



(10) **DE 10 2019 202 941 A1** 2020.09.10

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 202 941.8**

(22) Anmeldetag: **05.03.2019**

(43) Offenlegungstag: **10.09.2020**

(51) Int Cl.: **B29C 64/343 (2017.01)**

**B29C 64/307 (2017.01)**

**B29C 64/393 (2017.01)**

**B33Y 10/00 (2015.01)**

**B33Y 30/00 (2015.01)**

**B33Y 40/00 (2020.01)**

(71) Anmelder:

**AIM3D GmbH, 18069 Rostock, DE; Brose  
Fahrzeugteile SE & Co. Kommanditgesellschaft,  
Würzburg, 97076 Würzburg, DE**

(72) Erfinder:

**Beetz, Stefan, 19089 Barnin, DE; Lieberwirth,  
Clemens, 18059 Rostock, DE; Morrison, Vincent,  
18292 Krakow am See, DE**

(74) Vertreter:

**Emig, Ralf, Dipl.-Ing., 10707 Berlin, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>2011 / 0 199 104</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2017 / 0 157 855</b>	<b>A1</b>

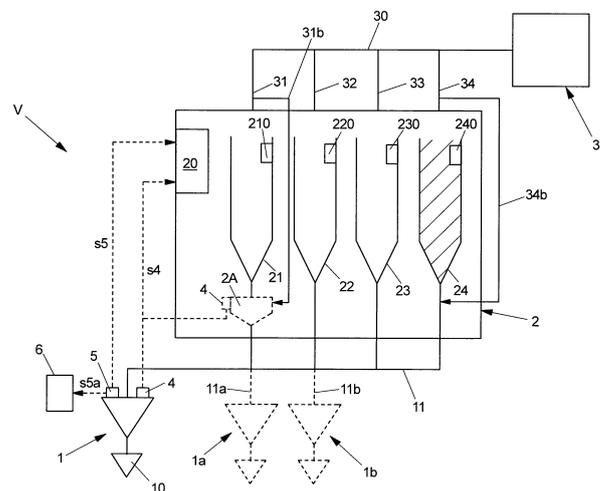
Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **3D-Druckvorrichtung und 3D-Druckverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die vorgeschlagene Lösung betrifft unter anderem eine 3D-Druckvorrichtung, mit mindestens einer Druckdüse (10) zum Aufbringen eines für die Herstellung eines zu druckenden Bauteils vorgesehenen Druckmaterials.

Insbesondere ist vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung (V) mindestens einen Feuchtigkeitssensor (5) umfasst, der eingerichtet ist, in Abhängigkeit von einem Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens einen Druckdüse (10) geförderten Druckmaterials ein Signal (s5, s5a) zu erzeugen.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorgeschlagene Lösung betrifft eine 3D-Druckvorrichtung mit mindestens einer Druckdüse zum Aufbringen eines für die Herstellung eines zu druckenden Bauteils vorgesehenen Druckmaterials.

**[0002]** Beim 3D-Druck werden dreidimensionale Bauteile üblicherweise schichtweise aus einem oder mehreren Materialien aufgebaut. Als Materialien kommen hierbei beispielsweise Kunststoffen, Harze, Keramiken und/oder Metalle zum Einsatz. Beispielsweise ist in diesem Zusammenhang das sogenannte Schmelzschichtverfahren oder Strangablageverfahren (englisch „Fused Deposition Modeling“, kurz FDM) bekannt. Hierbei wird ein Bauteil respektive ein Werkstück schichtweise aus einem schmelzfähigen Kunststoff oder einem geschmolzenen Material aufgebaut.

**[0003]** Für die schichtweise Herstellung des jeweiligen Bauteils wird über mindestens eine Druckdüse einer 3D-Druckvorrichtung, z.B. in Form eines sogenannten 3D-Druckers, Druckmaterial an einer Druckplatte aufgebracht. Durch das an der Druckdüse austretende Druckmaterial wird dabei computergestützt schichtweise das jeweilige Bauteil aufgebaut. Aus der WO 2018/039261 A1 ist in diesem Zusammenhang beispielsweise eine entsprechende 3D-Druckvorrichtung bekannt.

**[0004]** Aus der Praxis sind ferner unterschiedliche 3D-Druckvorrichtungen bekannt, die insbesondere zum schichtweisen Aufbringen von Druckmaterial für die Herstellung dreidimensionaler Bauteile vorgesehen sind und die mit unterschiedlichen Kunststoffen betrieben werden können. In der Praxis wird dabei häufig je nach herzustellendem Bauteil das zu verwendete Druckmaterial testweise variiert, bis ein Prototyp des zu druckenden Bauteil mit den erforderlichen Material- und Bauteileigenschaften vorliegt.

**[0005]** Die jeweiligen Druckmaterialien werden typischerweise von einem oder mehreren Materiallieferanten bezogen und chargenweise an der 3D-Druckvorrichtung zur Verfügung gestellt.

**[0006]** Hiervon ausgehend liegt der vorgeschlagenen Lösung die Aufgabe zugrunde, eine 3D-Druckvorrichtung und ein 3D-Druckverfahren weiter zu verbessern

**[0007]** Diese Aufgabe ist sowohl mit einer 3D-Druckvorrichtung des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 5 als auch mit einem 3D-Druckverfahren des Anspruchs 13 gelöst.

**[0008]** Gemäß einem ersten Aspekt ist eine 3D-Druckvorrichtung vorgeschlagen, die mindestens einen Feuchtigkeitssensor umfasst, der eingerichtet ist,

in Abhängigkeit von einem Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens einen Druckdüse der 3D-Druckvorrichtung geförderten Druckmaterials ein (elektronisches) Signal zu erzeugen.

**[0009]** Der vorgeschlagenen Lösung liegt hierbei zugrunde, dass erkannt wurde, dass die Qualität des Druckergebnisses bei dreidimensional gedruckten Bauteilen insbesondere vom Feuchtigkeitsgehalt des zum Drucken verwendeten Druckmaterials abhängig ist. Indem nun eine 3D-Druckvorrichtung zur Verfügung gestellt wird, bei der mithilfe mindestens eines Feuchtigkeitssensors und in Abhängigkeit von einem hiermit sensorisch ermittelten Feuchtigkeitsgehalt des zu verwendenden Druckmaterials ein elektronisches Signal erzeugt werden kann, lässt sich die Qualität des Druckergebnisses gezielter steuern und gegebenenfalls auch leichter automatisieren.

**[0010]** Eine eventuelle Trocknung des Druckmaterials kann somit elektronisch gesteuert und mithin prozessintegriert im Rahmen eines mit der 3D-Druckvorrichtung umzusetzenden 3D-Druckverfahrens erfolgen. Auch hierbei wird zunutze gemacht, dass erkannt wurde, dass in Abhängigkeit von einem Feuchtigkeitsgehalt bei einem Druckmaterial für das Drucken dreidimensionaler Bauteile, insbesondere bei einem entsprechenden hierfür verwendeten Kunststoffmaterial, wie beispielsweise PA6, eine Verbesserung der Qualität der herzustellenden Bauteile und insbesondere eine Bindenahtfestigkeit deutlich erhöht werden kann, wenn ein geringer Feuchtigkeitsgehalt des Druckmaterials gewährleistet wird.

**[0011]** Beispielsweise kann der mindestens eine Feuchtigkeitssensor der 3D-Druckvorrichtung eingerichtet sein, ein Signal zu erzeugen, wenn der Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens einen Druckdüse, insbesondere an die mindestens eine Druckdüse geförderten Druckmaterials einen definierten Schwellwert überschreitet. Wird beispielsweise ein Kunststoffmaterial, wie zum Beispiel PA 6, verwendet, kann der Feuchtigkeitssensor ein Signal erzeugen, wenn der Feuchtigkeitsgehalt des Kunststoffmaterials über 0,1 % liegt. Bei einem Feuchtigkeitsgehalt von  $\leq 0,1$  % lässt sich hierbei beispielsweise sicherstellen, dass bei dem 3D-Druckvorgang eine Dampferblasenbildung weitestgehend oder sogar gänzlich ausgeschlossen ist und damit das zu druckende dreidimensionale Bauteil eine geringe Porosität aufweist.

**[0012]** Grundsätzlich wird vorliegend unter einem Feuchtigkeitsgehalt eines Druckmaterials dessen Materialfeuchte gemessen als das Verhältnis der Masse des in dem Druckmaterial enthaltenen Wassers zu der Masse des wasserfreien Druckmaterials verstanden.

**[0013]** In einer Ausführungsvariante umfasst die 3D-Druckvorrichtung eine Konditioniereinrichtung für die Einstellung des Feuchtigkeitsgehalts von in Richtung der mindestens einen Druckdüse zu fördernden Druckmaterials. Diese Konditioniereinrichtung ist eingerichtet, in Reaktion auf das von dem mindestens einen Feuchtigkeitsensor erzeugte Signal den Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens einen Druckdüse zu fördernden Druckmaterials zu verändern. Eine entsprechende Konditioniereinrichtung umfasst z.B. mindestens einen Konditionierer, zum Beispiel in Form eines Trockners, um den Feuchtigkeitsgehalt bei Bedarf und in Abhängigkeit von einem Signal des Feuchtigkeitssensors gezielt zu reduzieren, und zwar um ein mithilfe des Feuchtigkeitsensors signalisiertes Maß. Eine entsprechende 3D-Druckvorrichtung kann somit insbesondere eine Konditioniereinrichtung für eine automatisierte Anpassung des Feuchtigkeitsgehalts integrieren, sodass die Konditioniereinrichtung automatisiert mithilfe des mindestens einen Feuchtigkeitsensors betreibbar ist, um an der mindestens einen Druckdüse der 3D-Druckvorrichtung Druckmaterial zur Verfügung zu stellen, das stets einen unterhalb eines definierten Schwellwerts liegenden Feuchtigkeitsgehalt aufweist. Bei dem erzeugten (elektronischen) Signal des Feuchtigkeitsensors kann es sich somit insbesondere um ein Steuersignal an eine Steuerelektronik einer Konditioniereinrichtung handeln.

**[0014]** Alternativ oder ergänzend kann das durch den mindestens einen Feuchtigkeitsensor erzeugte Signal von einer Alarmierungseinrichtung der 3D-Druckvorrichtung zur Erzeugung eines Alarms und/oder zur Erzeugung eines Eintrags in einem elektronischen Betriebsprotokoll der 3D-Druckvorrichtung verarbeitbar sein. Wird somit beispielsweise ein Schwellwert für den Feuchtigkeitsgehalt durch an die Druckdüse gefördertes Druckmaterial überschritten, schlägt der Feuchtigkeitsensor an und übermittelt ein entsprechendes (Alarm-) Signal an die Alarmierungseinrichtung. Diese Alarmierungseinrichtung erzeugt dann beispielsweise ein optisches und/oder akustisches Signal, um auf einen eventuell kritischen Feuchtigkeitsgehalt des aktuell verwendeten Druckmaterials hinzuweisen. Alternativ oder ergänzend kann zum Zwecke der Qualitätssicherung protokolliert werden, dass und im Rahmen welches Prozesses, insbesondere zu welchem Zeitpunkt das verarbeitete Druckmaterial einen einen Schwellwert überschreitenden Feuchtigkeitsgehalt aufwies.

**[0015]** Ein zweiter Aspekt der vorgeschlagenen Lösung betrifft eine 3D-Druckervorrichtung, die eine Konditioniereinrichtung für die Einstellung des Feuchtigkeitsgehalts von in Richtung der mindestens einen Druckdüse der 3D-Druckvorrichtung zu fördernden Druckmaterials umfasst. Die Konditioniereinrichtung ist hierbei über wenigstens eine Materialleitung mit der Druckdüse, d.h. zum Beispiel einem

die Druckdüse aufweisenden Druckkopf, verbunden, um konditioniertes Druckmaterial von der Konditioniereinrichtung an die Druckdüse zu fördern.

**[0016]** Bei der gemäß dem zweiten Aspekt vorgeschlagenen 3D-Druckvorrichtung ist somit wenigstens eine Materialleitung vorhanden, über die die Konditioniereinrichtung zur Bereitstellung hinsichtlich seines Feuchtigkeitsgehalts konditioniertes Druckmaterials mit der mindestens einen Druckdüse der 3D-Druckvorrichtung verbunden ist. An die Druckdüse kann somit elektronisch gesteuert und damit gegebenenfalls automatisiert konditioniertes Druckmaterial gefördert werden. Zum Beispiel kann auf diese Weise elektronisch gesteuert auf einen entsprechend geringen Feuchtigkeitsgehalt getrocknetes Druckmaterial an die Druckdüse gefördert werden. Bei dieser Variante ist folglich keine manuelle Beschickung einer 3D-Druckervorrichtung mit zuvor gesondert konditioniertem Druckmaterial vorgesehen. Vielmehr ist eine entsprechende Konditioniereinrichtung in die vorgeschlagene 3D-Druckvorrichtung bereits integriert, sodass die Konditioniereinrichtung mit Rohmaterial versorgt werden kann, um automatisiert und nach hinterlegten Vorgaben konditioniertes Druckmaterial in Richtung der mindestens einen Druckdüse zu fördern.

**[0017]** Eine 3D-Druckvorrichtung mit einer Konditioniereinrichtung und einer Materialleitung gemäß dem zweiten Aspekt kann hierbei selbstverständlich im Einklang mit dem zuvor diskutierten ersten Aspekt der vorgeschlagenen Lösung auch mindestens einen Feuchtigkeitsensor umfassen. Hierdurch kann dann beispielsweise in Abhängigkeit von dem mindestens einen Signal des Feuchtigkeitsensors die integrierte Konditioniereinrichtung der 3D-Druckvorrichtung gesteuert und über die wenigstens eine Materialleitung unmittelbar entsprechend verändert konditioniertes Druckmaterial an die Druckdüse gefördert werden.

**[0018]** In einer Ausführungsvariante umfasst die mit einer Konditioniereinrichtung versehene 3D-Druckvorrichtung mindestens einen Füllstandssensor, der zur Erzeugung eines Signals eingerichtet ist, in Reaktion auf das zusätzliche Druckmaterial aus der Konditioniereinrichtung oder in die Konditioniereinrichtung nachgefördert wird. In Reaktion auf das (elektronische) Signal des mindestens einen Füllstandssensors kann somit beispielsweise aus der Konditioniereinrichtung Druckmaterial in Richtung der mindestens einen Druckdüse und hierbei auch gegebenenfalls in einen der Druckdüse vorgeschalteten Zwischenbehälter nachgefördert werden. Alternativ oder ergänzend kann zusätzliches Druckmaterial in Reaktion auf das elektronische Signal des mindestens einen Füllstandssensors aus einem Rohmaterial-Reservoir in die Konditioniereinrichtung nachgefördert werden. Durch die Verwendung mindestens eines Füllstandssensors kann somit ein Zufluss, insbe-

sondere ein kontinuierlicher Zufluss von konditioniertem und/oder unkonditioniertem Druckmaterial elektronisch gesteuert werden.

**[0019]** In einer Ausführungsvariante umfasst eine Konditioniereinrichtung der 3D-Druckvorrichtung mindestens zwei, gegebenenfalls sogar mindestens drei separate Konditionierer. Die separaten Konditionierer können hierbei beispielsweise für unterschiedliche Typen von Druckmaterial vorgesehen sein. Sind an der 3D-Druckvorrichtung mehrere Konditionierer vorgesehen, können somit in einem oder mehreren Arbeitsgängen Bauteile aus unterschiedlichen, in verschiedenen Konditionierern konditionierten Druckmaterialien genutzt werden. Beispielsweise sieht eine Ausführungsvariante vor, dass drei verschiedene Druckmaterialien in drei separaten Konditionierer einer Konditioniereinrichtung bereitgestellt werden, um automatisiert über eine oder mehrere Druckdüsen der 3D-Druckvorrichtung ein aus mehreren Druckmaterialien aufzubauendes dreidimensionales Bauteil zu drucken.

**[0020]** Mehrere Konditionierer einer Konditioniereinrichtung können alternativ oder ergänzend auch dazu vorgesehen sein, bei Bedarf eine höhere Fördermenge konditionierten Druckmaterials in Richtung der Druckdüse bereitzustellen. Auch kann eine 3D-Druckvorrichtung mehrere (mindestens zwei) Druckdüsen - gegebenenfalls in unterschiedlichen Druckköpfen der 3D-Druckvorrichtung - umfassen, die über mehrere Konditionierer schnell und variabel mit konditioniertem Druckmaterial versorgbar sind.

**[0021]** Eine Ausführungsvariante sieht beispielsweise vor, dass mehrere Konditionierer genau einer von mehreren Druckdüsen zuordnenbar sind, um konditioniertes Druckmaterial aus den mehreren Konditionierern an eine Druckdüse zu fördern. Konditioniertes Druckmaterial aus einem oder mehreren Konditionierern kann hierbei z.B. bedarfsweise und insbesondere elektronisch gesteuert an die mindestens eine Druckdüse gefördert werden. So kann beispielsweise die 3D-Druckervorrichtung konfiguriert sein, für das Drucken eines ersten Werkstücks lediglich Druckmaterial aus einem ersten zugeordneten Konditionierer zu nutzen, während für die Herstellung eines andersartigen, zweiten Werkstücks oder auch nur eines bestimmten Abschnitts des ersten Werkstücks die Druckdüse mit Druckmaterial aus einem anderen Konditionierer oder aus mehr als einem Konditionierer versorgt wird, um einer erhöhten Baurate, z.B. beim schichtweisen Aufbau des dreidimensionalen Werkstücks, Rechnung zu tragen. Die Zuordnenbarkeit unterschiedlicher Konditionierer zu einer oder mehreren Druckdüsen der 3D-Druckvorrichtung kann hierbei variabel, insbesondere elektronisch schaltbar sein.

**[0022]** Insbesondere kann mindestens einer von mehreren separaten Konditionierern einer Konditioniereinrichtung auch als Reserve vorgehalten werden, der erst dann Druckmaterial in Richtung einer oder mehrerer Druckdüsen der 3D-Druckvorrichtung fördert, wenn ein Ausfall eines anderen Konditionierers zu befürchten oder aufgetreten ist und/oder in einem Montagezyklus zusätzliches Druckmaterial benötigt wird.

**[0023]** Ebenso kann vorgesehen sein, dass ein Konditionierer der mindestens zwei Konditionierer mehreren Druckdüsen zuordnenbar ist, um konditioniertes Druckmaterial aus dem einen Konditionierer wahlweise oder gleichzeitig an mehrere Druckdüsen zu fördern. Ein entsprechender Konditionierer kann somit eine größere Flexibilität bei der mit der 3D-Druckvorrichtung zu fertigenden Bauteile und der hierfür zu verwendbaren Druckmaterialien und Druckdüsen ermöglichen, ohne die 3D-Druckvorrichtung aufwendig umrüsten zu müssen.

**[0024]** Grundsätzlich kann jeder Konditionierer einer Konditioniereinrichtung auch genau einer von mehreren Druckdüsen (an einem oder mehreren Druckköpfen) der 3D-Druckvorrichtung zuordnenbar sein.

**[0025]** In einer Ausführungsvariante umfasst die 3D-Druckvorrichtung mindestens ein Rohmaterialreservoir, das mit einer Konditioniereinrichtung der 3D-Druckvorrichtung verbunden ist und durch das außerdem automatisiert Druckmaterial zur Konditionierung in die Konditioniereinrichtung förderbar ist. Die 3D-Druckervorrichtung umfasst hier folglich mindestens eine (Rohmaterial-) Förderrichtung für die automatisierte Förderung von (typischer Weise noch unkonditioniertem) Druckmaterial an die Konditioniereinrichtung. Eine entsprechende (Rohmaterial-) Förderrichtung kann hierbei insbesondere zusätzlich zu einer Förderrichtung für die automatisierte Förderung konditionierten Druckmaterials an eine oder mehrere Druckdüsen der 3D-Druckvorrichtung aus der Konditioniereinrichtung vorgesehen sein. Eine Förderrichtung (für unkonditioniertes oder konditioniertes) kann grundsätzlich beispielsweise eine Förderschnecke umfassen.

**[0026]** Ein weiterer Aspekt der vorgeschlagenen Lösung betrifft ein 3D-Druckverfahren, bei dem mit mindestens einer Druckdüse für die Herstellung eines zu druckenden Bauteils vorgesehenes Druckmaterial (an einer Druckplattform) aufgebracht wird. Hierbei ist vorgeschlagen, sensorisch einen Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens einen Druckdüse geförderten Druckmaterials zu ermitteln und in Abhängigkeit von dem ermittelten Feuchtigkeitsgehalt mithilfe einer Konditioniereinrichtung den Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens eine Druckdüse zu fördernden Druckmaterials verändern.

**[0027]** Grundgedanke eines vorgeschlagenen 3D-Druckverfahrens ist es folglich insbesondere, vom Feuchtigkeitsgehalt abhängig automatisiert eine Konditionierung eines Druckmaterials vorzunehmen, um an mindestens einer Druckdüse einer 3D-Druckvorrichtung elektronisch und sensorisch gesteuert Druckmaterial mit einem einen Schwellwert nicht überschreitenden Feuchtigkeitsgehalt zur Verfügung zu stellen.

**[0028]** Ausführungsvarianten eines vorgeschlagenen 3D-Druckverfahrens lassen sich hierbei von Ausführungsvarianten einer vorgeschlagenen 3D-Druckvorrichtung umsetzen. Vorstehend und nachstehend erläuterte Vorteile und Merkmale einer 3D-Druckvorrichtung gelten somit auch für Ausführungsvarianten eines vorgeschlagenen 3D-Druckverfahrens und umgekehrt.

**[0029]** Die beigefügten Figuren veranschaulichen exemplarisch mögliche Ausführungsvarianten der vorgeschlagenen Lösung.

**[0030]** Hierbei zeigen:

**Fig. 1** schematisch den Aufbau einer Ausführungsvariante einer vorgeschlagenen 3D-Druckvorrichtung, mithilfe der eine Ausführungsvariante eines vorgeschlagenen 3D-Druckverfahrens umsetzbar ist;

**Fig. 2** schematisch das Zusammenwirken unterschiedlicher Komponenten in einer Ausführungsvariante einer vorgeschlagenen 3D-Druckvorrichtung, zum Beispiel entsprechend der **Fig. 1**.

**[0031]** Die **Fig. 1** zeigt exemplarisch eine mögliche Ausführungsvariante einer vorgeschlagenen 3D-Druckvorrichtung V. Diese 3D-Druckvorrichtung V weist einen Druckkopf **1**, optional mehrere weitere Druckköpfe **1a**, **1b**, auf, über die für das Drucken eines dreidimensionalen Bauteils Druckmaterial schichtweise an einer Druckplattform aufgebracht werden kann. Zum Ausbringen des Druckmaterials weist ein Druckkopf **1**, **1a** oder **1b** jeweils mindestens eine Druckdüse **10** auf. Beispielsweise ist die 3D-Druckvorrichtung für die Durchführung eines Schmelzschichtverfahrens oder Strangablageverfahrens (englisch „Fused Deposition Modeling“, kurz FDM) eingerichtet und vorgesehen.

**[0032]** Bei der dargestellten Ausführungsvariante einer 3D-Druckvorrichtung V ist ein Druckkopf **1** mit einer Konditioniereinrichtung **2** gekoppelt, über die spezifisch konditioniertes Druckmaterial an den Druckkopf **1** (oder auch an einen der weiteren Druckköpfe **1a** oder **1b**) gefördert werden kann. Für die (motorische unterstützte) Förderung ist beispielsweise eine in der **Fig. 1** nicht dargestellte Fördereinrichtung vorgesehen. Eine solche Fördereinrichtung umfasst zum

Beispiel eine Förderschnecke. Das in der Konditioniereinrichtung **2** zu konditionierende und hierbei insbesondere zu trocknende Druckmaterial kann beispielsweise ein Kunststoffmaterial, wie zum Beispiel PA **6**, umfassen und/oder granulatlöslich vorliegen.

**[0033]** Der Druckkopf **1** der 3D-Druckvorrichtung V steht beispielsweise über eine (Haupt-) Zuleitung **11** mit der Konditioniereinrichtung **2** in Verbindung, so dass durch die Konditioniereinrichtung **2** konditioniertes Druckmaterial an den Druckkopf **1** und dessen Druckdüse **10** gefördert werden kann. Die Zuführung von Druckmaterial aus der Konditioniereinrichtung **2** an die optional zusätzlich vorgesehenen Druckköpfe **1a**, **1b** erfolgt über separate Zuleitungen **11a**, **11b**. Die dargestellte 3D-Druckvorrichtung V integriert somit eine Konditioniereinrichtung **2**, mit der zu verwendendes Druckmaterial gezielt konditioniert, hier insbesondere getrocknet werden kann. Das Druckmaterial kann somit innerhalb der 3D-Druckvorrichtung V und damit prozessintegriert bis zu einem vorgegebenen Feuchtigkeitsgehalt getrocknet werden.

**[0034]** Für die automatisierte Steuerung der Konditioniereinrichtung **2** und mindestens eines Konditionierers, insbesondere Trockners **21-24** der Konditioniereinrichtung **2** weist die Konditioniereinrichtung **2** eine Steuerelektronik **20** auf. Diese Steuerelektronik **20** kann ein (Steuer-) Signal **s5** von einem Feuchtigkeitsensor **5** der 3D-Druckvorrichtung V empfangen. Dieses Signal **s5** wird von dem Feuchtigkeitsensor **5** erzeugt, wenn das aus der Konditioniereinrichtung **2** an den Druckkopf **1** geförderte, konditionierte Druckmaterial einen Feuchtigkeitsgehalt aufweist, der oberhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegt. In Abhängigkeit von dem Signal **s5** des Feuchtigkeitssensors **5** wird dann mithilfe der Steuerelektronik **20** der Konditioniereinrichtung **2** mindestens ein Trockner **21-24** der Konditioniereinrichtung **2** angesteuert, um einen Trocknungsgrad des hierin aufbereiteten Druckmaterials zu verändern. Derart kann in Reaktion auf das Signal **s5** des Feuchtigkeitssensors **5** der Feuchtigkeitsgehalt des durch die Konditioniereinrichtung **2** zur Verfügung gestellten Druckmaterials gezielt verändert werden, insbesondere automatisiert verändert werden.

**[0035]** Ein durch den Feuchtigkeitssensor **5** erzeugtes Signal kann beispielsweise aber auch alternativ oder ergänzend als (Alarm-) Signal **s5a** an eine Alarmierungs-/Protokollierungseinrichtung **6** der 3D-Druckvorrichtung V übertragen werden. Wird mithilfe des Feuchtigkeitssensors **5** festgestellt, dass an den Druckkopf **1** gefördertes konditioniertes Druckmaterial einen hinterlegten Schwellwert für den Feuchtigkeitsgehalt übersteigt, kann somit über die Alarmierungs-/Protokollierungseinrichtung ein visuell und/oder optisch wahrnehmbares Alarmsignal und/oder ein Eintrag in einem elektronischen Betriebsprotokoll der 3D-Druckvorrichtung V generiert werden. Über

ein entsprechendes Alarmsignal **s5A** kann derart beispielsweise ein Nutzer der 3D-Druckvorrichtung V über eine eventuelle fehlerhafte Beschickung der Druckdüse **10** mit Druckmaterial informiert werden. Über ein elektronisches Betriebsprotokoll kann ferner im Zuge der Qualitätssicherung nachprüfbar sein, inwieweit ein dreidimensional gedrucktes Bauteil gegebenenfalls zumindest teilweise mit Druckmaterial gedruckt wurde, dessen Feuchtigkeitsgehalt den hinterlegten Schwellwert überschritten hatte.

**[0036]** In der dargestellten Ausführungsvariante ist der Feuchtigkeitssensor **5** exemplarisch an dem Druckkopf **1** vorgesehen. Dies ist jedoch selbstverständlich nicht zwingend. Der Feuchtigkeitssensor **5** und/oder ein zusätzlicher Feuchtigkeitssensor können zum Beispiel auch in der Zuleitung **11** vorgesehen sein.

**[0037]** Bei der dargestellten Ausführungsvariante der **Fig. 1** weist die Konditioniereinrichtung **2** mehrere - hier mindestens 3 - Konditionierer **21-24** auf. Diese unterschiedlichen Konditionierer, hier in Form von Trocknern **21-24** können dabei zur Konditionierung unterschiedlicher Typen von Druckmaterialien, insbesondere von Druckmaterialien, die sich hinsichtlich ihres einzustellenden Feuchtigkeitsgehalt oder der Art des Materials voneinander unterscheiden, konditioniert und bei Bedarf an einen Druckkopf **1**, **1a** und/oder **1b** gefördert werden. Über mehrere an der 3D-Druckvorrichtung V integrierte Konditionierer **21-24** kann somit die Flexibilität der 3D-Druckvorrichtung V und die Anzahl der der hiermit ohne größere Umrüstung herzustellenden Bauteile erheblich erhöht werden.

**[0038]** Ein Trockner **24** der Konditioniereinrichtung **2** kann im Übrigen beispielsweise auch als Reserve vorgehalten werden, um eine gegebenenfalls erhöhte Durchflussmenge an Druckmaterial abzufangen und/oder den Ausfall eines anderen Trockners **21**, **22** oder **23** zu kompensieren.

**[0039]** In einer in der **Fig. 1** skizzierten Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass ein Konditionierer/Trockner **21** der Konditioniereinrichtung **2** konditioniertes Druckmaterial in einen Zwischenbehälter **2A** fördert, aus dem das konditionierte Druckmaterial über die Zuleitung **11** an den ein Druckkopf **1** und/oder die weiteren Druckköpfe **1a**, **1b** gefördert wird.

**[0040]** An diesem Zwischenbehälter **2A** kann beispielsweise ein Füllstandssensor **4** vorgesehen sein. Fällt ein Füllstand in dem Zwischenbehälter **2A** unter einen definierten Füllstandsschwellwert ab, wird ein (Füllstands-) Signal **s4** an die Steuerelektronik **20** der Konditioniereinrichtung **2** übertragen. In Reaktion auf dieses Signal **s4** kann dann beispielsweise aus dem Konditionierer/Trockner **21** Druckmaterial in Richtung des Zwischenbehälters **2A** nachge-

fördert werden. Alternativ kann eine neue oder zusätzliche Beschickung des dem Zwischenbehälter **2A** vorgeschalteten Konditionierers/Trockners **21** signalisiert werden.

**[0041]** Bei der dargestellten Ausführungsvariante der **Fig. 1** kann alternativ oder zusätzlich auch ein Füllstandssensor **4** am Druckkopf **1** vorgesehen sein, insbesondere wenn am Druckkopf **2** ein Druckkopfreservoir für vorzuhaltendes Druckmaterial für die Druckdüse **10** vorhanden ist. Unterschreitet das im dem Druckkopf **1** vorgehaltene Druckmaterial einen Füllstandsschwellwert, kann auch hier über ein (Füllstands-) Signal **s4** neues Druckmaterial aus der Konditioniereinrichtung **2** elektronisch nachgefordert werden.

**[0042]** Bei der dargestellten Variante weist die 3D-Druckvorrichtung V zusätzlich auch ein Rohmaterialreservoir **3** auf. Aus diesem Rohmaterialreservoir **3** kann Druckmaterial über eine Förderleitung **30** und entsprechende Zuleitungen **31-34** zu den Konditionierern **21-24** der Konditioniereinrichtung **2** gefördert werden. Insbesondere kann elektronisch und zumindest teilweise automatisiert ein ausreichender Füllstand der Konditionierer **21-24** der Konditioniereinrichtung **2** mit unkonditioniertem Druckmaterial sichergestellt werden und damit wiederum ein ausreichender Zufluss von konditioniertem Druckmaterial an eine Druckdüse **10** eines oder mehrerer Druckköpfe **1**, **1a**, **1b** sichergestellt werden.

**[0043]** Um gegebenenfalls auch Rohmaterial zuführen zu können, das keiner gesonderten Trocknung bedarf, können eine oder mehrere Bypassleitungen vorgesehen sein. Über eine solche Bypassleitung, die in der **Fig. 1** exemplarisch als Bypassleitung **31b**, **34b** zu der Zuleitung **31** oder **34** dargestellt ist, kann Rohmaterial aus dem Rohmaterialreservoir **3** an den Konditionierern **21-24** vorbei zu einem Druckkopf **1**, **1a**, **1b** geleitet werden.

**[0044]** Um stets einen ausreichenden Füllstand in einem Konditionierer **21-24** der Konditioniereinrichtung **2** zu gewährleisten, ist jeder Konditionierer **21-24** mit einem Füllstandssensor **210**, **220**, **230** oder **240** ausgestattet. In Reaktion auf ein (Füllstands-) Signal eines Füllstandssensors **210**, **220**, **230** oder **240** kann automatisch Rohmaterial aus dem Rohmaterialreservoir **3** elektronisch nachgefordert werden.

**[0045]** Mit der dargestellten 3D-Druckvorrichtung V und insbesondere der hierin integrierten Konditioniereinrichtung **2** und dem mindestens einen Feuchtigkeitssensor **5** lässt sich eine Druckdüse **10** der 3D-Druckvorrichtung V nicht nur flexibel beschicken, insbesondere mit unterschiedlichen Druckmaterialien und unterschiedlich konditionierten Druckmaterialien. Vielmehr lässt sich hiermit auch eine weitergehende Automatisierung eines 3D-Druckprozesses errei-

chen, indem beispielsweise eine Regelungslogik vorgesehen wird, um anhand eines (Steuer-) Signals **s5** des Feuchtigkeitssensors **5** einen Konditionierungsprozess für das an die Düse **10** zu fördernde Druckmaterials zu steuern.

**[0046]** Anhand der **Fig. 2** sind nochmals exemplarisch grundsätzliche Wirkzusammenhänge innerhalb einer 3D-Druckvorrichtung **V** der **Fig. 1** veranschaulicht.

**[0047]** Hierbei sind anhand von Pfeilen einerseits Materialflüsse von dem Rohmaterialreservoir **3** an die Konditioniereinrichtung **2** und - gegebenenfalls über den optionalen Zwischenbehälter **2A** - aus der Konditioniereinrichtung **2** zu einem Druckkopf **1** skizziert. Andererseits sind anhand von weiteren Pfeilen etwaige Steuersignale **s2** und **s5** von der Konditioniereinrichtung **2** oder dem Feuchtigkeitssensor **5** ersichtlich. Über ein konditioniererseitiges Steuersignal **s2** kann hierbei die Konditioniereinrichtung **2** die Förderung von Rohmaterial respektive unkonditioniertem Druckmaterial aus dem Rohmaterialreservoir **3** an die Konditioniereinrichtung **2** anfordern. Über das Steuerungssignal **s5** des Feuchtigkeitssensors **5** kann ferner von dem Druckkopf **1** die Konditionierung des an den Druckkopf **1** zu fördernden Druckmaterials beeinflusst werden, um für die Weiterverarbeitung an der Druckdüse **10** des Druckkopfes **1** einen Feuchtigkeitsgrad des Druckmaterials unterhalb eines hinterlegten Schwellwertes sicherzustellen.

**6****s2, s4, s5, s5a****V**

Alarmierungs- / Protokollierungseinrichtung

Signal

3D-Druckvorrichtung

## Bezugszeichenliste

<b>1, 1 a, 1b</b>	Druckkopf
<b>10</b>	Druckdüse
<b>11</b>	(Haupt-) Zuleitung
<b>11a, 11b</b>	Zuleitung
<b>2</b>	Konditioniereinrichtung
<b>20</b>	Steuerelektronik
<b>21, 22, 23, 24</b>	Trockner / Konditionierer
<b>210, 220, 230, 240</b>	Füllstandssensor
<b>2A</b>	Zwischenbehälter
<b>3</b>	Rohmaterialreservoir
<b>30</b>	Förderleitung
<b>31,32,33,34</b>	Zuleitung
<b>31b, 34b</b>	Bypassleitung
<b>4</b>	Füllstandssensor
<b>5</b>	Feuchtigkeitssensor

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 2018/039261 A1 [0003]

### Patentansprüche

1. 3D-Druckvorrichtung, mit mindestens einer Druckdüse (10) zum Aufbringen eines für die Herstellung eines zu druckenden Bauteils vorgesehenen Druckmaterials, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 3D-Druckvorrichtung (V) mindestens einen Feuchtigkeitssensor (5) umfasst, der eingerichtet ist, in Abhängigkeit von einem Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens einen Druckdüse (10) geförderten Druckmaterials ein Signal (s5, s5a) zu erzeugen.

2. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Feuchtigkeitssensor (5) eingerichtet ist, ein Signal (s5, s5a) zu erzeugen, wenn der Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens einen Druckdüse (10) geförderten Druckmaterials einen definierten Schwellwert überschreitet.

3. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 3D-Druckvorrichtung (V) eine Konditioniereinrichtung (2) für die Einstellung des Feuchtigkeitsgehalts von in Richtung der mindestens einen Druckdüse (10) zu fördernden Druckmaterials umfasst, die eingerichtet ist, in Reaktion auf das von dem mindestens einen Feuchtigkeitssensor (5) erzeugte Signal (s5) den Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens einen Druckdüse (10) zu fördernden Druckmaterials zu verändern.

4. 3D-Druckvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch den mindestens einen Feuchtigkeitssensor (5) erzeugte Signal (s5a) von einer Alarmierungseinrichtung (6) der 3D-Druckvorrichtung zur Erzeugung eines Alarms und/oder zur Erzeugung eines Eintrags in einem elektronischen Betriebsprotokoll der 3D-Druckvorrichtung (V) verarbeitbar ist.

5. 3D-Druckvorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit mindestens einer Druckdüse (10) zum Aufbringen eines für die Herstellung eines zu druckenden Bauteils vorgesehenen Druckmaterials, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 3D-Druckvorrichtung (V) eine Konditioniereinrichtung (2) für die Einstellung des Feuchtigkeitsgehalts von an die mindestens eine Druckdüse (10) zu fördernden Druckmaterials umfasst, die über wenigstens eine Materialleitung (11) mit der Druckdüse (10) verbunden ist, um konditioniertes Druckmaterial von der Konditioniereinrichtung (2) an die Druckdüse (10) zu fördern.

6. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 3 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 3D-Druckvorrichtung mindestens einen Füllstandssensor (4; 210, 220, 230, 240) umfasst, der zur Erzeugung eines Si-

gnals (s4) eingerichtet ist, in Reaktion auf das zusätzliche Druckmaterial aus der Konditioniereinrichtung (2) in die Konditioniereinrichtung (2) nachgefördert wird.

7. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 3, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Konditioniereinrichtung (2) mindestens zwei oder mindestens drei separate Konditionierer (21-24) umfasst.

8. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die separaten Konditionierer (21-24) für unterschiedliche Typen von Druckmaterial vorgesehen sind.

9. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 3D-Druckvorrichtung mindestens zwei Druckdüsen (10) umfasst.

10. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8 und nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere der mindestens zwei Konditionierer (21-24) genau einer der mindestens zwei Druckdüsen (10) zuordnenbar sind, um konditioniertes Druckmaterial aus den mehreren Konditionierern (21-24) an eine Druckdüse (10) zu fördern.

11. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8 und nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Konditionierer (21-24) der mindestens zwei Konditionierer (21-24) mehreren Druckdüsen (10) zuordnenbar ist, um konditioniertes Druckmaterial aus dem einen Konditionierer (21-24) wahlweise oder gleichzeitig an mehrere Druckdüse (10) zu fördern.

12. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 3 oder einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 3D-Druckvorrichtung (V) mindestens ein Rohmaterialreservoir (3) umfasst, das mit der Konditioniereinrichtung (2) verbunden ist und aus dem automatisiert Druckmaterial zur Konditionierung in die Konditioniereinrichtung (2) förderbar ist.

13. 3D-Druckverfahren, bei dem mit mindestens einer Druckdüse (10) für die Herstellung eines zu druckenden Bauteils vorgesehenes Druckmaterial aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass sensorisch ein Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens einen Druckdüse (10) geförderten Druckmaterials ermittelt wird und in Abhängigkeit von dem ermittelten Feuchtigkeitsgehalt mithilfe einer Konditioniereinrichtung (2) den Feuchtigkeitsgehalt des in Richtung der mindestens einen Druckdüse (10) zu fördernden Druckmaterials verändert wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen



FIG 2

