

3D-Druck und Großserienproduktion - Überwindung eines Widerspruchs

3D-Printing and Mass Production – Overcoming a Contradiction

Dr. Srdan Vasic
Exentis Group AG

Kurzfassung

Exentis ist ein unabhängiger Premiumanbieter intelligenter Serienproduktionslösungen im einzigartigen und patentierten 3D Siebdruckverfahren, dem Exentis 3D Mass Customization®. Als einziges Unternehmen weltweit verbindet Exentis die "Economies of One" mit den "Economies of Scale". Individualisierte Bauteilgeometrien in Grossserie bei freier Materialauswahl. Im Fokus stehen kundenspezifische Produktlösungen, die Exentis massenhaft und zum Festpreis realisiert und druckt. Dazu zählen insbesondere kundenspezifische Lösungen in den Bereichen Automotive, Life Science, Biotechnologie und erneuerbare Energien. Auf der Basis von Produktions- und Materiallizenzen können Kunden Ihre Teile auch selber herstellen.

Short Abstract

Exentis is an independent premium provider of intelligent serial production solutions using the unrivaled, patented Exentis 3D Mass Customization® screen printing process. Exentis is the only company worldwide to combine the "Economies of One" with the "Economies of Scale". Customized large-series component geometry in a free choice of material. The focus is on customer-specific product solutions, which Exentis implements and prints for its customers at a fixed price. This includes in particular customer-specific solutions in the automotive, life sciences, biotechnology and renewable energies sectors as well as special industrial parts. Our customers are also able to produce own parts on the basis of production and material licenses.

Exentis 3D Mass Customization®

Zunehmend anspruchsvollere Geometrie-, Leistungs- und Kostenanforderungen an heutige Bauteile sowie die steigende Komplexität bei gleichzeitiger Miniaturisierung lenken den Blick auf neue Fertigungsverfahren. Aufgrund zunehmender Rohstoffverknappung stehen generative Fertigungsverfahren im Fokus der aktuellen Verfahrensentwicklung. Der Vorteil besteht neben dem geringen Materialeinsatz in der enormen Formvielfalt, die durch diese Fertigungstechniken realisiert werden kann. Aufgrund der vergleichsweise langen Prozessdauer eignen sich die Verfahren insbesondere für den Bereich der Kleinserien- und Sonderfertigung.

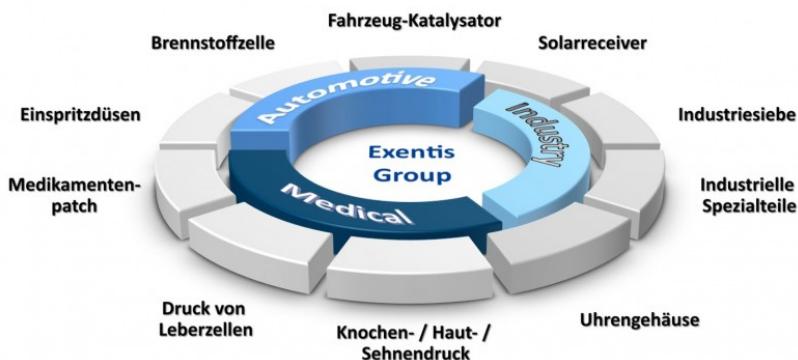
Das patentierte 3D-Siebdruckverfahren, das Exentis 3D Mass Customization®, unterscheidet sich in drei wesentlichen Punkten von den acht bekannten 3D-Druckverfahren. Es vereint die Gestaltungsfreiheit von Komponenten, gegeben durch den 3D-Druckprozess, mit der Möglichkeit der grossseriellen Fertigung bei volliger Freiheit in der Materialwahl.



Entgegen dem allseits bekannten „3D-Rapid-Prototyping“, das nur für Einzelstücke geeignet ist, bietet der 3D-Siebdruck bei der Herstellung komplexer Strukturen und großer Stückzahlen enorme Vorteile. Im 3D-Siebdruck lassen sich geschlossene Kanäle frei in die 3D-Struktur integrieren und Strukturabmessungen ab 60 µm realisieren. Die Produktivität entspricht etwa der von Spritzgussverfahren (MIM oder Kunststoffe). Neben Metallen und Legierungen auf Basis von Stahl, Kupfer, Aluminium, Titan, Refraktärmetallen oder seltenen Erden lassen sich im 3D-Siebdruck auch Keramik, Glas, Polymere, organische Werkstoffe und Biomaterialien drucken und, bedingt durch den schichtweisen Aufbau, unterschiedliche Werkstoffe in Form von lamellaren Strukturen kombinieren.

Exentis ist Pionier und Erfinder der generativen 3D-Fertigungstechnologie auf Basis des industriellen Siebdruckverfahrens (Exentis 3D Mass Customization®). Nachdem der Siebdruck anfänglich fast ausschließlich für

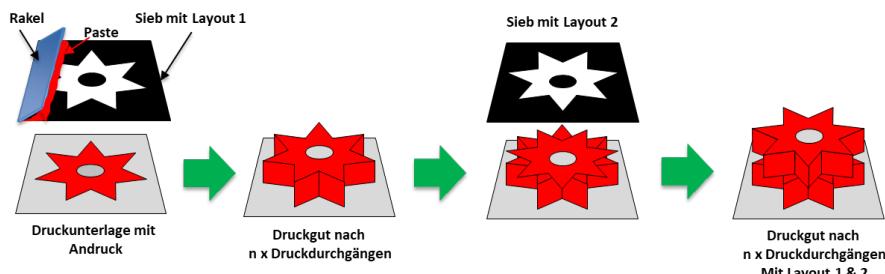
den graphischen Druck verwendet wurde, gilt er heute als verlässliches und präzises Massenfertigungsverfahren. Er wird in vielen Bereichen mit großem Erfolg eingesetzt. Die 3D-Siebdrucktechnologie vereint die Vorteile des Siebdruckverfahrens mit denen der generativen Fertigung und ermöglicht als pulverbasiertes Verfahren die Verarbeitung einer breiten Palette an Werkstoffen. Die Vorteile ermöglichen den Einsatz des 3D-Siebdruckverfahrens in unterschiedlichen Anwendungsfeldern wie z.B. Automotive, Life Science, Biotechnologie, Industrial Solutions und erneuerbare Energien.



Wie funktioniert 3D-Siebdruck?

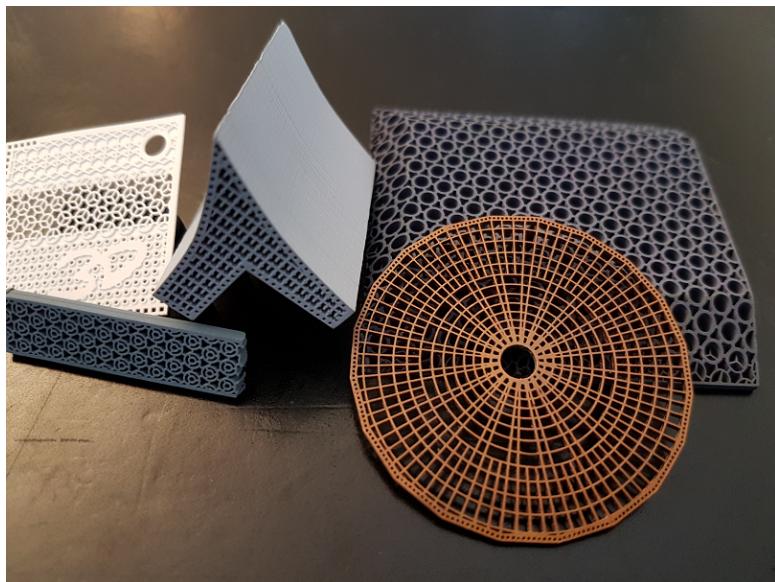
Analog zum 2D-Siebdruck geht dem eigentlichen Druckprozess die Siebherstellung voraus. Für die dreidimensionale Zielgeometrie wird hierfür das Bauteil in verschiedene CAD-Einzellayouts segmentiert, die auf die einzelnen Siebgewebe übertragen werden.

Die Siebdruckpaste besteht im Wesentlichen aus einer organischen Pulversuspension und wird mittels diverser Rheologiemodifikatoren (Plastifizierer, Binder etc.) entsprechend der Druckaufgabe entwickelt. Über den Flutungs- und Druckprozess wird nun die Paste auf dem Sieb verteilt und als Drucklage auf dem Substrat abgeschieden.



Nach einem Trocknungsschritt zur Verfestigung des Druckguts und der präzisen Neuausrichtung der bereits gedruckten Strukturen unter dem Sieb werden weitere Lagen aufgetragen und das Bauteil so schichtweise aufgebaut. Entsprechend der Zielgeometrie können sowohl Layout- als auch Pastenzusammensetzung während des Aufbaus geändert werden. Durch Layout-Wechsel der verwendeten Siebe, lassen sich die Strukturen in allen drei Raumrichtungen variieren, was zum Aufbau eines dreidimensionalen Körpers führt. Die Bauteilhöhe wird für jede Drucklage protokolliert und ist an die Maschinensoftware zur Anpassung des Absprungs gekoppelt. Das getrocknete und aufgebaute Druckgut, bei dem es sich um Grünkörper handelt, wird anschließend einem thermischen Prozess unterzogen, bei dem in einem ersten Schritt entbindert wird und die organischen, bauteilfremden Substanzen ausgebrannt werden. In einem zweiten Schritt werden die noch porösen Körper gesintert, wobei die Porosität, je nach Anforderung, zw. 2 und 40% eingestellt werden kann.

Auf diese Weise können Bauteile mit Stegbreiten sowie Kavitäten im Größenbereich von bis zu 60µm bzw. 40µm realisiert werden. Komplexe Strukturen mit Hinterschneidungen und geschlossenen Hohlräumen sind ohne jegliche Stützstruktur möglich, wodurch sich der 3D-Siebdruck klar und vorteilhaft von anderen generativen Fertigungsverfahren unterscheidet.



Bei derart anspruchsvollen Strukturen sind die Anforderungen an die Pastenrheologie sehr hoch. Die Pastenrezeptur wird daher für jedes Layout und Materialsystem individuell bei Exentis selbst entwickelt. Selbst Strukturen mit Bauteil-Aspektverhältnissen von über 100 sind dank der enormen Flankensteilheit der Pasten druckbar.

Die vielseitige Nachfrage belegt die branchenübergreifende Einsetzmöglichkeit des 3D-Siebdruckverfahrens als Herstellungsprozess. So konnten bisher unter anderem Lösungen für Bauteile aus dem Bereich der Medizintechnik, Luftfahrt, Energietechnik oder des thermischen Managements erarbeitet werden.

Zunehmend lassen sich Bauteilgeometrien verbessern und mit zusätzlichen funktionellen Strukturen versehen. Da keine Stützstruktur benötigt wird, ist beispielsweise auch das Einbringen von feinsten Kühlkanalstrukturen in Hochleistungs-Elektronikbaugruppen möglich. Bisher beschränkte sich die Verwendung des 3D-Siebdruckprozesses auf die Vorentwicklung und erlaubte je nach Bauteilgröße die Herstellung von Vorserien.

Bei Exentis werden nun dank der Exentis 3D Mass Customization® neuartige Produktionskonzepte entwickelt, welche die Produktivität um ein Vielfaches steigern und zu einer Jahresproduktion von über 4'000'000 Bauteilen führen. Eine permanente Überwachung der Druckguteigenschaften über optische Systeme mit hochauflösenden Kameras dient der Qualitätskontrolle, und eine bei Bedarf klimatisierte und konditionierte Einhausung ermöglicht den Einsatz chemisch anspruchsvoller Werkstoffe und Härteverfahren.

Neben dem Einsatz von IR-Strahlung zur Trocknung der Schichten, können zum Beispiel basierend auf einem UV-Licht sensitiven Polymersystem die Prozesszeiten entscheidend optimiert werden, beim Aufbau von Kunststoffbauteilen. Die Aushärtung zum fertigen Bauteil erfolgt hierbei durch eine UV induzierte Polymerisation und kommt ohne eine anschließende Wärmebehandlung aus. Auf diese Weise ließen sich beispielsweise Kunststoffe oder auch Leitpasten zu 3D-Strukturen verarbeiten. Mit der Auswahl sinterfähiger Werkstoffkombinationen ist so die Massenfertigung von miniaturisierten Bauteilen, z.B. Elektroden, in einem Fertigungsschritt möglich.

Die 3D Mass Customization stellt somit ein generatives Herstellungsverfahren dar, das neben der Möglichkeit zur Kombination verschiedener Materialien auch erstmalig die Massenproduktion im dreidimensionalen Druckbereich ermöglicht.

Exentis DNA

Die Prozesskette, vom ersten Versuch bis zur grossseriellen Fertigung, beinhaltet im Wesentlichen sieben Eckpfeiler, welche Ihnen von der Exentis aus einer Hand zur Verfügung gestellt werden – die sogenannte Exentis DNA: In einem ersten Schritt werden mit dem Kunden die bauteilspezifischen Produktionsanforderungen definiert, und die Anlage sowie Peripherie entsprechend ausgelegt. Der Materialwahl, in Bezug auf Bauteileigenschaften, kommt eine wichtige Bedeutung zu und ist ein Bestandteil des Know-hows, das wir dem Kunden vermitteln.



*Good Manufacturing Practise: Reinraum- & Pharmafähigkeit

Die Formulierung und Herstellung der Pasten ist entscheidend für die Herstellbarkeit der Bauteile mittels 3D-Siebdruckverfahren. Je nach Druckhöhe und Feinheit der Strukturen muss ein anderer Ansatz verfolgt werden. Mit der eigenen Herstellung der Siebe garantieren wir ein hohes Mass an Flexibilität bei der Abstimmung der Pasten auf das Werkzeug zur Herstellung der Bauteile. Die Erfahrung im Bereich des Siebdrucks ist eine unserer Kernkompetenzen, die uns ermöglicht schnell und zielstrebig zu den gewünschten Ergebnissen zu gelangen. In Zusammenarbeit mit führenden Anlageherstellern im Bereich des Siebdrucks sind wir in der Lage, massgeschneiderte Produktionseinheiten zu konzipieren, welche in Bezug auf Qualität, Stückzahl, Material optimiert werden. Die Kenntnisse im Bereich der Werkstoffwissenschaften ermöglichen uns für metallische und keramische Bauteile, geeignete und optimierte Sinterbedingungen zu definieren. Zu einem weiteren Alleinstellungsmerkmal gehört die Tatsache, dass Exentis die Möglichkeit bietet GMP zertifizierte Anlagen bereit zu stellen, um den Ansprüchen im Medical, Pharma und Biotech-Bereich zu genügen.

Von der Entwicklung bis zum Serienprodukt

Unser Dienstleistungsangebot beinhaltet:

- Entwicklungsprojekte,
- Lizenzverträge,
- Lohnfertigung für Sie oder
- Lieferung und Servicing von Exentis 3D Mass Customization® Anlagen

Exentis' endformnahe 3-dimensionale Siebdruckverfahren hat bereits im Rahmen der Entwicklungsprojekte mit den ersten Materialrezepturen, Prototypenlayouts und Andruckversuchen den Charakter einer späteren Produktion.

Die anschließende zum Beispiel keramische oder sintermetallurgische thermische Behandlung erfolgt in kleinerem Maßstab im Labor und liefert

dabei bereits die Parameter von Temperatur- und Atmosphärenverlauf für die spätere Herstellung bis hin zum Industriemaßstab.

Das Formgebungsverfahren 3D-Siebdruck kann vom ersten Versuch über die Prototypenherstellung zur Produktentwicklung und Herstellung beibehalten werden, so dass kein Technologiewechsel in der Entstehungskette erforderlich wird.

Wir konzentrieren uns auf Kundenlösungen abseits des bisherigen Mainstreams traditioneller Grosserienfertigung. Wir sind überzeugt, unseren Kunden mit speziell ausgewählten sowie eigens entwickelten Produktlösungen aus dem alternativen Materialspektrum und mit optimierten Druckkonzepten Mehrwert zu bieten. Orientiert an den Anforderungen des Kundens bieten wir 3D Drucklösungen zur Reduzierung der Herstellungskosten, der Optimierung von Produktspezifikation, - design und - leistung wie auch zur überdurchschnittlichen Renditeerhöhung bei unseren Kunden. Darüber hinaus offeriert Exentis handverlesene Drucklösungen aus dem traditionellen Produktspektrum.

Aus unseren Standorten Stetten und Cham in der schönen Schweiz und Hillscheid in Deutschland beraten wir die Zielgruppe der Industriellen Kunden. Geschäftspartnern offerieren wir in Verbindung mit unserem Realisierungsangebot spezifische, unterstützende Zusatzservices wo Entwicklungsprojekte oder massgeschneiderte Lizenzvereinbarungen. Lösungen aus einer Hand sind unsere Devise. Unsere Partner können sich damit vollends auf die Beratung ihrer Kunden konzentrieren. Customer Ownership verbleibt selbstverständlich bei unseren Geschäftspartnern. Auf speziellen Wunsch übernimmt Exentis selbst Beratungs- und Entwicklungsdienstleistungen für gehobene Produzenten mit professionellem Anspruch.