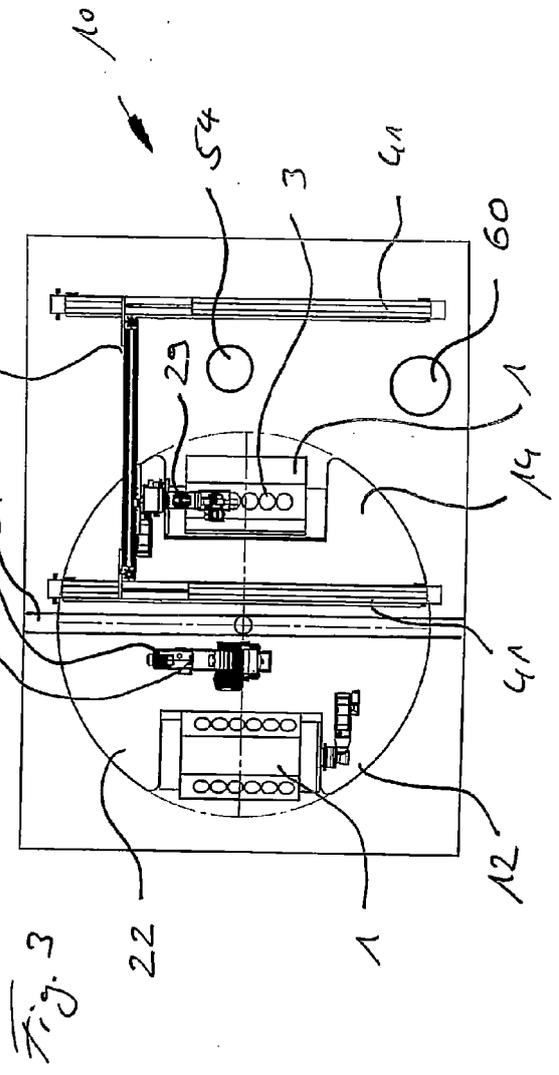
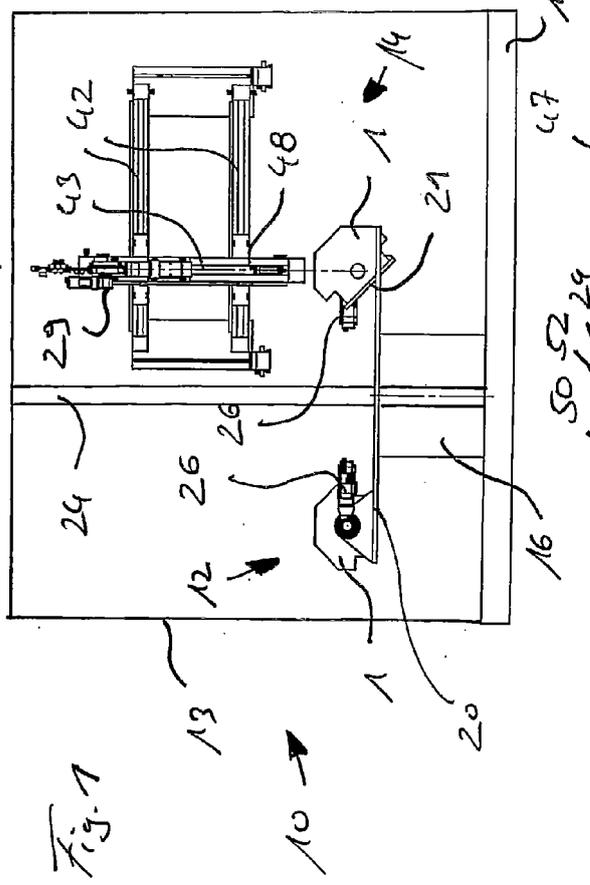
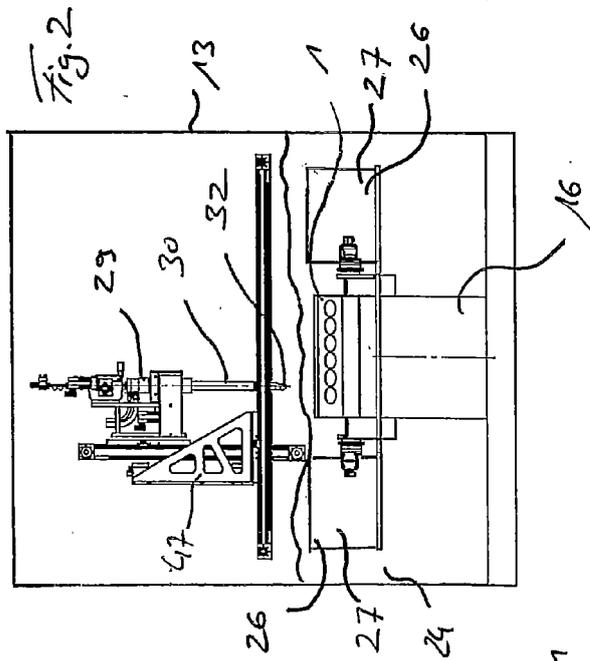
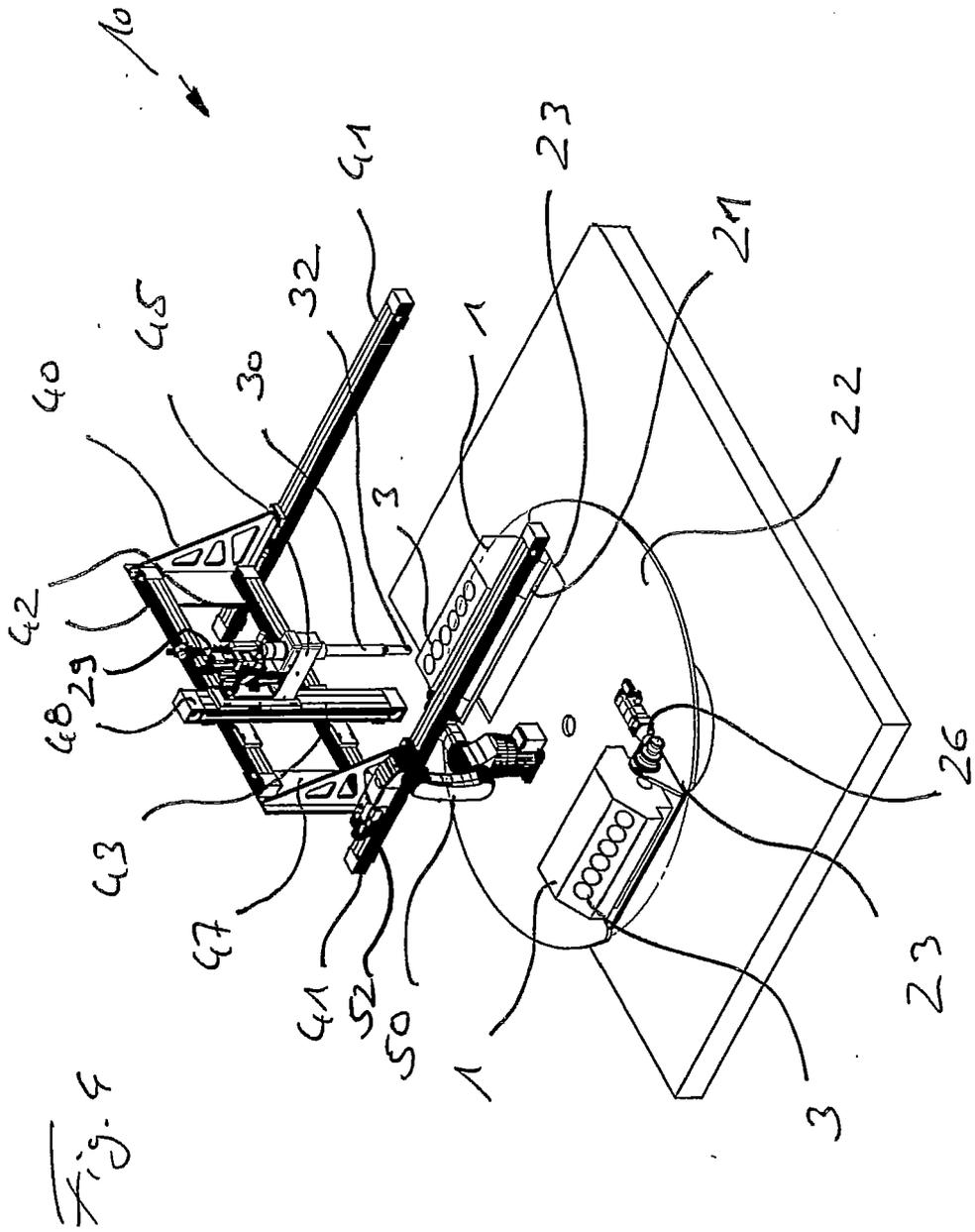


Fig. 1

Fig. 3

Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 15 15 5740

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	"Atmospheric Plasma Spray Solutions", Issue 5 - October 2014, 1. Oktober 2014 (2014-10-01), XP055175949, Gefunden im Internet: URL:http://www.oerlikon.com/ecomaXL/files/ metco/oerlikon_Plasma_Solutions_EN5.pdf&do wnload=1 [gefunden am 2015-03-12] * Seiten 7,16 - Seite 18 *	1-12	INV. C23C4/08 C23C4/12 C23C4/16 B05B13/02 B05B13/06
X	DE 10 2012 109203 B3 (HELLER GEB GMBH MASCHF [DE]) 21. November 2013 (2013-11-21) * Absätze [0010], [0018] - [0024], [0039] - [0045], [0063] - [0065]; Abbildungen 1,1a,4,7 *	1-12	
X	DE 199 10 665 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 13. Juli 2000 (2000-07-13) * das ganze Dokument *	1-8, 10-12 9	
A	"Thermal Spray Turnkey Coating Systems", 4. November 2014 (2014-11-04), XP055176279, Gefunden im Internet: URL:http://www.oerlikon.com/ecomaXL/files/ metco/oerlikon_Flyer_Turnkey_Systems_EN1.p df&download=1 [gefunden am 2015-03-13] * Seite 2 *	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C23C B05B H05H F16J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Dezember 2015	Prüfer Tsipouridis, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 5740

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-12-2015

10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012109203 B3	21-11-2013	DE 102012109203 B3 WO 2014048880 A2	21-11-2013 03-04-2014
DE 19910665 A1	13-07-2000	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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**

- WO 2004005575 A2 [0004]
- DE 19924991 A1 [0005]