

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, Industrieteile, 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.

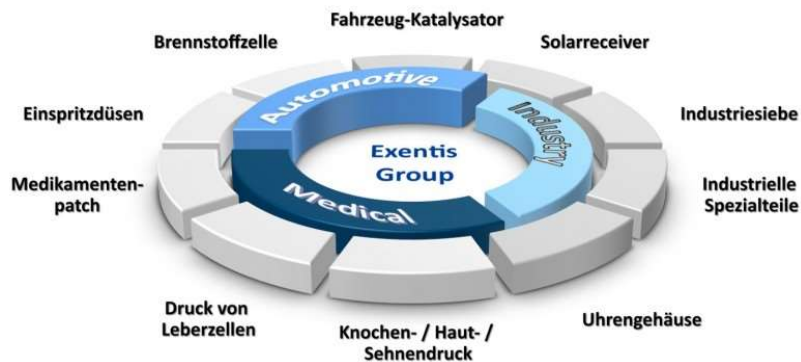
Die patentierte 3D-Siebdrucktechnologie, das Exentis 3D Mass Customization®, unterscheidet sich in drei wesentlichen Punkten von den gegenwärtig am Markt bekannten acht 3D-Druckverfahren. Es vereint die Gestaltungsfreiheit von Komponenten, gegeben durch den 3D-Druckprozess, mit der Möglichkeit der grossseriellen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



Entgegen dem allseits bekannten „3D-Rapid-Prototyping“, das nur für Einzelstücke geeignet ist, bietet die 3D-Siebdrucktechnologie bei der Herstellung komplexer Strukturen und großer Stückzahlen enorme Vorteile. Mit dem Exentis 3D-Siebdruck lassen sich geschlossene Kanäle frei in die 3D-Struktur integrieren und Strukturabmessungen ab 60 µm realisieren. Die Produktivität entspricht dabei 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

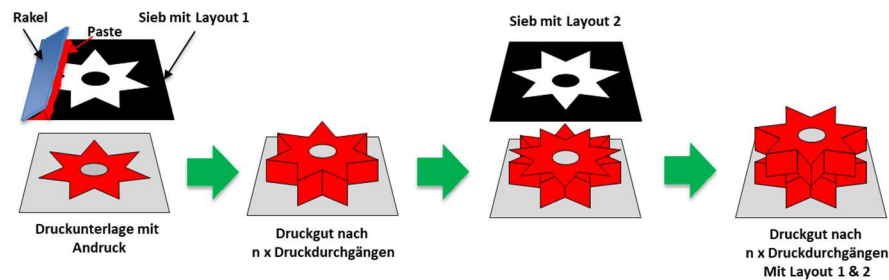
Customization®). Nachdem der Siebdruck anfänglich fast ausschließlich für den graphischen Druck verwendet wurde, gilt er heute als verlässliches und präzises Massenfertigungsverfahren. Er wird in vielen Bereichen mit großem Erfolg eingesetzt. Die 3D-Siebdrucktechnologie vereint die Vorteile des Siebdruckverfahrens mit denen der generativen Fertigung und ermöglicht als pastensystembasiertes und vor allem Kaltdruck-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?

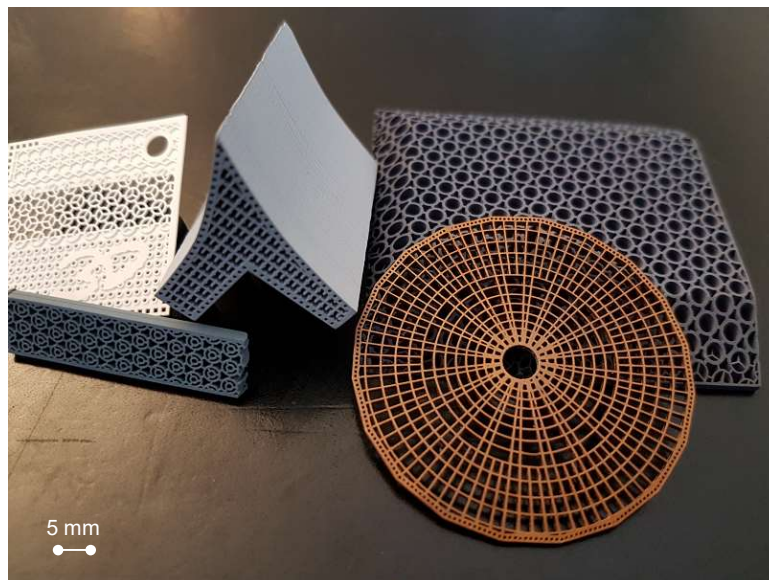
Analog zum 2D-Siebdruck geht dem eigentlichen Druckprozess die Siebherstellung voraus. Für die dreidimensionale Zielgeometrie wird hierfür das Bauteil in verschiedene CAD-Einzellayouts segmentiert, die auf die einzelnen Siebgewebe übertragen werden.

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 und vollautomatisierten 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 Software der Produktionseinheit 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 des Kunden unterschiedlich dargestellt werden kann. (Ich möchte nicht soviel verraten)

Auf diese Weise können Bauteile mit Stegbreiten sowie Kavitäten im ultrafeinen Größenbereich von bis zu $60\mu\text{m}$ bzw. $40\mu\text{m}$ realisiert werden. Der Exentis 3D Druck von komplexen Strukturen mit Hinterschneidungen und geschlossenen Hohlräumen wird 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 breite Nachfrage belegt die branchenübergreifende Einsatzmöglichkeit der Exentis 3D-Siebdrucktechnologie als innovatives Herstellungsverfahren, das seinen Platz unter den etablierten 3D Druckverfahren finden wird. Bisher konnten unter anderem Lösungen für Bauteile aus dem Bereich der Medizintechnik, automobile Anwendungen, Luftfahrt, Energietechnik, Industrieteile 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.

Bei Exentis werden dank dem Exentis 3D Mass Customization® neuartige Produktionskonzepte entwickelt, welche die Produktivität um ein Vielfaches steigern und bei ausgewählten Produkten zu einer Jahresproduktion von über 4'000'000 Bauteilen führen. Eine permanente Überwachung der Druckguteigenschaften über elektronisch gesteuerte 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 beim Aufbau von Kunststoffbauteilen entscheidend optimiert werden. 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.

Das 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 von Exentis aus einer Hand zur Verfügung gestellt werden – die sogenannte Exentis Corporate 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 dem Kunden vermittelt wird.



*Good Manufacturing Practise: Reinraum- & Pharmafähigkeit

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

Von der Entwicklung bis zum Serienprodukt

Das Exentis Dienstleistungsangebot beinhaltet:

- Durchführung von kundenspezifischen Entwicklungsprojekten,
- Vergabe von Produktionslizenzverträgen an Kunden incl Bereitstellung des Verfahrensknowhows und Lieferung wie auch Servicing von Exentis 3D Mass Customization® Produktionseinheiten
- Lohnfertigung für Kunden zum Festpreis oder
- Zulieferung von Pasten und Herstellung sämtlicher Siebe, wenn es sein muss gerne auch über Nacht.

Exentis' 3-dimensionale Siebdrucktechnologie hat bereits im Rahmen der Entwicklungsprojekte mit den ersten Materialrezepturen, Siebherstellungen,

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 Musterteilherstellung zur Produktentwicklung und Massenproduktion beibehalten werden, so dass kein Technologiewechsel in der Entstehungskette erforderlich wird.

Exentis konzentriert sich 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 Kunden 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 3D Drucklösungen aus dem traditionellen Produktspektrum.

Aus unseren Standorten Stetten in der schönen Schweiz und Hillscheid, Jena und Taufkirchen in Deutschland beraten wir die Zielgruppe der Industriellen Kunden. Geschäftspartnern offerieren wir in Verbindung mit unserem Realisierungsangebot spezifische, unterstützende Zusatzservices wie 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.