

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 8006/2021
(22) Anmeldetag: 11.03.2020
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.08.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2021

(51) Int. Cl.: **B28B 1/00** (2006.01)
B29C 64/165 (2017.01)
B29C 64/393 (2017.01)

(67) Umwandlung von A 50203/2020

(56) Entgegenhaltungen:

US 2015177158 A1
US 2019299536 A1
WO 2018194680 A1
EP 2474404 A1
DE 102018101522 A1
EP 3581884 A1
DE 102013214320 A1
DE 102018206320 A1
WO 2016131022 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
Progress Maschinen & Automation AG
39042 Brixen (IT)

(74) Vertreter:

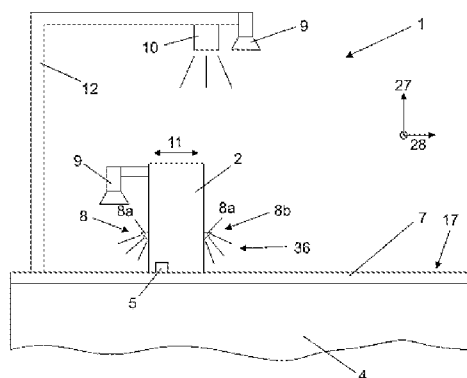
Torggler Paul Mag. Dr., Maschler Christoph MMag.
Dr., Lercher Almar Dipl. Phys. Dr., Hofinger
Stephan Dipl.Ing. Dr., Hechenleitner Bernhard Dipl.
Ing. (FH) Dr., Gangl Markus Mag. Dr.
6020 Innsbruck (AT)

(54) **3D-Druckvorrichtung, insbesondere für die Bauindustrie**

(57) 3D-Druckvorrichtung (1), insbesondere für die Bauindustrie, umfassend wenigstens eine Schichtablagevorrichtung (2) zur schichtweisen Ablage wenigstens eines Partikelmaterials (3) auf einer Druckplattform (4) und wenigstens einen Druckkopf (5) zur gesteuerten Abgabe zumindest eines Bindemittels (6) an wenigstens einem örtlich vorbestimmten Bereich einer von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3), wobei die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung (2) und der wenigstens eine Druckkopf (5) relativ zur Druckplattform (4) bewegbar gelagert sind, wenigstens eine Lichtquelle (8) vorgesehen ist, mit welcher eine von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) zumindest bereichsweise beleuchtbar ist, und wenigstens eine, insbesondere optische, Kamera (9), mit welcher wenigstens ein Abbild (26) zumindest des von der wenigstens einen Lichtquelle (8) beleuchtbaren Bereichs der Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) generierbar ist, wobei die wenigstens eine Lichtquelle (8) mit

der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder dem wenigstens einen Druckkopf (5) bewegungsgekoppelt verbunden ist.

Fig. 1a



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine 3D-Druckvorrichtung, insbesondere für die Bauindustrie, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Körper, insbesondere für die Bauindustrie, durch eine solche 3D-Druckvorrichtung. Weiters betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt für eine solche 3D-Druckvorrichtung.

[0002] Eine solche 3D-Druckvorrichtung ist bereits aus der Schrift DE 103 10 385 A1 bekannt, in welcher Fehlstellen in Schichten mittels einer optischen Kontrolleinrichtung aufgezeigt, ausgewertet und für Maßnahmen herangezogen werden. Ein Partikelmaterial wird hierbei mit Färbemitteln - beispielsweise fluoreszierende Farbstoffe - versehen, wobei Farbeffekte zur optischen Kontrolle genutzt werden. Ein dreidimensionaler Körper wird optisch durch zwei Kameras erfasst, wobei eine zweite Kamera an einer verfahrbaren Glättvorrichtung angebracht ist und einen Bereich direkt vor einer Klinge abrastert. Fehlstellen können durch einen Streifenprojektor mit seitlichem Lichteinfall optisch hervorgehoben werden, wobei Strahlungslinien unterbrochen werden oder einen Knick aufweisen, da die Schicht in Streifen beleuchtet wird.

[0003] Nachteilig am Stand der Technik ist, dass bei großen Druckplattformen insbesondere ein zentral an der Druckplattform verorteter Bereich der durch den Streifenprojektor zu beleuchtenden Schicht nicht hinreichend für eine hochwertige Abbildung durch die Kamera ausgeleuchtet wird. Zudem wird durch die hohe Ausdehnung der Druckplattform keine homogene Ausleuchtung der Schicht gewährleistet, wodurch ein vermindertes Abbild der Schicht bedingt ist. Des Weiteren ist die Verwendung eines Streifenprojektors nachteilig für die Erkennung von Fehlstellen in der Schicht, da einerseits eine präzise Kalibrierung von Abbildungseigenschaften sowie eine Verzeichnungskorrektur von Verzerrungen notwendig sind, welche für die Anwendung bei großen Druckplattformen schwierig und aufwändig zu bewerkstelligen sind, und andererseits ist insbesondere bei hohen dreidimensionalen Körpern eine Mitführung des Streifenprojektors in vertikaler Richtung aufwändig. Zudem sind die Kosten dieses Systems hoch. Weiters ist ein von der zweiten Kamera aufgenommenes Abbild aufgrund der Bewegung der Glättvorrichtung unscharf.

[0004] Die objektiv technische Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte 3D-Druckvorrichtung, insbesondere für die Bauindustrie, sowie ein Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Körper, insbesondere für die Bauindustrie, anzugeben, bei welchen die Nachteile des Standes der Technik zumindest teilweise behoben sind, bei welchen eine verbesserte Beleuchtung der Schichten gewährleistet wird, um Fehlstellen in den Schichten begünstigt detektieren zu können, und welche sich insbesondere durch eine konstante Höhe der Schichten, eine gleichmäßige Verdichtung der Schichten sowie eine reduzierte Entmischung in und/oder zwischen den Schichten auszeichnen.

[0005] Gemäß einem ersten Aspekt ist demnach erfindungsgemäß vorgesehen, dass die wenigstens eine Lichtquelle mit der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder dem wenigstens einen Druckkopf bewegungsgekoppelt verbunden ist.

[0006] Dadurch wird es erst ermöglicht, dass die wenigstens eine Lichtquelle über eine Ausdehnung der Druckplattform geführt wird und eine Beleuchtung der gesamten Schicht homogen sowie für eine Aufnahme eines Abbildes der Schicht begünstigt hell gewährleistet wird.

[0007] Des Weiteren wird eine - insbesondere intensive - Beleuchtung von Teilbereichen der Schicht ermöglicht, wodurch eine detailgetreue Analyse der Schicht bedingt ist, in welcher Fehlstellen in der Schicht besonders begünstigt erkannt werden können.

[0008] Durch eine Ermittlung von Fehlstellen in den Schichten können einerseits die Fehlstellen beispielsweise durch eine Änderung von Betriebsparametern ausgebessert werden und/oder andererseits zukünftige Fehlstellen in weiteren noch aufzutragenden Schichten reduziert und/oder verhindert werden.

[0009] Gemäß einem zweiten Aspekt ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die wenigstens eine Lichtquelle als Seitenlichtquelle ausgebildet ist, mit welcher die von der wenigstens einen Schicht-

ablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung zumindest bereichsweise von der Seite beleuchtbar ist, und wenigstens eine Oberlichtquelle vorgesehen ist, mit welcher die von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung zumindest bereichsweise von oben beleuchtbar ist.

[0010] Dadurch wird es ermöglicht, dass die wenigstens eine Kamera ein Abbild von der Schicht mit einer Ausleuchtung von oben aufnimmt, wobei die Fehlstellen im Wesentlichen nicht erkennbar sind und die wenigstens eine Kamera ein Abbild von der Schicht mit einer Beleuchtung von der Seite aufnimmt, wobei die Fehlstellen beispielsweise durch Schattenwurf erkennbar sind.

[0011] Anschließend können die beiden Abbilder miteinander verglichen werden und/oder eine Differenz - beispielsweise digitaler Informationen der Abbilder - gebildet werden, um die Fehlstellen zu identifizieren, zu vermessen, zu kategorisieren und/oder geeignete Maßnahmen wie eine Manipulation von Prozessparameter oder eine Anzeige an einen Bediener der 3D-Druckvorrichtung zu veranlassen. Wurden keine Fehlstellen durch den Vergleich der beiden Abbilder erkannt, so kann eine weitere Schicht Partikelmaterial durch die 3D-Druckvorrichtung abgelegt werden. Wurden Fehlstellen durch den Vergleich der beiden Abbilder erkannt, so kann eine weitere Schicht mit gegebenenfalls adaptierten Eigenschaften wie Schichtdicke aufgetragen werden und/oder die Fehlstellen werden zuvor beseitigt.

[0012] Hinzu kommt die positive Eigenschaft, dass eine preislich günstige 3D-Druckvorrichtung gegeben ist, welche eine komfortable Adjustierung von Prozessparameter abhängig von etwaigen Fehlstellen in der Schicht ermöglicht.

[0013] Mit „von der Seite beleuchtbar“ ist gemeint, dass Licht von der wenigstens einen Lichtquelle flach respektive in einem möglichst spitzen Winkel auf die Schicht einfällt, wohingegen mit „von oben beleuchtbar“ gemeint ist, dass Licht von der wenigstens einen Lichtquelle im Wesentlichen normal auf die Schicht einfällt.

[0014] Wie eingangs ausgeführt, wird Schutz auch begehrt für ein Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Körper, insbesondere für die Bauindustrie, mittels einer solchen 3D-Druckvorrichtung umfassend folgende, vorzugsweise in chronologischer Reihenfolge auszuführende, Verfahrensschritte:

- Ablage wenigstens einer Schicht wenigstens eines Partikelmaterials auf einer Druckplattform, wobei die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung relativ zur Druckplattform bewegt wird,
- zumindest bereichsweises Beleuchten der wenigstens einen von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials mit wenigstens einer Lichtquelle, wobei die wenigstens eine Lichtquelle mit der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder wenigstens einem Druckkopf zur gesteuerten Abgabe zumindest eines Bindemittels an wenigstens einem örtlich vorbestimmten Bereich einer von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials mitbewegt wird,
- Generieren wenigstens eines Abbildes zumindest des von der wenigstens einen Lichtquelle beleuchteten Bereiches der wenigstens einen Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials durch wenigstens eine, insbesondere optische, Kamera,
- gegebenenfalls Wiederholen der Verfahrensschritte.

[0015] Im Allgemeinen wird die wenigstens eine von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht zumindest bereichsweise auch während der Ablage der wenigstens einen Schicht zumindest bereichsweise beleuchtet sowie wenigstens ein Abbild zumindest des von der wenigstens einen Lichtquelle beleuchteten Bereiches der wenigstens einen Schicht während der Ablage generiert. Dadurch wird ein im Wesentlichen kontinuierliches Beleuchten und/oder im Wesentlichen kontinuierliches Abbilden während einem Auftrag der Schichten ermöglicht.

[0016] Des Weiteren wird Schutz auch begehrt für ein Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Körper, insbesondere für die Bauindustrie, mittels einer solchen 3D-Druckvorrichtung umfassend folgende, vorzugsweise in chronologischer Reihenfolge auszuführende, Verfahrensschritte:

- Ablage wenigstens einer Schicht wenigstens eines Partikelmaterials auf einer Druckplattform, wobei die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung relativ zur Druckplattform bewegt wird,
- zumindest bereichsweises Beleuchten der wenigstens einen von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials mit wenigstens einer Lichtquelle, wobei die wenigstens eine Lichtquelle als Seitenlichtquelle ausgebildet ist, mit welcher die von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung zumindest bereichsweise von der Seite beleuchtet wird, und wenigstens eine Oberlichtquelle vorgesehen ist, mit welcher die von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung zumindest bereichsweise von oben beleuchtet wird,
- Generieren wenigstens eines Abbildes zumindest des von zumindest einer der Lichtquellen beleuchteten Bereiches der wenigstens einen Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials durch wenigstens eine, insbesondere optische, Kamera,
- gegebenenfalls Wiederholen der Verfahrensschritte.

[0017] Wie eingangs erwähnt, wird Schutz auch begehrt für ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei einer Ausführung durch eine Recheneinheit diese veranlassen, für eine solche 3D-Druckvorrichtung aus einer Speichereinheit, welche mit der Recheneinheit in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist, ein solches Verfahren auszuführen.

[0018] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Lichtquelle an der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder an dem wenigstens einen Druckkopf angeordnet ist, vorzugsweise an einem unteren der wenigstens einen von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials zugewandten Bereich der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder des wenigstens einen Druckkopfs.

[0020] Durch eine Anordnung der wenigstens einen Lichtquelle an der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder an dem wenigstens einen Druckkopf wird eine homogene Ausleuchtung des zu beleuchtenden Bereiches der Schicht ermöglicht. Zudem werden zentral auf der Druckplattform verorteten Bereiche besonders begünstigt beleuchtet, wodurch eine Qualität des Abbildes der Schicht erhöht wird.

[0021] Wird die wenigstens eine Lichtquelle an einem unteren Bereich der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder des Druckkopfs angeordnet, so ist eine besonders flache Beleuchtung der Schicht möglich, wodurch eine besonders begünstigte Identifizierung von Fehlstellen der Schicht, insbesondere durch Schattenwurf der Fehlstellen in der Schicht, generierbar ist.

[0022] Im Allgemeinen kann die wenigstens eine Lichtquelle auch an einer Glättvorrichtung oder einer von einem Druckbalken gesonderten Konstruktion angeordnet werden, welche über die Druckplattform verfahrbar ist.

[0023] Vorteilhafter Weise ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Lichtquelle derart an der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder an dem wenigstens einen Druckkopf angeordnet ist, dass ein in einer Bewegungsrichtung der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder des wenigstens einen Druckkopfs vorgelagerter Bereich der wenigstens einen Schicht beleuchtbar ist, wobei wenigstens eine weitere Lichtquelle vorgesehen und derart an der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder an dem wenigstens einen Druckkopf angeordnet

ist, dass ein in der Bewegungsrichtung der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder des wenigstens einen Druckkopfs nachgelagerter Bereich der wenigstens einen Schicht beleuchtbar ist.

[0024] Dadurch wird ermöglicht, eine Beleuchtung sowohl einer Schicht vor einem erneuten Materialauftrag als auch eine Schicht nach einem erfolgten Materialauftrag zu bewerkstelligen. Somit können die beiden Schichten hinsichtlich Fehlstellen bei einer Bewegungsrichtung der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder des wenigstens einen Druckkopfs analysiert werden.

[0025] Beispielsweise kann eine Adaption von Prozessparametern der 3D-Druckvorrichtung zur Reduktion von Fehlstellen des vorgelagerten Bereiches der wenigstens einen Schicht durchgeführt und/oder eine Meldung an den Bediener der 3D-Druckvorrichtung bezüglich Fehlstellen des nachgelagerten Bereiches der wenigstens einen Schicht erstellt sowie angezeigt werden.

[0026] Als günstig hat sich erwiesen, dass die wenigstens eine Kamera und/oder eine gegebenenfalls vorgesehene Oberlichtquelle relativ zur Druckplattform stationär angeordnet ist, vorzugsweise wobei die 3D-Druckvorrichtung wenigstens einen Rahmen aufweist und die wenigstens eine Kamera und/oder die gegebenenfalls vorgesehene Oberlichtquelle am wenigstens einen Rahmen angeordnet ist.

[0027] Durch eine stationäre Anordnung wird verhindert, dass die Aufnahme von Abbildern der wenigstens einen Schicht und somit eine Abbildung der Fehlstellen in der wenigstens einen Schicht durch Bewegungen beispielsweise der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung und/oder des Druckkopfes unscharf sind und/oder die Beleuchtung der Schicht nicht in einem für die Aufnahme der Abbilder hinreichendem Maße gegeben ist.

[0028] Der wenigstens eine Rahmen ist derart breit auszulegen, dass auch beispielsweise ein Gehäuse der 3D-Druckvorrichtung durch den wenigstens einen Rahmen umfasst wird.

[0029] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass wenigstens eine Steuerungsvorrichtung vorgesehen ist, mit welcher die wenigstens eine Kamera und die vorgesehenen Lichtquellen koordiniert ansteuerbar sind, vorzugsweise wobei

- die wenigstens eine Kamera und zumindest eine der vorgesehenen Lichtquellen derart mittels der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung ansteuerbar sind, dass die zumindest eine der vorgesehenen Lichtquellen Licht emittiert und die wenigstens eine Kamera wenigstens ein Abbild generiert, und/oder
- die wenigstens eine Kamera und zumindest zwei der vorgesehenen Lichtquellen derart mittels der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung ansteuerbar sind, dass abwechselnd die zumindest zwei der vorgesehenen Lichtquellen Licht emittieren und jeweils die wenigstens eine Kamera wenigstens ein Abbild generiert.

[0030] Bei den vorgesehenen Lichtquellen kann es sich um Seitenlichtquellen, Oberlichtquellen und/oder weiterer Lichtquellen handeln, wobei ein Abbild der Schicht bei einer Beleuchtung mittels der jeweilig aktiven Lichtquellen über die wenigstens eine Kamera durch die wenigstens eine Steuerungsvorrichtung aufgenommen werden kann.

[0031] Als vorteilhaft hat sich erwiesen, dass mit der wenigstens einen Lichtquelle Licht eines ersten Wellenlängenbereichs, vorzugsweise zwischen 450 nm und 500 nm, emittierbar ist, und wenigstens eine weitere Lichtquelle vorgesehen ist, mit welcher Licht eines zweiten vom ersten Wellenlängenbereich disjunkten Wellenlängenbereichs, vorzugsweise zwischen 600 nm und 750 nm, emittierbar ist, vorzugsweise wobei die wenigstens eine Lichtquelle als Seitenlichtquelle und die wenigstens eine weiteren Lichtquelle als Oberlichtquelle ausgebildet ist, oder umgekehrt.

[0032] Eine vorteilhafte Variante besteht darin, dass mit der wenigstens einen Kamera sowohl Licht des ersten Wellenlängenbereichs als auch Licht des zweiten Wellenlängenbereichs aufnehmbar ist, und/oder das Licht der wenigstens einen Lichtquelle und der wenigstens einen weiteren Lichtquelle gleichzeitig emittierbar ist.

[0033] Weisen die Lichtquellen unterschiedliche Wellenlängenbereiche auf, so können über die

wenigstens eine Kamera bei gleichzeitiger Beleuchtung durch die Lichtquellen gleichzeitig zwei Abbilder der Schicht generiert werden, wobei jeweils ein Abbild der beiden Abbilder Informationen des jeweiligen Wellenlängenbereichs umfasst.

[0034] Hinzu kommt die positive Eigenschaft, dass die Abbilder der Schicht im jeweiligen Wellenlängenbereich über Farbkanäle der wenigstens einen Kamera eindeutig zuordenbar sind und/oder eine Differenz von digitalen Datensätzen der jeweiligen Abbilder rasch vollzogen werden kann. Eine Auswertung respektive Analyse von Fehlstellen wird somit besonders komfortabel ermöglicht.

[0035] Besonders bevorzugt ist, dass die 3D-Druckvorrichtung wenigstens einen in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung in vertikaler Richtung verstellbaren Träger aufweist, an welchem die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung und/oder der wenigstens eine Druckkopf in horizontaler Richtung relativ zur Druckplattform bewegbar gelagert sind, und/oder die 3D-Druckvorrichtung wenigstens eine Glättvorrichtung aufweist, welche relativ zur Druckplattform bewegbar gelagert ist und mit welcher eine Oberfläche einer von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials zumindest bereichsweise glättbar ist, und/oder wenigstens ein bedruckbarer Bereich der Druckplattform eine minimale Breite von 1 m und eine minimale Länge von 2 m aufweist.

[0036] Durch die konstruktive Ausgestaltung der 3D-Druckvorrichtung sind dreidimensionale Körper fertigbar, welche Ausdehnungen aufweisen, die durch handelsübliche 3D-Druckvorrichtungen nicht zu drucken sind. Besonders bevorzugt weist die 3D-Druckvorrichtung eine minimale Breite von 2 m und eine minimale Länge von 3 m auf.

[0037] Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass wenigstens eine prozessorgesteuerte Auswertevorrichtung vorgesehen ist, vorzugsweise wobei mittels der wenigstens einen Auswertevorrichtung

- wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera generierte Abbilder miteinander vergleichbar sind, und/oder
- eine Differenz von wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera generierten Abbildern bildbar ist, und/oder
- ein Abbild der von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials aus wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera generierten Abbildern von jeweils einem Teilbereich zusammensetzbar ist.

[0038] Durch einen Vergleich der Abbilder und/oder eine Differenz, insbesondere über die digitalen Informationen der Abbilder, können Fehlstellen in der wenigstens einen Schicht identifiziert werden, sofern die beiden Abbilder nicht identisch sind.

[0039] Beispielsweise wird bei einer Oberlichtbeleuchtung die Schicht vollständig von oben ausgeleuchtet und bei einer Seitenlichtbeleuchtung die Schicht flach von der Seite beleuchtet, wobei Fehlstellen Schatten auf der Schicht erzeugen, welche von der wenigstens einen stationären Kamera aufgenommen werden. Durch einen Vergleich und/oder eine Differenz können die Fehlstellen lokalisiert sowie in ihrer Geometrie analysiert werden.

[0040] Der Vergleich der Abbilder durch die wenigstens eine Auswertevorrichtung kann beispielsweise über künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen, optische Datenanalyse und/oder Algorithmen, mit welchen die digitalen Informationen der Abbilder ausgewertet werden, vollzogen werden.

[0041] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass in einem weiteren Verfahrensschritt zumindest ein Bindemittel an wenigstens einem örtlich vorbestimmten Bereich der wenigstens einen von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht des wenigstens einen Partikelmaterials durch wenigstens einen relativ zur Druckplattform bewegbaren Druckkopf abgegeben wird.

[0042] Dadurch wird die von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung abgelegte Schicht

verfestigt, wobei die Beleuchtung durch die wenigstens eine Lichtquelle und/oder die Aufnahme des Abbildes durch die wenigstens eine Kamera die zuletzt abgelegte Schicht oder auch die vorletzte Schicht umfassen können. Die Beleuchtung und/oder die Aufnahme des Abbildes kann vor der Ablage der wenigstens einen Schicht durch die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung, nach der Abgabe des wenigstens einen Bindemittels und/oder dazwischen vonstattengehen.

[0043] Analog können die Schichten vor und/oder nach einer ggf. vorgesehenen Glättvorrichtung beleuchtet und/oder abgebildet werden.

[0044] Als günstig hat sich erwiesen, dass anhand des Vergleiches der wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera generierten Abbilder Fehlstellen der wenigstens einen von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung auf der Druckplattform abgelegten Schicht ermittelt und/oder kategorisiert werden.

[0045] Dadurch können die Fehlstellen beispielsweise durch eine Adaption von Prozessparameter der 3D-Druckvorrichtung ausgebessert und/oder eine zeitliche Analyse wie beispielsweise Anzahl oder Fläche an Fehlstellen pro Schicht generiert werden.

[0046] Als vorteilhaft hat sich erwiesen, dass eine Meldung in Form einer digitalen und/oder akustischen Information, vorzugsweise an und/oder über eine Bedienerschnittstelle der gegebenenfalls vorgesehenen Auswertevorrichtung, bei einer ermittelten Fehlstelle visualisiert und/oder ausgegeben wird.

[0047] Dadurch kann ein Bediener der 3D-Druckvorrichtung rechtzeitig auf die Fehlstelle in der Schicht reagieren und geeignete Maßnahmen wie eine Änderung von Prozessparameter (z.B. Materialzugabe, Vorschubgeschwindigkeit, Maschinenstopp etc.) vornehmen. Die Meldung kann Informationen wie Ausmaß der Fehlstelle, Position der Fehlstelle, wahrscheinliche Ursache der Fehlstelle oder dergleichen umfassen.

[0048] Wenn die Differenz über Farbkanäle der wenigstens einen Kamera, vorzugsweise anhand wenigstens eines digitalen Datensatzes der wenigstens zwei durch die wenigstens eine Kamera generierten Abbilder, gebildet wird, kann eine besonders effiziente Analyse der wenigstens einen Schicht gewährleistet werden.

[0049] Wird die wenigstens eine Lichtquelle nicht abwechselnd zur Abbildung der wenigstens einen Schicht betrieben, so wird ein Bediener der 3D-Druckvorrichtung nicht durch rasch wechselnde Lichtverhältnisse geblendet und/oder eine Aufnahme des wenigstens einen Abbildes kann im Wesentlichen instantan erfolgen.

[0050] Alternativ ist möglich, dass in wenigstens zwei Verfahrenszyklen wenigstens ein Abbild durch die wenigstens eine Kamera generiert wird, wobei die wenigstens zwei Abbilder zu einem in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung in vertikaler Richtung dreidimensionalen Teilbereich des dreidimensionalen Körpers kumuliert werden und/oder zur Analyse von Fehlstellen in vertikaler Richtung herangezogen werden.

[0051] Dadurch kann der schichtweise Aufbau des dreidimensionalen Körpers durch die 3D-Druckvorrichtung in seinem, insbesondere zeitlichen, Verlauf untersucht werden, wobei beispielsweise eine Einordnung in Güteklassen abhängig von einem Ausmaß der Fehlstellen der dreidimensionalen Körper ermöglicht wird.

[0052] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine Regelungsvorrichtung vorgesehen ist, wobei die wenigstens eine Regelungsvorrichtung über eine Signalübertragung mit der wenigstens einen Kamera und/oder wenigstens einer Recheneinheit verbunden oder verbindbar ist, wobei die wenigstens eine Regelungsvorrichtung in wenigstens einem Betriebsmodus dazu konfiguriert ist, abhängig von dem Vergleich der wenigstens zwei Abbilder eine Materialausgabe an Partikelmaterial durch die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung und/oder eine Vorschubgeschwindigkeit des wenigstens einen Druckkopfes und/oder eine Höhenadjustage wenigstens einer Glättvorrichtung zu regeln.

[0053] Durch die wenigstens eine Regelungsvorrichtung kann bei einer präsenten Fehlstelle durch eine Modifikation von Prozessparametern derart auf die wenigstens eine Schicht eingewirkt

werden, dass die Fehlstellen in den nächsten Schichten verhindert und/oder in den vorhandenen Schichten ausgebessert werden.

[0054] Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele im Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

- [0055]** Fig. 1a eine 3D-Druckvorrichtung gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel mit zwei Kameras, zwei Seitenlichtquellen und einer Oberlichtquelle in einer schematisch dargestellten Ansicht von der Seite,
- [0056]** Fig. 1b einen Detailausschnitt einer 3D-Druckvorrichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel mit einer Kamera, einer Seitenlichtquelle und einer Oberlichtquelle in einer schematisch dargestellten Ansicht von der Seite,
- [0057]** Fig. 2a eine 3D-Druckvorrichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel in Datenverbindung mit einer Auswertevorrichtung in einer schematisch dargestellten Ansicht von der Seite,
- [0058]** Fig. 2b ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines Verfahrens zur Herstellung dreidimensionaler Körper bei einer Aufnahme eines Abbildes bei gleichzeitiger Beleuchtung von oben und von der Seite,
- [0059]** Fig. 2c ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines Verfahrens zur Herstellung dreidimensionaler Körper bei einer Aufnahme eines Abbildes bei einer Beleuchtung von oben beziehungsweise der Seite und einer anschließenden Aufnahme eines Abbildes bei einer Beleuchtung von der Seite beziehungsweise von oben,
- [0060]** Fig. 3 eine 3D-Druckvorrichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel mit einer Schichtablagevorrichtung, einem Druckkopf und einer Glättvorrichtung in einer perspektivischen Ansicht.

[0061] Fig. 1a zeigt eine 3D-Druckvorrichtung 1 für die Bauindustrie umfassend eine Schichtablagevorrichtung 2 zur schichtweisen Ablage eines Partikelmaterials 3 auf einer Druckplattform 4 und einen Druckkopf 5 zur gesteuerten Abgabe eines Bindemittels 6 an einem örtlich vorbestimmten Bereich einer von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des einen Partikelmaterials 3. Die Schichtablagevorrichtung 2 und der Druckkopf 5 sind an einem gemeinsamen Druckbalken angeordnet. Im Allgemeinen können die Schichtablagevorrichtung 2 und der Druckkopf 5 auch an voneinander gesonderten Druckbalken angeordnet sein. Die Schichtablagevorrichtung 2 und der Druckkopf 5 sind relativ zur Druckplattform 4 bewegbar gelagert.

[0062] Durch die Schichtablagevorrichtung 2 und den Druckkopf 5 wird ein dreidimensionaler Körper sukzessive durch einen Materialauftrag in Schichten 7 generiert, wobei das Partikelmaterial 3 und/oder das Bindemittel 6 zuerst auf die Druckplattform 4 und in weiterer Folge auf die auf der Druckplattform befindlichen Schichten 7 aufgetragen wird.

[0063] Beispielsweise kann der dreidimensionale Körper ein Gebäudeelement oder ein Innenausstattungs-element mit Maßen von über 2 m mal 1 m umfassen. Im Allgemeinen sind jedoch auch beispielsweise Dekorationselemente kleinerer Maße durch die 3D-Druckvorrichtung fertigbar.

[0064] Das Partikelmaterial 3 kann beispielsweise in Form eines Pulvers, als Zement oder einer Mischung dieser mit einer ersten Bindemittelkomponente vorliegen. Das Bindemittel 6 liegt besonders bevorzugt in flüssiger Phase vor und kann beispielsweise als Wasserbindergemisch vorliegen.

[0065] Einerseits kann das Partikelmaterial 3 über die Schichtablagevorrichtung 2 in einer Schicht aufgetragen werden, wobei das Partikelmaterial 3 auch bereits eine Bindemittelkomponente wie beispielsweise Wasser umfassen kann. Anschließend wird durch den Druckkopf 5 das Bindemittel 6 aufgetragen, welches ebenfalls Wasser umfassen kann und besonders bevorzugt

flüssig vorliegt.

[0066] Andererseits ist es auch denkbar, dass das Partikelmaterial 3 sowie das Bindemittel 6 gemeinsam über einen Druckbalken als Schicht 7 aufgetragen werden.

[0067] Eine Lichtquelle 8 und eine weitere Lichtquelle 8b sind vorgesehen ist, wobei mit den zwei Lichtquellen 8, 8b eine von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 zumindest bereichsweise beleuchtet wird. Es ist jedoch auch möglich, lediglich eine Lichtquelle 8 an der Schichtablagevorrichtung 2 angeordnet vorzusehen.

[0068] Eine an einem Rahmen 12 der 3D-Druckvorrichtung 1 angeordnete optische Kamera 9 ist vorgesehen, mit welcher Abbilder 26 zumindest des von einer der beiden Lichtquellen 8 beleuchteten Bereichs der Schicht 7 des Partikelmaterials 3 generiert werden. Die Kamera 9 arbeitet besonders bevorzugt im optischen Bereich; es sind jedoch auch Kameras 9 denkbar, welche mit anderweitigen Aufnahmesystemen wie Laserdistanzmessung oder dergleichen arbeiten.

[0069] Eine an der Schichtablagevorrichtung 2 angeordnete Kamera 9 ist mit dem Druckkopf 5 bewegungsgekoppelt verbunden. Im Allgemeinen kann die Kamera 9 auch direkt am Druckkopf 5 angeordnet sein oder lediglich die am Rahmen 12 angeordnete Kamera 9 zur Aufnahme von Abbildern 26 vorgesehen sein.

[0070] Die zwei Lichtquellen 8, 8b sind mit der Schichtablagevorrichtung 2 und dem Druckkopf 5 bewegungsgekoppelt verbunden.

[0071] Sowohl die Lichtquelle 8 als auch die weitere Lichtquelle 8b sind in Form einer Seitenlichtquelle 8a ausgebildet, mit welcher die von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung 1 zumindest bereichsweise von der Seite beleuchtet werden.

[0072] Durch die Seitenlichtquellen 8a ist ein flacher Lichteinfall auf die Schicht 7 generierbar, wodurch Fehlstellen 21 besonders begünstigt zum Vorschein treten, da das einfallende Licht der Seitenlichtquellen 8a beispielsweise an Unebenheiten in der Schicht 7 geändert (insbesondere in Richtung der Kamera 9) reflektiert wird als dies bei einer Schicht 7 ohne Fehlstellen 21 der Fall wäre. Beispielsweise kann ein Schattenfall durch eine Vertiefung und/oder eine Erhöhung in der Schicht 7 über die Beleuchtung durch die Seitenlichtquelle 8a erzeugt werden, welcher von der Kamera 9 aufgenommen werden kann.

[0073] Eine Oberlichtquelle 10 ist vorgesehen, welche am Rahmen 12 angeordnet ist und mit welcher die von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung 1 zumindest bereichsweise von oben beleuchtet wird.

[0074] Besonders bevorzugt wird ein von der Kamera 9 aufgenommenes Abbild 26 der Schicht 7 bei einer Beleuchtung durch die Seitenlichtquelle 8a mit einem von der Kamera 9 aufgenommenen Abbild 26 bei einer Beleuchtung durch die Oberlichtquelle 10 verglichen.

[0075] Die beiden Lichtquellen 8, 8b sind an einem unteren der von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 zugewandten Bereich 36 der Schichtablagevorrichtung 2 und angeordnet. In analoger Weise können im Allgemeinen die beiden Lichtquellen 8, 8b oder auch nur eine Lichtquelle an einem unteren Bereich des Druckkopfes 5 angeordnet sein.

[0076] Die Lichtquelle 8 ist derart an der Schichtablagevorrichtung 2 angeordnet, dass ein in einer der beiden vorliegenden Bewegungsrichtungen 11 (es sind auch zwei translatorische Freiheitsgrade denkbar) der Schichtablagevorrichtung 2 und des Druckkopfs 5 vorgelagerter Bereich der Schicht 7 beleuchtet wird. Die weitere Lichtquelle 8b ist derart an der Schichtablagevorrichtung 2 angeordnet, dass ein in der Bewegungsrichtung 11 der Schichtablagevorrichtung 2 und des Druckkopfs 5 nachgelagerter Bereich der Schicht 7 beleuchtet wird.

[0077] Die am Rahmen 12 angeordnete Kamera 9 sowie Oberlichtquelle 10 sind relativ zur Druckplattform 4 stationär angeordnet.

[0078] Fig. 1b zeigt eine 3D-Druckvorrichtung 1 einer Lichtquelle 8, wobei die Lichtquelle 8 als Seitenlichtquelle 8a ausgebildet ist, und mit einer am Rahmen 12 angeordneten weiteren Lichtquelle 8b als Oberlichtquelle 10.

[0079] Mit der weiteren Lichtquelle 8b in Form der Oberlichtquelle 10 wird Licht eines ersten Wellenlängenbereichs 14a zwischen 450 nm und 500 nm emittiert. Mit der Lichtquelle 8 in Form der Seitenlichtquelle 8a wird Licht eines zweiten vom ersten Wellenlängenbereich 14a disjunkten Wellenlängenbereichs 14b zwischen 600 nm und 750 nm emittiert. Die Wellenlängenbereiche 14a, 14b können hinsichtlich der beiden Lichtquellen 8, 8b jedoch im Allgemeinen vertauscht oder in einem davon abweichenden Wellenlängenbereich verortet liegen.

[0080] Mit einer Kamera 9 wird sowohl Licht des ersten Wellenlängenbereichs 14a als auch Licht des zweiten Wellenlängenbereichs 14b aufgenommen, wobei das Licht der Lichtquelle 8 und der weiteren Lichtquelle 8b gleichzeitig während der Aufnahme eines Abbildes 26 durch die Kamera 9 emittiert wird.

[0081] Ausgehend von der Kamera 9 ist ein derartiges Abbild 26 angedeutet. Die Fehlstelle 21 ist durch einen Vergleich zweier Abbilder 26 ermittelbar. Der Vergleich wird besonders bevorzugt über digitale Informationen der Abbilder 26 generiert, wobei bei einer gleichzeitigen Beleuchtung mit unterschiedlichen Wellenlängenbereichen 14a, 14b in einer Aufnahme durch die Kamera 9 zwei Abbilder 26 gleichzeitig von der Schicht 7 aufgenommen werden. Ein spezifischer Farbkanal oder eine Kombination der jeweiligen Farbkanäle der Kamera 9 spiegeln somit ein Abbild 26 der Schicht 7 wider.

[0082] Durch eine Differenz der zwei Abbilder 26 unterschiedlicher Einfallswinkel der Lichtquellen 8a, 10 ergibt sich eine Anzahl, Lokalisation, Geometrie und/oder Größe der Fehlstellen 21 in der wenigstens einen Schicht 7.

[0083] Sind die Wellenlängenbereiche 14a, 14b zumindest überlappend oder identisch ausgeprägt, so ist eine abwechselnde Beleuchtung der Schicht 7 durch die Lichtquellen 8a, 10 besonders bevorzugt, wobei die Kamera 9 bei alternierender Beleuchtung jeweils ein Abbild 26 erstellt.

[0084] Fig. 2a zeigt eine 3D-Druckvorrichtung 1, wobei eine Schichtablagevorrichtung 2, ein Druckkopf 5 und eine Kamera 9 in direkter Datenverbindung 29 mit einer prozessorgesteuerten Auswertevorrichtung 20 signalleitend verbunden sind. Eine Oberbeleuchtungsvorrichtung 10 sowie zwei Seitenbeleuchtungsvorrichtungen 8a (aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt) stehen mit der Auswertevorrichtung 20 in signalübertragender Datenverbindung 29 in Form einer Funkverbindung.

[0085] Die Auswertevorrichtung 20 umfasst eine Recheneinheit 24, eine Speichereinheit 25, eine Steuerungsvorrichtung 13 und eine Regelungsvorrichtung 23, welche in direkter Datenverbindung 29 über die Auswertevorrichtung 20 zueinander stehen.

[0086] Die Datenverbindungen 29 der einzelnen Komponenten sind nicht auf die hier beschriebene Varianten beschränkt, wobei beispielsweise auch alle Komponenten in Funkverbindung zueinander stehen können. Des Weiteren können die einzelnen Komponenten gesondert voneinander oder als gemeinsame Komponenten ausgebildet sein.

[0087] Mittels der Auswertevorrichtung 20 werden zumindest zwei von der Kamera 9 generierte Abbilder 26 miteinander verglichen, eine Differenz von zumindest zwei von der Kamera 9 generierten Abbildern 26 gebildet und ein Abbild 26 der von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmateri als 3 aus zumindest zwei von der Kamera 9 generierten Abbildern 26 von jeweils einem Teilbereich zusammengesetzt.

[0088] Durch die Steuerungsvorrichtung 13 werden die Kamera 9 und die vorgesehenen drei Lichtquellen 8, 8b, 10 koordiniert angesteuert. Die Kamera 9 und zumindest eine der Lichtquellen 8, 8b, 10 werden derart mittels der Steuerungsvorrichtung 13 angesteuert, dass zumindest eine der Lichtquellen 8, 8b, 10 Licht emittiert und die Kamera 9 zumindest ein Abbild 26 generiert. Die Kamera 9 und zumindest zwei der Lichtquellen 8, 8b, 10 werden derart mittels der Steuerungsvorrichtung 13 angesteuert, dass abwechselnd die zumindest zwei der Lichtquellen 8, 8b, 10 Licht

emittieren und jeweils die Kamera 9 zumindest ein Abbild 26 generiert. Die Anzahl der durch die Kamera 9 aufgenommenen Abbilder 26 ist im Allgemeinen beliebig.

[0089] Eine Meldung 37 wird in Form einer digitalen und akustischen Information an sowie über eine Bedienerschnittstelle 38 der Auswertevorrichtung 20 bei einer ermittelten Fehlstelle 21 visualisiert sowie ausgegeben.

[0090] Fig. 2b zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung dreidimensionaler Körper für die Bauindustrie mittels einer 3D-Druckvorrichtung 1, wobei in einem ersten Verfahrensschritt 30 eine Schicht 7 eines Partikelmaterials 3 auf einer Druckplattform 4 durch eine Schichtablagevorrichtung 2 abgelegt wird, wobei die Schichtablagevorrichtung 2 relativ zur Druckplattform 4 bewegt wird.

[0091] In einem zweiten Verfahrensschritt 31a wird die von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 mit einer Lichtquelle 8 bereichsweise beleuchtet, wobei die Lichtquelle 8 mit der Schichtablagevorrichtung 2 und einem Druckkopf 5 zur gesteuerten Abgabe eines Bindemittels 6 an einem örtlich vorbestimmten Bereich einer von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 mitbewegt wird.

[0092] In einem dritten Verfahrensschritt 32a wird ein Abbild 26 des von der Lichtquelle 8 beleuchteten Bereiches der Schicht 7 des Partikelmaterials 3 durch eine optische Kamera 9 generiert.

[0093] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann einerseits lediglich eine Seitenlichtquelle 8a als Lichtquelle 8 vorgesehen sein, welche die Fehlstellen 21 in der Schicht 7 erkenntlich macht.

[0094] Andererseits ist es möglich, zwei Lichtquellen 8 zu verwenden, wobei die eine Lichtquelle 8 in Form einer Seitenlichtquelle 8a und die zweite Lichtquelle 8 (weitere Lichtquelle 8b) als Oberlichtquelle 10 ausgebildet ist. In letzterer Variante wird durch die Seitenlichtquelle 8a Licht eines ersten Wellenlängenbereichs 14a emittiert und über die Oberlichtquelle 10 Licht eines zweiten vom ersten Wellenlängenbereich 14a disjunkten Wellenlängenbereichs 14b emittiert. Mit der Kamera 9 wird sowohl Licht des ersten Wellenlängenbereichs 14a als auch Licht des zweiten Wellenlängenbereichs 14b aufgenommen, wobei das Licht der Lichtquelle 8 und der weiteren Lichtquelle 8b gleichzeitig während der Aufnahme des Abbildes 26 emittiert wird.

[0095] Im Allgemeinen kann in einem weiteren Verfahrensschritt ein Bindemittel 6 an einem örtlich vorbestimmten Bereich der von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 durch einen relativ zur Druckplattform 4 bewegbaren Druckkopf 5 abgegeben werden und/oder die Verfahrensschritte wiederholt werden.

[0096] In einem vierten Verfahrensschritt 33 ist eine prozessorgesteuerte Auswertevorrichtung 20 vorgesehen, wobei mittels der Auswertevorrichtung 20 zwei von der Kamera 9 generierte Abbilder 26 miteinander verglichen werden. Eine Differenz der zwei von der Kamera 9 generierten Abbildern 26 wird gebildet und ein Abbild 26 der von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 wird aus zwei von der Kamera 9 generierten Abbildern 26 von jeweils einem Teilbereich zusammengesetzt.

[0097] Die Differenz wird über Farbkanäle 22 der Kamera 9 anhand digitaler Datensätze der zwei durch die Kamera 9 generierten Abbilder 26 gebildet.

[0098] In einem fünften Verfahrensschritt 34 werden anhand des Vergleiches der zwei von der Kamera 9 generierten Abbilder 26 Fehlstellen 21 der von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 ermittelt und kategorisiert.

[0099] Es kann eine in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung 1 in vertikaler Richtung 27 erstreckende Analyse des dreidimensionalen Körpers (oder Teilbereichen davon) kumulierend über mehrere Verfahrenszyklen hinsichtlich Fehlstellen 21 erstellt werden.

[00100] In einem sechsten Verfahrensschritt 35 ist eine Regelungsvorrichtung 23 vorgesehen, wobei die Regelungsvorrichtung 23 über eine Signalübertragung mit der Kamera 9 und einer

Recheneinheit 24 verbunden ist. Die Regelungsvorrichtung 23 ist in einem Betriebsmodus dazu konfiguriert, abhängig von dem Vergleich der zwei Abbilder 26 eine Materialausgabe an Partikelmaterial 3 durch die Schichtablagevorrichtung 2 oder eine Vorschubgeschwindigkeit des Druckkopfes 5 oder eine Höhenadjustage einer Glättvorrichtung 16 zu regeln.

[00101] Im Allgemeinen können weitere Verfahrensschritte umfasst werden und/oder es kann auf Verfahrensschritte verzichtet werden, wobei das Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Körper nicht auf diese Verfahrensschritte beschränkt ist. Beispielsweise kann in einem Verfahrensschritt lediglich eine weitere Schicht 7 durch die Schichtablagevorrichtung 2 abgelegt werden.

[00102] Durch das Verfahren kann sowohl ein vorgelagerter Bereich und/oder ein nachgelagerter Bereich in Bezug auf eine Bewegungsrichtung 11 der Schichtablagevorrichtung 2 oder des Druckkopfes 5 analysiert werden.

[00103] Das Verfahren kann beispielsweise über ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei einer Ausführung durch die Recheneinheit 24 diese veranlassen, für die 3D-Druckvorrichtung 1 aus der Speichereinheit 25, welche mit der Recheneinheit 24 in einer Datenverbindung 29 steht, ausgeführt werden.

[00104] Fig. 2c zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung dreidimensionaler Körper für die Bauindustrie mittels einer 3D-Druckvorrichtung 1, wobei nach dem ersten Verfahrensschritt 30 des Materialauftrages analog zu Fig. 2b in einem zweiten Verfahrensschritt 31b beispielsweise die eine von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 mit der Lichtquelle 8 beleuchtet wird, wobei die Lichtquelle 8 als Seitenlichtquelle 8a ausgebildet ist, mit welcher die von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung 1 beispielsweise von der Seite beleuchtet wird.

[00105] In einem dritten Verfahrensschritt 32b wird ein erstes Abbild 26 der Schicht 7 aufgenommen.

[00106] In einem vierten Verfahrensschritt 31c wird mit einer Oberlichtquelle 10 die von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 des Partikelmaterials 3 in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung 1 beispielsweise von oben beleuchtet. In einem fünften Verfahrensschritt 32c wird ein zweites Abbild 26 des von der Oberlichtquelle 10 beleuchteten Bereiches der Schicht 7 des Partikelmaterials 3 durch eine optische Kamera 9 generiert.

[00107] Eine Steuerungsvorrichtung 13 ist vorgesehen, mit welcher die Kamera 9 und die vorgesehenen Lichtquellen 8a, 10 koordiniert angesteuert werden. Die Kamera 9 und die zwei Lichtquellen 8a, 10 werden derart mittels der Steuerungsvorrichtung 13 angesteuert, dass abwechselnd jeweils eine der zwei Lichtquellen 8a, 10 Licht emittiert und die Kamera 9 währenddessen ein Abbild 26 generiert.

[00108] In einem sechsten Verfahrensschritt 33 werden zwei Abbilder 26 analysiert, wobei keine Differenzierung gemäß den Farbkanälen der Kamera 9 nach Fig. 2b nötig ist, da zwei gesonderte Abbilder 26 bei unterschiedlichen Beleuchtungen vorhanden sind. In einem siebten Verfahrensschritt 35 werden die Betriebsparameter respektive Prozessparameter analog zu Fig. 2b geregelt.

[00109] Fig. 3 zeigt eine 3D-Druckvorrichtung 1, wobei die 3D-Druckvorrichtung 1 drei in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung 1 in vertikaler Richtung 37 verstellbare Träger 15 aufweist. An den drei Trägern 15 sind eine Schichtablagevorrichtung 2, ein Druckkopf 5 und eine Glättvorrichtung 15 in horizontaler Richtung 28 bewegbar relativ zu einer Druckplattform 4 gelagert. Im Allgemeinen kann die Glättvorrichtung 15 auch an einem Druckbalken zusammen mit dem Druckkopf 5 und der Schichtablagevorrichtung 2 angeordnet sein.

[00110] Mit der Glättvorrichtung 5 wird eine Oberfläche 17 einer von der Schichtablagevorrichtung 2 auf der Druckplattform 4 abgelegten Schicht 7 eines Partikelmaterials 3 beispielsweise oder vollständig geglättet.

[00111] Die Seitenlichtquellen 8a, die Oberlichtquellen 10 und/oder die Kamera 9 können im Allgemeinen auch an der Glättvorrichtung 5 angeordnet sein. Besonders bevorzugt sind die Seiten-

lichtquellen 8a hierbei an einem unteren Bereich der Glättvorrichtung 5 positioniert, um das Licht der Seitenlichtquelle 8a möglichst flach über die Schichten 7 einfallen lassen zu können.

[00112] Ein bedruckbarer Bereich der Druckplattform 4 weist eine minimale Breite 18 von 1 m und eine minimale Länge 19 von 2 m auf. Im Allgemeinen kann auch eine Vielzahl an Druckplattformen 4 - beispielsweise nebeneinander angeordnet - an der 3D- Druckvorrichtung 1 vorgesehen sein.

[00113] Die Positionierung sowie Anzahl der Lichtquellen 8 ist in den Ausführungsbeispielen nicht erschöpfend dargestellt. Eine Lichtquelle 8 in Form einer Seitenlichtquelle 8a ist in dieser Ausführungsform am Druckkopf 5 angeordnet. Die 3D-Druckvorrichtung 1 kann jedoch beispielsweise auch eine Lichtquelle 8 in Form einer Oberlichtquelle 10 und/oder eine weitere Lichtquelle 8b umfassen. Die Bewegungsrichtung 11 ändert sich nach einer Ablage einer Schicht 7 bidirektional, wobei alternierend ein Bereich der Schicht 7 vor dem Druckkopf 5 und ein Bereich der Schicht 7 nach dem Druckkopf 5 hinsichtlich Fehlstellen 21 analysiert wird.

Ansprüche

1. 3D-Druckvorrichtung (1), insbesondere für die Bauindustrie, umfassend wenigstens eine Schichtablagevorrichtung (2) zur schichtweisen Ablage wenigstens eines Partikelmaterials (3) auf einer Druckplattform (4) und wenigstens einen Druckkopf (5) zur gesteuerten Abgabe zumindest eines Bindemittels (6) an wenigstens einem örtlich vorbestimmten Bereich einer von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3), wobei die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung (2) und der wenigstens eine Druckkopf (5) relativ zur Druckplattform (4) bewegbar gelagert sind, wenigstens eine Lichtquelle (8) vorgesehen ist, mit welcher eine von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) zumindest bereichsweise beleuchtbar ist, und wenigstens eine, insbesondere optische, Kamera (9), mit welcher wenigstens ein Abbild (26) zumindest des von der wenigstens einen Lichtquelle (8) beleuchteten Bereichs der Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) generierbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Lichtquelle (8) mit der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder dem wenigstens einen Druckkopf (5) bewegungsgekoppelt verbunden ist.
2. 3D-Druckvorrichtung (1) nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Lichtquelle (8) als Seitenlichtquelle (8a) ausgebildet ist, mit welcher die von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung (1) zumindest bereichsweise von der Seite beleuchtbar ist, und wenigstens eine Oberlichtquelle (10) vorgesehen ist, mit welcher die von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung (1) zumindest bereichsweise von oben beleuchtbar ist.
3. 3D-Druckvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die wenigstens eine Lichtquelle (8) an der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder an dem wenigstens einen Druckkopf (5) angeordnet ist, vorzugsweise an einem unteren der wenigstens einen von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) zugewandten Bereich (36) der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder des wenigstens einen Druckkopfs (5).
4. 3D-Druckvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Lichtquelle (8) derart an der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder an dem wenigstens einen Druckkopf (5) angeordnet ist, dass ein in einer Bewegungsrichtung (11) der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder des wenigstens einen Druckkopfs (5) vorgelagerter Bereich der wenigstens einen Schicht (7) beleuchtbar ist, wobei wenigstens eine weitere Lichtquelle (8b) vorgesehen und derart an der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder an dem wenigstens einen Druckkopf (5) angeordnet ist, dass ein in der Bewegungsrichtung (11) der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder des wenigstens einen Druckkopfs (5) nachgelagerter Bereich der wenigstens einen Schicht (7) beleuchtbar ist.
5. 3D-Druckvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Kamera (9) und/oder eine gegebenenfalls vorgesehene Oberlichtquelle (10) relativ zur Druckplattform (4) stationär angeordnet ist, vorzugsweise wobei die 3D-Druckvorrichtung (1) wenigstens einen Rahmen (12) aufweist und die wenigstens eine Kamera (9) und/oder die gegebenenfalls vorgesehene Oberlichtquelle (10) am wenigstens einen Rahmen (12) angeordnet ist.
6. 3D-Druckvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei wenigstens eine Steuerungsvorrichtung (13) vorgesehen ist, mit welcher die wenigstens eine Kamera (9) und die vorgesehenen Lichtquellen (8) koordiniert ansteuerbar sind, vorzugsweise wobei
 - die wenigstens eine Kamera (9) und zumindest eine der vorgesehenen Lichtquellen (8)

- derart mittels der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung (13) ansteuerbar sind, dass die zumindest eine der vorgesehenen Lichtquellen (8) Licht emittiert und die wenigstens eine Kamera (9) wenigstens ein Abbild (26) generiert, und/oder
- die wenigstens eine Kamera (9) und zumindest zwei der vorgesehenen Lichtquellen (8) derart mittels der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung (13) ansteuerbar sind, dass abwechselnd die zumindest zwei der vorgesehenen Lichtquellen (8) Licht emittieren und jeweils die wenigstens eine Kamera (9) wenigstens ein Abbild (26) generiert.
7. 3D-Druckvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mit der wenigstens einen Lichtquelle (8) Licht eines ersten Wellenlängenbereichs (14a), vorzugsweise zwischen 450 nm und 500 nm, emittierbar ist, und wenigstens eine weitere Lichtquelle (8b) vorgesehen ist, mit welcher Licht eines zweiten vom ersten Wellenlängenbereich (14a) disjunkten Wellenlängenbereichs (14b), vorzugsweise zwischen 600 nm und 750 nm, emittierbar ist, vorzugsweise wobei die wenigstens eine Lichtquelle (8) als Seitenlichtquelle (8a) und die wenigstens eine weitere Lichtquelle (8b) als Oberlichtquelle (10) ausgebildet ist, oder umgekehrt.
 8. 3D-Druckvorrichtung (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei
 - mit der wenigstens einen Kamera (9) sowohl Licht des ersten Wellenlängenbereichs (14a) als auch Licht des zweiten Wellenlängenbereichs (14b) aufnehmbar ist, und/oder
 - das Licht der wenigstens einen Lichtquelle (8) und der wenigstens einen weiteren Lichtquelle (8b) gleichzeitig emittierbar ist.
 9. 3D-Druckvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei
 - die 3D-Druckvorrichtung (1) wenigstens einen in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung (1) in vertikaler Richtung (37) verstellbaren Träger (15) aufweist, an welchem die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung (2) und/oder der wenigstens eine Druckkopf (5) in horizontaler Richtung (28) relativ zur Druckplattform (4) bewegbar gelagert sind, und/oder
 - die 3D-Druckvorrichtung (1) wenigstens eine Glättvorrichtung (16) aufweist, welche relativ zur Druckplattform (4) bewegbar gelagert ist und mit welcher eine Oberfläche (17) einer von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) zumindest bereichsweise glättbar ist, und/oder
 - wenigstens ein bedruckbarer Bereich der Druckplattform (4) eine minimale Breite (18) von 1 m und eine minimale Länge (19) von 2 m aufweist.
 10. 3D-Druckvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei wenigstens eine prozessorgesteuerte Auswertevorrichtung (20) vorgesehen ist, vorzugsweise wobei mittels der wenigstens einen Auswertevorrichtung (20)
 - wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera (9) generierte Abbilder (26) miteinander vergleichbar sind, und/oder
 - eine Differenz von wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera (9) generierten Abbildern (26) bildbar ist, und/oder
 - ein Abbild (26) der von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) aus wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera (9) generierten Abbildern (26) von jeweils einem Teilbereich zusammensetzbar ist.
 11. Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Körper, insbesondere für die Bauindustrie, mittels einer 3D-Druckvorrichtung (1) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 10, umfassend folgende, vorzugsweise in chronologischer Reihenfolge auszuführende, Verfahrensschritte:
 - Ablage wenigstens einer Schicht (7) wenigstens eines Partikelmaterials (3) auf einer Druckplattform (4), wobei die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung (2) relativ zur Druckplattform (4) bewegt wird,
 - zumindest bereichsweises Beleuchten der wenigstens einen von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des we-

- nigstens einen Partikelmaterials (3) mit wenigstens einer Lichtquelle (8), wobei die wenigstens eine Lichtquelle (8) mit der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder wenigstens einem Druckkopf (5) zur gesteuerten Abgabe zumindest eines Bindemittels (6) an wenigstens einem örtlich vorbestimmten Bereich einer von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) mitbewegt wird,
- Generieren wenigstens eines Abbildes (26) zumindest des von der wenigstens einen Lichtquelle (8) beleuchteten Bereiches der wenigstens einen Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) durch wenigstens eine, insbesondere optische, Kamera (9),
 - gegebenenfalls Wiederholen der Verfahrensschritte.
12. Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Körper, insbesondere für die Bauindustrie, mittels einer 3D-Druckvorrichtung (1) nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 10, vorzugsweise nach Anspruch 11, umfassend folgende, vorzugsweise in chronologischer Reihenfolge auszuführende, Verfahrensschritte:
- Ablage wenigstens einer Schicht (7) wenigstens eines Partikelmaterials (3) auf einer Druckplattform (4), wobei die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung (2) relativ zur Druckplattform (4) bewegt wird,
 - zumindest bereichsweises Beleuchten der wenigstens einen von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) mit wenigstens einer Lichtquelle (8), wobei die wenigstens eine Lichtquelle (8) als Seitenlichtquelle (8a) ausgebildet ist, mit welcher die von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung (1) zumindest bereichsweise von der Seite beleuchtet wird, und wenigstens eine Oberlichtquelle (10) vorgesehen ist, mit welcher die von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung (1) zumindest bereichsweise von oben beleuchtet wird,
 - Generieren wenigstens eines Abbildes (26) zumindest des von zumindest einer der Lichtquellen (8a, 10) beleuchteten Bereiches der wenigstens einen Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) durch wenigstens eine, insbesondere optische, Kamera (9),
 - gegebenenfalls Wiederholen der Verfahrensschritte.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei in einem weiteren Verfahrensschritt zumindest ein Bindemittel (6) an wenigstens einem örtlich vorbestimmten Bereich der wenigstens einen von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) durch wenigstens einen relativ zur Druckplattform (4) bewegbaren Druckkopf (5) abgegeben wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei wenigstens eine prozessorgesteuerte Auswertevorrichtung (20) vorgesehen ist, wobei mittels der wenigstens einen Auswertevorrichtung (20)
- wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera (9) generierte Abbilder (26) miteinander verglichen werden, und/oder
 - eine Differenz von wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera (9) generierten Abbildern (26) gebildet wird, und/oder
 - ein Abbild (26) der von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) des wenigstens einen Partikelmaterials (3) aus wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera (9) generierten Abbildern (26) von jeweils einem Teilbereich zusammengesetzt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei anhand des Vergleiches der wenigstens zwei von der wenigstens einen Kamera (9) generierten Abbilder (26) Fehlstellen (21) der wenigstens einen von der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) auf der Druckplattform (4) abgelegten Schicht (7) ermittelt und/oder kategorisiert werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei eine Meldung (37) in Form einer digitalen und/oder akustischen Information, vorzugsweise an und/oder über eine Bedienerschnittstelle (38) der gegebenenfalls vorgesehenen Auswertevorrichtung (20), bei einer ermittelten Fehlstelle (21) visualisiert und/oder ausgegeben wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei die Differenz über Farbkanäle (22) der wenigstens einen Kamera (9), vorzugsweise anhand wenigstens eines digitalen Datensatzes der wenigstens zwei durch die wenigstens eine Kamera (9) generierten Abbilder (26), gebildet wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei in wenigstens zwei Verfahrenszyklen wenigstens ein Abbild (26) durch die wenigstens eine Kamera (9) generiert wird, wobei die wenigstens zwei Abbilder (26) zu einem in Gebrauchslage der 3D-Druckvorrichtung (1) in vertikaler Richtung (27) dreidimensionalen Teilbereich des dreidimensionalen Körpers kumuliert werden und/oder zur Analyse von Fehlstellen (21) in vertikaler Richtung (27) herangezogen werden.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei wenigstens eine Regelungsvorrichtung (23) vorgesehen ist, wobei die wenigstens eine Regelungsvorrichtung (23) über eine Signalübertragung mit der wenigstens einen Kamera (9) und/oder wenigstens einer Recheneinheit (24) verbunden oder verbindbar ist, wobei die wenigstens eine Regelungsvorrichtung (23) in wenigstens einem Betriebsmodus dazu konfiguriert ist, abhängig von dem Vergleich der wenigstens zwei Abbilder (26) eine Materialausgabe an Partikelmaterial (3) durch die wenigstens eine Schichtablagevorrichtung (2) und/oder eine Vorschubgeschwindigkeit des wenigstens einen Druckkopfes (5) und/oder eine Höhenadjustage wenigstens einer Glättvorrichtung (16) zu regeln.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 19, wobei ein in einer Bewegungsrichtung (11) der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder des wenigstens einen Druckkopfes (5) vorgelagerter Bereich der wenigstens einen Schicht (7) beleuchtet wird, wobei wenigstens eine weitere Lichtquelle (8b) vorgesehen und derart an der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder an dem wenigstens einen Druckkopf (5) angeordnet ist, dass ein in der Bewegungsrichtung (11) der wenigstens einen Schichtablagevorrichtung (2) und/oder des wenigstens einen Druckkopfes (5) nachgelagerter Bereich der wenigstens einen Schicht (7) beleuchtet wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 20, wobei wenigstens eine Steuerungsvorrichtung (13) vorgesehen ist, mit welcher die wenigstens eine Kamera (9) und die vorgesehenen Lichtquellen (8) koordiniert angesteuert werden, vorzugsweise wobei
 - die wenigstens eine Kamera (9) und zumindest eine der vorgesehenen Lichtquellen (8) derart mittels der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung (13) angesteuert werden, dass die zumindest eine der vorgesehenen Lichtquellen (8) Licht emittiert und die wenigstens eine Kamera (9) wenigstens ein Abbild (26) generiert, und/oder
 - die wenigstens eine Kamera (9) und zumindest zwei der vorgesehenen Lichtquellen (8) derart mittels der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung (13) angesteuert werden, dass abwechselnd die zumindest zwei der vorgesehenen Lichtquellen (8) Licht emittieren und jeweils die wenigstens eine Kamera (9) wenigstens ein Abbild (26) generiert.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 21, wobei mit der wenigstens einen Lichtquelle (8) Licht eines ersten Wellenlängenbereichs (14a), vorzugsweise zwischen 450 nm und 500 nm, emittiert wird, und wenigstens eine weitere Lichtquelle (8b) vorgesehen ist, mit welcher Licht eines zweiten vom ersten Wellenlängenbereich (14a) disjunkten Wellenlängenbereichs (14b), vorzugsweise zwischen 600 nm und 750 nm, emittiert wird, vorzugsweise wobei die wenigstens eine Lichtquelle (8) als Seitenlichtquelle (8a) und die wenigstens eine weiteren Lichtquelle (8b) als Oberlichtquelle (10) ausgebildet ist, oder umgekehrt.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei
- mit der wenigstens einen Kamera (9) sowohl Licht des ersten Wellenlängenbereichs (14a) als auch Licht des zweiten Wellenlängenbereichs (14b) aufgenommen wird, und/oder
 - das Licht der wenigstens einen Lichtquelle (8) und der wenigstens einen weiteren Lichtquelle (8b) gleichzeitig emittiert wird.
24. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei einer Ausführung durch eine Recheneinheit (24) diese veranlassen, für eine 3D- Druckvorrichtung (1) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 10 aus einer Speichereinheit (25), welche mit der Recheneinheit (24) in einer Datenverbindung (29) steht oder in eine solche bringbar ist, ein Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 11 bis 23 auszuführen.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1a

1/3

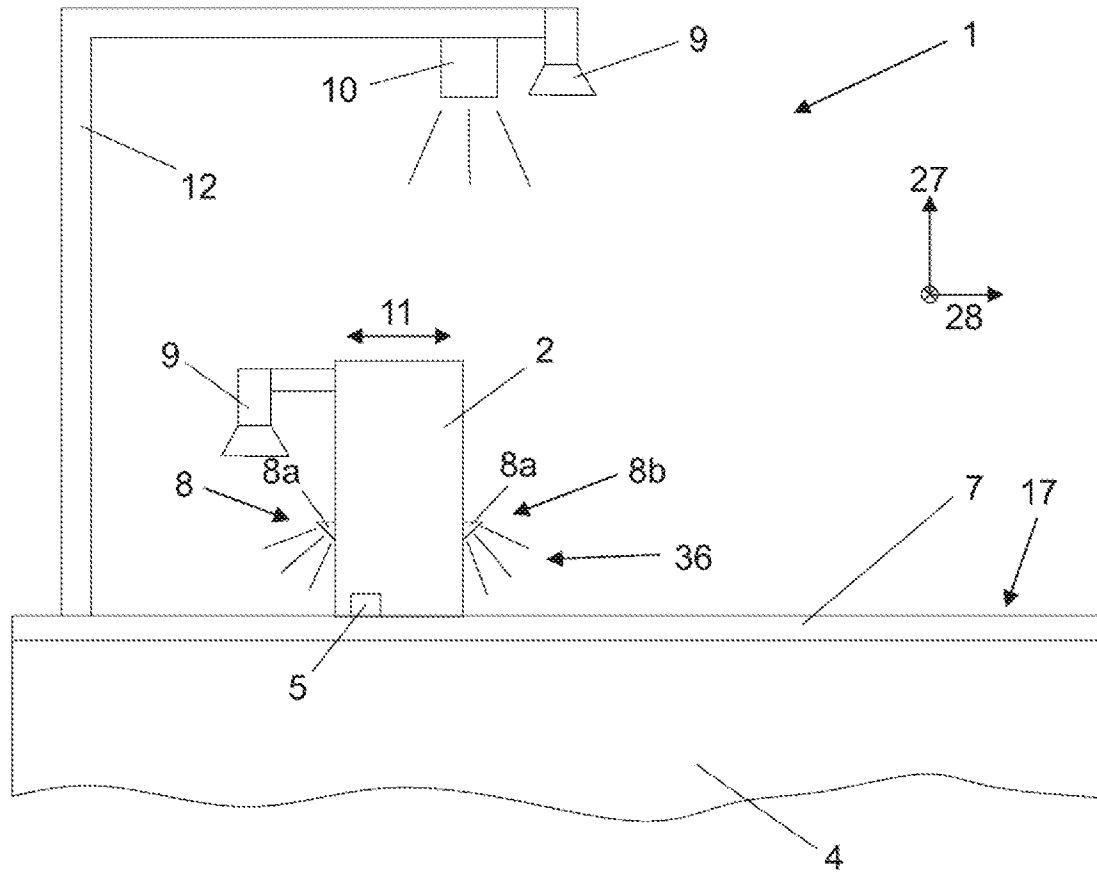
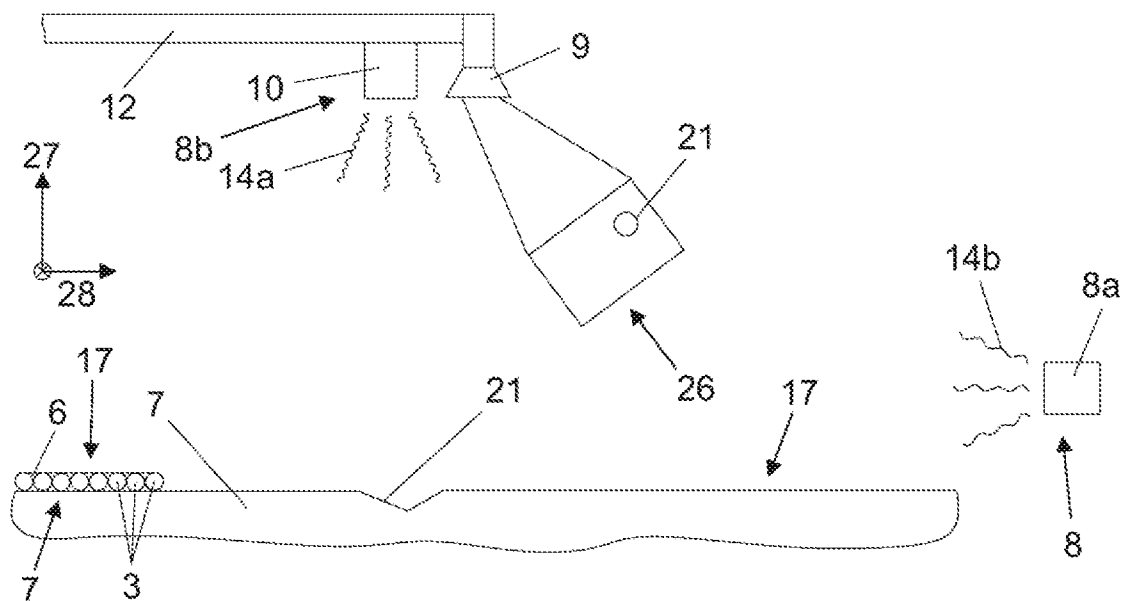


Fig. 1b



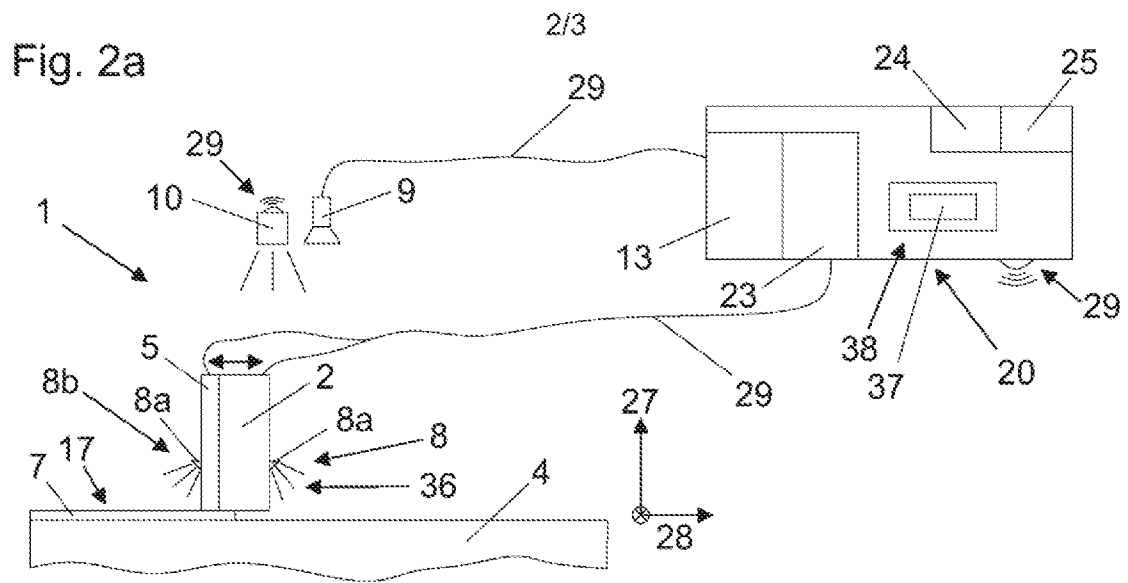


Fig. 2b

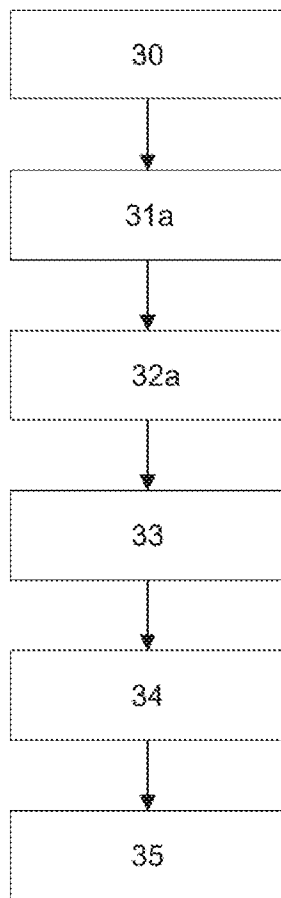
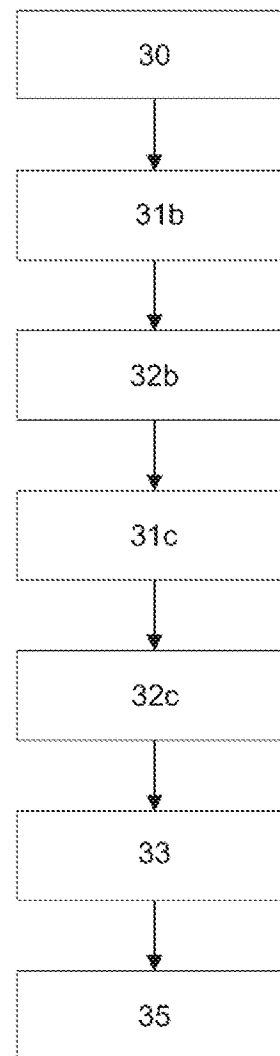
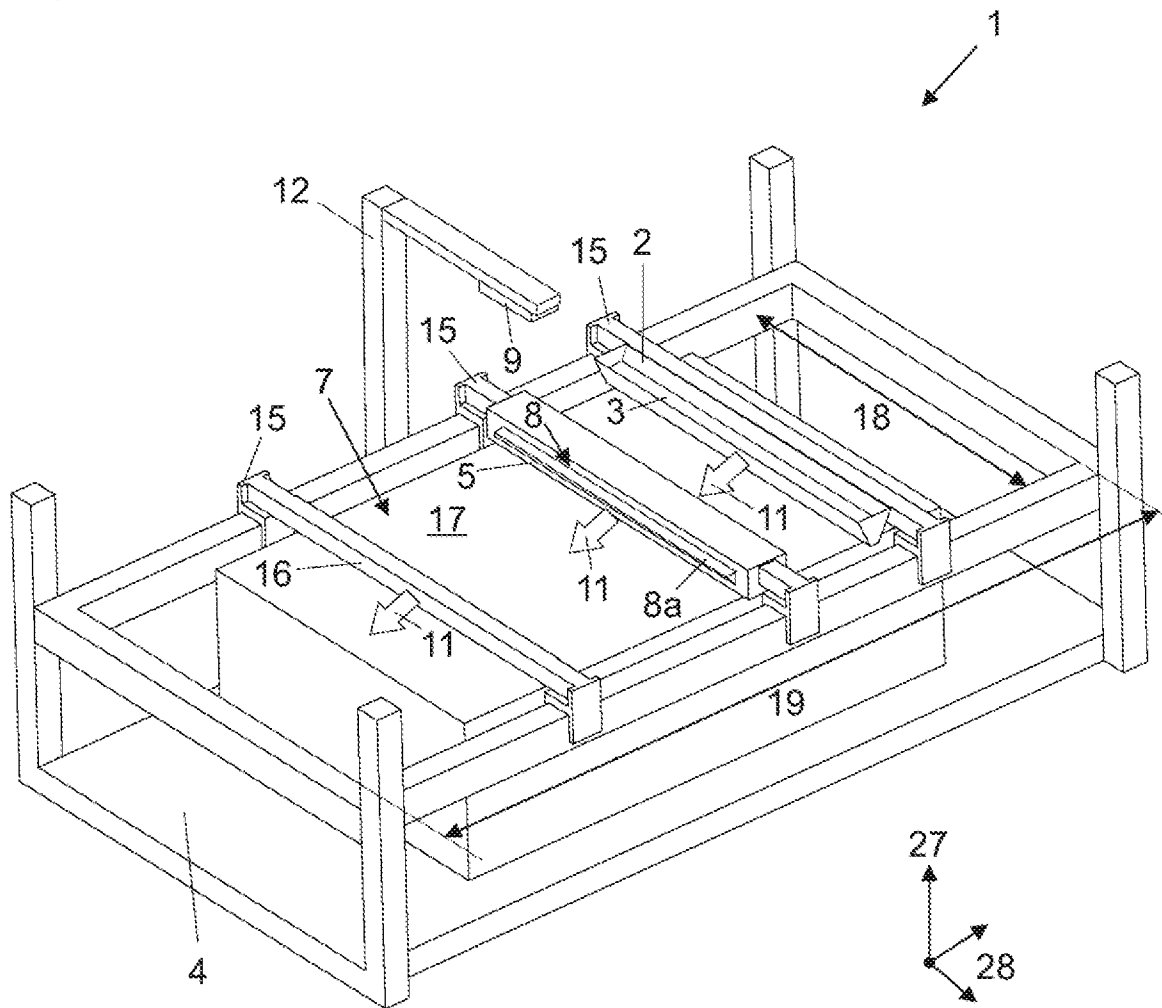


Fig. 2c



3/3

Fig. 3



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: B28B 1/00 (2006.01); B29C 64/165 (2017.01); B29C 64/393 (2017.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC: B28B 1/001 (2017.08); B29C 64/165 (2017.08); B29C 64/393 (2017.08)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B28B, B29C		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPDOC, TXTnn		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 11.03.2020 eingereichten Ansprüchen 1-24 erstellt.		
Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2015177158 A1 (CHEVERTON) 25. Juni 2015 (25.06.2015) gesamtes Dokument	1-24
X	US 2019299536 A1 (PUTMAN ET AL.) 03. Oktober 2019 (03.10.2019) gesamtes Dokument, Paragraph [0021]	1-24
X	WO 2018194680 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO) 25. Oktober 2018 (25.10.2018) gesamtes Dokument	1-24
X	EP 2474404 A1 (LUXEXCEL HOLDING BV) 11. Juli 2012 (11.07.2012) gesamtes Dokument	1-24
X	DE 102018101522 A1 (LUNOVU GMBH) 25. Juli 2019 (25.07.2019) gesamtes Dokument	1-24
A	EP 3581884 A1 (HEXAGON TECHNOLOGY CT GMBH) 18. Dezember 2019 (18.12.2019) gesamtes Dokument	1-24
A	DE 102013214320 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST) 22. Januar 2015 (22.01.2015) gesamtes Dokument	1-24
A	DE 102018206320 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 24. Oktober 2019 (24.10.2019) gesamtes Dokument	1-24
A	WO 2016131022 A1 (GLOWFORGE INC) 18. August 2016 (18.08.2016) gesamtes Dokument	1-24
Datum der Beendigung der Recherche: 04.11.2020		Seite 1 von 1
Prüfer(in): WAGNER Sascha		
^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		