

Projektziel

Den Projektteilnehmern soll es durch das Projekt ermöglicht werden, innerhalb kurzer Zeit die MPA-Technologie im Vergleich zu konventionellen Fertigungsmöglichkeiten sowie zu gängigen generativen Fertigungsmethoden bewerten zu können. Dadurch wird ihnen eine Entscheidungsbasis für zukünftige Projektierungen im eigenen Hause bereitgestellt.

Projektleistungen

Theoretische Betrachtungen

- Recherche nach dem Stand der Technik: „Generative Fertigungsverfahren im Formenbau“
- Erstellung eines elektronischen Nachschlagewerks zu den Verfahren
- Entwicklung einer Versuchsgeometrie
- Entwicklung von Aufbaukonzepten für die Formelemente
 - Konventionell
 - Generativer Monomaterialaufbau
 - MPA-Technologie
- Simulation des Werkstückverhaltens

Praktische Untersuchungen

(Konv./ Gen.Monomaterialaufb./MPA-Techn.)

- Untersuchung der Zykluszeitreduzierung/ des thermischen Haushaltes
- Untersuchung der Oberflächenqualität/der Strukturierungsmöglichkeiten
- Untersuchung des Verhaltens bei dynamischer Temperierung (Wassertemperierung)
- Analyse des Korrosionsverhaltens

Weitere Leistungen

- Vier Projekttreffen innerhalb der Projektlaufzeit
- Schulung zur MPA-Technologie

Projektdaten

Projektname: Generativer Werkzeugbau
Projektstart: September 2017
Projektlaufzeit: 1,5 Jahre
Projektkosten: 2 x 4.950 €*
Die Rechnungsstellung erfolgt in zwei Teilbeträgen zu Beginn und nach der Hälfte der Projektlaufzeit!

*Mitgliedsfirmen der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid zahlen einen um zehn Prozent ermäßigten Projektbeitrag.

Quereinstieg möglich

Auch nach Projektstart ist ein Quereinstieg jederzeit möglich.

Information

Weitere Auskünfte zum Projektinhalt und -ablauf erhalten Sie über unsere Internetseite oder durch einen direkten Kontakt:

Timo Boehm, M.Eng.

+49 (0) 23 51.10 64-175
boehm@kunststoff-institut.de

Claudia von Häfen, M.Eng.

+49 (0) 23 51.10 64-145
haefen@kunststoff-institut.de

Kunststoff-Institut

für die mittelständische Wirtschaft NRW GmbH
(K.I.M.W.)

Karolinenstraße 8 | 58507 Lüdenscheid

Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-191

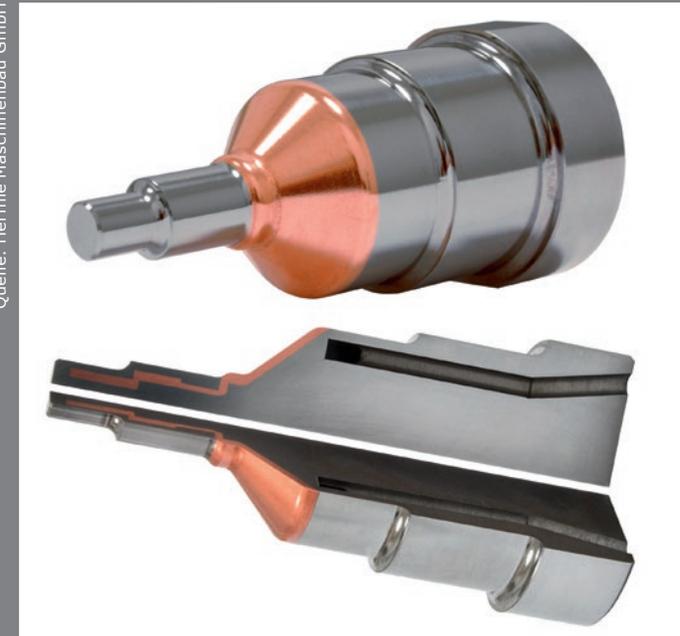
Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190

www.kunststoff-institut.de | mail@kunststoff-institut.de

Verbund-
projekt



Quelle: Hermle Maschinenbau GmbH



Generativer Werkzeugbau

Funktionsintegration mittels
hybridem Metall-Pulver-Auftrag

Einleitung

Gestiegene Anforderungen an die Produktionsprozesse der Unternehmen, die Bauteilqualität sowie eine erforderliche Reduzierung der Zykluszeiten im Sinne einer wirtschaftlichen Produktion machen es heute bereits in vielen Fällen notwendig, eine konturnahe Temperierung in Formelementen vorzusehen. Durch diese auch in filigrane Bereiche ragenden Temperierkanäle können somit Hotspots vermieden und homogene Werkzeugoberflächentemperaturen gewährleistet werden.

Heute etablierte generative Fertigungstechnologien (z.B. selektives Lasersintern bzw. Laserschmelzen) basieren auf dem Einsatz **eines** metallischen Pulvers, welches zumeist mittels Laser schichtweise zu einem Körper zusammengefügt wird. Dadurch können sehr feine Konturen und Kanäle generiert werden. Nachteilig können sich jedoch die relativ rauen Oberflächen und die u.a. dadurch notwendige Nacharbeit darstellen. Hier erzeugte konturfolgende Temperierkanäle weisen zumeist eine raue Oberfläche auf, da ein Zugang zwecks Nacharbeit schwierig ist. Dies bedingt bei sehr filigranen Kanälen jedoch oftmals, dass im Laufe des Betriebes Probleme durch verstopfte Kanäle auftreten. Bei hohen oder auch wechselnden Wassertemperaturen kann ferner bei gängigen Werkstoffen eine Korrosionsproblematik zusätzlich eintreten.

Die **M**(etall)**P**(ulver)**A**(uftrags)-Technologie der Fa. Hermle ermöglicht wiederum den Einsatz verschiedener Eisen- und Nichteisenmetalle in einem kombinierten generativem Aufbau, der verfahrensbedingt mit einer hohen Baugeschwindigkeit erfolgt. Ferner ist es anlagenseitig möglich, sequentiell mittels klassischer spanender Abtragsmethoden Zwischenbearbeitungsschritte vorzusehen, die auch glatte Oberflächen in innen liegenden Konturen möglich machen. Möglich wird dies ferner durch ein Stützmaterial welches im Nachhinein einfach entfernt werden kann. So kann ein als stoffschlüssig zu bezeichnender, hybrider Aufbau, in dem jedes Material seine Vorteile ausspielt, realisiert werden.

Projektschwerpunkte

Die Möglichkeit des hybriden Aufbaus erweitert in nicht unerheblichem Maße das Spektrum der in ein Formelement zu integrierenden Funktionen. So können die spezifischen Eigenschaften des jeweiligen Werkstoffs an entsprechender Position im Werkstück genutzt werden. Da als Auftragsverfahren Kaltgasspritzen eingesetzt wird, kann eine gute mechanische aber auch thermische Kopplung zwischen den Sektionen realisiert werden, die bei einem verschachtelten Aufbau aus Einzelkomponenten nicht gegeben wäre.

Innerhalb des Verbundprojektes ist es nun das Ziel herauszuarbeiten, wie und wofür man die Vorteile des hybriden Aufbaus effektiv nutzen kann.

Denkbar ist es beispielsweise, Temperierkanäle größer zu gestalten (höherer Durchfluss/geringerer Druckverlust) sowie von der Kavitätsoberfläche zu distanzieren

Was ist ein Verbundprojekt?

In den Verbundprojekten entwickelt das Institut für die teilnehmenden Unternehmen ein innovatives Thema. Dieses ist praxisnah, mit hohem technologischem Know-how und wird ausschließlich über Teilnehmer-Beiträge finanziert.

Vorteile eines Verbundprojektes

- Kostensharing = niedrige Projektbeiträge pro Teilnehmer
- Geringe Personaleinbindung der teilnehmenden Firmen
- Technologische Marktführerschaft
- Netzwerkbildung
- Interdisziplinärer Erfahrungsaustausch
- Mitarbeiterweiterbildung/-qualifizierung

Zeit- und kostenintensive Untersuchungen sowie die Projektabwicklung erfolgen ausschließlich durch das Institut. Die Personaleinbindung der Firmen beschränkt sich im Minimum auf die Teilnahme an den Projekttreffen (i. d. R. zwei- bis dreimal im Jahr).

Geheimhaltung

Sämtliche Projektergebnisse unterliegen während der Projektlaufzeit der Geheimhaltung. Ergebnisse von firmenspezifischen Untersuchungen werden vertraulich behandelt.



Quelle: Hermle Maschinenbau GmbH

und durch gezielt eingebrachte Kupferelemente eine dennoch gute und homogene Wärmeabfuhr zu ermöglichen. Auch eine Homogenisierung der Oberflächentemperatur durch Wärmeleitelemente, um Glanzunterschiede zu vermeiden, wäre hier denkbar. Ferner könnte der gezielte Einsatz eines korrosionsbeständigen Werkstoffs Korrosionsprobleme im Temperiersystem aber auch der Kavität reduzieren, ohne erheblichen Einfluss auf das Wärmemanagement auszuüben.

Im Projekt sollen die Teilnehmer in Bezug auf die Einsatzmöglichkeiten der Technologie geschult werden. Außerdem werden ein Demonstratorbauteil sowie entsprechende Formelemente entwickelt, die es ermöglichen herauszuarbeiten, ob und in welchem Maße Vorteile gegenüber konventionellen und lasergesinterten Formelementen durch den hybriden Aufbau generiert werden können. Neben der simulatorischen Abbildung des Verhaltens in der Entwicklung sollen natürlich auch wirtschaftliche Aspekte (z.B. Zykluszeiten) beleuchtet werden.

In diesem Zuge sollen ferner auch Aspekte hinsichtlich der erreichbaren Oberflächenqualitäten sowie der Einsatzfähigkeit in dynamischen Temperierprozessen anhand des Demonstrators betrachtet werden.



**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED**

Generativer Werkzeugbau

Funktionsintegration mittels hybridem Metall-Pulver-Auftrag

Ziel des Projektes



- ▶ Innerhalb des Projektes soll herausgearbeitet werden, in wie weit eine Optimierung der Spritzgießfertigungsprozesse durch den Einsatz des MPA-Verfahrens (Metall-Pulver-Auftrag) möglich ist
- ▶ Die Technologie soll dabei vergleichend zur generativen Laserschmelztechnologie sowie einer konventionellen Herstellung des Temperierlayouts mittels Bohrungen betrachtet werden
- ▶ Der Fokus liegt dabei auf der effektiven Ausnutzung des hybriden Materialeinsatzes in einem Formelement
- ▶ Die Projektteilnehmer sollen in die Lage versetzt werden, die MPA-Technologie aus wirtschaftlicher und technologischer Sicht bewerten zu können, um den Nutzen für das eigene Haus abschätzen zu können

© Kunststoff-Institut Lüdenschied | Projekt "Generativer Werkzeugbau" | 10.03.2017 | 2

Motivation für eine Teilnahme

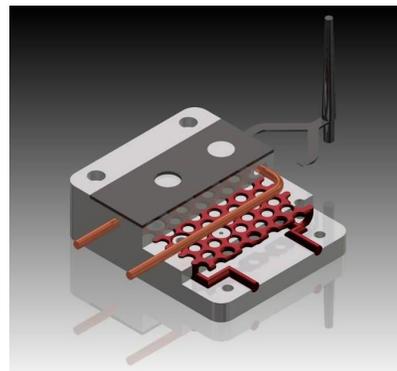


- ▶ Das Projekt richtet sich an Unternehmen, die durch sehr komplexe Formteil- und somit auch Werkzeuggeometrien sich häufig mit Problemen konfrontiert sehen, eine optimale Temperierung zu realisieren
- ▶ Ferner sind hiermit Unternehmen angesprochen, die hochwertige ggf. strukturierte Formteilerflächen oder auch Präzisionsbauteile erzeugen müssen und somit nur geringe Temperaturdifferenzen im Werkzeug zulassen können
- ▶ Überdies spricht das Projekt Unternehmen an, die heute bereits konturnahe Temperierungen einsetzen, sich jedoch mit folgenden Problemstellungen konfrontiert sehen
 - Verstopfen filigraner Temperierkanäle
 - Korrosionsprobleme
 - Inhomogenitäten der Werkzeugwandtemperatur durch sich verändernde Strömungsverhältnisse in den Kanälen
 - Rissbildung durch geringe Restwanddicken

Stand der Technik



- ▶ Konturnahe Temperierungen werden heute bereits in vielen Fällen eingesetzt und auf unterschiedlichem Wege realisiert
 - Vakuumlöttechnik
 - Diffusionsschweißen
 - Lasersintern
 - Laserschmelzen
 - ...
- ▶ Im wesentlichen kommt bei diesen Technologien lediglich **ein** metallischer Werkstoff zum Einsatz, aus dem das jeweilige Werkstück (z.B. Formeinsatz) aufgebaut wird
- ▶ Die nutzbare Werkstoffauswahl ist je nach Verfahren auf wenige Materialien beschränkt



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Stand der Technik



- ▶ Sind hybride Strukturen möglich, so gibt es meist Einschränkungen in Bezug auf die geometrische Gestaltung der jeweiligen Werkstoffsegmente
=> Segmente müssen miteinander gefügt werden
- ▶ Generativ, z.B. mittels Laserschmelzen, erzeugte Werkstücke oder Werkstücksegmente weisen eine zumeist raue Oberfläche (auch in Temperierkanälen) und ein Aufmaß auf, so dass eine nachträgliche spanende Bearbeitung notwendig wird
- ▶ Eine Innenbearbeitung von Temperierkanälen ist meist nicht möglich



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Stand der Technik



- ▶ Das **M**(etall)**P**(ulver)**A**(uftrag)-Verfahren der Hermle Maschinenbau GmbH basiert auf dem Kaltgasspritzen als Auftragsverfahren
 - Metallische Pulver werden auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt und auf die Werkstückoberfläche gelenkt
 - Partikel werden beim Auftreffen plastisch verformt und gehen mit dem Untergrund eine als stoffschlüssig zu bezeichnende Verbindung ein
 - Die Partikel werden nicht aufgeschmolzen, so dass der Wärmeeintrag in das Werkstück gering ist
 - Durch diese Verfahrenstechnik können unterschiedliche metallische Pulverwerkstoffe aufgetragen und stoffschlüssig verbunden werden => hybrider Aufbau möglich
 - Da der Auftrag innerhalb einer Fräsmaschine der Fa. Hermle erfolgt, kann in gleicher Aufspannung und auch zwischengelagert ein Zerspanungsprozess umgesetzt werden
 - Glatte Oberflächen in Innenkonturen sind möglich
 - „Keine“ geometrischen Einschränkungen im hybriden Aufbau

Stand der Technik



- ▶ Für das MPA-Verfahren sind derzeit folgende Werkstoffe verfügbar

- 1.2344
- 1.2367
- 1.4404
- Reinkupfer
- Bronze
- Wasserlösliches Stützmaterial (für innenliegende Hohlräume/ Kanäle)



- ▶ Überdies kann der Bauprozess unterbrochen werden, so dass „Einlegeteile“ in das Werkstück integrierbar sind

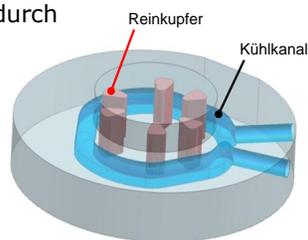
Quelle: Hermle Maschinenbau GmbH

Stand der Technik



- ▶ Das MPA-Verfahren zeichnet sich somit durch folgende Vorteile gegenüber anderen Technologien aus

- Hybrider Aufbau möglich
- Geometrie der Werkstoffsegmente im Werkstück „uneingeschränkt“
- Glatte Oberflächen in Temperierkanälen möglich
- Geringer thermischer Eintrag in das Werkstück
- Werkstück kommt endbearbeitet aus der Maschine
- „Einlegeteile“ sind in das Werkstück integrierbar



Quelle: Hermle Maschinenbau GmbH

Kompetenzen des K.I.M.W.



- ▶ Das Kunststoff-Institut Lüdenscheld hat sich in der Vergangenheit intensiv, auch in Form vorangegangener Verbundprojekte, mit der Thematik des generativen Werkzeugbaus beschäftigt
 - Verfahren
 - Aufbaustrategien
 - Erreichbare Toleranzen
 - Nachbearbeitung
 - Oberflächenqualität
 - ...

- ▶ Auch im Gebiet der dynamischen Werkzeugtemperierung mittels Wasser wurden unterschiedliche Untersuchungen mit generativ erzeugten Formelementen realisiert

Projektleistungen Recherche nach dem Stand der Technik



- ▶ Innerhalb des Projektes „Generativer Werkzeugbau“ soll zu Beginn eine Recherche nach dem aktuellen Stand der Technik im Bereich der generativen Fertigung für den Formenbau durchgeführt werden
 - Verfahrenstechniken
 - Einsetzbare Materialien
 - Realisierbare Geometrien und konstruktive Einschränkungen
 - Prozessabläufe in der Herstellung
 - Erreichbare Toleranzen
 - Erreichbare Oberflächengüte und Dichte
 - Erforderliche Nacharbeiten
 - ...

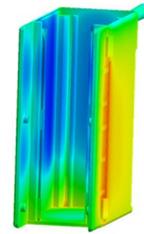
- ▶ Die Ergebnisse der Recherche werden den Projektteilnehmern in Form eines elektronischen Nachschlagewerks zur Verfügung gestellt

Projektleistungen

Entwicklung einer Versuchsgeometrie



- ▶ Für die praktischen Untersuchungen innerhalb des Projektes wird eine Versuchs(-bauteil-)geometrie entwickelt, die es ermöglichen soll die geplanten Betrachtungen effektiv umzusetzen
 - z.B. becherförmiges Bauteil mit „dünnem“ Kern
- ▶ Für die vorhandene Stammform sowie entsprechend der entwickelten Versuchsgeometrie sollen verschiedene Aufbaukonzepte für die notwendigen Formeinsätze erarbeitet werden
 - Verfahren
 - Konventionell (einfach gebohrt, Steiger, etc.)
 - Generativer Monomaterialaufbau (z.B. Laserschmelzen)
 - Hybrider MPA-Aufbau
 - 3 Aufbauvarianten je Fertigungsverfahren
- ▶ Die erarbeiteten Aufbaukonzepte werden mittels einer Spritzgießsimulation hinsichtlich des Wärmemanagements bewertet



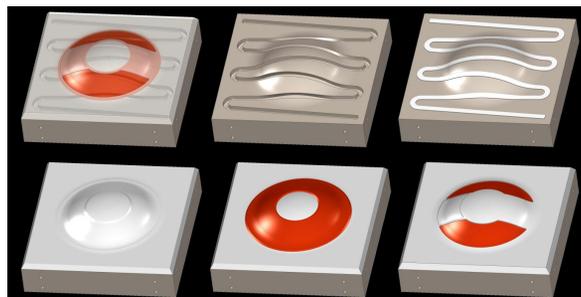
Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Projektleistungen

Bau von Versuchseinsätzen



- ▶ Das je Verfahren favorisierte Aufbaukonzept wird mit der Projektgruppe abgestimmt und praktisch umgesetzt
 - Konventionell
 - Generativer Monomaterialaufbau
 - Hybrider MPA-Aufbau



Hybrider Aufbau mittels MPA-Verfahren

Quelle: Hermle Maschinenbau GmbH

Projektleistungen

Thermischer Haushalt / Zykluszeit



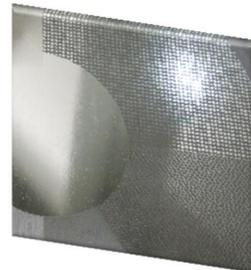
- ▶ Die generativ erzeugten Formeinsätze werden hinsichtlich des thermischen Haushaltes sowie der ggf. erzielbaren Zykluszeitreduzierung mit den konventionell erstellten Formeinsätzen verglichen
 - Einsatz eines amorphen und eines teilkristallinen Thermoplasten
 - Analyse des Einschwingverhaltens
 - Analyse der Temperaturhomogenität
 - Analyse der Reduktion der Entformungstemperatur bei gleicher Restkühlzeit
 - Analyse der minimal möglichen Zykluszeit bei Einhaltung der Bauteilqualität

Projektleistungen

Erzielbare Oberflächengüten



- ▶ Die generativ erzeugten Formeinsätze werden ferner dazu genutzt, eine Bewertung der erzielbaren Oberflächenqualität der Werkstücke sowie der Strukturierungsmöglichkeiten durchzuführen
 - Umsetzung von 3 Oberflächenbehandlungen je Formeinsatzpaar
 - z.B.
 - Hochglanz
 - Ätzstruktur
 - Laserstruktur
 - ...
 - Analyse der Oberflächenqualität des Rohlings
 - Analyse der Oberflächenqualität nach der Behandlung
 - Analyse der resultierenden Formteilerflächen



Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenschied

Projektleistungen

Dynamische Wechseltemperierung



- ▶ Eine dynamische Wechseltemperierung der Formeinsätze mittels Wasser bedingt innere Spannungen im Werkstoff auf Grund von Einspannungen und einer lokal unterschiedlichen Wärmeausdehnung
- ▶ Die mittels MPA-Verfahren erzeugte hybride Struktur im entsprechenden Formeinsatzpaar wird im Projekt vergleichend zu den anderen Technologien hinsichtlich ihrer Beständigkeit in diesem speziellen Anwendungsfeld betrachtet
 - Abmusterung eines amorphen Werkstoffs
 - Umsetzung einer dynamischen Wassertemperatur
 - Bewertung und Analyse des hybriden Verbundes
- ▶ Darüber hinaus wird auch das Wärmemanagement (z.B. Dynamik, Homogenität, etc.) der unterschiedlich aufgebauten Formeinsatzpaare in diesem speziellen Anwendungsfall erfasst und bewertet

Projektleistungen

Analyse des Korrosionsverhaltens



- ▶ Die erzeugten Formeinsätze werden nach der Durchführung aller weiterer Untersuchungen in Bezug auf Korrosionsphänomene in den Temperierkanälen hin untersucht
 - Einsatz einer Endoskopie für die zerstörungsfreie Analyse
 - Ggf. weitere Lagerungsversuche um eine Korrosion zu forcieren
 - Ggf. Einsatz von Schnitten/Schliffen für eine zerstörende Prüfung
 - Bewertung der Möglichkeit eines Korrosionsschutzes durch den hybriden Aufbau im MPA-Verfahren



Korrosion in
Temperierkanälen

Quelle: Kunststoff-Institut Lüdenscheld

Projektleistungen Allgemeine Leistungen



- ▶ Schulung der Teilnehmer bezüglich der Einsatzmöglichkeiten des MPA-Verfahrens
- ▶ Drei bis vier Projekttreffen in der Projektlaufzeit
- ▶ Unternehmensspezifische Beratung zu den Inhalten und Themen des Verbundprojektes
- ▶ Projektdokumentation (Präsentationen, Protokolle, etc.)
- ▶ Zugang zum geschützten Internetbereich

Geschützter Bereich



Suchbegriff eingeben

Standorte

DE EN ES FR

Home | Kontakt | Wir | Termine | Shi | **Login**

Geschützter Bereich

Login

Dieser Bereich kann ausschließlich von Mitgliedern unserer Trägergesellschaft sowie Teilnehmern an Verbundprojekten und Seminaren, mit entsprechenden Passwörtern, genutzt werden.

Allgemeine Informationen



- ▶ Die Arbeiten werden vom Kunststoff-Institut Lüdenscheld (K.I.M.W.) bzw. Kooperationspartnern durchgeführt
- ▶ Die Ergebnisse werden allen Projektteilnehmern über den geschützten Bereich im Internet ausgehändigt
- ▶ Werden innerhalb des Verbundprojektes, firmenspezifische Gespräche, Untersuchungen, etc. durchgeführt, unterliegt das K.I.M.W. der Geheimhaltung.
 - Entsprechende Ergebnisse werden nicht an Dritte weitergegeben bzw. in die Gruppe getragen
 - Kein Know-how Abfluss!!!

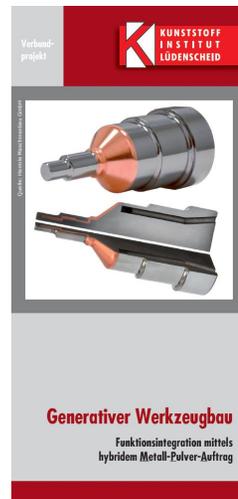
Zusammenfassung



- ▶ Überblick über den Stand der Technik in Bezug auf generative Fertigungsverfahren für den Formenbau
- ▶ Schulung in Bezug auf die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen des MPA-Verfahrens
- ▶ Vergleichende Untersuchung konventioneller und marktgängiger generativer Fertigungsverfahren mit dem MPA-Verfahren (in Summe 3 Fertigungsverfahren) an Hand eines einheitlichen Demonstrationsbauteiles
 - Thermischer Haushalt / Zykluszeiteinsparung
 - 2 Kunststoffe (amorph/teilkristallin)
 - Oberflächengüte und -design
 - 3 Oberflächenmodifikationen
 - Einsatz zur dynamischen Temperierung mittels Wasser
 - 1 Kunststoff (amorph)
 - Möglichkeiten des Korrosionsschutzes
- ▶ Basisinformationen für eine Kosten/Nutzen-Abschätzung für zukünftige Projektumsetzungen bei den Projektteilnehmern

Projektdaten

- ▶ Projektbeginn: September 2017
- ▶ Projektlaufzeit: 1,5 Jahre
- ▶ Projektkosten: 2 x 4.950 €*
- ▶ Ein Quereinstieg ist jederzeit möglich



*Mitgliedsfirmen der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts Lüdenschied zahlen einen um zehn Prozent ermäßigten Projektbeitrag.

Projektteam



Frau Claudia von Häfen, M.Eng.
Werkzeug-/Beschichtungstechnik
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-145
E-Mail: haefen@kunststoff-institut.de



Herr Timo Boehm, M.Eng.
Werkzeug-/Beschichtungstechnik
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-175
E-Mail: boehm@kunststoff-institut.de



Herr Stefan Euler
Projektmanagement
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-192
E-Mail: euler@kunststoff-institut.de



**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED**

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung!

Claudia von Häfen, M.Eng. / Tel.: +49 (0) 23 51.10 64 -145 / haefen@kunststoff-institut.de
Timo Boehm, M.Eng. / Tel.: +49 (0) 23 51.10 64 -175/ boehm@kunststoff-institut.de

