

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Oktober 2011 (13.10.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2011/124204 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*B29C 67/00* (2006.01) *B29C 31/02* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/000343
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
29. März 2011 (29.03.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2010 013 732.4 31. März 2010 (31.03.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **VOXELJET TECHNOLOGY GMBH** [DE/DE]; Paul-Lenz-Str. 1, 86316 Friedberg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HARTMANN, Andreas, Dominik** [DE/DE]; Regerstr. 7, 86391 Stadtbergen (DE).
- (74) Anwalt: **WAGNER, Sigrid**; Wagner + Helbig, Pfarrstr. 14, 80538 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

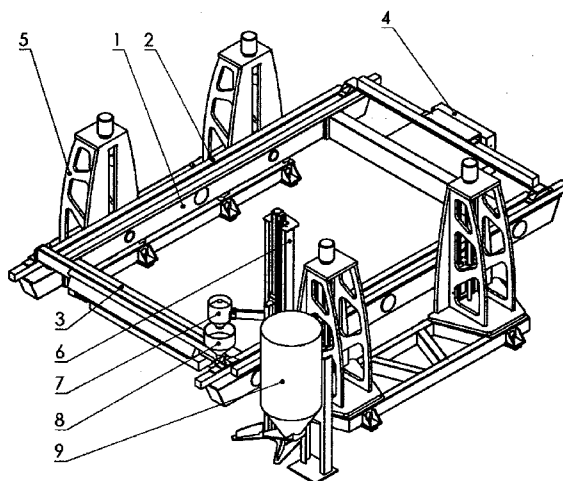
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING THREE-DIMENSIONAL MODELS

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN DREIDIMENSIONALER MODELLE



**Figur 1**

(57) **Abstract:** The invention relates to a device and method for producing three-dimensional models by means of 3-D printing processes, wherein a construction platform is provided for applying construction material and a support frame (1) is arranged around the construction platform, to which support frame at least one metering apparatus (3) for particulate material and a solidifying apparatus (4) for particulate material are attached by means of linear guides, and the support frame can be moved in a Z direction, in other words substantially perpendicularly to a footprint of the construction platform. Furthermore, a feeding means having a particulate material container is provided in order to supply the particulate material to the metering apparatus from a store in batches and with the lowest possible shear forces and without substantial interaction with the atmosphere.

(57) **Zusammenfassung:** Vorliegend wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen dreidimensionaler Modelle mittels 3-D Druckverfahren beschrieben, wobei eine Bauplattform zum Aufbringen von Baumaterial vorgesehen ist und ein Tragrahmen (1) um die Bauplattform angeordnet ist, an dem über Linearführungen zumindest eine Dosiervorrichtung (3) für Partikelmaterial

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/124204 A1

---

und eine Verfestigungseinrichtung (4) für Partikelmaterial angebracht sind und der Tragrahmen in einer Z-Richtung, das heißt im wesentlichen senkrecht zu einer Grundfläche der Bauplattform verfahrbar ist. Hierbei ist ferner ein Partikelmaterialbehälter aufweisendes Zubringermittel vorgesehen, um das Partikelmaterial der Dosiervorrichtung aus einer Bevorratung chargenweise und mit möglichst geringen Scherkräften und ohne wesentliche Wechselwirkung mit der Atmosphäre zuzuführen.

**VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN DREIDIMENSIONALER MODELLE**

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Herstellen dreidimensionaler Modelle mittels 3D-Druckverfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und ein Verfahren zum Herstellen dreidimensionaler Modelle mittels 3D-Druckverfahren gemäß Patentanspruch 8.

In der europäischen Patentschrift EP 0 431 924 B1 wird ein Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Objekte aus Computerdaten beschrieben. Dabei wird ein Partikelmaterial in einer dünnen Schicht auf eine gegebenenfalls mit einem Behälter umfassten Bauplattform aufgetragen und dieses anschließend gemäß Computerdaten selektiv mittels eines Druckkopfes mit einem Bindermaterial bedruckt. Der mit dem Binder bedruckte Partikelbereich verklebt und verfestigt sich unter dem Einfluss des Binders und gegebenenfalls eines zusätzlichen Härter. Anschließend wird die Plattform um eine Schichtdicke in einen Bauzylinder abgesenkt und mit einer neuen Schicht Partikelmaterial versehen, die ebenfalls, wie oben beschrieben, bedruckt wird. Diese Schritte werden wiederholt, bis eine gewisse, erwünschte Höhe des Objektes erreicht ist. Aus den bedruckten und verfestigten Bereichen entsteht so ein dreidimensionales Objekt.

Das, wie beschrieben, aus verfestigtem Partikelmaterial hergestellte Objekt ist nach seiner Fertigstellung in losem Partikelmaterial

**BESTÄTIGUNGSKOPIE**

eingebettet und wird anschließend davon befreit. Dies erfolgt beispielsweise mittels eines Saugers. Übrig bleiben danach die gewünschten Objekte, die dann vom Restpulver z.B. durch Abbürsten befreit werden.

In ähnlicher Weise arbeiten auch andere Pulver-gestützte Rapid-Prototyping-Prozesse, wie z.B. das selektive Lasersintern oder das Elektron-Beam-Sintern bei denen jeweils ebenso ein loses Partikelmaterial schichtweise ausgebracht und mit Hilfe einer gesteuerten physikalischen Strahlungsquelle selektiv verfestigt wird.

Im Folgenden werden alle diese Verfahren unter dem Begriff „dreidimensionale Druckverfahren“ oder 3D-Druckverfahren zusammengefasst.

Aus der DE 102 24 981 B4 ist ein weiteres 3D-Druckverfahren insbesondere zum Aufbauen von Gussmodellen bekannt. Bei diesem Verfahren wird mit flüssigem Härter vermisches Partikelmaterial, wie Quarzsand, auf eine Bauplattform in einer dünnen Schicht aufgetragen. Anschließend wird darüber auf ausgewählte Bereiche ein flüssiger Binder dosiert, der mit dem Härter reagiert, wodurch erwünschte Bereiche des Partikelmaterials verfestigt werden. Nach mehrmaliger Wiederholung dieses Vorgangs kann ein individuell geformter Körper aus dem gebundenen Partikelmaterial bereitgestellt werden. Dieser Körper ist zunächst in dem umliegenden, ungebundenen Partikelmaterial eingebettet und kann nach Abschluss des Bauvorganges aus dem Partikelbett entnommen werden.

Die Bereitstellung eines Baubehälters mit der darin befindlichen, in vertikaler Richtung absenkbaaren Bauplattform erfordert bei allen genannten 3D-Druckverfahren einen hohen technischen Aufwand bei der Abdichtung der Behälterwand gegen die Plattform, um das

Partikelmaterial vor dem unkontrollierten Abfließen durch den Spalt zwischen dem Rand der Bauplattform und der Behälterwand zu hindern, da ansonsten die Gefahr besteht, dass die Plattform wegen des gegebenenfalls körnigen Partikelmaterials an der Behälterwand verklemmt.

Ein weiterer Nachteil der absenkbaren Bauplattform liegt in der stetigen Zunahme des zu bewegendes Gewichtes auf der Bauplattform bei voranschreitendem Bauprozess. Insbesondere beim Auftragen der neuen Schicht kann es erforderlich sein, dass das Pulverbett um etwas mehr als die Schichtdicke abgesenkt und dann wieder auf das erforderliche Maß angehoben wird, um die Schichtdicke hinreichend genau einstellen zu können. Bei einem solchen revolvierenden Betrieb muss nicht nur das gesamte Gewicht der Pulverschüttung einschließlich Bauplattform, sondern auch die Reibungskräfte des Pulverbettes zur Behälterwandung und die Dichtungsreibung zwischen Bauplattform und Behälterwand überwunden werden. Dies führt insbesondere bei großen Baufeldern und hohen Schüttdichten des verwendeten Partikelmaterials zu hohen Belastungen der Führungen und Antriebe.

Hierzu ist es aus der EP 0 644 809 B1 und der DE 10 2006 030 350 A1 bekannt, nicht das Partikelbett relativ zum Arbeitstisch abzusenken sondern stattdessen die Beschichtungsvorrichtung und den Druckkopf zum Auftragen des Partikelmaterials und des Bindemittels relativ zum Partikelbett anzuheben. Es ist dabei bekannt, dass an einem Tragrahmen über Linearführungen ein Beschichter für Partikelmaterial sowie ein Druckkopf angeordnet sind.

Diese Art 3D-Druckanlage wird vorzugsweise bei der Herstellung relativ großer und schwerer Formkörper eingesetzt. Dafür sind größere Mengen Partikelmaterial notwendig, die den Tragrahmen zumindest zu Beginn des Prozesses mit einem hohen zusätzlichen Gewicht belasten

würden, wenn sie auf der Anlage bevorratet werden. Die großen Vorteile der Anlage, vertikal konstante Lasten zu bewegen, wären in diesem Fall verloren. Das Partikelmaterial wird daher vorzugsweise stationär, neben der Anlage gelagert und dann der Beschichtungsvorrichtung zugeführt. Hierbei ergibt sich jedoch die Schwierigkeit, das Partikelmaterial auf das sich während des Bauvorgangs veränderliche Niveau der Beschichtungsvorrichtung zu fördern. Die bei anderen 3D-Druckverfahren verwendeten Verfahren zur Förderung des Partikelmaterials sind dafür nicht geeignet.

In der DE 201 07 262 U1 wird beispielsweise eine Zufuhr des Partikelmaterials von einem größeren, außerhalb der Anlage stehenden Vorrats-Silo zu einem kleineren Vorlagesilo in der 3D-Druckanlage mittels Spiralförderer vorgeschlagen. Spiralförderer benötigen jedoch relativ große Radien bei Richtungsänderungen und lassen nur kleine elastische Verformungen im Betrieb zu. Der Förderstrang kann deshalb je nach Anlagengröße relativ lange werden. Das führt zu großen Mengen an Partikelmaterial, das sich in der Förderstrecke befinden muss, bevor am Beschichter entsprechendes Material ankommt. Dieses Material muss dann z.B. bei einem Wechsel des Partikelmaterials auch wieder in das Vorratssilo zurück gefördert werden.

Kommt dann beispielsweise noch hinzu, dass das Partikelmaterial mit einer flüssigen Härterkomponente vor dem Auftrag gemischt wird und die Mischung einen möglichst gleichmäßigen Feuchtegehalt aufweisen soll, scheidet eine Spiralförderung sowieso aus, denn Förderspiralen erzeugen im Betrieb Reibungswärme und trocknen über die hohe Luftmenge im System und die ständig umgewälzte Partikelmaterialoberfläche das Partikelmaterial aus. Zudem ergeben sich in gebogenen Spiralfördersystemen an den Außenradien Zonen an denen keine Förderung stattfindet. Das Partikelmaterial kann sich dort ablagern und Anhaftungen bilden. Diese Anhaftungen können wachsen,

bis sie als Klumpen abfallen und in dieser Form dem Beschichter zugeführt werden, der wiederum dann zum Ausfall neigt. Um dies zu vermeiden, müssen Spiralförderer regelmäßig zerlegt und gereinigt werden, was bei mit zunehmender Förderlänge aufwendig und teuer wird.

Wird als Partikelmaterial beispielsweise Sand verwendet, ist die Haltbarkeit eines Spiralsystems zeitlich beschränkt, da der Transport über Reibung erfolgt und der Sand dabei eine hohe abrasive Wirkung entfaltet. Weiter kann sich der Abrieb der Förderspirale negativ auf den Prozess auswirken.

Wird das Partikelmaterial in eine oberste Position gefördert und dann dem Beschichter über eine Fallstrecke zugeführt, kann ein Teil des beigemischten flüssigen Mediums verdunsten. Die Fließeigenschaften des Partikelmaterialgemisches werden dabei verändert. Da sich die vertikale Lage des Beschichters im Prozess ständig ändert, würde sich damit auch das Fließverhalten des Partikelmaterialgemisches ständig ändern.

Pneumatische Förderungen scheiden aus ähnlichen Gründen aus, da hier das Partikelmaterial ebenfalls mit einem hohen Luftstrom in Kontakt kommt und dabei undefiniert getrocknet wird.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung für die beschriebene 3D-Druck-Anlage eine Vorrichtung und ein Verfahren bereit zu stellen, mit denen es möglich ist in einfacher Weise beim Bauen der Objekte dem Beschichter Partikelmaterial in ausreichender Menge und mit möglichst geringer Wechselwirkung mit der Atmosphäre zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß dem Patentanspruch 1 und ein Verfahren gemäß Patentanspruch 8 gelöst.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Herstellen dreidimensionaler Modelle mittels 3-D Druckverfahren beschrieben, wobei eine Bauplattform zum Aufbringen von Baumaterial vorgesehen ist und ein Tragrahmen um die Bauplattform angeordnet ist, an dem über Linearführungen zumindest eine Dosiervorrichtung für Partikelmaterial und eine Verfestigungseinrichtung für Partikelmaterial angebracht sind und der Tragrahmen in einer Z-Richtung, das heißt im wesentlichen senkrecht zu einer Grundfläche der Bauplattform verfahrbar ist. Es ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung dabei ein einen Partikelmaterialbehälter aufweisendes Zubringermittel vorgesehen, um das Partikelmaterial der Dosiervorrichtung aus einer Bevorratung chargenweise und mit möglichst geringen Scherkräften und ohne wesentliche Wechselwirkung mit der Atmosphäre zuzuführen.

Als Verfestigungseinrichtung für Partikelmaterial kann beispielsweise ein Druckkopf zur Dosierung von Flüssigkeitstropfen verwendet werden. Die Flüssigkeit führt hierbei bei Kontakt mit dem Partikelmaterial zu dessen lokal begrenzter Verfestigung.

Der Partikelbehälter der erfindungsgemäßen Vorrichtung führt somit beim chargenweisen Fördern des Partikelmaterials von einem stationären Silo zu der Dosiervorrichtung eine gewisse Strecke zurück.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung enthält eine Charge weniger Partikelmaterial als für das Ablegen von sämtlichen Schichten auf der Bauplattform erforderlich ist. Bei einer derartigen Ausgestaltung der Erfindung ist es möglich, dass das Gewicht des Beschichters verringert werden kann.

Vorzugsweise sollte aber eine Charge ausreichend sein, um mindestens eine Schicht Partikelmaterial auf der Bauplattform abzulegen. Bei einer solchen Ausgestaltung muss der Bauprozess nicht innerhalb des



Ablegens einer Partikelschicht unterbrochen werden und kann somit sehr genau ausgeführt werden.

Insbesondere, wenn der Partikelmaterialbehälter der erfindungsgemäßen Vorrichtung vertikal verfahrbar ist, kann ein Auffüllen des Beschichters besonders einfach und ohne Verlust und unnötig hohen Lufteintrag aufgefüllt werden.

Ist der Partikelmaterialbehälter in horizontaler Richtung verfahrbar und/oder schwenkbar, so ist das Befüllen des Beschichters in verschiedenen horizontalen Stellungen möglich.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist das Zuführmittel einen Trogkettenförderer und/oder ein Förderband auf.

Die oben erwähnte Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird darüberhinaus auch mit einem Verfahren zum Herstellen dreidimensionaler Modelle mittels 3-D Druckverfahren umfassend die folgenden Schritte gelöst,

- a) Ablegen einer Schicht eines Partikelmaterials aus einer Dosiereinheit auf eine stationäre Bauplattform;
- b) Selektives Verfestigen des Partikelmaterials mittels einer Verfestigungseinheit gemäß eines dem herzustellenden Modelles entsprechenden Querschnittes;
- c) Anheben der Dosier- und/ gegebenenfalls Verfestigungseinheit um eine Partikelschichtdicke;
- d) Wiederholen der Schritte a) bis c), bis das endgültige Modell erreicht ist.

Erfindungsgemäß wird während des Herstellverfahrens das Partikelmaterial in die in ihrer Höhe veränderliche Dosiervorrichtung nachgefüllt, indem das Partikelmaterial der Dosiervorrichtung aus einer Bevorratung chargenweise mittels eines einen Partikelmaterialbehälter aufweisenden Zubringermittels zugeführt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Partikelmaterial, vor der schichtweisen Verarbeitung mit einem flüssigen Medium gemischt. Dies kann für die gesamte für den Prozess notwendige Partikelmaterialmenge vor Aufnahme des Prozesses in einer Mischeinrichtung erfolgen. Das Material würde dann einem stationären Silo, der Bevorratung, und von da aus chargenweise dem Beschichtungsapparat je nach Prozessfortschritt zugeführt werden. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die Mischvorrichtung nicht innerhalb der Prozesskette steht und damit bei Fehlfunktion nicht unmittelbar auf den Prozessablauf auswirkt. Andererseits muss Partikelmaterial aufwendig gegen eine Entmischung oder einer Verflüchtigung des flüssigen Mediums geschützt werden.

Vorteilhafterweise wird das Materialgemisch deshalb während der Verarbeitung im Prozess mit einem Mischer hergestellt. Dafür eignen sich bevorzugt Chargenmischer. Dem Mischer wird auf Anforderung das Partikelmaterial z.B. über eine pneumatische Förderstrecke zugeführt. Der Mischer wiegt das Partikelmaterial in vorbestimmter Menge in die Mischkammer ein und gibt entsprechend der gewählten Rezeptur das flüssige Härtermedium zu. Nach einer festgelegten Mischdauer wird das Materialgemisch einem Vorlagebehälter zugeführt. Der Vorlagebehälter verfügt z.B. über Füllstandsensoren, die bei Unterschreitung eines bestimmten Niveaus der Steuerung des Mixers anzeigen, eine nächste Charge des Partikelmaterialgemisches fertig zu stellen. Der Vorlagebehälter verfügt zudem über eine z.B. pneumatisch betätigte Klappe zu dessen Entleerung.

Diese wird geöffnet, wenn sich ein Fördertiegel unterhalb der Klappe befindet. Das Materialgemisch fließt in diesem Fall unter Schwerkrafteinfluss in den Tiegel. Die Füllhöhe wird z.B. über eine Anordnung bestimmt, die über Schüttkegel dichtet. Der Fördertiegel wird dann über einen Linearantrieb auf das notwendige Niveau oberhalb der Beschichtungsvorrichtung gebracht. Dort wird der Fördertiegel in einen Empfängerbehälter entleert. Das Partikelmaterialgemisch wird dort vom Einfüllpunkt aus z.B. über eine Förderschnecke auf die Breite des Beschichters verteilt. Der Empfängerbehälter einschließlich Verteilmechanismus kann dabei mit der Beschichtungsvorrichtung transversal mitbewegt werden. In diesem Fall muss der Beschichter zum Auffüllen des Empfängerbehälters in eine definierte Übergabeposition unterhalb des Fördertiegels verfahren. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Empfängerbehälter einschließlich Verteilmechanismus fest am Tragrahmen befestigt und kann sich nur mit diesem vertikal bewegen. An dem Verteilmechanismus ist wiederum eine Dosiervorrichtung angeschlossen, die den Beschichter mit dem Partikelmaterialgemisch auffüllt, wenn dessen Vorrat aufgebraucht ist. Dies hat den Vorteil, dass die mit dem Beschichter mitgeführte Partikelmaterialgemischmenge relativ klein ist und damit auf den Tragrahmen geringere dynamische Lasten wirken.

Anschließend kann der Beschichter eine dünne Schicht des Partikelmaterialgemisches auf eine vertikal fixierte Bauebene ausbringen. Dann folgt der Verfestigungsschritt z.B. mit Hilfe eines Druckkopfes, der über einzeln angesteuerte Düsen eine Flüssigkeit auf einen dem aktuellen Querschnitt des zu bauenden Körpers entsprechenden Bereich dosiert. Diese Flüssigkeit reagiert mit dem Partikelmaterialgemisch und verfestigt die Partikel in dem gewünschten Bereich bzw. führt auch zu einer Verfestigung mit der eventuell darunter liegenden Schicht des Partikelmaterialgemisches. Anschließend

wird der Tragrahmen um die Dicke der aktuell bearbeiteten Schicht angehoben, eine neue Schicht aufgetragen und gemäß der neuen Querschnittsdaten verfestigt. Der Vorgang aus Anheben, Schichtauftrag und Verfestigung wird solange wiederholt, bis der gewünschte Körper fertig gestellt ist.

Während dieses Vorganges wird der Beschichter mehrfach zum Empfangsbehälter verfahren und dort mit frischem Partikelmaterialgemisch befüllt, das in mehreren Einzelchargen im Mischer zubereitet und über die Förderstrecke dem Empfangsbehälter zugeführt wurde. Mit voranschreitendem Prozess steigt die Höhe des Baukörpers. Dabei verändert sich die vertikale Lage des Tragrahmens und damit auch die des Empfangsbehälters. Entsprechend wandert die Übergabeposition von Fördertiegel in den Empfangsbehälter in vertikaler Richtung nach oben.

Zuletzt wird das nicht verfestigte Partikelmaterial entfernt. Dazu wird die Bauebene auf einer Seite aus der Vorrichtung gefahren und eine weitere Bauebene evtl. auf einer gegenüberliegenden Seite in die Vorrichtung eingefahren, damit der Bauprozess erneut gestartet werden kann, während der vorherige Baukörper vom umliegenden Partikelmaterial befreit wird.

Zur näheren Erläuterung wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben.

In der Zeichnung zeigt dabei:

Figur 1 eine räumliche Darstellung einer bevorzugten erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 2 a) bis c) eine seitliche Ansicht der Vorrichtung während verschiedener Befüllvorgänge während des Bauprozesses;

Figur 3 a) und b) Befüllvorgänge in unterschiedlichen Befüllhöhen des Tragrahmens;

Figur 4 eine seitliche Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Trogförderer und verschließbaren Trögen; und

Figur 5 eine seitliche Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Vorrichtung mit überdachtem Förderband.

Die Figur 1 zeigt als Anwendungsbeispiel einen Schrägriss einer Vorrichtung, die zum Herstellen von 3D-Modellen verwendet werden kann. Diese gezeigte bevorzugte Vorrichtung weist unter anderem einen Tragrahmen 1 auf, der über Verfahreinheiten 5 in vertikaler Richtung beziehungsweise X-Richtung verschiebbar ist.

Der Tragrahmen 1 trägt den Partikeldosierer oder Beschichter 3 und die Verfestigungseinrichtung beispielsweise ein Druckkopf 4. Beschichter 3 und Druckkopf 4 können über die Länge des Tragrahmens 1 verfahren werden. Der Raum innerhalb des Tragrahmens 1 ist der Bauraum in dem die Modelle aufgebaut werden. Die Einheiten Beschichter 3 und Verfestigungseinrichtung 4 können dabei den gesamten Bauraum erreichen.

Der Beschichter 3 wird in seiner Parkposition gehalten, während die Verfestigungseinheit 4 sich in kollisionsgefährlicher Nähe befindet. Während der Beschichter 3 in der Parkposition steht kann er mit Partikelmaterial gefüllt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung trägt der Beschichter 3 nur soviel Partikelmaterial, dass er eine Schicht des Bauprozesses sicher aufbringen kann. bei einer solchen Ausgestaltung wird der Beschichter 3 nach jeder aufgetragenen Schicht wieder mit einer Schicht entsprechenden Partikelmenge beschickt.

Beim Auftragen der nächsten Schicht wird zu Beginn der Tragrahmen 1 in vertikaler Richtung um eine Schichtstärke angehoben. Damit ändert sich auch die Nachfüllposition des Beschichters 3.

In der Figur 1 ist die Nachfülleinrichtung für den Beschichter 3 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform dargestellt. Die Nachfülleinrichtung weist als Zuführmittel eine Hubeinrichtung 6, einen Fördertiegel 7 und einen Empfangsbehälter 8 auf und eine Bevorratung beziehungsweise eine Silo/Mischereinheit 8.

Gemäß der Erfindung kann am Ausgang der Silo/Mischereinheit 8 prozessfertiges Material zur Verfügung gestellt werden. In der in Figur 2a gezeigten, besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird durch eine vertikal bewegliche Hubeinheit 6 ein Tiegel 7 unter den Ausgang der Silo/Mischereinheit 8 gebracht. Nachdem der Tiegel 7 befüllt ist, wird er auf die aktuelle Höhe des Tragrahmens gebracht. Im Anschluss kann es in den Empfangsbehälter 8 entleert werden.

Während dieses Transports des Partikelmaterials kommt es immer wieder mit der Atmosphäre also mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung. Der Kontakt ist dabei im Wesentlichen auf die Oberfläche

beschränkt. Werden wegen des jeweils verwendeten Partikelmaterials strengere Anforderungen gestellt, kann der Tiegel 7 verschließbar ausgeführt werden. Hierbei können dann auch zusätzlich künstliche Atmosphären im Tiegel 7 erzeugt werden.

Die Verfahrzeit auf die vertikale Höhe kann bei den gegebenen Bauhöhen vernachlässigt werden, sofern der Dampfdruck der auf das Partikelmaterial aufgetragenen Flüssigkeit moderat ist.

Da der Transporttiegel 7 klein ist und immer gleich befüllt wird, sind keine Änderungen im Schüttgut durch Verfestigungen zu erwarten. Wenn Schüttgüter verwendet werden die ein solches Verhalten zeigen, kann der Prozess ideal darauf eingestellt werden, da das Verhalten durch die konstante Füllhöhe immer gleich ist.

Nachdem das Material im Empfangsbehälter 8 angekommen ist, wird es über die Länge des Beschichters 3 verteilt. Hierzu können Schnecken verwendet werden. Diese sind nur so lang ausgeführt, dass der komplette Beschichter 3 gleichmäßig mit Partikelmaterial gefüllt wird. Durch die kurze Förderschnecke sind keine negativen Einflüsse auf das Partikelmaterial zu befürchten.

Je nach Bauprozess kann es notwendig sein unterschiedliches Partikelmaterial in den Beschichter 3 zu bringen. Hierzu kann der Tiegel 7 abwechselnd mit verschiedenen Materialien aus mehreren Silo/Mischereinheiten 8 versorgt werden.

Ebenso könnten für den Materialtransport auch Systeme mit mehreren Tiegeln, wie zum Beispiel Trogkettenförderer oder auch Förderbänder zum Einsatz kommen.

Gemäß der in den Figuren 1 und 2 gezeigten bevorzugten Ausführungsform weist die Silo/Mischereinheit 8 eine geringe Bauhöhe auf und der Auslass liegt deutlich unterhalb der obersten Befüllposition. Der Tiegel ist daher zusätzlich zur vertikalen in eine zweite Richtung, in horizontaler Richtung beweglich.

Die Anordnung auch derart vorgesehen sein, dass eine Silo/Mischereinheit 8 oberhalb der obersten Befüllposition aufgehängt wird. Dabei könnte dann eine zusätzliche Bewegungsrichtung entfallen. Der Tiegel 7 senkt dann das Partikelmaterial bis zum Empfangsbehälter 8 ab. Es ist dann ebenso wie bei der vorher geschilderten Anordnung vor einem Freifall und der Atmosphäre geschützt.

Beide bevorzugten Anordnungen schützen den Tragrahmen 1 auch vor Erschütterungen durch Pulvermaterial mit großer Freifallhöhe. Die Belastung auf den Tragrahmen 1 ist auf Grund der immer gleichbleibenden, geringen Fallhöhe konstruktiv einfach zu berücksichtigen.

Ebenso bevorzugt sind Ausführungsformen bei denen mehrere Nachfülleinrichtungen eingesetzt werden. Diese können bei einem erhöhten Materialbedarf notwendig werden.

Erfindungsgemäß können auch andere Transportmechanismen genutzt werden, die eine variable Befüllhöhe des Beschichters ermöglichen, chargenweise arbeiten und dabei kleine Freifallhöhen erzeugen.

Figur 3 zeigt die Befüllung in unterschiedlichen vertikalen Lagen des Tragrahmens. Figur 2 zeigt den Befüllvorgang für sich gesehen.

Figur 4 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Trogkettenförderer als Zubringermittel. Hierbei sind mehrere Tröge 10



an einer Kette 11 aufgehängt. Sie werden an der Silo/Mischereinheit befüllt und am Beschichter wieder entladen. Je nach Partikelmaterial können wieder Deckel 12 zum Schutz vor Abdampfungen und/oder Oxidation verwendet werden. Eine Steuerung kann je nach Prozessstatus der Produktionsanlage die Motoren 13 der Antriebskette diskontinuierlich schalten.

Ebenso bevorzugt könnte, wie in der Figur 5 dargestellt, ein Förderband 14 zum Materialtransport als Zubringermittel eingesetzt werden. Dabei wird das Partikelmaterial vorzugsweise nahe an umgebenden Wänden 15 geführt, um einen Atmosphärenkontakt zu minimieren. Die Reibungseinflüsse sind auch hier, verglichen mit Förderschnecken, gering. Auch hier ist es möglich, dass eine Steuerung je nach Prozessstatus der Produktionsanlage die Motoren 13 des Förderbandes diskontinuierlich schaltet.

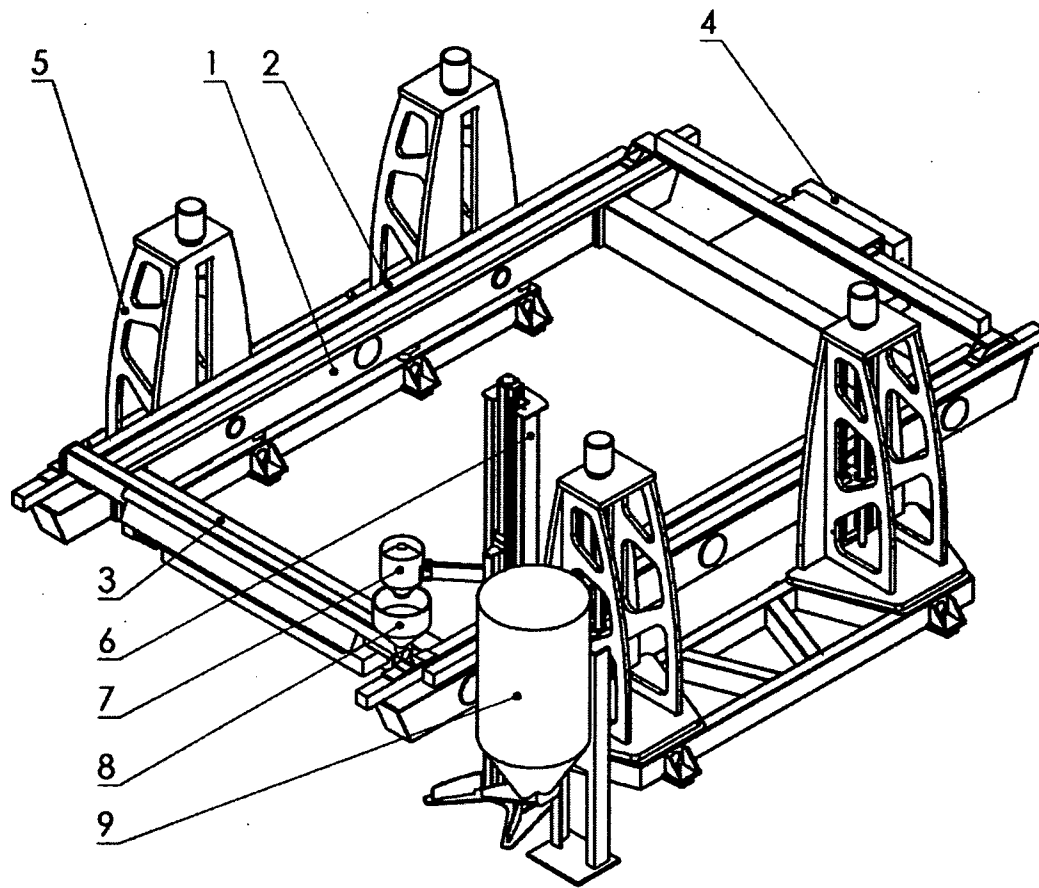
**Bezugszeichenliste**

- 1 Tragrahmen
- 2 Verfahreinheiten in X-Richtung
- 3 Beschichter
- 4 Druckkopf
- 5 Verfahreinheit in Z-Richtung
- 6 Hubeinrichtung
- 7 Fördertigel
- 8 Empfängerbehälter
- 9 Silo-/Mischereinheit
- 10 Tröge
- 11 Kette
- 12 Deckel
- 13 Motoren
- 14 Förderband
- 15 Wände

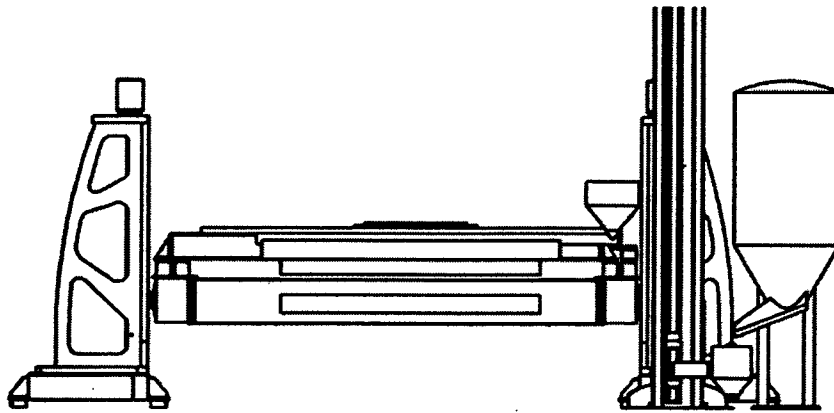
### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Herstellen dreidimensionaler Modelle mittels 3-D Druckverfahren, wobei eine Bauplattform zum Aufbringen von Baumaterial vorgesehen ist und ein Tragrahmen um die Bauplattform angeordnet ist, an dem über Linearführungen zumindest eine Dosiervorrichtung für Partikelmaterial und eine Verfestigungseinrichtung für Partikelmaterial angebracht sind und der Tragrahmen in einer Z-Richtung, das heißt im wesentlichen senkrecht zu einer Grundfläche der Bauplattform verfahrbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass ferner ein einen Partikelmaterialbehälter aufweisendes Zubringermittel vorgesehen ist, um das Partikelmaterial der Dosiervorrichtung aus einer Bevorratung chargenweise und mit möglichst geringen Scherkräften und ohne wesentliche Wechselwirkung mit der Atmosphäre zuzuführen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Charge weniger Partikelmaterial enthält, als für das Ablegen von sämtlichen Schichten auf der Bauplattform erforderlich ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Charge ausreicht, um mindestens eine Schicht Partikelmaterial auf der Bauplattform abzulegen.

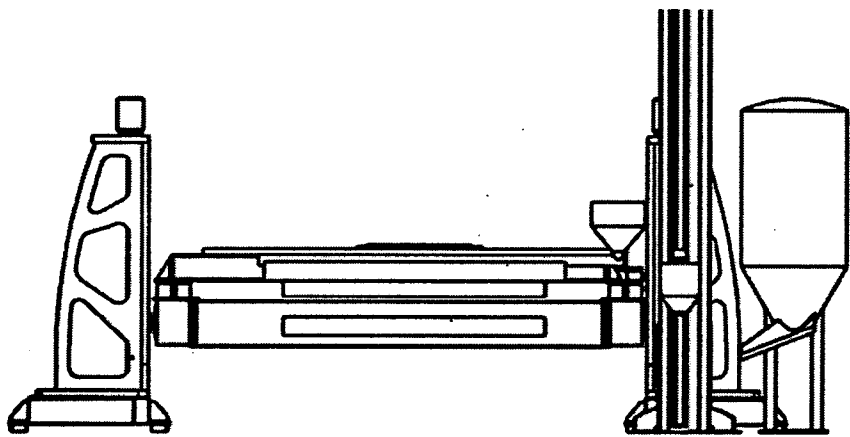
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Partikelmaterialbehälter vertikal verfahrbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zuführmittel einen Trogkettenförderer aufweist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zuführmittel ein Förderband aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Partikelmaterialbehälter in horizontaler Richtung verfahrbar und/oder schwenkbar ist.
8. Verfahren zum Herstellen dreidimensionaler Modelle mittels 3-D Druckverfahren umfassend die Schritte
  - e) Ablegen einer Schicht eines Partikelmaterials aus einer Dosiereinheit auf eine stationäre Bauplattform;
  - f) Selektives Verfestigen des Partikelmaterials mittels einer Verfestigungseinheit gemäß eines dem herzustellenden Modelles entsprechenden Querschnittes;
  - g) Anheben der Dosier- und/ gegebenenfalls Verfestigungseinheit um eine Partikelschichtdicke;
  - h) Wiederholen der Schritte a) bis c), bis das endgültige Modell erreicht ist,  
wobei während des Herstellverfahrens das Partikelmaterial in die in ihrer Höhe veränderliche Dosiervorrichtung nachgefüllt wird, dadurch gekennzeichnet, dass Partikelmaterial der Dosiervorrichtung aus einer Bevorratung chargenweise mittels eines einen Partikelmaterialbehälter aufweisenden Zubringermittels zugeführt wird.



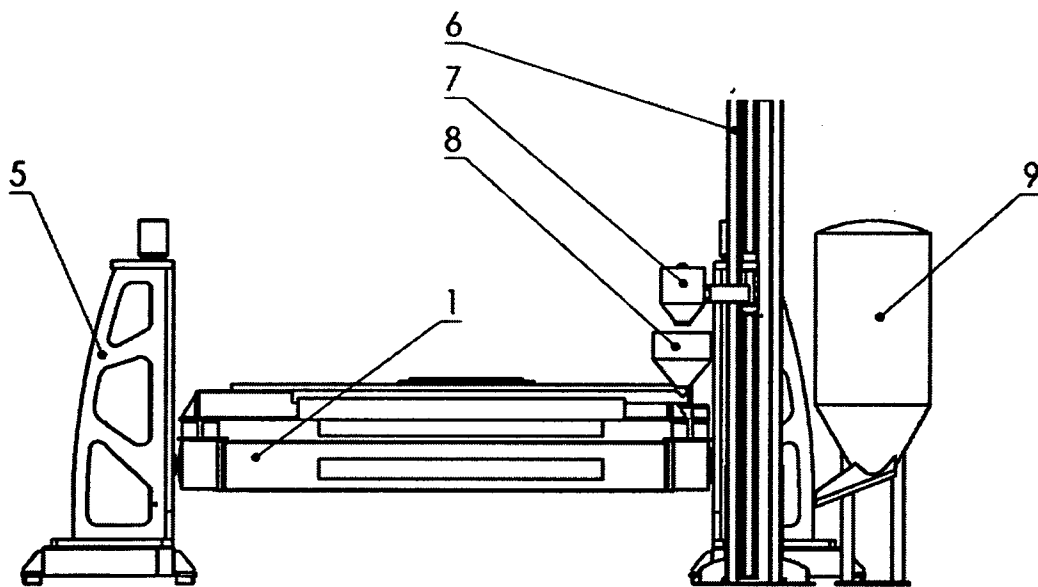
**Figur 1**



**Figur 2a**

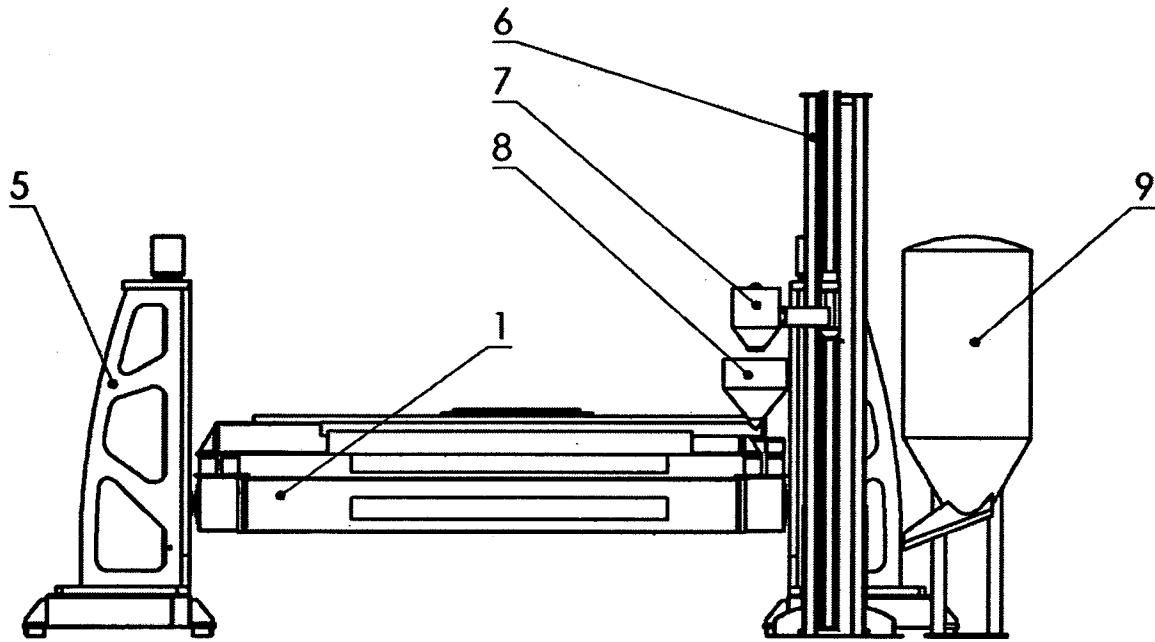


**Figur 2b**

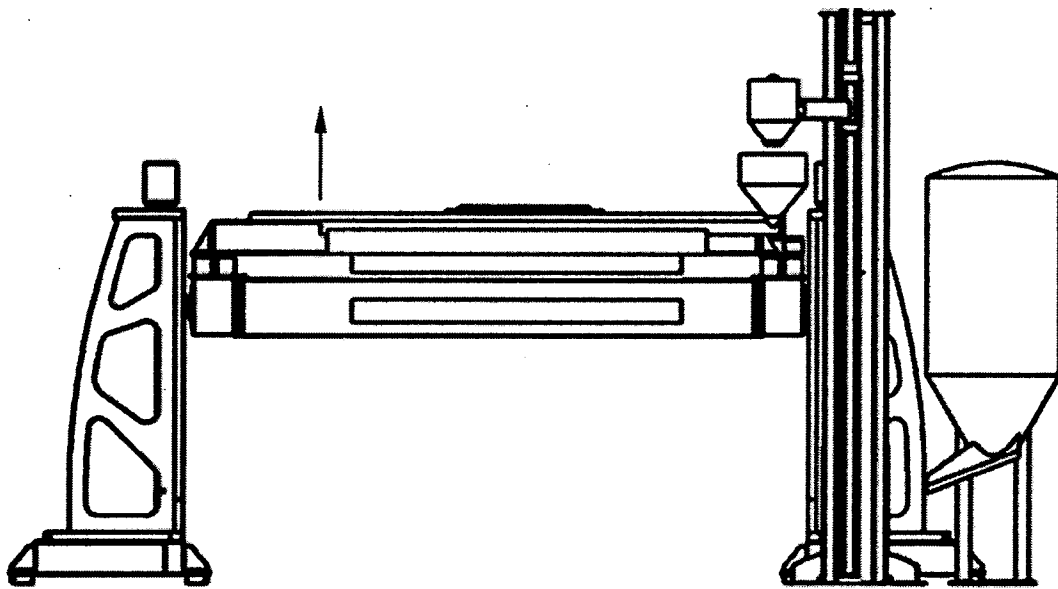


**Figur 2c**

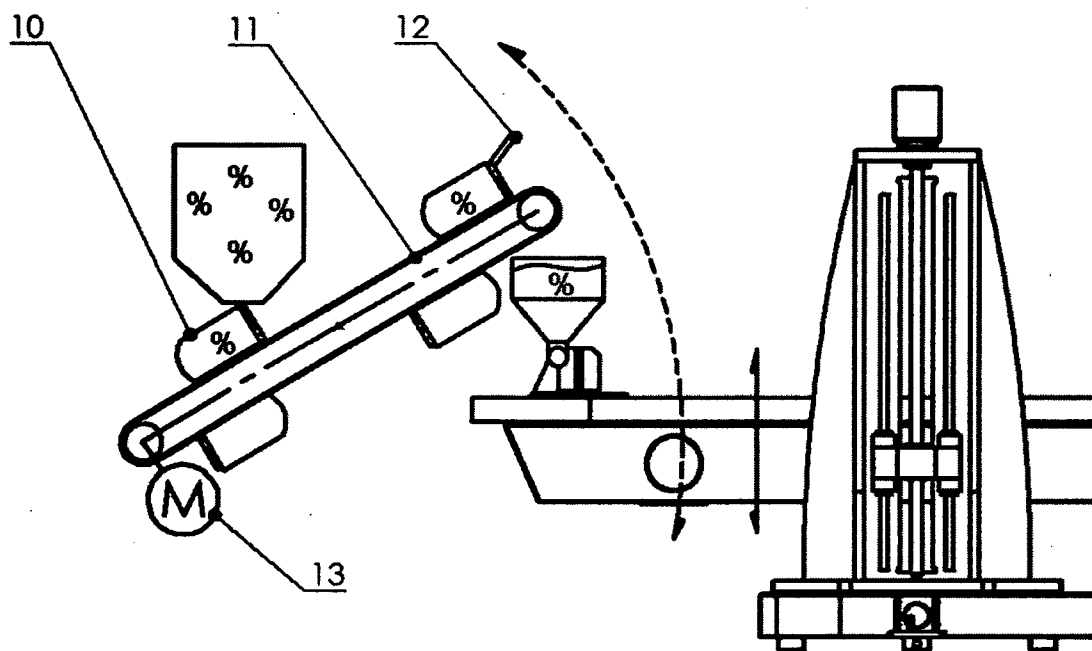




**Figur 3a**

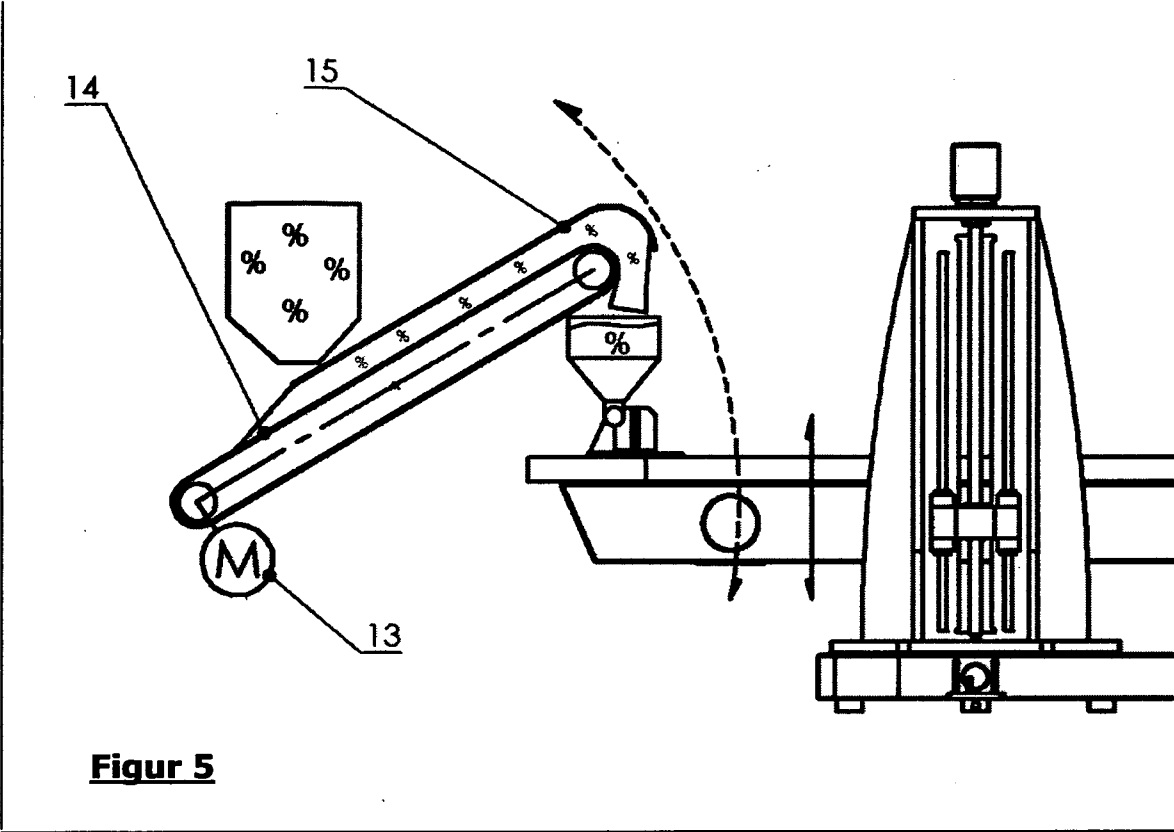


**Figur 3b**



**Figur 4**





**Figur 5**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2011/000343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B29C67/00 B29C31/02 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B29C B22F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2005/097476 A2 (CORP Z [US]; RUSSEL DAVID [US]; HERNANDEZ ANDRES [US]; KINSLEY JOSHUA;) 20 October 2005 (2005-10-20) paragraph [0046] - paragraph [0047]; figure 1 paragraph [0055] - paragraph [0058]; figures 4B, 5A -----	1-8
A	EP 1 872 928 A1 (VOXELJET TECHNOLOGY GMBH [DE]) 2 January 2008 (2008-01-02) cited in the application claims 1, 14; figure 1 -----	1-8
A	DE 198 51 224 C1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 4 May 2000 (2000-05-04) column 5, line 50 - column 6, line 14; figure 1 ----- -/--	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
19 July 2011	29/07/2011	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Pierre, Nathalie	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2011/000343

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 28 245 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST [DE]) 4 January 2001 (2001-01-04) figure 2 -----	1-8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2011/000343

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005097476	A2	20-10-2005	NONE
-----			
EP 1872928	A1	02-01-2008	AT 488354 T 15-12-2010
		DE 102006030350 A1	03-01-2008
		ES 2354633 T3	16-03-2011
		US 2008001331 A1	03-01-2008
		US 2010243123 A1	30-09-2010
-----			
DE 19851224	C1	04-05-2000	NONE
-----			
DE 19928245	A1	04-01-2001	WO 0078485 A2 28-12-2000
		EP 1189716 A2	27-03-2002
		JP 3949451 B2	25-07-2007
		JP 2003502500 A	21-01-2003
		US 6672343 B1	06-01-2004
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2011/000343

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B29C67/00 B29C31/02  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 B29C B22F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2005/097476 A2 (CORP Z [US]; RUSSEL DAVID [US]; HERNANDEZ ANDRES [US]; KINSLEY JOSHUA;) 20. Oktober 2005 (2005-10-20) Absatz [0046] - Absatz [0047]; Abbildung 1 Absatz [0055] - Absatz [0058]; Abbildungen 4B, 5A -----	1-8
A	EP 1 872 928 A1 (VOXELJET TECHNOLOGY GMBH [DE]) 2. Januar 2008 (2008-01-02) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1, 14; Abbildung 1 -----	1-8
A	DE 198 51 224 C1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 4. Mai 2000 (2000-05-04) Spalte 5, Zeile 50 - Spalte 6, Zeile 14; Abbildung 1 -----	1-8
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- |  |   |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
19. Juli 2011	29/07/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Pierre, Nathalie
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 28 245 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST [DE]) 4. Januar 2001 (2001-01-04) Abbildung 2 -----	1-8

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2011/000343

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005097476	A2	20-10-2005	KEINE
-----			
EP 1872928	A1	02-01-2008	AT 488354 T 15-12-2010
		DE 102006030350 A1	03-01-2008
		ES 2354633 T3	16-03-2011
		US 2008001331 A1	03-01-2008
		US 2010243123 A1	30-09-2010
-----			
DE 19851224	C1	04-05-2000	KEINE
-----			
DE 19928245	A1	04-01-2001	WO 0078485 A2 28-12-2000
		EP 1189716 A2	27-03-2002
		JP 3949451 B2	25-07-2007
		JP 2003502500 A	21-01-2003
		US 6672343 B1	06-01-2004
-----			