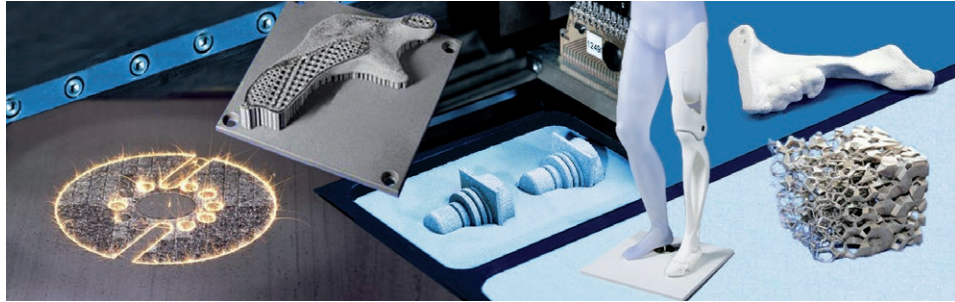


INNOVATIVES SKATEBOARD-DESIGN

GRÖSSTE EBM-ANLAGE DEUTSCHLANDS

KÜNSTLICHES GEFÄSSSYSTEM

NANO-TINTEN



Konzepte für die generative Fertigung der Zukunft

Mit den gebündelten Kompetenzen aus der generativen Fertigung und dem breit gefächerten Wissen über die zu verarbeitenden Materialien sichern wir unseren Kunden und Partnern einen entscheidenden Vorteil in der Nutzung der generativen Fertigungstechnologien.

Auf der EuroMold 2013 vom 3. bis 6. Dezember stellen wir unser breites Dienstleistungsangebot und unsere Kernkompetenzen vor. Der intensive Wissenstransfer zwischen den elf Instituten ermöglicht es uns, umfassendes Know-how in Engineering, Qualität, Technologien und Werkstoffen weiterzuentwickeln und im Sinne unserer Kunden anzuwenden – ausgewählte Beispiele aus unserem breiten Angebot präsentieren wir auf der EuroMold.

HALLE 11 STAND C68
FRANKFURT AM MAIN
3. BIS 6. DEZEMBER

Fraunhofer Direct Digital Manufacturing Conference

On March 12-13, 2014 the 2nd Fraunhofer Direct Digital Manufacturing Conference will be taking place at the Grand Hotel Esplanade in Berlin. The conference will cover the entire range of topics in Additive Manufacturing, starting with methodologies, design and simulation, right up to more application-specific topics, e.g. from the realm of tool making, electronics and medical engineering.

SCOPE – Encouraging dialogue

Purpose of the Fraunhofer Direct Digital Manufacturing Conference is an intellectual exchange between researchers, enterprises and users of Additive Manufacturing technologies in order to gather the latest information about trends, progress, importance and the future potential of these technologies. Innovations must lead to sustainable research and production through attractive products and services that are accepted by society and adopted by end-users.

Keynote Speakers

- Frits Feenstra – Senior project manager of Department of Rapid Manufacturing, TNO, The Netherlands
- Prof. Ian Gibson – Associate Professor at the Engineering Design and Innovation Centre, National University of Singapore, Singapore
- Prof. Russell Harris – Head of Additive Manufacturing Research Group, Loughborough University, UK
- Prof. Reimund Neugebauer – President of the Fraunhofer-Gesellschaft, Germany
- Dr. Ralph Resnick – President and Executive Director, NCDMM and Founding Director, NAMII, USA (req.)
- Dr. Bart van der Schueren – Executive Vice President, Materialise, Belgium

Conference Registration

	Early-Bird *	Regular
Regular	690 €	890 €
Speakers, Chairmen	590 €	790 €
Students	150 €	200 €

* Early bird registration ends on January 15.

www.ddmc-fraunhofer.de

INNOVATIVES SKATEBOARD-DESIGN



Longboard-Träger im Pulverbett der Laserstrahlschmelzanlage

Die Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle ist eine international angesehene universitäre Ausbildungsstätte, unter anderem für Industriedesigner. Im Rahmen einer Zusammenarbeit zwischen dem Industriedesign-Studenten Christoph Rafoth und dem Fraunhofer IWU wurde unter dem Motto »WERDEN + VERGEHEN« gemeinsam eine Designstudie zu einem Longboard – einer speziellen Lang-Variante eines Skateboards – erarbeitet. Das Design-Ziel war dabei neben der Verwendung gebrauchter und gewachsener Ressourcen für das Deck (das eigentliche »Brett«) die Umsetzung einer neuartigen Formensprache für die Träger. Die Träger stellen die Verbindung vom Deck

zum Antrieb mit Achsen und Rädern her. Ziel des Designers war die Vereinigung einer organischen und knochenartigen (»bionischen«) Anmutung mit der notwendigen statischen und dynamischen Festigkeit für ein Skateboard in einem einzigen, innovativen Integralbauteil.

Bei der praktischen Umsetzung der Anforderungsliste eröffnet das generative Laserstrahlschmelzverfahren dem Designer eine erstklassige Möglichkeit, seine kreativen Designvorstellungen in die Wirklichkeit umzusetzen – durch die nahezu hundertprozentige Geometriefreiheit, die dieses Verfahren für metallische Bauteile mit der notwendigen Stabilität bietet. Moderne Designwerkzeuge zur Topologieoptimierung wie das SKO-Verfahren (»Soft Kill Option«) kamen dabei zum Einsatz. Das SKO-Verfahren basiert auf der Simulation der Wachstumsregel von biologischen Kraftträgern und ist eine Methode der Bionik. Es simuliert die biologische Wachstumsregel und errechnet eine Struktur mit homogener Oberflächenspannung zur Umsetzung vorgegebener Festigkeitsparameter. Eine wichtige Anwendung ist die Bestimmung der Lage und Form von Löchern und Durchbrüchen in Bauteilen zur Gewichtsreduzierung ohne Festigkeitseinbußen. Mit Unterstützung eines leistungsstarken 3D-Modellierers für Freiformflächen konnte der Designer STL-Daten für den Laserstrahlschmelz-Bauprozess generieren.



Longboard-Konzeptstudie mit innovativem topologieoptimiertem Träger

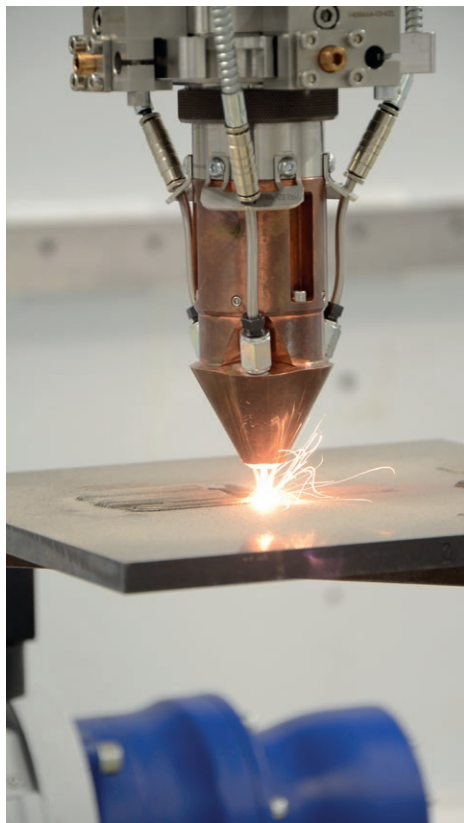
Die gewonnenen Daten boten eine große Herausforderung bei der Umsetzung in reale Bauteile. Bei der Werkstoff-Festlegung anhand der mechanischen Kennwerte wurde die Aluminiumlegierung AlSi10Mg favorisiert. Mit den Abmessungen von 240 x 170 x 130 mm und dem Ziel, beide Träger für ein Longboard (vorne und hinten) in einem Bauprozess zu fertigen, wurden die geometrischen Grenzen der Baukammer der Laserstrahlschmelzanlage nahezu ausgeschöpft. Umfangreiche Stützstrukturen an den Bauteilen ermöglichten den sicheren und verzugfreien generativen Aufbau der Teile mittels Laserstrahlschmelzen.

Die Bauteile wurden anschließend einer gezielten Wärmebehandlung unterzogen, um die Bruchdehnung (Zähigkeit) zu erhöhen. Die manuelle Nachbearbeitung der Träger

zur Realisierung einer allseitig hohen optischen Qualität der Oberflächen stellte sich als sehr umfangreich heraus. Diese nicht zu vernachlässigenden Finishing-Aufwendungen für designoptimierte, generativ gefertigte Metallbauteile sind dabei heute noch eine große Herausforderung, die es durch weitere Verfahrensentwicklung zu verringern gilt – eine Forschungsaufgabe, der sich die Wissenschaftler des Fraunhofer IWU in ihrer täglichen Arbeit stellen.

Dr. Bernhard Müller, Thomas Rädels, Thomas Töppel | Fraunhofer IWU

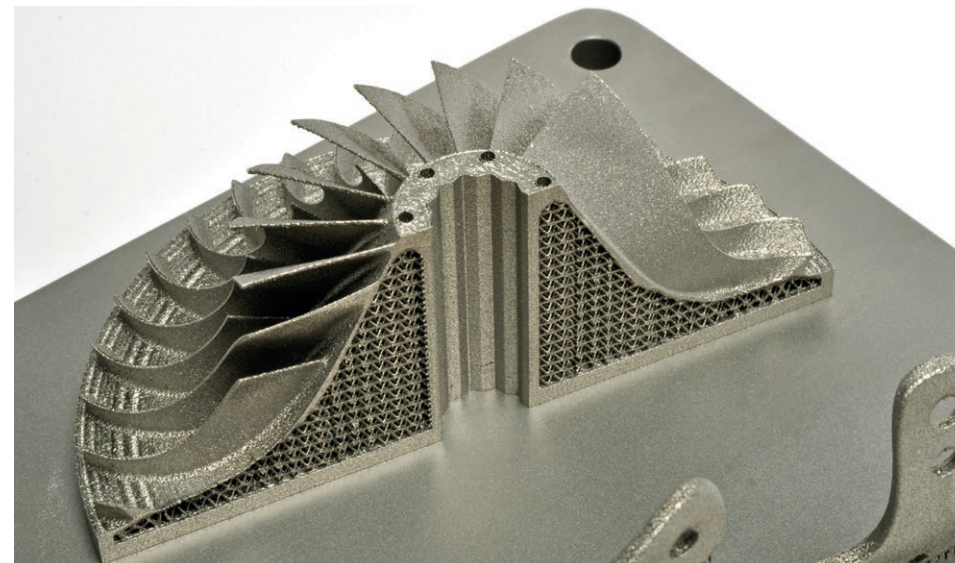
INNOVATIVE FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN – FLEXIBLE PROZESSKETTEN FÜR ADDITIVE VERFAHREN



Der Workshop betrachtet die Möglichkeiten zur Wertschöpfung mittels additiver Technologien gerade auch für kleine und mittlere Unternehmen. Dabei wird anhand konkreter Lösungen aus der Praxis die gesamte Prozesskette inklusive Vor- und Nachbearbeitungsschritten berücksichtigt. Als wichtiger Bestandteil der Prozesskette wird zudem die dreidimensionale optische Vermessung betrachtet. Diese dient zur Qualitätssicherung und ermöglicht es, Ist- und Sollzustand der Geometrie hochgenau miteinander zu vergleichen.

Dieser Workshop wendet sich an Experten aus der Industrie und der Wissenschaft, die in den Bereichen des Laserstrahlschmelzens wie dem Selektiven Laser Melting (SLM) und dem Laser-Pulver-Auftragschweißen (LPA) tätig sind. Ebenso willkommen sind Interessenten, die sich über Anwendungen in der Turbomaschinenindustrie, dem Werkzeug- und Formenbau und MRO-Zwecke informieren möchten. Basierend auf Impulsvorträgen aus Forschung und Industrie wollen wir gemeinsam mit Herstellern und Anwendern aus der lokalen Turbomaschinenindustrie in der Hauptstadtregion die Möglichkeiten additiver Fertigung vorstellen und diskutieren. Der Workshop soll zur Stärkung der interdisziplinären Zusammenarbeit in der Industrie und der Anwendungsforschung beitragen. Zudem bietet der Workshop den Teilnehmern viel Gelegenheit zum Informationsaustausch und zur Diskussion eigener Fragen.

Gemeinsam mit der Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung lädt das Fraunhofer IPK zum Workshop »Flexible Prozessketten für additive Verfahren« ein. Steigende Anforderungen an die Bauteilqualität und Prozesseffizienz in der additiven Fertigung erfordern den Einsatz abgestimmter und innovativer Fertigungsverfahren. Nur unter Einsatz geeigneter Maschinenteknik und optimierter Prozessketten ist eine effiziente Herstellung komplexer Strukturen und Bauteile möglich.



Zielgruppe

Der Workshop wurde speziell konzipiert für Geschäftsführer und Entwicklungsleiter von Unternehmen der Turbomaschinenindustrie, Luft- und Raumfahrt und des Werkzeug- und Formenbaus.

Datum

18. Februar 2014

Ort

Produktionstechnisches Zentrum Berlin
Pascalstr. 8-9
10587 Berlin

Kosten

320 Euro

Kontakt

André Bergmann
Fraunhofer IPK
Telefon +49 30 39006-107
andre.bergmann@ipk.fraunhofer.de

FRAUNHOFER IFAM DRESDEN NIMMT GRÖSSTE EBM-ANLAGE DEUTSCHLANDS IN BETRIEB



Am Dresdner Fraunhofer IFAM hat die größte Anlage Deutschlands zur generativen Fertigung dreidimensionaler Bauteile mittels Elektronenstrahlschmelzen ihren Betrieb aufgenommen:

Elektronenstrahlschmelzen (engl. Electron Beam Melting – EBM) ist ein pulverbasierter Prozess zum 3D-Druck, bei dem unter anderem hochschmelzende oder hochreaktive Werkstoffe durch einen Elektronenstrahl selektiv aufgeschmolzen werden. Unter Hochvakuum entstehen so fertige Komponenten, deren Eigenschaften, wie am Beispiel von Titan gezeigt, mit Guss- oder Knetlegierungen vergleichbar sind und die je nach Anwendungsfall nachbearbeitungsfrei sind. Damit ist EBM auch besonders rohstoffschonend.

Weitere Vorteile des Verfahrens gegenüber konventionellen Fertigungswegen sind die Designfreiheit und damit der hohe Individualisierungsgrad der Bauteile sowie die wesentlich kürzeren Zeiten sowohl für das Design als auch die Herstellung.

EBM eignet sich zur Fertigung formkomplexer Bauteile aus Werkstoffen mit hohem Anwendungspotenzial wie Titan, Titanlegierungen oder Superlegierungen. Es können Werkstoffe verarbeitet werden, die konventionell nur schwer oder gar nicht handhabbar sind. EBM ist das einzige generative Verfah-

ren, in dem Werkstoffe bis hin zu Wolfram vollständig verdichtet werden können.

Einsatzgebiete für EBM sind beispielsweise in der Luftfahrt, der Automobilindustrie und in der Medizintechnik zu finden. So kann in der innovativen Anlage beispielsweise eine komplette Turbinenschaufel in einem einzigen Arbeitsgang gefertigt werden.

Die Wissenschaftler des Fraunhofer IFAM in Dresden wollen anhand ihrer neuen Anlage die Entwicklung von Werkstoffen und des Prozesses vorantreiben, um Elektronenstrahlschmelzen zukünftig in die breite industrielle Nutzung überführen zu können. Am Dresdner Institut wird ein Anwenderzentrum aufgebaut, in dem auch Prototypen und Kleinserien hergestellt sowie Bauteiltests durchgeführt werden können. In Kombination mit der vorhandenen pulvermetallurgischen Kompetenz soll der Standort damit perspektivisch zu einem Zentrum der EBM-Technologie werden.

Dr. Burghardt Klöden | Fraunhofer IFAM

EIN KÜNSTLICHES GEFÄSSSYSTEM FÜR DIE GEWEBEZÜCHTUNG



Bild © Felicitas Gemetz

Fortschritte in der Medizin und Medizintechnik haben dazu beigetragen, dass die Lebenserwartung der Menschen in den vergangenen 150 Jahren deutlich gestiegen ist. Erkranktes Gewebe oder erkrankte Organe können heute durch Implantate und Transplantate ersetzt werden. Die regenerative Medizin hat sich zum Ziel gesetzt, körpereigenes Gewebe des Patienten im Labor zu züchten und zur Behandlung von Patienten einzusetzen. Erkranktes Gewebe soll zukünftig nicht mehr durch ein künstliches Implantat, sondern durch eine Gewebenachzüchtung ersetzt werden, die vom Körper regeneriert werden und mit dem Körper wachsen kann. Viele Aufgaben müssen noch bewältigt werden, um dieses Ziel zu erreichen. Generative Verfahren können eine Lösung bieten.

Eine zentrale Herausforderung der Gewebzüchtung ist die Versorgung von Zellen mit Nährstoffen und die Abfuhr von Stoffwechselprodukten. Dies wird im Organismus durch das Blutgefäßsystem bewerkstelligt. Wird Gewebe *in vitro* gezüchtet, ist kein Blutgefäßsystem vorhanden. Daher sterben größere Gewebekomplexe mangels Nährstoffzufuhr ab. Ein Konsortium von Fraunhofer-Instituten aus den Bereichen Life Sciences, Werkstoffwissenschaften und Instituten der Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung haben sich daher in dem Projekt BioRap® zum Ziel gesetzt, ein künstliches Blutgefäßsystem zur Versorgung von Zellen generativ zu fertigen.

Maßgeschneiderte Fertigungsverfahren

Das natürliche Blutgefäßsystem ist ein komplexes, hierarchisch aufgebautes Gebilde. Die Fertigung eines künstlichen Blutgefäßsystems erfordert daher eine generative Fertigungstechnik, die Strukturen von der Zentimeter- bis zur Mikrometerskala effizient aufbauen kann. Dies wird durch eine Kombination von 3D-Druckverfahren und einem laserbasierten Zwei-Photonen-Prozess erreicht. Für diesen Fertigungsprozess wurden geeignete Materialien entwickelt, sodass die künstlichen Blutgefäße biokompatibel und biofunktionalisierbar sind und hinsichtlich ihrer mechanischen Nachgiebigkeit und Festigkeit natürlichen Blutgefäßen entsprechen. Sobald es prinzipiell möglich ist, einen komplexen Aderbaum zu bauen, stellt sich die Frage nach dessen optimaler Auslegung. Durchmesser, Länge und Verzweigungswinkel der einzelnen Äste des Systems wurden mittels eines biomimetischen Ansatzes und fluidmechanischen Berechnungen optimiert. Abschließend wurden Bioreaktoren entwickelt, die das Adersystem aufnehmen können, und in denen erste Versuche zur Zellbesiedlung durchgeführt wurden.

Ausblick

Generative Verfahren können durch die intensive Zusammenarbeit von Medizinern, Biologen, Werkstoffwissenschaftlern und Prozesstechnologen zu Fortschritten in der regenerativen Medizin und der Gewebe-

züchtung beitragen. Die Entwicklung des Blutgefäßsystems wird zurzeit im EU-Projekt »ArtiVasc3D« mit 16 Partnern aus sieben Ländern mit dem Ziel fortgesetzt, ein vaskularisiertes, dreilagiges Hautmodell zu entwickeln. Generative Verfahren besitzen das Potenzial, eine wichtige Rolle in der Biomedizin zu spielen: Die Biofabrikation beschäftigt sich mit Verfahren, mit denen funktionale biomedizinische Werkstoffe und auch Zellen direkt in 3D-Druckprozessen abgelegt werden können. Auch wenn diese Aktivitäten gegenwärtig eher der Grundlagenforschung zuzuordnen sind, haben die Teilergebnisse der Projekte direkt umsetzbare Anwendungen: Generativ gefertigte biokompatible Elastomere haben Anwendungen in der plastischen Chirurgie und darüber hinaus: Optimal ausgelegte Adersysteme entsprechen auch optimal ausgelegten Kühlkanalsystemen.

Dr. Raimund Jaeger | Fraunhofer IWM

Weitere Informationen

www.artivasc.eu
www.biorap.de

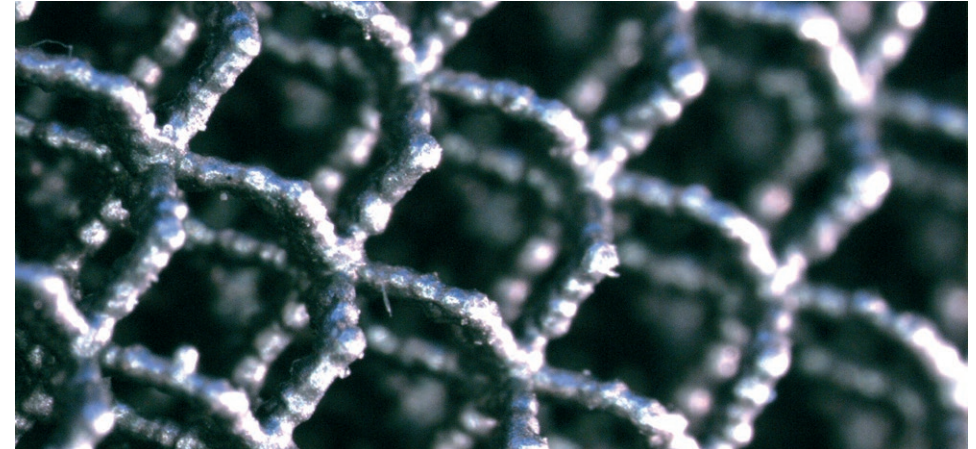
Das Konsortium »Additiv-generative Fertigung – Die 3D-Revolution zur Produkt-herstellung im Digitalzeitalter« zählt zu den zehn Gewinnern des Forschungsprogramms »Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation«. Die Innovationsinitiative wurde 2012 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF ausgeschrieben. 59 Projektkonsortien mit über 1000 vorwiegend ostdeutschen Partnern bewarben sich um den 500 Mio € umfassenden Fördertopf.

In dem vom Fraunhofer IWS koordinierten Verbundvorhaben »Additiv-generative Fertigung« kooperieren mehr als vierzig Partner aus Industrie und Wissenschaft, vorwiegend aus den neuen Bundesländern. Alle in den neuen Bundesländern ansässigen Mitgliedsinstitute der Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung sind im Forschungskonsortium vertreten, in besonders exponierter Weise das Fraunhofer IPK und das Fraunhofer IWU, die jeweils eines der vier Technologie-Startprojekte koordinieren.

Funktionsintegrierte Strukturen

Im Startprojekt des Fraunhofer IWU mit dem Titel »Funktionsintegrierte Strukturen« werden sich die Forschungspartner der Entwicklung und industriellen Einführung generativ gefertigter Funktionsstrukturen für unterschiedliche industrielle Anwendungen mit unterschiedlichen funktionalen

Anforderungen an die erzeugten Strukturen widmen. Alle denkbaren und sinnvollen Ausprägungen und Typen von Funktionsstrukturen mit industrieller Relevanz sollen dabei Berücksichtigung finden, beispielsweise Mikro- und Schaumstrukturen, Regelgitter- und Fachwerkstrukturen, homogene und gradierte oder lokal variierte Strukturen sowie Makrostrukturen einschließlich bionischer und topologieoptimierter Strukturen. Zehn KMU aus fast allen neuen Bundesländern, zwei Forschungseinrichtungen und ein Großunternehmen aus den alten Bundesländern kooperieren in einer für das Gesamtvorhaben exemplarischen Weise, um generativ gefertigte Funktionsstrukturen für verschiedene Werkstoffgruppen (Metall, Kunststoff und Keramik) unter Einbeziehung der entsprechend relevanten generativen Fertigungsverfahren (Laserstrahlschmelzen, Fused Deposition Modeling, 3D-Drucken), verschiedene Industriezweige und Branchen (zum Beispiel Leichtbau, Werkzeugbau oder Medizintechnik) entlang der gesamten Wertschöpfungskette reif für den Eintritt in neue Märkte und für die Nutzung durch anwendende Unternehmen zu machen. Im Sinne des sozio-ökonomischen Ansatzes des Gesamtvorhabens »Additiv-generative Fertigung« sollen völlig neue Produkte sowohl für die industrielle Anwendung als auch für Endverbraucherprodukte hergestellt und vermarktet werden.



Entwicklung von Prozessketten für robuste Serienprozesse

Das Fraunhofer IPK entwickelt im Technologieprojekt 3 im Verbundvorhaben »Entwicklung von Prozessketten für robuste Serienprozesse« Lösungen für wettbewerbsfähige Produktfertigungen.

Für Unternehmen des Turbomaschinenbaus, der Luftfahrt, des Werkzeugbaus sowie der Konsumgüterindustrie soll durch nachhaltige Produktionsprozesse und Produkte ein signifikanter Vorsprung erzielt werden, um zukünftig im internationalen Wettbewerb technologische und wirtschaftliche Vorteile auszuschöpfen.

Markttreiber wie Individualisierung und Funktionalisierung von Produkten, Ver-

knappung fossiler Rohstoffe, Klimawandel, Reduktion der Produktionskosten und der demografische Wandel in Deutschland fordern Unternehmen zur Einführung neuer flexibler Fertigungsverfahren und deren Beherrschung. Um zukünftig im Absatzmarkt bestehen zu können, werden im Technologieprojekt Kernelemente wie Prozess- und Bearbeitungstechnologien für Produkte, vor- und nachgelagerte Prozesse, Prozessketten sowie Sicherungssysteme über die gesamte Wertschöpfungskette betrachtet. Das Teilprojekt konzentriert sich auf drei Hauptziele:

- Entwicklung flexibler Prozessketten für den Aufbau einer bedarfsgerechten, individualisierten und effizienten Fertigung,
- Entwicklung und Integration von Prozessüberwachungs- und Zustandserfassungs-

systemen für robuste Fertigungsprozesse in der Serienproduktion,

- Optimierung der entwickelten Prozessketten für verschiedene Anwendungsszenarien.

Zur Zielerreichung werden, basierend auf unternehmensorientierten Anwendungsszenarien kleiner, mittlerer und großer Unternehmen, entlang einer marktorientierten Roadmap Prozessketten für die neuen additiven Technologien entwickelt. Diese berücksichtigen den gesamten Produktlebenszyklus vom Design über die Fabrikplanung, die Fertigung, das Qualitätsmanagement bis hin zum Recycling. Für die Prozesskettenentwicklung werden die Technologien selbst (Laserstrahlschmelzen, Laser-Pulverauftrag-Schweißen, 3D-Drucken, Selectives Laser-Sintern) und ihre Schnittstellen untersucht. Im Mittelpunkt steht die Entwicklung geeigneter Überwachungs- und Diagnosesysteme, die auch in die verschiedenen Maschinensysteme zur robusten Prozessführung integriert werden können.

Um eine anwendungsnahe industrielle Übertragung der entwickelten Prozessketten für Unternehmen zu erreichen, werden Design-Richtlinien, Qualitätssicherungssysteme für robuste Fertigungsprozesse sowie ein Nachhaltigkeitsmanagement für Material und Personal in der Individual- und

Serienfertigung gestaltet. Die Ergebnisse im dritten Teilprojekt versetzen Unternehmen in die Lage, entlang der Wertschöpfungskette hochkomplexe Produkte wesentlich energie- und materialeffizienter sowie sicher und robust zu fertigen.

André Bergmann | Fraunhofer IPK
Dr. Bernhard Müller | Fraunhofer IWU

FabLab

Das Fraunhofer UMSICHT startet eine FabLab-Initiative: Bürger sind eingeladen, kooperativ mit Wissenschaftlern auf dem Themengebiet der digitalen Produktion zu forschen und zu entwickeln. Jeweils am 1. und 3. Mittwoch jedes Monats findet ein offener Abend in der DEZENTRALE Dortmund statt, an dem neue Projekte rund um den 3D-Druck entwickelt werden. Das übergeordnete Ziel ist der Einstieg in eine neue Produktions- und Konsumkultur, die sich Ressourceneffizienz, Recycling und einer Reparaturkultur gleichermaßen verpflichtet fühlt.

Datum

Jeden 1. und 3. Mittwoch im Monat

Ort

DEZENTRALE – Gemeinschaftslabor für
Zukunftsfragen
Richardstraße 18
44137 Dortmund

Kontakt

René Eppler
Fraunhofer UMSICHT
Telefon +49 208 8598-1433
rene-dirk.eppler@umsicht.fraunhofer.de

Heterotopia

Heterotopia, dieser von Michel Foucault geprägte Begriff für Orte, die Raum und Zeit entrückt sind und deren Realität völlig anderen Regeln folgt, ist das Leitmotiv für den neuen Graduate-Studiengang an der Folkwang-Universität der Künste (Essen). Fraunhofer UMSICHT ist Kooperationspartner von Heterotopia. Im Rahmen dreijähriger künstlerischer Entwicklungsvorhaben haben Studenten jeglicher Fachrichtungen hier die Möglichkeit, die Produktionswelt von morgen völlig neu zu denken. Vor allem die Verbindung digitaler Produktionstechniken mit einer Renaissance der Handwerkskultur steht dabei im Zentrum.

Kontakt

Folkwang-Universität der Künste
Heterotopia – Studio 05 für Experimentelle
Nachhaltigkeit

Weitere Informationen

www.folkwang-heterotopia.de

VIRTUAL ENGINEERING UND ADDITIVE MANUFACTURING FÜR KOMPLEXE VERBUNDFASERKÖRPER

Alle gegenwärtig eingesetzten Fertigungsverfahren zur Herstellung von zylindrischen oder hohlförmigen Verbundfaserkörpern wie Zentrifugenrotoren bieten bisher nur eingeschränkte Fertigungsqualitäten.

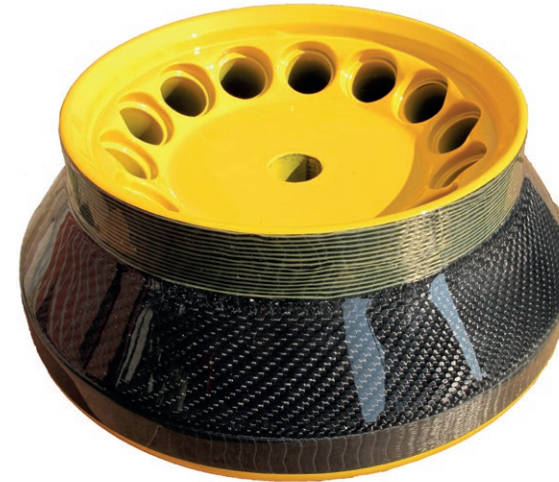
Um den Ansprüchen an diese teuren und hochbelastbaren Produkte zu genügen, müssen zur Erzielung qualitativ hochwertiger Oberflächen aufwändige Bearbeitungsverfahren folgen. Dadurch werden jedoch die Fertigungskosten deutlich erhöht und die Vermarktung der Produkte erschwert. Auch die Durchtränkung der Fasern erfordert hohen Aufwand, ohne jedoch das für die Belastbarkeit der Verbundfasern gewünschte Optimum zu erreichen. Weiterhin können nachteilige Gaseinschlüsse mit den bekannten Fertigungsverfahren nicht vollständig aus den Faserverbunden evakuiert werden.

Um die beschriebenen Nachteile zu beseitigen, entwickeln das Fraunhofer IFF, die carbonic GmbH aus Magdeburg und Siebert Hydraulik aus Stendal eine neuartige Fertigungstechnologie zur Herstellung von Verbundfaser-Rotoren unter Nutzung erhöhter Schwerkkräfte (Schleuderinfusionsverfahren). Der Lösungsansatz basiert auf der Erzeugung höherer Schwerkkräfte, wodurch Gaseinschlüsse effektiv verdrängt und gleichzeitig Oberfläche und Durchtränkung optimiert werden. Das technische Ziel umfasst dabei sowohl die Anlagen- als auch die Prozessentwicklung.

Zu Beginn wurde mittels grundlegender Untersuchungen zunächst ein Basismodell definiert, das die Möglichkeit bietet, über mehrere Versuchsreihen eine iterative Optimierung der Gesamtanlage hinsichtlich Drehzahl, Druckübertragung und Harzfüllvorgang vorzunehmen. Eine wichtige Unterstützung in der frühen Phase der Produktentwicklung leistet hier ein vom Fraunhofer IFF auf der Basis von Modelica und Dymola entwickeltes Softwaretool, mit dem parallel zur Anlagenentwicklung eine digitale Beschreibung, Modellierung und Simulation des Infusionsprozesses gewährleistet werden kann (Virtual Engineering).

Die bisher durchgeführten Berechnungen und die Simulation unter Fertigungsbedingungen lassen für das Schleuderinfusionsverfahren folgende Vorteile erwarten:

- Senkung der Ausschussrate von derzeit 20 auf unter 5 Prozent,
- Erreichung geforderter Oberflächenqualitäten ohne Nacharbeit oder Gelcoat-Vorbehandlung, dadurch Verkürzung der Fertigungszeit um circa 20 Prozent,
- Verbesserung des mechanischen Eigenschaftsprofils der Verbundfasern,
- Verbesserung der Oberflächenbeständigkeit (keine Fehlstellen oder Lunker),
- Beschleunigung des Harzinfusionsvorgangs von mehr als 1,5 Stunden auf wenige Minuten.



Aufgrund der anspruchsvollen Formkonstruktion wird die Fertigung der geometrisch komplexen Bereiche des Formwerkzeugs durch generative Fertigungstechnologien unterstützt. Dadurch ist es möglich, auch Hinterschnidungen oder bei Bedarf konturnahe Geometrien bereits während der Formherstellung und Faserbelegung zu erzeugen. Speziell die Füllkörper der Becheraussparung mit ihren vielen komplexen Freiformflächen lassen sich durch generative Fertigungsverfahren wesentlich schneller und kostengünstiger produzieren als mit konventionellen Fertigungsverfahren.

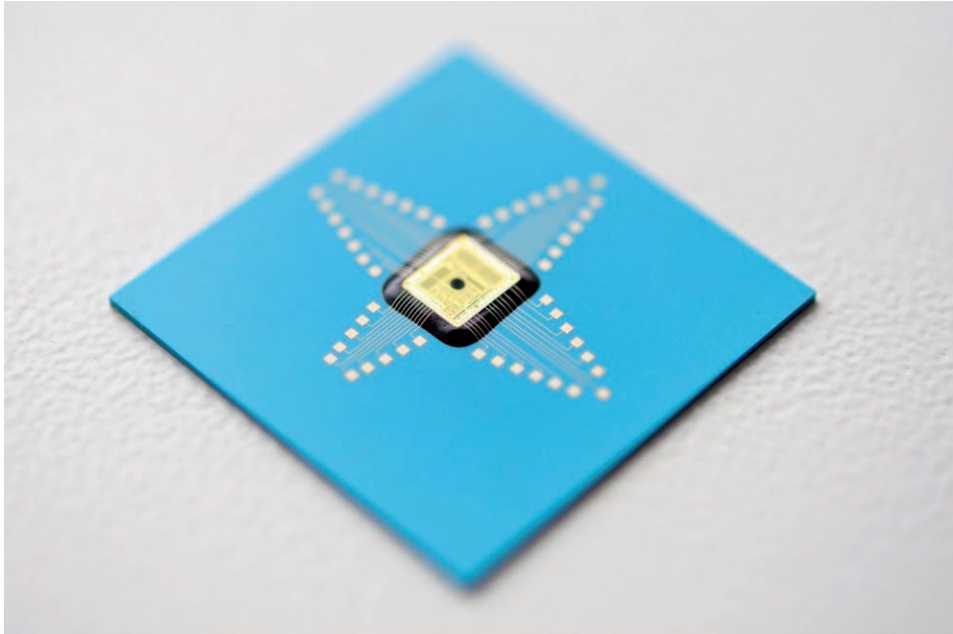
Darüber hinaus kann durch die Verwendung lasergesinterter Einlegeteile für die Rotorgießformen neben der Gewichtsreduktion eine deutliche Verringerung der Rotationsenergie erzielt werden.

Zur Bereitstellung der notwendigen hohen Stückzahlen werden das Selective Laser Sintering und die Vakuumgieß-Technologie kombiniert. Parallel wird die Gesamtkonstruktion faserverbundgerecht optimiert.

Im Ergebnis führt die Verknüpfung von Virtual Engineering und generativer Fertigung zu einer Einsparung der Entwicklungskosten bis zu 20 Prozent und die Nutzung der Schleuderinfusionstechnologie zu einer deutlichen Kostensenkung durch die reproduzierbare Herstellung qualitativ hochwertiger Verbundfaserkörper.

Dr. Uwe Klaeger | Fraunhofer IFF Magdeburg

NANO-TINTEN FÜR DEN INKJET- UND AEROSOLDRUCK



Die Anwendung des Inkjet- und Aerosol-drucks für den Aufbau mehrdimensionaler Strukturen hat seit einigen Jahren im Bereich der Mikroelektronik und Sensorik stark zugenommen. Vor allem der Aufbau hoch-integrierter Schaltungen, bei denen verschiedene Bauteile in 2,5D oder 3D miteinander verbunden werden müssen, erzwingt den Einsatz dieser Drucktechnologien. Während mit dem Inkjetdruck kleine Stufen von einigen Mikrometern überdruckt werden können, sind mit dem Aerosoldrucker 3D-Drucke über Kanten und Radien mehrerer Millimeter möglich.

Um eine stabile Abscheidung der Tinten zu gewährleisten, müssen diese an die Druck-technologie und Anwendung angepasst werden. Das Fraunhofer IKTS hat im Rahmen mehrerer Projekte Edelmetall-Nano-Tinten entwickelt, die hinsichtlich ihrer Eigenschaften wie

- Viskosität,
- Feststoffgehalt,
- Oberflächenspannung,
- Lösungsmittel,
- Partikelgröße und
- Einbrandverhalten

individuell an die Anwendungsspezifika angepasst werden können. Basis dafür ist eine Syntheseroute, die es ermöglicht, die Partikelgröße und Partikelgrößenverteilung zu variieren. Die aus diesen Nanopartikeln entwickelten Silber-, Gold- und Platin-Nanotinten erlauben zum Beispiel, auf temperaturempfindlichen Substraten leitfähige Schichten zu generieren, die nach einem Einbrand bei 100 °C leitfähig sind. Im Gegensatz dazu werden Tinten an weniger temperatursensible Substrate adaptiert, die erst ab Einbrandtemperaturen über 450 °C elektrisch leitfähig werden.

Die Kombination von Tinte und Drucktechnologie erlaubt es, feinste Leiterbahnen beispielsweise zur Chipkontaktierung mittels Aerosoldruck zu erzeugen (siehe Bild). Das Layout für den 3D-Druck wird als CAD-Layout generiert und direkt auf den Drucker übertragen. Dadurch ist es möglich, selbst aufwändige Strukturen in kurzer Zeit herzustellen. Auf der Basis der Edelmetall-Nano-Tinten wurden verschiedene Aufbauten für elektrische Kontaktierungen, Heizer und die Sensorik gedruckt. Eine Herausforderung ist neben dem homogenen 3D-Druck, die Haftung und das Einbrandverhalten auf den verschiedenen Substratoberflächen. Bei der Chipkontaktierung muss die Tinte auf der sehr glatten Siliziumoberfläche des Chips genauso gut haften wie auf der weniger

glatten Oberfläche des Klebers an der Kante und dem keramischen Substrat.

Um den Wunsch nach kostengünstigen Tintenwerkstoffen nachzukommen, werden nanoskalige Kupfertinten für den Inkjet- und Aerosoldruck entwickelt. Diese befinden sich in der Erprobung auf Polymersubstraten und sind in ausgewählten Anwendungsfeldern eine preiswerte Alternative zu Silbertinten.

Dr. Sindy Mosch, Dr. Steffen Ziesche
Fraunhofer IKTS

EIN THEMA – ELF INSTITUTE – EINE ALLIANZ

Fraunhofer IFAM | www.ifam.fraunhofer.de

Fraunhofer IFF | www.iff.fraunhofer.de

Fraunhofer IKTS | www.ikts.fraunhofer.de

Fraunhofer ILT | www.ilt.fraunhofer.de

Fraunhofer IPA | www.ipa.fraunhofer.de

Fraunhofer IPK | www.ipk.fraunhofer.de

Fraunhofer IPT | www.ipt.fraunhofer.de

Fraunhofer IWM | www.iwm.fraunhofer.de

Fraunhofer IWU | www.iwu.fraunhofer.de

Fraunhofer IZM | www.izm.fraunhofer.de

Fraunhofer UMSICHT | www.umsicht.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung

www.generativ.fraunhofer.de

Sprecher der Allianz

Dipl.-Ing. Axel Demmer

Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung

c/o Fraunhofer IPT

Steinbachstraße 17

52074 Aachen

Telefon +49 241 8904-130

info@generativ.fraunhofer.de

Titelbild:

Longboard-Träger im Pulverbett der

Laserstrahlschmelzanlage