

Freeformer 300-4X auf der K-Messe vorgestellt

Im Arburg Innovation Center am wbk wird seit einigen Jahren die Integration von Endlosfasern im Arburg Kunststoff-Freiformen (AKF) betrachtet. Dabei wurden im Projekt bereits zwei prototypische Anlagen zusammen mit Arburg entwickelt. Auf der K-Messe 2019 präsentiert Arburg jetzt erstmals einen Freeformer 300-4X welcher zusammen mit dem wbk entwickelt wurde. Der Freeformer 300-4X verfügt über drei Austrageinheiten für Kunststoff. Dadurch können Bauteile aus bis zu drei verschiedenen Kunststoffmaterialien hergestellt werden. Weiterhin verfügt die Anlage über eine Zuführreinheit für die Integration von Verstärkungsfasern. War bei der bisherigen Version am wbk die Faserorientierung noch durch das Drehen der gesamten Zuführreinheit um die Düse realisiert worden, so ist nun bei der neu entwickelten Anlage die Faserzuführreinheit starr und der Bauteilträger wird gedreht. Dadurch lassen sich bei gesteigertem Prozessstabilität und Formflexibilität die Verstärkungsfasern auf dem Bauteilträger in beliebiger Richtung ablegen. Die Glas- oder Kohlenstoff-

fasern werden über eine Rolle zugeführt und direkt mit Kunststoff überdruckt, sodass dieser die Faser umschließt. Eine weitere Neuerung des Freeformers 300-4X ist die Integration einer Schneideeinheit für die Verstärkungsfasern in der Anlage. Damit lassen sich lokal faserverstärkte Kunststoffbauteile additiv herstellen. Als Beispiel für die im Projekt entwickelte Faserverstärkung in der additiven Fertigung wurde auf der K-Messe 2019 eine Handorthese aus der Medizintechnik vorgestellt. Dieses Funktionsbauteil zeigt das große Potential des neuen Freeformers 300-4X. Die in der Orthese stark beanspruchten Bereiche werden durch Kohlenstofffasern verstärkt, während ein weicher Kunststoff überall dort eingesetzt wird, wo es den Komfort des Patienten erhöht. Die Vorstellung des Freeformer 300-4X auf der K-Messe 2019 ist ein erfolgreiches Beispiel für ein bilaterales Projekt zwischen dem wbk und dem langjährigen Projektpartner Arburg. Quelle: ARBURG Pressemitteilung Freeformer K2019



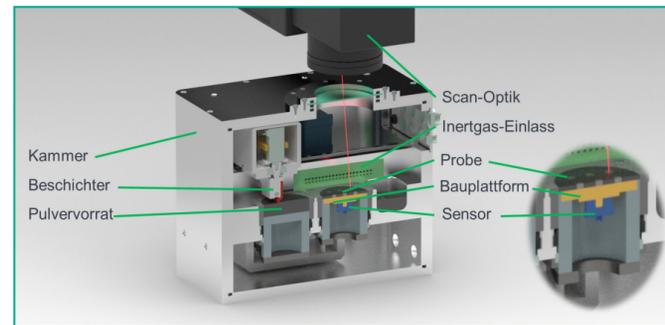
Freeformer 300-4X, Quelle: ARBURG

Ansprechpartner:
Jörg Dittus, M. Sc.
Telefon: +49 1523 9502571
E-Mail: joerg.dittus@kit.edu

KitkAdd – Planung kombinierter Technologieketten und Prozessüberwachung für das LPBF

Ziel des Vorhabens

Die additive Fertigung ermöglicht Anwendern eine hohe Funktionsintegration, individualisierte Produkte und eine wirtschaftliche Produktion in Kleinserie. Dadurch steigt die industrielle Bedeutung solcher Verfahren. Das Laser Powder Bed Fusion (LPBF) ist hierbei hervorzuheben, weil es bereits im Bereich des Prototypenbaus und der Kleinserienfertigung etabliert ist. Um die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zu verbessern, hat das wbk an folgenden zwei Themenfeldern einen Beitrag zur Forschung geleistet:



Versuchsaufbau zur Untersuchung der akustischen Prozessüberwachung

Entwicklung kombinierter Technologieketten

Um das Laserstrahlschmelzen optimal einzusetzen, können lediglich spezifische Funktionsträger, d.h. Einzelbereiche eines Bauteils, additiv gefertigt werden. Etablierte Fertigungsverfahren, wie Zerspanen oder Gießen, kommen für Funktionsträger zum Einsatz, für die sie wirtschaftlicher sind. Um die Auswahl möglicher und wirtschaftlicher Prozessketten zu unterstützen, wurde am wbk eine Software entwickelt, die automatisiert Technologieketten generiert, bewertet und optimiert. Mit Hilfe dieses Tools konnten für drei verschiedene Produkte geeignete Technologieketten geplant werden.

Prozessüberwachung

Um im Prozess innenliegende Strukturen und Defekte frühzeitig erkennen und charakterisieren zu können, wurde am wbk ein neuartiges Messkonzept entwickelt und umgesetzt. Durch die Integration eines hochempfindlichen Körperschallsensors konnten akustische Signale während der Laserbearbeitung aufgezeichnet und ausgewertet werden. Durch den Einsatz künstlicher Intelligenz war es möglich, anhand der akustischen Signale die resultierende Bauteilqualität in Form der Bauteildichte zuverlässig vorherzusagen.

Ausblick

Die vielversprechenden Ergebnisse des Forschungsprojektes KitkAdd werden in den Projekten ReAddi und MeSATech fortgeführt. Dabei sollen neue Technologieketten untersucht und weitere Messtechnikkonzepte erprobt werden. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das Projekt KitkAdd.

Ansprechpartner:
Niclas Eschner, M. Sc.
Telefon: +49 1523 9502573
E-Mail: niclas.eschner@kit.edu

Hackathon 2019 unterstützt durch kardex remstar, artiso und Balluff

Am 14. und 15. Mai fand am wbk die 2. Auflage des Hackathons unterstützt von Kardex Remstar, Artiso und Balluff statt. Acht Teams aus Studierenden hatten insgesamt 36 Stunden, um die Jury aus Forschung und Wirtschaft von der Innovationskraft und Relevanz ihrer Idee und ihres Prototypen zu überzeugen. Die Vorbereitung auf den dreiminütigen Pitch wurde von Explain übernommen.

„Der Hackathon ist eine wunderbare und intensive Veranstaltung bei der wir unsere Produkte manchmal völlig neu eingesetzt sehen, deshalb machen wir da auch so gerne mit“, so Josip Kopic von Balluff.

Tatsächlich hatten die Teilnehmer Produkte zur Verfügung, die noch vor der Markteinführung stehen, so zum Beispiel ein neuentwickelter Multisensor von Balluff oder der vollintegrierte und vernetzte Megamat von Kardex. Technisch unterstützt wurden die Teilnehmer über die gesamte Zeit von Entwicklern von Artiso, Balluff und Kardex.

Den diesjährigen Hackathon konnte ein Team aus Informatikern und Wirtschaftsingenieuren für sich entscheiden. Das Siegerteam entwickelte eine Lösung zur Ermittlung des platzeffizientesten Packungsbildes für den Versand. Die vorgestellte Lö-

sung bestand aus einem Optimierer, der basierend auf den Kamerabildern der Pakete das günstigste Packbild ermittelt und dem Werker als AR-Objekt in den Verpackungskarton projiziert. Um zusätzlichen Aufwand zur Bestätigung zu vermeiden, konnte die Positionierung des Pakets durch 4 Waagen ermittelt werden, sodass dem Verpacker ein echtzeitnahes Feedback geboten werden konnte.

Ansprechpartner:
Constantin Hofmann, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502583

Neueinstellungen



Simon Rieß, M.Sc.
Agile Produktionssysteme
zum 01.06.2019



Pascal Wagner
Auszubildender
zum 01.09.2019



Marco Batschkowski, M.Sc.
Qualitätssicherung in der additiven Fertigung
zum 01.09.2019



Victor Lubkowitz, M.Eng.
Additive Fertigung mittels Selektivem Laserschmelzen
zum 15.09.2019



Jannik Schwalm, M.Sc.
Hybride Zerspanungsprozesse
zum 01.11.2019



Martin Benfer, M.Sc.
Globale Produktionsstrategien
zum 01.11.2019



Edgar Mühlbeier, M.Sc.
Industrie 4.0
zum 15.07.2019



Peer Kjert Löhr
Auszubildender
zum 01.09.2019



Andres Hillgardt, M.Sc.
Simulation von Zahnverfahren
zum 01.09.2019



Marco Wurster, M.Sc.
Künstliche Intelligenz für die Produktionsplanung
zum 01.10.2019



Patrizia K. Gartner, M.Sc.
Produktionsplanung für medizintechnische Produkte
zum 01.11.2019



Niklas Matkovic, M.Sc.
Leichtbaufertigung
zum 15.11.2019



Eduard Gerlitz, M.Sc.
Batterieproduktion
zum 15.07.2019



Marvin Carl May, M.Sc.
Maschinelles Lernen in der Produktionsplanung
zum 01.09.2019



Christine Pommerening
Service Center Personal Finanzen und Controlling
zum 01.09.2019



Felicitas Böhlend, M.Sc.
Ressourceneffizienz in der Zerspanung
zum 01.11.2019



Jan-Philipp Kaiser, M.Sc.
Qualitätssicherung im Bereich Remanufacturing
zum 01.11.2019

Promotionen

Dipl.-Ing. Christopher Ehrmann
Ausfallfrüherkennung von Ritzel-Zahnstangen-Trieben mittels Acoustic Emission

Ramona Pfeiffer (geb. Singer), M.Sc.
Untersuchung der prozessbestimmenden Größen für die anforderungsgerechte Gestaltung von Pouchzellen-Verpackungen

Wenn Sie Ihre Adresse ändern oder sich aus dem Topics-Verteiler abmelden möchten, schreiben Sie uns: kontakt@wbk.kit.edu

Impressum

wbk Institut für Produktionstechnik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Kaiserstr. 12 | 76131 Karlsruhe
www.wbk.kit.edu
ISSN: 2509-4378 (Print), 2509-4386 (Online)



Innovationscampus • HiPTSLAM • CoPoT • MeSATech • RedAddi • ActivePower • FiberAdd • Freeformer • KitkAdd

Editorial

Liebe Freunde und Partner des wbk,

wir blicken auf ein erfolgreiches Jahr 2019 zurück und freuen uns sehr, in der aktuellen Ausgabe unsere Arbeiten aus dem Forschungsschwerpunkt Additive Fertigung darstellen zu können. Zuletzt berichteten wir aus diesem thematischen Schwerpunkt in der Ausgabe 1/2017 und wir hatten zugegebenermaßen Schwierigkeiten, die damalige Ausgabe zu füllen. Der Forschungsschwerpunkt, damals noch unter dem Titel „Generative Fertigung“, war seinerzeit sehr jung und stand entsprechend erst am Anfang. Doch seither hat sich nicht nur der Titel geändert, sondern es wurde eine Vielzahl von Projekten in allen drei wbk-Forschungsbereichen eingeworben und

teilweise auch abgeschlossen, sodass wir den Forschungsschwerpunkt am wbk erfolgreich etablieren konnten. Besonders stolz sind wir dabei darauf, dass wir von der Materialentwicklung über die Fertigungsprozesse und Anlagen bis hin zur Linienintegration aktiv sind und dabei die Qualitätssicherung auf allen Ebenen integrieren. Zudem deckt das wbk mit Prozessen für Kunststoffe, Metalle und Keramiken auch materialseitig alles ab, was aus industrieller Sicht relevant ist. Das Interesse unserer Partner kann durch die sehr hohe Anzahl an BMBF-Projekten festgehalten werden, von denen wir die neusten in dieser Ausgabe vorstellen. Lassen Sie sich überraschen, welche Vielfalt im Bereich der Additiven Fertigung in den letzten drei Jahren am wbk entstanden ist und kommen Sie auf uns zu, wenn auch Sie in einer Kooperation jedweder Art auf unser

Knowhow zurückgreifen möchten.



Auch in diesem Jahr verzichten wir auf Weihnachtsgeschenke zugunsten einer Spende an die Hilfsorganisation „Ärzte ohne Grenzen e.V.“. Wir bedanken uns ganz herzlich für Ihr Vertrauen in den diversen Zusam-

menarbeiten und versichern, dass wir Ihnen auch im nächsten Jahr ein verlässlicher Partner sein werden. Ihnen und Ihren Familien wünschen wir ein frohes Weihnachtsfest sowie ein gesundes und erfolgreiches Jahr 2020.

Ihr wbk-Team

Innovationscampus - Mobilität der Zukunft

Advanced Manufacturing für eine zukunftsweisende Mobilität

Im Juli 2019 wurde vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) des Landes Baden-Württemberg das transuniversitäre Forschungsprojekt „InnovationsCampus – Mobilität der Zukunft“ zwischen der Universität Stuttgart und dem Karlsruher Institut für Technologie ins Leben gerufen. Der Innovationscampus wird vom Ministerium mit rund 10 Millionen Euro gefördert und hat zum Ziel, durch exzellente sowie anwendungsorientierte Forschung in den Bereichen Produktion und Mobilität, neue Technologien mit disruptivem Charakter hervorzubringen. Das KIT und die Universität Stuttgart bündeln ihre Kompetenzen in Forschung und Innovation, um neue Formen der Mobilität, flexible Produktionstechnologien und zukünftige

Wertschöpfungsnetzwerke vorausdenken und interdisziplinär zu erforschen. Der Innovationscampus dient als neuartiges Förderinstrument und als gemeinsame Plattform, um schnell und flexibel neue Technologien zu entwickeln, neue Ansätze zu erproben und die Basis für zukünftige Innovationen in den Strategiefeldern „Advanced Manufacturing“ und „Emissionsfreie Mobilität“ zu schaffen. Das wbk startet im Bereich „Advanced Manufacturing“ mit fünf Doktorand/-innen in das Forschungsvorhaben. Der Forschungsbereich Fertigungs- & Werkstofftechnik beschäftigt sich mit der Herstellung von gezielt porösen Metallbauteile im Laser Powder Bed Fusion Verfahren. Auf der anderen Seite sollen mithilfe des Litho-

graphy-based Ceramic Manufacturing Verfahrens innenliegende Leiterbahnen in keramischen Bauteilen hergestellt werden. Der Forschungsbereich Maschinen, Anlagen & Prozessautomatisierung hat das Ziel, eine Anlage zur additiven Herstellung von Kunststoffbauteilen mit integrierten metallischen & mechatronischen Funktionskomponenten zu entwickeln. Der Bereich Produktionssysteme erarbeitet Methoden zur Inline-Qualitätssicherung dieser Anlage.

Ansprechpartner:
Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze
Telefon: +49 721 608 - 42440
E-Mail: volker.schulze@kit.edu

HiPTSLAM: Entwicklung von Werkzeugstahlpulvern für den LPBF-Prozess zur Fertigung von Hochleistungswerkzeugen

Das vom BMBF geförderte Projekt HiPTSLAM startete im April 2019 mit dem Ziel, neue Legierungen und Legierungspulver zur additiven Herstellung von Bauteilen aus hochfestem Werkzeugstahl mittels Laser Powder Bed Fusion (LPBF) zu entwickeln. Aktuelle Werkstoffe für die Fertigung von Hochleistungswerkzeugen sind noch nicht für die additive Fertigung verfügbar. Ein Deutsch-Kanadisches Konsortium aus Forschungseinrichtungen und Industriepartnern betrachtet die additive Fertigung von Bauteilen von der Pulverherstellung über den LPBF-Prozess bis zur zerspanenden Nachbearbeitung. Dabei soll eine neue Legierung für den LPBF-Prozess charakterisiert werden. Die Aufgaben



HiPTSLAM – Entwicklung von Metallpulvern aus Hochleistungs-Werkzeugstahllegierungen für die additive Laserfertigung

des wbk liegen in der Betrachtung des LPBF-Prozesses und der darauffolgenden Zerspaltung, um die Auswirkungen unterschiedlicher LPBF-Parameter auf die Nachbearbeitung zu untersuchen.

Im Juni konnte das deutsche Konsortium, be-

stehend aus Gühring, Induterm, Rosswag Engineering und dem wbk schon erste vielversprechende Ergebnisse auf der Hi-AM Konferenz in Kanada vorstellen. Hierfür wurde innerhalb von sechs Wochen eine kleine Menge Pulver (≤20kg) aus dem Werkzeugstahl Specialis® SLM-Alloy 2 hergestellt und in der gesamten Prozesskette untersucht. Es konnte in diesem ersten Durchlauf bereits eine Härte der Proben von 59 HRC erreicht werden.

Ansprechpartner:
Manuela Neuenfeldt, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502596
E-Mail: manuela.neuenfeldt@kit.edu

CoPoT – Connected PowerTools: Vernetzung von Alltagsgegenständen

Das wbk war gemeinsam mit dem Institut für Produktentwicklung Karlsruhe (IPEK) im Rahmen der BMBF-Ausschreibung „Innovations- und Technologiepartnerschaften für die Mensch-Technik-Interaktion: Intelligente, vernetzte Gegenstände für den Alltag“ mit dem Forschungsvorhaben CoPoT – Connected PowerTools erfolgreich. Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines mit Sensoren ausgestatteten Akkuschraubers. Anhand dieser Sensordaten wird das Belastungsprofil erkannt und dem Be-

nutzer Rückmeldung gegeben, wie er ein besseres Ergebnis erzielen kann. Durch diese Rückmeldung sollen Fehlbenutzungen verhindert und dem Hobbyanwender in seiner Ausübung geholfen werden. Das wbk erforscht in diesem Projekt den Einsatz von elektrischen dreidimensionalen Leiterbahnen (3D-MID) in PowerTools. Neben der Analyse mehrerer Fertigungsverfahren zur Erzeugung der 3D-MID Leiterbahnen wird eine Anbindung der Sensorik entwickelt. Die Umsetzung erfolgt dabei mittels additiver

Fertigungsverfahren, sodass der Akkuschrauber mit gleichzeitiger Einbringung von Sensoren und Aktoren, die über dreidimensionale Leiterbahnen verbunden werden, hergestellt werden kann. So soll ein großer Mehrwert für die Kleinserie erzielt werden können.

Ansprechpartner:
Marcus Rosen, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502605
E-Mail: marcus.rosen@kit.edu

Variantenreiche medizinische Produkte durch Kombination von subtraktiven und additiven Fertigungstechnologien

Aufgrund des demografischen Wandels sowie verbesserter und häufigerer operativer Eingriffe erfolgt eine stetige Steigerung des Bedarfs an medizintechnischen Produkten. Die individuellen anatomischen Eigenschaften (bspw. Körpergröße) können dabei idealerweise durch patientennahe, möglichst genau auf diese individuellen Eigenschaften angepasste Produkte berücksichtigt werden, um eine möglichst ideale Passung und Heilung zu realisieren. Die Herstellung dieser patientennahen Produkte führt allerdings zu einer enormen Zunahme der Produktvarianten und erfordert den Einsatz innovativer Produktionstechnologien, da mit konventionellen Fertigungsverfahren die schrumpfende Stückzahl nicht wirtschaftlich realisiert werden kann.

Im BMBF-Projekt MeSATech wird die hybrid additive Fertigung von Kniegelenken befähigt und unter monetären und technologischen Aspek-

ten mit einer konventionellen und einer rein additiven Prozesskette bewertet.

Hierfür soll auf einem konventionell gefertigten Grundkörper der an den Patienten angepasste Teil des Kniegelenks additiv aufgebaut werden. Das wbk untersucht hierbei den Einfluss der Beschaffenheit der zu fügenden Oberflächen am Grundkörper und den Einfluss der LPBF-Parameter auf die Festigkeit der Grenzfläche. Zudem muss das fertige hybride Kniegelenk spanend nachbearbeitet werden, sodass der Einfluss der Schnittstelle auf die Nachbearbeitungsprozesse ebenfalls untersucht wird.

Zusätzlich zur technologischen Befähigung, gehört eine Analyse und Bewertung der unterschiedlichen Prozessketten (konventionell, hybrid konventionell-additiv und rein additiv) zu den Arbeitspaketen des wbk. Hierzu sollen durch Methoden der Künstlichen Intelligenz zahlreiche Datensätze ausgewertet und miteinander verglichen werden.



Schematische Darstellung der Kombination von subtraktiven und additiven Fertigungstechnologien

Ansprechpartner:
Patrizia Gartner, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502649
E-Mail: patrizia.gartner@kit.edu

Manuela Neuenfeldt, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502596
E-Mail: manuela.neuenfeldt@kit.edu

Linienintegration additiver Fertigungsverfahren zur Serienfertigung in der Automobilindustrie

Das Vorhaben „Intelligent-geregelte additive Prozesskette mittels simulativ und experimentell ermittelten Bauteil-, Werkstoff- und Prozessdaten“ (ReAddi) ist ein Verbundforschungsprojekt, das aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut wird. Im Projekt sind insgesamt zwölf Industriepartner sowie drei Forschungspartner involviert. Gemeinsam mit den Partnern PROTIQ, Daimler, Bosch, EDAG Engineering, DMG Mori, IN-TEC, Heraeus Noblelight, Rosswag, Induterm, QASS, Simufact und USU Software sowie der Universität Erlangen-Nürnberg (LPT) und der Universität Paderborn (KAT) wird eine prototypische additive Serienfertigung für die Automobilbranche umgesetzt. Die Automobilindustrie ist in Deutschland

Schlüsselindustrie und einer der größten Arbeitgeber. Um im internationalen Wettbewerb standhalten und die zunehmenden Kundenanforderungen erfüllen zu können, sind innovative, flexible und wandlungsfähige Produktionen gefragt. So sind gerade für die Elektromobilität leichte und schwingungsarme Bauteile mit einem hohen Maß an Funktionserfüllung von größtem Interesse. Die additive Fertigung kann hier einen wesentlichen Beitrag zur Realisierung solcher Anforderungen leisten. Im Rahmen des Projekts soll die gesamte (additive) Prozesskette von der Bauteilgestaltung über Pulverherstellung und den Prozess des selektiven Laserschmelzens bis hin zur Nachbearbeitung hardware- und softwareseitig integriert, analysiert und optimiert werden. Im Rahmen des Projekts wird somit eine durchgängige und robuste



Additiver Fertigungsprozess eines Bauteils (Bildquelle: PROTIQ)

Prozesskette nach den Standards einer automatisierten Serienfertigung aufgebaut.

Ansprechpartner:
Marco Batschkowski, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502645
E-Mail: marco.batschkowski@kit.edu

Additive Fertigung mit integrierten Formgedächtnisdrähten

Im DFG Projekt „Additiv gefertigte temperatur-sensitive Aktoren aus mit Formgedächtnisdraht funktionalisierten Polymerstrukturen“ geht es um die Integration von Drähten aus einer Formgedächtnislegierung in der additiven Fertigung. Im Projekt werden die fertigungsbezogenen Arbeitspakete vom wbk betrachtet und die materialtechnische Aufgaben vom Institut für Materials und Resource Management (MRM) der Universität Augsburg bearbeitet.

Ziel des Projektes ist es einen Ansatz zu entwickeln, welcher es ermöglicht, Drähte aus Formgedächtnislegierung unter einer definierten Vorspannung in additiv gefertigte Bauteile zu integrieren. Der Einsatz von Formgedächtnislegierungen in Form von Drähten in einer Polymermatrix, kombiniert mit den neuesten Me-

thoden der additiven Fertigung birgt dabei ein hohes Funktionsintegrationspotential für Verbundaktoren. Formgedächtnislegierungen bieten die herausragende Eigenschaft, sich an eine aufgeprägte Form erinnern zu können und sich so nach einer erzwungenen pseudoplastischen Verformung durch Wärmezufuhr in ihre Ausgangsform zurück zu verformen. Die additive Fertigung bietet Vorteile bezüglich der Geometriefreiheit und Individualisierung von Produkten, sowie eine werkzeugfreie Fertigung von kleinen Losgrößen. Zunächst werden im Projekt geeignete Materialien und Prozessparameter zur Verarbeitung in der additiven Fertigung charakterisiert. Anschließend wird ein am wbk entwickelter Ansatz zur Integration von Endlosfasern in additiv gefertigte Bauteile für die Einbringung



Bildausschnitt eines mit NiTi verstärkten additiv gefertigten Aktors in einer Vorarbeit.

von Drähten unter Vorspannung weiterentwickelt. Anschließend wird das gesamte Projekt an einem Greifer mit integrierter Aktorik durch die Formgedächtnislegierung validiert.

Ansprechpartner:
Jörg Dittus, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502571
E-Mail: joerg.dittus@kit.edu

Neue Industry Fellowship OptiPro²Addi eingerichtet

Zum 01.10.2019 hat das KIT-Präsidium die Einrichtung einer neuen Industry Fellowship unter der Leitung von Dr.-Ing. Frederik Zanger genehmigt. Damit geht das wbk im Bereich der Additiven Fertigung eine vielversprechende Kooperation mit der Firma Edelstahl Rosswag ein, die mit ihrer Division Rosswag Engineering im Bereich der metallischen additiven Fertigung anerkannte Experten sind. Ziel von OptiPro²Addi sind die Entwicklung optimierter Strategien für effiziente Prozesse und Prozessketten additiv gefertigter Bauteile von der Pulverherstellung über LPBF bis hin zur Fertigbearbeitung. Inhaltlich wird es schwerpunktmäßig um die Kombination von artgleichen und artfremden Werkstoffen, die Ertüchtigung neuer Pulver für den LPBF-Prozess

und die Simulation von LPBF-Prozessen und Prozessketten gehen. Neben der grundlegenden Erforschung des LPBF-Prozesses steht die Nachbearbeitung (sowohl spanend als auch mechanisch oberflächenbehandelnd) der additiv gefertigten Bauteile im Fokus. Mittels prozessübergreifenden Simulationsmethoden sollen additive Prozessketten verbessert und so für die Automatisierung in der Serienfertigung positioniert werden. Die Bauteileigenschaften werden durch neuentwickelte Pulver, angepasste LPBF-Prozessparameter und die spanende bzw. mechanisch oberflächenbehandelnde Nachbearbeitung verbessert. Die Interaktion der einzelnen Stellgrößen wird hierbei eine zentrale Rolle spielen. Neben mechanismenorientierter For-

schung sollen dort, wo es sich aufgrund großer Datenmengen anbietet, Methoden des maschinellen Lernens auf Basis von Grey-Box-Ansätzen zum Einsatz kommen. Neben der Leitung der gemeinsamen Forschungsgruppe im Bereich der Additiven Fertigung hat Herr Dr.-Ing. Zanger bei Edelstahl Rosswag die Leitung der Mechanischen Fertigbearbeitung übernommen. Eine ideale Kombination für die ambitionierten Ziele.

Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Frederik Zanger
Telefon: +49 1523 9502633
E-Mail: frederik.zanger@kit.edu

Entwicklung keramischer 3D-MID Schaltungsträger

Das gemeinsam mit dem FAPS, dem Erlangen-Nürnberg Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystemtechnik durchgeführte und kürzlich abgeschlossene AIF-Projekt Active Power beschäftigte sich mit der Herstellung von dreidimensionalen Molded Interconnect Devices (3D-MID) an keramischen Bauteilen. Mit dieser Technologie soll der steigenden Nachfrage nach immer kleineren, hochintegrierten und hochbelastbaren Bauteilen entsprochen werden. Um Hochtemperaturanwendungen zu ermöglichen, wurde ein besonderes Lot verwendet, das sogenannte Aktivlot. Dieses geht eine chemische Verbindung mit dem keramischen Untergrund ein und ermöglicht so eine gute Haftbarkeit auf dem Grundkörper. Aktivlote wurden bisher ausschließlich zum Fügen von keramischen Körpern verwendet. Nach einer materialwissenschaftlichen Untersuchung konnten Aktivlote gefunden werden, die einen ausreichend geringen elektrischen Widerstand zum Einsatz als stromführende Leiterbahnen besitzen. Durch die gezielte Einstellung einer chemischen Reaktionsschicht zwischen dem Aktivlot und dem keramischen Grundkörper ist der Einsatz für Hochtemperaturanwendungen möglich. Die Möglichkeiten dieser Technologie werden anhand eines Demonstratorbauteils (siehe Abbildung) gezeigt, welches additiv aus Aluminiumoxid mit dem Lithography based Ceramic Manufacturing (LCM) Verfahren hergestellt wurde. Dieses Bauteil beruht auf einer ursprünglich durch Kunststoff-Spritzguss hergestellten Form, welche auf das stereolithografische LCM Verfahren angepasst



Demonstrator mit dreidimensionaler Leiterbahn auf einem keramischen Grundkörper

wurde. Mittels eines Dispensers wird Lotmaterial aufgebracht und anschließend eingebrannt. In diesem Einbrennprozess entsteht die chemische Reaktion, die eine physikalische Bindung zwischen Keramik und Aktivlot ermöglicht. Durch dieses Forschungsprojekt wurde erstmals eine dreidimensionale Leiterbahn aus Aktivlot auf einem Körper aus Keramik erfolgreich aufgebracht und so das Einsatzgebiet der 3D-MID um die Werkstoffgruppe der Keramiken erweitert. Der Einsatz von Aktivlot ermöglicht durch seine chemische Reaktion mit dem Keramikgrundkörper eine hohe Verformung, wie sie zum Beispiel

bei Hochtemperaturanwendungen auftritt. Die unterschiedlichen Ausdehnungen von Aktivlot und Keramik sorgen so nicht für eine Ablösung der Leiterbahn, sondern ermöglichen den Einsatz und die Integration von Leistungselektronik. Durch die Einsparung zweidimensionaler Leiterplatten sind kleinere Bauteilabmessungen möglich

Ansprechpartner:
Marcus Rosen, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502605
E-Mail: marcus.rosen@kit.edu

FiberAdd – Additive Fertigung endlosfaserverstärkter Kunststoffbauteile aus dem SLS-Prozess

In der heutigen Industrie gewinnt die additive Fertigung einen immer höher werdenden Stellenwert zur Herstellung von komplexen sowie hochbeanspruchten Bauteilen bis Losgröße eins. Durch den Verzicht auf Stützstrukturen gelten insbesondere pulverbettbasierte Verfahren, wie bspw. das selektive Lasersintern von Kunststoffen (kurz: SLS), als leistungsfähige und im Materialverbrauch sparsame Fertigungsverfahren für die additive Herstellung von Bauteilen. In einem beheizten Bauraum auf einer vertikal verschiebbaren Bauteilplattform wird mit Hilfe eines Rakels eine dünne Pulverschicht gleichmäßig aufgetragen. An den Stellen, an denen sich das spätere Bauteil befindet, wird das Pulver unter Einwirkung eines Lasers verschmolzen. Anschließend wird die Bauteilplattform abgesenkt, eine neue Pulverschicht aufgetragen und der

Prozess wiederholt sich. Durch das Stapeln von verschmolzenen Pulverschichten entstehen so dreidimensionale Körper. Das von der Vector-Stiftung geförderte Projekt „FiberAdd“ hat hierbei das Ziel, die mechanischen Eigenschaften von additiv gefertigten Kunststoffbauteilen durch die Einbringung von Endlosfasern signifikant zu steigern. Hierzu soll eine SLS-Anlage mit integrierter Einheit zur automatisierten Einbringung von Endlosfasern entwickelt werden.

In bereits durchgeführten Prozessparameterstudien wurden die Wechselwirkungen zwischen Pulver und manuell eingebrachten Fasern untersucht, um eine möglichst gute Anbindung der Fasern an das Kunststoffpulver zu erreichen. Darüber hinaus wurden verschiedene Strategien zur Einbringung der Fasern in das Pulverbett

untersucht. Erkenntnis dieser Untersuchung war es, dass für eine erfolgreiche Faserintegration vor allem eine entsprechende Fixierung und Vorspannung der Faser auf der Bauplattform notwendig ist.

Als nächster Schritt wird nun eine automatisierte Faserintegrationseinheit entwickelt, die in einer neu konzipierten SLS-Anlage eingebaut und validiert werden soll. Dabei sollen auch mögliche Anwendungsgrenzen des neuen Prozesses herausgearbeitet werden.

Ansprechpartner:
Michael Baranowski, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502642
E-Mail: michael.baranowski@kit.edu