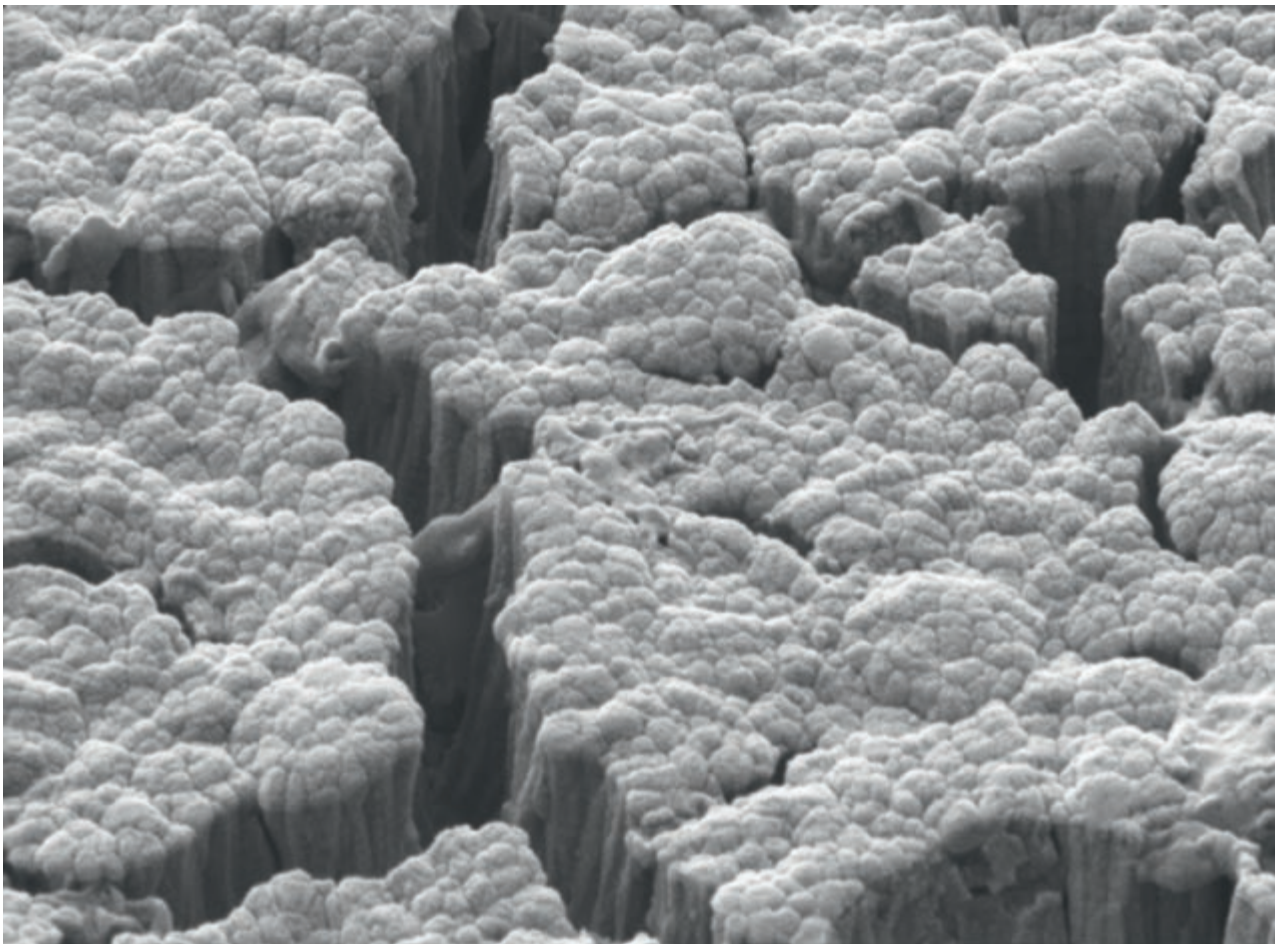
KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHEID

Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH

Jahresbericht 2015

Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH



Vorwort.....03

Grußwort.....04

Forschungsstelle.....05

Wissenschaftliche Tätigkeiten.....09
Übersicht öffentlich geförderter Projekte.....09
Übersicht vorwettbewerblicher Eigenforschungsprojekte.....16
Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer.....22

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH (KIMW-F) erfüllt ihren Auftrag als wissenschaftlicher Ansprechpartner, Wissenstransfer- und Forschungsstelle insbesondere für die mittelständische kunststoffverarbeitende Industrie durch eine enge Verknüpfung von vorwettbewerblicher, wissenschaftlicher und industrieller Forschung. Durch konsequente Weiterführung unserer eigenfinanzierten wissenschaftlichen Vorlaufforschung in den beiden Forschungsfeldern

- Kunststoffverarbeitungsprozesse und zugehörige Werkzeuge
- Oberflächen- und Beschichtungstechnik mit dem Schwerpunkt CVD

konnte im Jahr 2015 das Know-how in den genannten Feldern weiterentwickelt werden. Hierfür wurden u. a. 110.000 Euro durch die „Trägergesellschaft Kunststoff-Institut Lüdenscheid e.V." zur Verfügung gestellt. Es ist uns ein besonderes Anliegen, dass zwischen den beiden Forschungsfeldern eine Themenvernetzung in vertikaler und horizontaler Richtung vorhanden ist. Hierdurch ergibt sich ein hohes Innovationspotential für die Kunststofftechnik mit starkem Bezug zur Hightech-Strategie der Bundesregierung und zur NRW-Leitmarktstrategie. Die eigenfinanzierte wissenschaftliche Vorlaufforschung dient also als Grundlage und Voraussetzung für weiterführende FuE-Themen im Bereich der industriellen Forschung, die sich durch die enge Zusammenarbeit im Rahmen von vorwettbewerblichen Förderprojekten mit klein- und mittelständisch geprägten Unternehmen (KMU) aus der Kunststoffbranche auszeichnet. Gerade durch Fördermittel kann eine große Hebelwirkung in Richtung Innovationskraft und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit bei KMU erreicht werden.
Die Notwendigkeit, dass KMU die von Bund und Land angebotenen Förderinstrumente noch intensiver nutzen, erscheint in Anbetracht der Ende 2015 veröffentlichten Studie der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (Acatech) in einem besonderem Licht. Dem Bericht zufolge investieren KMU in Deutschland im internationalen Vergleich deutlich geringere Mittel für Innovationen als andere: Der Anteil der kleinen und mittelgroßen Unternehmen an den gesamten Forschungsausgaben der deutschen Wirtschaft liegt danach lediglich bei 16 Prozent - in den USA beispielsweise sind es 19 Prozent, in Schweden sogar 27 Prozent.
Auch das Anfang 2015 gegründete Kuratorium der KIMW-F hat den Forschungsthemen und damit verbundenen Arbeiten eine hohe Markt- und wissenschaftliche Relevanz attestiert. Insbesondere unter dem Aspekt der vertikalen und horizontalen Technologieverbindung zwischen den übergeordneten Forschungsfeldern werden attraktive Innovationspotenziale und breite Applikationsmöglichkeiten für die mittelständische Wirtschaft gesehen.

Dem Jahr 2016 sehen wir mit großem Optimismus entgegen, weil die förderpolitischen Rahmenbedingungen weiterhin als exzellent angesehen werden können. Deshalb verfügt die breite Masse der in der Kunststoffbranche angesiedelten Unternehmen nach wie vor über eine eine gute Alternative für die Umsetzung innovationsgetriebener FuE-Themen mit der Unterstützung aus Förderprojekten.

Udo Hinzpeter
Geschäftsführer

Frank Mumme
Geschäftsführer

Grußwort

Wir freuen uns sehr, die ohnehin bereits enge Kooperation zwischen dem Kunststoff-Institut Lüdenscheid und dem Zentrum für Innovation und Technik in Nordrhein-Westfalen (ZENIT) in Zukunft noch weiter intensivieren zu können. Ende April wurde ich zum ehrenamtlichen Vorsitzenden des Kuratoriums der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH (KIMW-F) berufen.

Die enge Zusammenarbeit hat einen guten Grund: Aufgabenschwerpunkt der KIMW-F ist die Realisierung von Forschungs- und Entwicklungs- sowie Innovationsprojekten unter anderem durch die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Kernaufgabe des im April 2015 gegründeten Kuratoriums ist es, die Geschäftsführung dabei zu unterstützen.

Wie die gemeinnützige Forschungsstelle hat auch ZENIT einen gemeinnützigen Trägerverein als Gesellschafter. Auf dem Weg hin zu mehr Wettbewerbsfähigkeit und Innovationsführerschaft unterstützen wir die Mitglieder des Netzwerks ZENIT e.V., einem Zusammenschluss aus vorrangig kleinen und mittleren Unternehmen sowie Hochschulen, bei ihren Innovations- und Internationalisierungsaktivitäten, als auch bei der Kooperation von Wirtschaft und Wissenschaft. Intensiv genutzt werden dafür Instrumente wie die Förderprogramme EFRE. NRW, ZIM oder das europäische Rahmenprogramm für Forschung und Innovation, Horizont 2020. Ich bin daher mit viel Freude dem Wunsch der KIMW-F nachgekommen, mich im Kuratorium zu engagieren.

Auch das Thema Netzwerken wird auf beiden Seiten groß geschrieben, weshalb sich ein abgestimmtes, gemeinsames Agieren geradezu aufdrängte. Und sowohl die KIMW-F als auch ZENIT verfolgen mit der Internationalisierung von Clustern und Netzwerken wesentliche Elemente der Hightech-Strategie der Bundesregierung.

Beide Organisationen sind überzeugte und erfahrene Akteure auf europäischer Ebene. So sind wir unter dem Namen NRW.Europa zentrale Anlaufstelle für alle europarelevanten Anfragen aus NRW. Gemeinsam mit der NRW.BANK und NRW.International sind wir Teil des mit 600 lokalen Partnern in 60 Ländern größten Netzwerks der Europäischen Kommission, dem Enterprise Europe Network.

Sowohl den Mitgliedern der „Trägergesellschaft Kunststoff-Institut Lüdenscheid e.V." als auch des ZENIT e.V. bieten sich damit zahlreiche Möglichkeiten, hinsichtlich grenzüberschreitender Kooperationen neue Wege zu gehen, um aus guten Ideen schnell marktfähige, international erfolgreiche Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln.

Dr. Herbert Rath
Geschäftsführer der ZENIT GmbH

Gründung Kuratorium

Im April 2015 wurde das Kuratorium der KIMW-F gegründet. Es verfolgt die Aufgabe, die Geschäftsführung fachlich und wissenschaftlich hinsichtlich der Forschungsschwerpunkte und strategischen Ausrichtung zu beraten und zu unterstützen. Hierzu konnten hochkarätige Mitglieder aus der Forschung und Wissenschaft gewonnen werden, die unsere Forschungsbereiche der Oberflächen- und Beschichtungstechnik als auch der Prozess- und Werkzeugtechnik mit ihrer Exzellenz bereichern.

Wissenschaftliche Mitglieder des Kuratoriums:

- Dr. Herbert Rath
  ZENIT GmbH, Mühlheim an der Ruhr
- Prof. Dr. Klaus Meerholz
  Universität Köln - ZOEK
- Prof. Dr. Achim von Keudell
  Ruhr-Universität Bochum
- Prof. Dr. Roland A. Fischer
  Ruhr-Universität Bochum
- Prof. Dr.-Ing. Andreas Ujma
  Fachhochschule Südwestfalen
- Dr. Werner Fleischer
  Ingenieur Büro IWF, Dresden
- Dr. Johannes Strümpfel
  Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e.V.
- Prof. Dr. Thomas Seul
  Fachhochschule Schmalkalden
- Dr. Peter Bloss
  Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH
- Dr.-Ing. Jürgen Wieser
  Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF - Darmstadt

Ende September fand die zweite Kuratoriumssitzung statt, mit dem Ziel fachbezogene Arbeitskreise zu gründen, um so die Forschungsaktivitäten der KIMW-F gezielter zu unterstützen. Wir wollen mit den Arbeitskreisen eine Plattform bieten, die neben der inhaltlichen Arbeit auch eine interdisziplinäre Vernetzung zwischen Industrie und Wissenschaft weiter fördert. Ein ebenso zentrales Anliegen der Arbeitskreise soll auch die Zusammenarbeit und der Informationsaustausch mit Arbeitskreisen anderer Institutionen sein. Erfreulicherweise entstand schon in der ersten Sitzung eine angeregte Diskussion zu einzelnen Fachthemen und es konnten bereits wertvolle Hinweise von den Teilnehmern gegeben werden.
Zunächst wurden zwei Arbeitskreise (AK) analog zu den derzeitigen Forschungsfeldern der KIMW-F initiiert.

AK 1 - Oberflächen- und Beschichtungstechnik

Schwerpunktmäßig beschäftigt sich dieser Arbeitskreis mit Themen im Bereich der CVD-Prozesstechnik und der Entwicklung von Schichtsystemen, die für Kunststoffverarbeitungswerkzeuge aufgrund der vielseitigen Vorteile der CVD-Technik von Relevanz sein können.

AK 2 - Prozessentwicklung und Werkzeugtechnik

Die Kernthemen dieser Arbeitskreise drehen sich u. a. um die Konzeption und Erprobung neuartiger Beheizungs- und Temperiersysteme, der Weiterentwicklung von prozessüberwachenden Möglichkeiten und der ressourceneffizienteren Produktion.

Technologie-Roadmap KIMW-F

Neue Räumlichkeiten

Die KIMW-F trägt der personellen Erweiterung Rechnung und hat zum 1. Juli 2015 neue Räumlichkeiten in der Mathildenstraße 22 in Lüdenscheid bezogen. Am bisherigen Standort waren keine Erweiterungsmöglichkeiten mehr vorhanden. Durch den Umzug können nun alle Mitarbeiter an einem Ort zentriert werden und zukünftigen Expansionsvorhaben der KIMW-F stehen genügend Platzreserven zur Verfügung.

Der Aufbau des Forschungsbereiches Oberflächentechnik bedingt einen zunehmenden Bedarf an Büro- und Laborflächen sowie Anlagenkapazitäten zum CVD-Beschichten von Werkzeugoberflächen. Am Standort Mathildenstraße wird daher eine zusätzliche Etage bezogen, die eine Erweiterung um bis zu 300 m^2 ermöglicht. Die Forschungsaktivitäten für mediendichte und thermisch isolierende Beschichtungen erfordern eine Aufstockung an Personal- und Beschichtungskapazitäten. Zusätzliche Forschungsprojekte für den Zeitraum 2016-2020 werden zur Schaffung weiterer neuer wissenschaftlicher Arbeitsplätze führen. Es wurde ein zweiter CVD Reaktor installiert, der eine parallele Bearbeitung von mehreren Forschungsprojekten ermöglicht. Die Anlagendimensionen sind so ausgelegt, dass die Entwicklung neuartiger Beschichtungen für die Kunststoffverarbeitung im Labormaßstab gegeben und die Darstellung der Schichten für produktionsnahe Werkzeuge gewährleistet ist. Räumlichkeiten für die Herstellung spezieller Anlagenkomponenten und chemischer Vorläuferkomponenten für Beschichtungsprozesse sowie das Entschichten von Werkzeugoberflächen werden eingerichtet. Mit diesen Maßnahmen ist die weitere Expansion der Forschungsstelle, z. B. für die Aufskalierung von Beschichtungsprozessen sowie den Aufbau von Funktionsdemonstratoren für die nächsten Jahre gesichert.

Übersicht Mitarbeiter

Geschäftsführung

Dipl.-Ing. Udo Hinzpeter

+49 (0) 23 51.10 64-198
hinzpeter@kunststoff-institut.de

Dipl.-Ing. Frank Mumme

+49 (0) 23 51.10 64-139
mumme@kunststoff-institut.de

Wissenschaftliche - technische Mitarbeiter

Dr.-Ing. Angelo Librizzi

Prokurist
Oberflächentechnik Formteile
+49 (0) 23 51.10 64-134
librizzi@kunststoff-institut.de

Dr. rer. nat. Pierre Voigtländer

Technologietransfer
+49 (0) 23 51.6 79 99-13
voigtlaender@kunststoff-institut.de

Dr. rer. nat. Gregor Fornalczyk

Beschichtungstechnik
+49 (0) 23 51.6 79 99-12
fornalczyk@kunststoff-institut.de

Vanessa Frettlöh, M.Sc.

Beschichtungstechnik
+49 (0) 23 51.6 79 99-11
frettloeh@kunststoff-institut.de

Michaela Sommer, M.Sc.

Beschichtungstechnik
+49 (0) 23 51.6 79 99-14
sommer@kunststoff-institut.de

Dipl.-Ing.
Muhammad Aamir, M.Sc.
Prozessentwicklung,
Werkzeugtechnik
+49 (0) 23 51.6 79 99-23
aamir@kunststoff-institut.de

Christopher Beck, B.Eng.

Prozessentwicklung,
Werkzeugtechnik
+49 (0) 23 51.6 79 99-21
beck@kunststoff-institut.de

Sven Gawronski

Technischer Mitarbeiter
Anwendungstechnik
+ 49 (0) 23 51.6 79 99-22
gawronski@kunststoff-institut.de

Wissenschaftliche Berater

Prof. Dr.-Ing. Andreas Ujma

Wissenschaftlicher Berater
+49 (0) 23 71.5 66-190
ujma.andreas@fh-swf.de

Prof. Dr.-Ing. Mark Fiolka

Wissenschaftlicher Berater
+49 (0) 23 71. 5 66-1633
fiolka.mark@fh-swf.sw

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Lichius

Wissenschaftlicher Berater
+49 (0) 23 71.5 66-4018
lichius.ulrich@fh-swf.de

Wissenschaftliche Tätigkeiten

Übersicht öffentlich geförderter Projekte 2015

Vorhaben 1: ProPumpe
Entwicklung einer neuartigen Entformungstechnik für Spritzgießwerkzeuge zur einteiligen Herstellung von spritzgegossenen 3D-Pumpenlaufrädern
- Laufzeit: 01.11.2014 bis 31.10.2016
- Förderkennzeichen: 02PK2447
- Projektträger: KIT Karlsruhe
- Förderprogramm: KMU-innovativ: Produktionsforschung
- Projektleiter: Vanessa Frettlöh, M.Sc.

Vorhaben 2: RFID
RFID Umspritzung/Prozess- und Qualität
- Laufzeit: 01.09.2014 bis 30.11.2016
- Förderkennzeichen: KN022533
- Projektträger: VDI/VDE
- Förderprogramm: ZIM-KOOP - Netzwerkprojekt
- Projektleiter: Vanessa Frettlöh, M.Sc.

Vorhaben 3: 3D CVD
3D CVD Beschichtung von komplexen Geometrien für die Kunststoffspritzgießverarbeitung
- Laufzeit: 01.01.2015 bis 30.05.2017
- Förderkennzeichen: 16KN022542
- Projektträger: VDI/VDE
- Förderprogramm: ZIM-KOOP - Netzwerkprojekt
- Projektleiter: Dr. rer. nat. Pierre Voigtländer

Vorhaben 4: Dünnschichtsensorik
Verfahren und Methoden zur Prozessüberwachung mittels Dünnschichtsensorik
- Laufzeit: 01.02.2015 bis 31.01.2017
- Förderkennzeichen: 16KN022537
- Projektträger: VDI/VDE
- Förderprogramm: ZIM-KOOP - Netzwerkprojekt
- Projektleiter: Dr.-Ing. Angelo Librizzi

Vorhaben 5: Keraform
Entwicklung von hybriden Werkzeugeinsätzen mit Kombinationswerkstoffen aus Keramik
- Laufzeit: 01.10.2015 bis 30.09.2017
- Förderkennzeichen: 16KN045801
- Projektträger: VDI/VDE
- Förderprogramm: ZIM-KOOP - Netzwerkprojekt
- Projektleiter: Dipl.-Ing. Muhammad Aamir, M.Sc.

Vorhaben 6: CRoCoMold
Entwicklung eines Fertigungsprozesses zur alternativen Produktion von dünnwandigen Kunststoffpräzisionsoptiken
- Laufzeit: 01.11.2015 bis 31.10.2017
- Förderkennzeichen: 02P15K021
- Fördergeber: BMBF
- Förderträger: KIT Karlsruhe
- Förderprogramm: KMU-innovativ: Produktionsforschung
- Projektleiter: Vanessa Frettlöh, M.Sc.

Die genannten Forschungsvorhaben werden unterstützt durch:

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Projekt „ProPumpe“

Entwicklung einer neuartigen Entformungstechnik für Spritzgießwerkzeuge zur einteiligen Herstellung von spritzgegossenen 3D-Pumpenlaufrädern

Das Forschungsverbundprojekt hat das Ziel eine neuartige Entformungstechnik für Spritzgießwerkzeuge für die einteilige Fertigung von 3D-Pumpenlaufrädern im Spritzgießverfahren zu entwickeln und unter seriennahen Produktionsbedingungen auf Eignung zu überprüfen. Durch die zu entwickelnde Entformungstechnik können komplexe (hinterschnittige) Geometrien hergestellt werden, die bisher nur durch aufwendigere, mehrstufige Fertigungsprozesse realisierbar sind. Hierdurch soll erreicht werden, dass die kostentreibenden Fertigungsfaktoren, wie Produktionsprozess und eingesetzte Betriebs- und Fertigungsmittel (Maschinen, Werkzeuge, Anlagen) optimiert werden und zu einer deutlichen Reduzierung der Fertigungskosten führen.

Die bisherigen Projektarbeiten konzentrierten sich auf die Entwicklung von geeigneten Entformungskonzepten und zugehörigen 3D-Pumpenlaufradgeometrien sowie der Machbarkeitsbewertung unter Berücksichtigung kosteninduzierten Faktoren hinsichtlich zu erwartender Werkzeugkosten. Hierzu wurden zunächst verschiedene Pumpenlaufradgeometrien konzipiert. Um die verschiedenen Geometrievarianten auf ihre Effizienz und ihren Wirkungsgrad zu testen, wurden die Pumpenlaufräder mittels 3D-Druck erzeugt, in passende Pumpengehäuse verbaut und anschließend einer Bauteilprüfung unterzogen. Dadurch können die Pumpenlaufräder hinsichtlich der Kennwerte mit ursprünglichen, derzeit zweiteilig gefertigten, Pumpenlaufrädern verglichen werden. Der Wirkungsgrad einer Pumpe spielt unter energetischen Gesichtspunkten eine übergeordnete Rolle. Beispielsweise gehören in der Heizungstechnik eingesetzte Umwälzpumpen zu den heimlichen Energieverbrauchern und tragen, je nach Wirkungsgrad, zu einem erheblichen Anteil

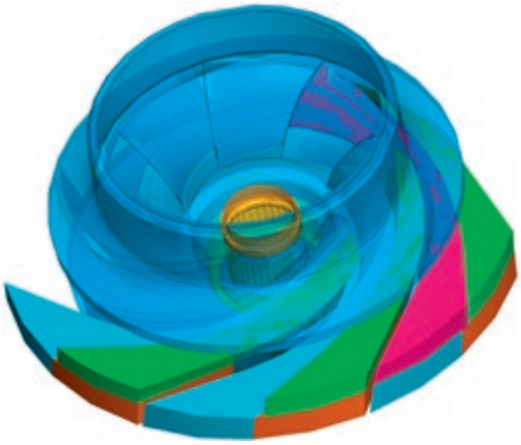


Abbildung 1: 3D-Pumpenlaufrad mit angedeuteten Schieberelementen

des Stromverbrauches eines Haushaltes bei. Parallel wurde mittels Simulationssoftware die Entformbarkeit der konzipierten einteiligen 3D-Pumpenlaufradgeometrien einer technischen Machbarkeit unterzogen und hinsichtlich verbundener Werkzeugkosten bewertet. Zur Klärung von weiteren entformungstechnischen Fragen, die nicht mit Hilfe der Simulation geklärt werden konnten, wurde mittels 3D-Druck ein kleinskaliertes Werkzeug mit allen relevanten Funktionsbauteilen zur Darstellung der Bewegungsabläufe gebaut, um so eine möglichst sichere Entscheidungsbasis für den Bau eines realen Versuchswerkzeuges zu schaffen. In der noch zur Verfügung stehenden Restlaufzeit stehen nun der Bau des komplexen Spritzgießwerkzeuges sowie die seriennahe Überprüfung der werkzeug- und bauteiltechnischen Eigenschaften an.

Weitere Informationen

Vanessa Frettlöh, M.Sc.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-11
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
frettloeh@kunststoff-institut.de

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Projekt „RFID“

Verfahren zur Umspritzung von RFID-Tags

In Zeiten von „Industrie 4.0“, in denen die Vernetzung der Fertigung zunehmend an Bedeutung gewinnt, sind Technologien, mit denen die produzierten Teile zurückverfolgt, Prozessschritte rückwirkend abgerufen und nachvollzogen werden können, von enormem wirtschaftlichen und technologischen Interesse. Nach aktuellem Stand der Technik werden RFID Transponder manuell oder allenfalls halbautomatisch in die Produkte integriert oder auf sie aufgebracht. Die Folge ist, dass die Herstellungskosten der Produkte um ein Maß steigen, welches den Einsatz der Technik in Einmalartikeln und niedrigpreisigen Massenartikeln unattraktiv macht.
Das technologische Ziel des BMWi geförderten Projektes ist die produktionstechnische Integration eines Radio Frequency Identification Tags (kurz: RFID Tag) in Bauteile aus thermoplastischen und duroplastischen Kunststoffen. Hierzu wird eine neue Maschinen- und Prozesstechnik entwickelt. Eine Herausforderung liegt in der Fixierung der Tags innerhalb der Kavität, da die RFID Transponder filigrane, aus dünnem Draht und empfindlichen Halbleiterelementen bestehende Bauteile sind, welche durch die hohen Drücke, Temperaturen und Scherbelastungen im Spritzgießprozess leicht beschädigt werden könnten. Das Konsortium, bestehend aus der KIMW-F und sechs Partnern, definierte zunächst die an den Prozess und das Bauteil bestehenden Anforderungen. Einhergehend mit thermischen und rheologischen Simulationen (siehe nachfolgende Abbildung), fanden praktische Voruntersuchungen statt, bei denen die Funktionsfähigkeit der RFID Tags trotz einer erzeugten Oberflächentemperatur von 240°C über 60 Sekunden erhalten blieb.

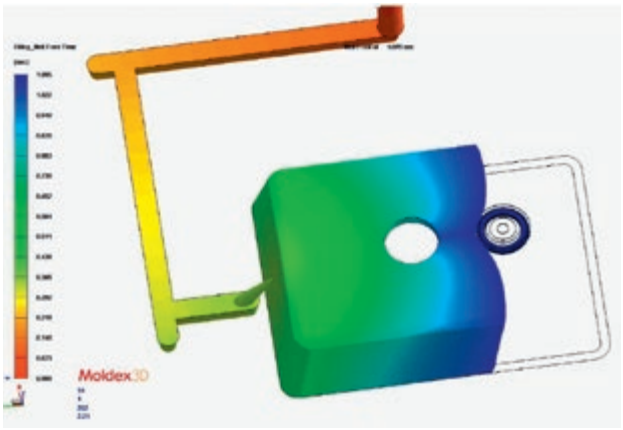


Abbildung 1: Rheologische Simulation des RFID-Werkzeuges

Die Auslegung der RFID Tags fand unter technischen, geometrischen und mechanischen Gesichtspunkten statt, um sowohl eine Lesereichweite von mehreren Zentimetern, als auch eine für das Umspritzen notwendige Steifigkeit des Tags einzustellen. Zur anwendungstechnischen Erprobung der RFID Tags und der Tag-Fixierung im Spritzgießprozess wurde ein Demonstratorwerkzeug gebaut.
In den Hauptversuchen werden die RFID Tags mit ausgewählten Materialien umspritzt und anschließend im Labor auf ihre Funktionsfähigkeit sowie ihren Einfluss auf das Bauteil geprüft.

Weitere Informationen

Vanessa Frettlöh, M.Sc.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-11
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
frettloeh@kunststoff-institut.de

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projekt „3D CVD“

Beschichtungen von komplexen Geometrien für die Kunststoffverarbeitung

Die chemische Gasphasenabscheidung (CVD) bietet die Möglichkeit, Bauteiloberflächen durch das Aufbringen dünner Schichten zu schützen, zu veredeln oder anderweitig zu funktionalisieren. In der kunststoffverarbeitenden Industrie sind dabei Schichtsysteme von Interesse, die Formeinsätze von Spritzgießwerkzeugen bei gleichbleibender mechanischer Stabilität vor Verschleiß und Korrosion bewahren. Die bestehende Expertise, mittels CVD dünne Keramikschichten auf geometrisch anspruchsvollen Oberflächen abzuscheiden, kann die KIMW-F im Projekt „3D CVD“ einsetzen. Das Projekt hat das Ziel, die Spaltgängigkeit von CVD-Schichtsystemen zu nutzen, um anspruchsvolle, dreidimensionale Oberflächen von Formeinsätzen mit einer schützenden Keramik zu beschichten. Anderen bisher eingesetzten Beschichtungsverfahren (z. B. PVD), mit denen es nicht möglich ist, Beschichtungen in Innenwandungen oder enge Konturen, wie Schlitze oder Löcher, zu bringen, ist die CVD-Technik durch ihre hohe Konformitätsrate überlegen.
Für den Beschichtungsprozess stehen keramische Materialien zur Verfügung, die durch thermische Zersetzung einer chemischen Vorstufe (Precursor) auf der Substratoberfläche dargestellt werden können. Für die vorliegende Anwendung fiel die Wahl auf Zirkoniumdioxid (ZrO_2), welches durch seine mechanischen und antikorrosiven Eigenschaften optimale Voraussetzungen für den Einsatz in der Kunststoffverarbeitung verspricht. Mit Zirkonium-Acetylacetonat wird ein metallorganischer Precursor genutzt, der sich bereits bei Temperaturen unterhalb von 500 °C zu ZrO_2 zersetzt, wodurch der zu beschichtende Werkzeugstahl geschont und der Energiebedarf gesenkt wird.

Die kunststoffverarbeitenden Unternehmen unter den Projektpartnern unterstützen die Arbeiten durch das Bereitstellen entsprechender Werkzeugeinsätze, welche eine große Bandbreite komplexer Geometrien repräsentieren. Um die Konformität der CVD-Schichten nachweisen zu können, wurden diese präpariert, um die Einführung von Probekörpern zu gewährleisten, die später auf ihre Schichtdicke hin untersucht werden können (siehe Bild). Parametrierung im Bereich Temperatur, Druck und Gasgeschwindigkeit sorgt zudem dafür, dass die Ziele einer hohen Maßgenauigkeit sowie Spaltgängigkeit der Schichten systematisch erreicht werden können. Weitere Arbeiten des Projektes sind die Beschichtungen von Formeinsätzen, welche später in der Produktion eingesetzt werden. Entsprechende Bemusterungen sollen schließlich die Anwendbarkeit des Schichtsystems unter Produktionsbedingungen verifizieren.

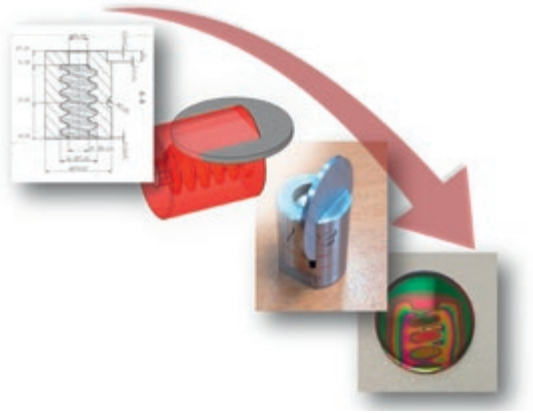


Abbildung 1: Versuchseinsatz zur Überprüfung der Schichtdickenverteilung bei einem Innengewinde

Weitere Informationen

Dr. rer. nat. Gregor Fornalczyk
Tel.:+49 (0) 23 51.6 79 99-12
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
fornalczyk@kunststoff-institut.de

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projekt „Dünnschichtsensorik“

Verfahren und Methoden zur Prozessüberwachung mittels Dünnschichtsensorik

Steigende Herstellungskosten erfordern in Spritzgießbetrieben eine rationelle und reproduzierbare Fertigung bei hoher Produktqualität. Dies verlangt nach transparenten Prozessen und exakter Prozessbeherrschung der qualitätsrelevanten Parameter, die allein durch die Spritzgießmaschine oftmals nicht dargestellt werden können. Daher streben Kunststoffverarbeiter bei komplexen Fertigungsprozessen zunehmend an, die Prozessgüte über kontinuierlich erfasste Prozessinformationen zu überwachen. Primäres Ziel ist dabei, anhand sensorisch ermittelter Prozesssignale Qualitätsschwankungen zu identifizieren. Durch zusätzliche Sensoren im Spritzgießwerkzeug zur Bestimmung des Werkzeuginnendruckes und der Werkzeugwandtemperatur während der Formteilherstellung können alle relevanten Informationen erfasst werden, die einerseits eine hundertprozentige Qualitätsüberwachung ermöglichen und andererseits eine Basis für zeitnahe, qualitätsabhängige Eingriffe in den Prozess bieten. Mit diesem Themenkomplex beschäftigt sich die KIMW-F gGmbH in einem Konsortium mit sechs weiteren Partnern im Rahmen des vom BMWi geförderten ZIM-Projektes „Dünnschichtsensorik“. Dazu werden Sensoren mittels Beschichtungs- und Strukturierungsverfahren in dünnschichtiger Form direkt auf die formgebende Oberfläche des Spritzgießwerkzeuges aufgebracht, um Druck und Temperatur in der direkten Einwirkzone der Kunststoffschmelze zu messen. Die Sensoren werden mittels Oberflächenbeschichtungsverfahren auf die formgebenden Werkzeugelemente aufgebracht. Der gesamte Schichtaufbau besitzt dabei eine Dicke von weniger als 10 µm und besteht aus einer elektrischen Isolationsschicht, der Aufnehmerschicht und einer darüber liegenden Schutzbeschichtung (siehe Abbildung).

Wesentlicher Vorteil der zur Herstellung eingesetzten PVD-Technik besteht darin, dass sich in einem einzigen Beschichtungsprozess mehrere Sensoren gleichzeitig über dem Fließweg verteilt herstellen lassen.

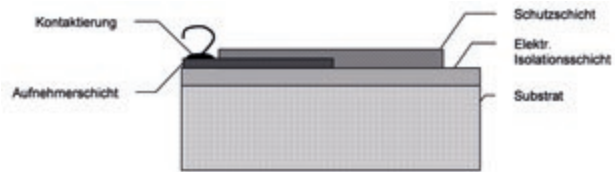


Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines Dünnschichtsensors

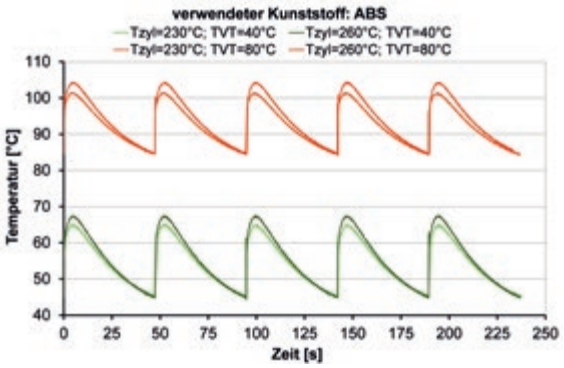


Abbildung 2: Temperaturverlauf mittels Dünnschichtsensor

Derzeit werden Voruntersuchungen innerhalb eines Testwerkzeuges durchgeführt. Nachstehende Grafik zeigt beispielhaft den Temperaturverlauf an der Werkzeugwand, gemessen mit einem Dünnschichtthermoelement, für mehrere aufeinanderfolgende Spritzgießzyklen.
Im weiteren Projektverlauf werden die gewonnenen Erkenntnisse der Voruntersuchungen auf Serienwerkzeuge zur Herstellung von Mikrobauteilen und optischen Kunststoffkomponenten gemeinsam mit den KMU-Partnern übertragen.

Weitere Informationen

Dr.-Ing. Angelo Librizzi
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-134
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
librizzi@kunststoff-institut.de

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projekt „KeraForm“

Entwicklung von hybriden Werkzeugeinsätzen mit Kombinationswerkstoffen aus Keramik

Die Verwendung von formgebenden keramischen Werkzeugeinsätzen in Spritzgießwerkzeugen ist nach dem heutigen Stand der Technik für den Einsatz unter Serienbedingungen -bei Dauerbelastung- nicht etabliert, da ein hohes Risiko hinsichtlich der Haltbarkeit besteht. Grundsätzlich sind zwar die Vorteile von keramischen Werkzeugeinsätzen in Spritzgießwerkzeugen hinlänglich bekannt, jedoch fehlen derzeit für die Verwendung in der betrieblichen Praxis noch geeignete Methoden, Systematiken und Hilfsmittel (z. B. Simulation) entlang der konstruktiven und fertigungstechnischen Entwicklungskette, um eine dauerhafte Funktion keramischer Werkzeugeinsätze (kein Versagen durch Bruch) zu gewährleisten. Dabei ist die besondere Herausforderung in der Findung geeigneter Fügekonzepte zu sehen, um keramische und stahlförmige Werkzeugelemente belastungs- und materialgerecht zu verbinden. Als weiterer Synergieeffekt wird auch der thermischem Werkzeughaushalt dadurch optimiert, dass durch eine geeignete Verbindung zwischen keramischem Werkzeugeinsatz und metallischem Substratträger der Wärmetransport zwischen den beiden Fügepartnern deutlich verbessert wird. Aufgrund der wesentlich geringeren Wärmeleitung von ZrO_2 (1,5 – 3 W/m•K) im Vergleich zu Stahl (25 - 45 W/m*K) wird die von der Kunststoffschmelze eingebrachte Wärme langsamer aus einem hieraus hergestellten Keramikeinsatz abgeführt, sodass Zykluszeiten des Spritzgießprozesses unter Umständen ungünstig beeinflusst werden. Die Abbildung 1 zeigt beispielhaft einen keramischen Werkzeugeinsatz für eine Telefonoberschale.

Das Ziel des Projektes ist die technologische Entwicklung einer Füge- und Verbindungstechnik zur Herstellung einer Verbundkonstruktion von vollkeramischen und metallischen Werkzeugeinsätzen unter Berücksichtigung der betrieblichen Anforderungen eines Spritzgießwerkzeuges. Das Vorhaben soll den bisher erreichten Stand der Technik hinsichtlich der Verwendung von keramischen Werkzeugeinsätzen weiterentwickeln. Es sollen robuste und für den Einsatz in der betrieblichen Praxis von keramischen Verbundkonstruktionen abgesicherte Füge- und Verbindungskonzepte dem Anwender

Abbildung 1: Keramischer Werkzeugeinsatz

(Werkzeugkonstrukteur, Formenbauer und Spritzgießer) zur Verfügung gestellt werden, um

- einen bruchfreien und dauerhaften Einsatz von keramischen Werkzeugeinsätzen,
- eine effiziente Wärmeabfuhr aus keramischen Werkzeugeinsätzen

zu erreichen. Nach Möglichkeit sollen die Fügeverfahren einfach anwendbar sein, so dass im Idealfall der Anwender das Fügen und Lösen der keramischen Werkzeugeinsätze ohne externe Hilfe umsetzen kann. Ein weiterer wesentlicher Punkt wird die Erarbeitung von umfangreichem Know-how sein, um je nach vorliegenden Randbedingungen eine geeignete Fügetechnik im Vorfeld auszuwählen. Hierzu ist ein tiefgreifendes Verständnis der in Spritzgießwerkzeugen auftretenden thermischen und mechanischen Belastungen (Spannungen, Verformungen etc.) notwendig. Auch müssen konstruktive Gegebenheiten bei der Auswahl von Fügetechniken berücksichtigt werden. Spritzgießwerkzeuge sind überwiegend Unikate, sodass keine pauschale Übertragbarkeit gewonnener Erkenntnisse auf neue oder andere Spritzgießwerkzeuge gegeben ist.

Weitere Informationen

Dipl.-Ing. Muhammad Aamir, M.Sc.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-23
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
aamir@kunststoff-institut.de

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projekt „CRoCoMold“

Alternativer Produktionsprozess für dünnwandige Kunststoffpräzisionsoptiken

Zunehmend rückt durch die immer größer werdende Bedeutung der Energieeffizienz von Leuchtmitteln die LED Technik nebst Vorsatzoptiken in den Fokus. Ebenfalls wird heute eine immer größer werdende Anzahl von Elektronikgeräten mit Optiken versehen. Um diese Märkte bedienen zu können sind hohe Stückzahlen von Kunststoffpräzisionsoptiken zu geringen Herstellungskosten auf einem gleichbleibend hohen Qualitätsniveau gefragt. Das Verbundprojekt CRoCoMold hat das Ziel, einen Fertigungsprozess zur alternativen Produktion von dünnwandigen Kunststoffpräzisionsoptiken, basierend auf dem „Continous Rotation Compression Moulding“ Verfahren (kurz: CRCM), zu entwickeln. Durch die Möglichkeit Kunststoffoptiken wie beispielsweise Linsen und Vorsatzoptiken in diesem kontinuierlichen, angusslosen Fertigungsprozess herzustellen, kann eine Senkung von Fertigungskosten in der Serienfertigung erzielt werden. Das Kernthema des Projektes ist die Weiterentwicklung der bestehenden Prozesstechnik zur Herstellung von Präzisionsoptiken. Hierbei gilt es die einzelnen Anlagenkomponenten und Werkzeuge auf die hohen Anforderungen von Optiken auch unter materialspezifischen Aspekten weiterzuentwickeln. In einem iterativen Prozess werden Anlagen- und Werkzeugtechnik an geeignete Materialien und Zielgeometrien angepasst. Hierzu wurde die Maschinen- und Peripherietechnik im Detail analysiert und verwendbare Kunststoffmaterialien sowie daraus resultierende Grenzen der Bauteileigenschaften bewertet. Für die Verarbeitbarkeit des Materials ist die Schmelzeviskosität an der Dosier- und Transporteinheit ausschlaggebend. Bei der Auswahl der Materialien wird auf für Hochpräzisionsoptiken etablierte Kunststoffmaterialien PMMA und PC zurückgegriffen. In Zusammenarbeit mit Materialherstellern wurden für das Verfahren geeignete PMMA Typen selektiert, welche anschließend in praktischen Versuchen an der Maschine erprobt werden. Nachfolgend wird das ausgebrachte Material im Analyselabor untersucht, um den Grad der thermischen Belastungen zu detektieren und zu beurteilen.

Abbildung 1: Extrusionsdüse (Vordergrund) und Werkzeugkarussell

Um die Grenzen für die herstellbaren Geometrien in einem weiten Spektrum abstecken zu können, sind sowohl plan-konvexe bzw. bi-konvexe Linsen mit asphärischer Form, als auch solche mit optischen Strukturen für technische Versuche vorgesehen. Die Oberflächeneigenschaften, Maßhaltigkeiten und optischen Eigenschaften dieser Versuchsgeometrien werden abschließend überprüft und bewertet.

Weitere Informationen

Christopher Beck, B.Eng.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-21
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
beck@kunststoff-institut.de

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Übersicht vorwettbewerblicher Eigenforschungsprojekte

Multi-Physik Simulation für die Modellierung von wechselseitigen Prozessgrößen in der Kunststoffverarbeitung
Dipl.-Ing. Muhammad Aamir, M.Sc.

- Simulation des Strömungsverhaltens in CVD-Reaktoren
- Multi-Physik Simulation bei der Auslegung von Dünnschichtheizungen

Werkzeugtechnik
Christopher Beck, B.Eng.

- Untersuchungen zur Vermeidung von Oberflächenmarkierung bei Spritzgussteilen bei der Verwendung von partiellen Keramikinlays

Chemische Gasphasenabscheidung
Vanessa Frettlöh, M.Sc.
Michaela Sommer, M.Sc.
Dr. rer. nat. Gregor Fornalczyk

- Entwicklung von thermisch isolierenden Schichtsystemen für „Zero-energy" Temperierung von Spritzgießwerkzeugen
- Entwicklung von Multilayer-Schichtsystemen zur Abscheidung thermisch isolierender Schichten erhöhter Schichtdicke
- Kontaktierung von leitfähigen Dünnschichten
- Druckstabile Isolationsschichten für resistive Oberflächenheizung
- Automatisierung von CVD-Beschichtungsprozessen

Multi-Physik Simulation für die Berechnung von wechselseitigen Prozessgrößen

Zur Berechnung physikalischer Wechselwirkungen im Bereich der Technologieentwicklung für Kunststoffverarbeitungsprozesse, verwendet die KIMW-F akustische, fluiddynamische, thermische, strukturmechanische und viele andere mathematische und multi-physikalische Simulationstechniken. Beispielsweise wird die Thermo-Elektrische Kopplung (Joulesche Erwärmung) verwendet, um die Erwärmung von stromdurchflossenen Materialien zu berechnen. Im Rahmen der Entwicklung von resistiven Dünnschichtbeheizungen wird die Multi-Physik Simulation zur Auslegung der Heizelemente eingesetzt.

Bei dem Heizelement handelt es sich um eine Dünnschichtbeschichtung mit einer Dicke von 2 µm. Die besondere Herausforderung hinsichtlich der Simulationstechnik liegt dabei in der Vernetzung dieser geringen Schichtdicke sowie der geeigneten mathematischen Verknüpfung der unterschiedlichen physikalischen Effekte. Das Heizelement besteht aus einem Multilayerschichtsystem, das neben der elektrischen Leitfähigkeit auch die notwendigen Isolationsschichten zu den metallischen Substratträgern beinhaltet. Mit diesem Heizelement kann ein schneller Temperaturanstieg an der Werkzeugoberfläche realisiert werden. Die Simulationsergebnisse haben gezeigt, dass beispielsweise bei einer angelegten elektrischen Spannung von 10 V, ein Temperaturanstieg von bis zu 30°C/s an der Werkzeugwand eines Spritzgießwerkzeuges erreicht werden kann; vgl. Abbildung 1. Durch eine praktische Überprüfung an einem Versuchsaufbau konnten diese Werte und somit auch die gewählte Modellierungsmethode verifiziert werden.

Eine weitere Anwendung ist die Simulation des Strömungsverhaltens in einem CVD Heißwandreaktor, mit dem die unterschiedlichen Schichten je nach Anwendungsgebiet erzeugt werden. Hier gilt es mit Hilfe der Simulation vor allem den praktischen Versuchsaufwand bei der Neuentwicklung von Schichten und Schichtsystemen auf ein Minimum zu reduzieren, da aufgrund der vielfältigen Stellgrößen in der Prozessführung eine systematische Erarbeitung idealer Prozessfenster durch reine Praxisversuche sehr zeitaufwendig ist. Die Simulation von Gasströmungen anhand von realen Reaktorkenngrößen und Prozessparametern ermöglicht die schnelle Entwicklung von Anlagenkomponenten und einem besseren Prozessverständnis.

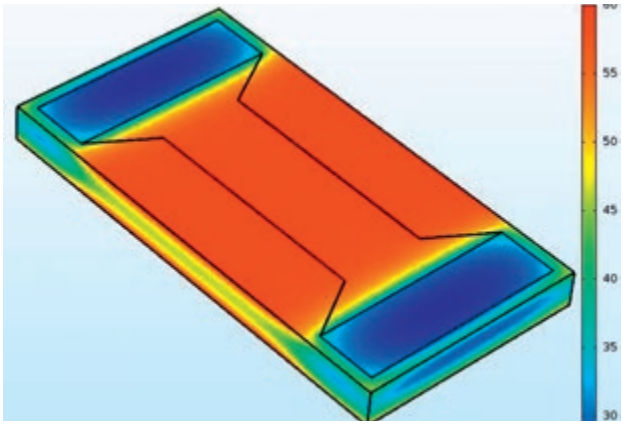


Abbildung 1: Temperaturverlauf in Abhängigkeit der an das Heizelement angelegten elektrischen Spannung

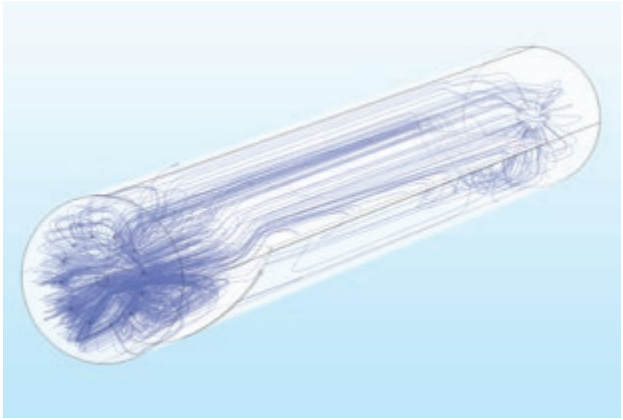


Abbildung 2: Simulation des Strömungsverhaltens in einem CVD Heißwandreaktor

Weitere Informationen

Dipl.-Ing. Muhammad Aamir, M.Sc.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-23
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
aamir@kunststoff-institut.de

Untersuchungen zur Vermeidung von Oberflächenmarkierung bei Spritzgussteilen bei der Verwendung von partiellen Keramikinlays

Mit Hilfe von partiellen Temperierungen der Oberflächen von Kunststoffverarbeitungswerkzeugen kann das Fließverhalten von Kunststoffschmelzen im Spritzgießprozess direkt beeinflusst werden. Aktuell werden durch Erhöhung von Werkzeugwandtemperaturen in kritischen Bauteilsegmenten bereits Bindenähte und Glanzunterschiede, meist mittels elektrischer Heizsysteme, oberflächig kaschiert. Zusätzliche Energieaufwendungen führen jedoch bei gleichbleibenden Zykluszeiten zu kostenintensiveren Prozessen und verringern die Wirtschaftlichkeit der Produktion.

Hier setzt das eigenfinanzierte Projekt der KIMW-F an, um für die kunststoffverarbeitende Wirtschaft mittels innovativer Forschung energetisch effizientere Lösungen zu entwickeln. Eine gezielte Anhebung der Werkzeugoberflächentemperatur durch thermisch isolierende Werkzeugbeschichtungen ist Stand der Technik aber vornehmlich für flächige Lösungen geeignet. Durch Einbringen von thermisch isolierenden Werkzeugeinsätzen können Werkzeugtemperaturen verringert und Fließverhalten von Kunststoffschmelzen verändert werden. Im Übergangsbereich zwischen zwei Werkstoffen entstehen aktuell mitunter Markierungen am Bauteil, welche in vielen Anwendungsbereichen unerwünscht sind.

Durch die Entwicklung eines neuartigen Werkstoffverbundsystems wird eine Technologie erforscht mit welcher es ermöglicht werden soll, das Temperaturlayout der Werkzeugoberfläche an die spezifischen Werkzeuganforderungen anzupassen. Die Gleichmäßigkeit optimierter Eigenschaften von Kunststoffoberflächen steht hierbei im Fokus, um einen deutlichen optischen als auch energetischen Mehrwert für ein Spektrum von Anwendungsfällen,

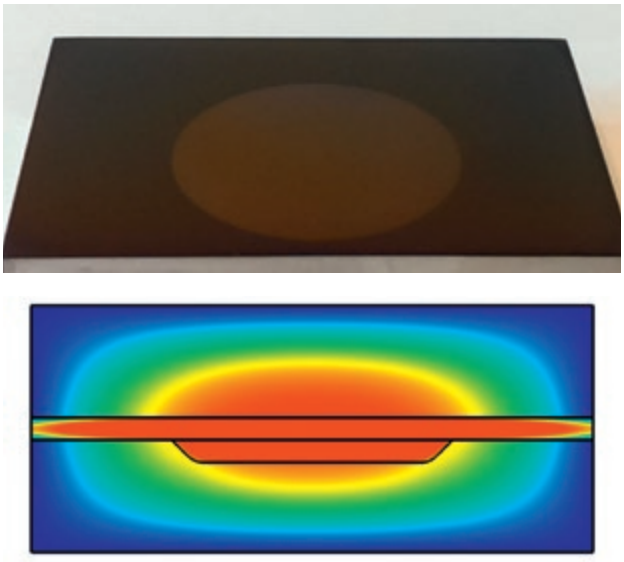


Abbildung oben: Werkzeugeinsatz mit Keramikinlay

Abbildung unten: Thermische Simulation Werkzeug mit Keramikinlay

gegenüber den bekannten Technologien zu generieren. Thermische Simulationen sowie erste technische Untersuchungen von Anlagen und Werkzeugen wurden von der KIMW-F gGmbH bereits durchgeführt. Weiterführende technische Versuche, unter Verwertung der Ergebnisse erster Untersuchungen an Mustergeometrien und die anschließende Verifizierung der Technologie in spritzgießtechnischen Prozessen, werden den Projektverlauf maßgeblich beeinflussen.

Weitere Informationen

Christopher Beck, B.Eng.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-21
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
beck@kunststoff-institut.de

Druckstabile Isolationsschichten für resistive Oberflächenheizung

Der Einsatz von resistiven Dünnfilm-Heizsystemen ermöglicht eine sehr effiziente dynamische Temperierung von Werkzeugoberflächen. Die bisherigen Entwicklungsergebnisse belegen, dass für einen Temperatursprung an der Werkzeugwand oberhalb der Glasübergangstemperatur von Kunststoffen nur ein Bruchteil der Energie eingesetzt werden muss, die beispielsweise bei induktiv beheizten Werkzeugen anfällt. Innovativer Kern der von der KIMW-F weiterentwickelten Dünnfilm-Technologie ist die Abscheidung elektrisch und thermisch isolierender Dünnschichten sowie die Auslegung von Dünnfilmheizelementen. Durch den Einsatz von Simulationstechniken ist das Design von Heizelementen hinsichtlich notwendiger Leistungswerte, Temperaturgradienten und Dehnungswerte schnell und sicher darstellbar. Durch die Weiterentwicklung von klassischen Isolationsschichten hin zu einer multilagen Schichtarchitektur konnte die Druckstabilität der Schichten deutlich erhöht und durch Einsatz von geeigneter Messtechnik belegt werden. Hierzu wurde die elektrische Leitfähigkeit beschichteter Probekörper in einem servohydraulischen Hydropulser untersucht (Abb. 2). Bis zur Fließgrenze der verwendeten und gehärteten Werkzeugstähle konnte kein Abfallen der Isolationswirkung festgestellt werden, was die mechanische Stabilität der Beschichtung bestätigt.

In weiteren Entwicklungsschritten werden die Isolationsschichten mit unterschiedlichen Materialkonstellationen und Heizleiterdesigns belegt. Die Untersuchungen sollen das Dehnungsverhalten des Materialverbundes (Heizleiter/Isolationsschichten) prüfen und ggf. Hinweise liefern, um eine weitere Optimierung im Interface der Isolationsschichten oder des Heizleiterdesigns durchführen zu können.

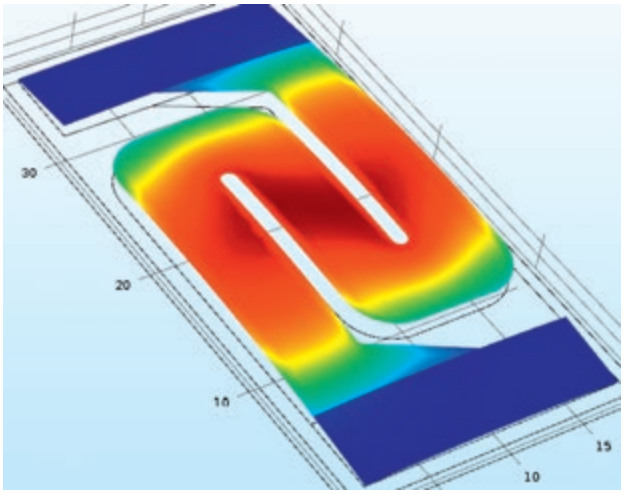


Abbildung 1: Temperaturverteilung an einem Dünnschichtwiderstandsheizelement (Multi-Physics Simulation)

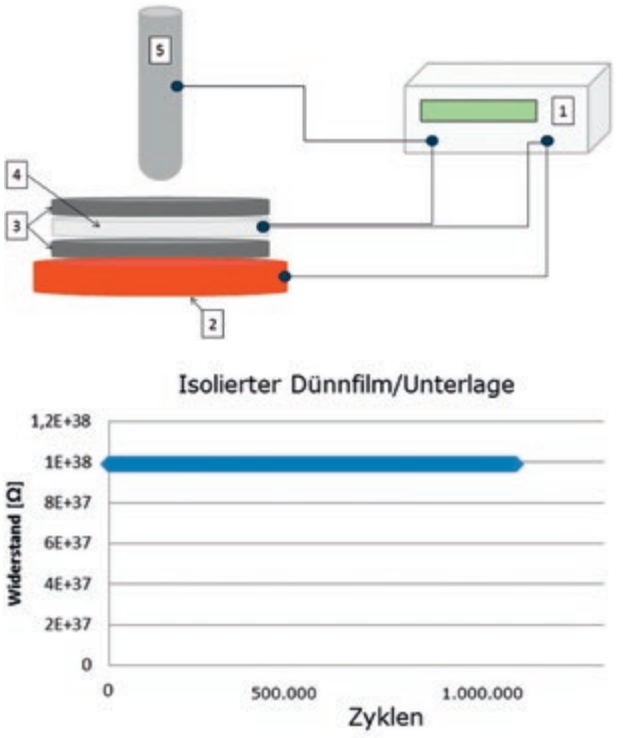


Abbildung 2: Messung der elektrischen Isolationswirkung oxidkeramischer Multilagen-Schichtsysteme mittels servohydraulischer Krafteinleitung (links). Messung des elektr. Widerstandes über 1 Million Zyklen bei schwellender Last von 1700 N/mm2 Last.

Weitere Informationen

Dipl.-Ing. Frank Mumme
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-139
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
mumme@kunststoff-institut.de

Entwicklung von Multilayer-Schichtsystemen zur Abscheidung thermisch isolierender Schichten erhöhter Schichtdicke

Zur Beeinflussung des Formfüllverhaltens im Spritzgießprozess werden Werkstoffe eingesetzt, die eine thermische Isolierung der Werkzeugwand bewirken. Als besonders vorteilhaft haben sich oxidkeramische Schichten des Metalls Zirkonium erwiesen. Die hierzu notwendige Prozess- und Anlagentechnik baut auf einem CVD Prozess auf, der mittels metallorganischer Vorläufersubstanzen, bei vergleichsweise geringen Beschichtungstemperaturen (<500°C) eine Schichtbildung ermöglicht. Für eine hohe Effizienz der thermischen Isolationswirkung ist eine auf die Anwendung abgestimmte Schichtdicke anzustreben. Für Wanddicken von 0,5-2mm thermoplastischer Kunststoffe haben sich Schichtdicken zwischen 15 und 35µm als geeignet erwiesen. Die zu entwickelnden Schichteigenschaften sollen neben einer schlechten Wärmeleitfähigkeit, eine dem zu beschichtenden Formstahl nahekommende Wärmedehnung und mechanische Stabilität aufweisen. Die hierzu notwendige Schichtarchitektur erforderte eine alternierende Abscheidung von kristallinen und amorphen Phasen des Schichtwerkstoffes Yttrium-Zirkoniumdioxid. Der notwendige Beschichtungszeitraum und die alternierende Schichtfolge des Multilayer Schichtsystems erforderte eine Automatisierung der CVD Prozessführung. Die Zuführung der für die Schichtbildung notwendigen Flüssig Precursoren konnte durch den Aufbau geeigneter computergesteuerter Flowcontroller sichergestellt werden. Die digitale Steuerung und Förderrate ermöglicht nun eine freie Auslegung des Schichtdesigns und soll zukünftig für die Entwicklung von z. B. mediendichten Schichten genutzt werden. Aufgrund der gut reproduzierbaren Schichtlagen des Multilayers konnte eine Stabilisierung der Kristallite in den abfolgenden amorphen Zwischenlagen erreicht werden. Im Weiteren konnten durch die unterschiedlichen Wachstumscharakteristiken ein homogenes Aufwachsen der Schichten und eine verbesserte Haftung der Beschichtung auf dem Substrat erreicht werden.

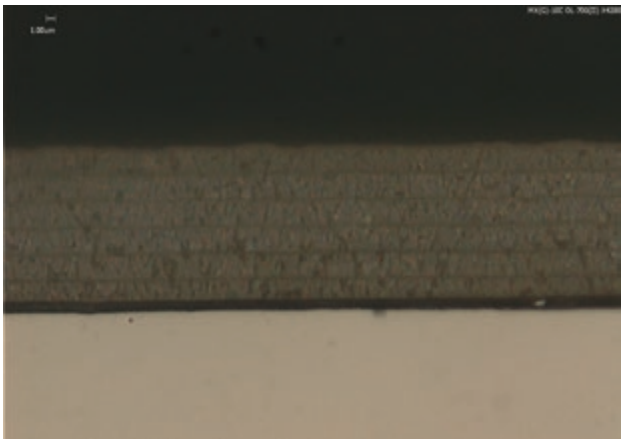


Abbildung 1: Substrat (unten) mit Multilayer-Schichtsystem (Bildmitte)

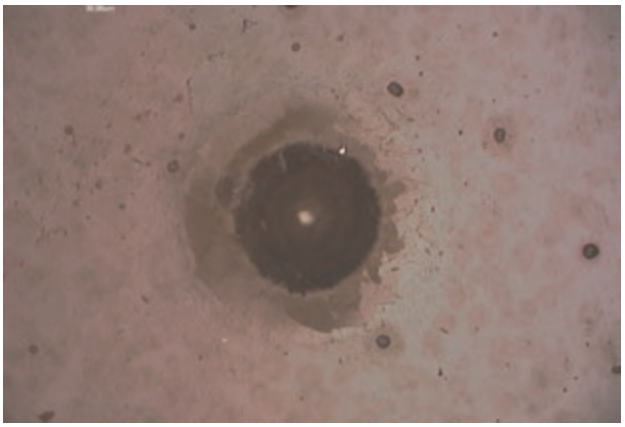


Abbildung 2: Härteeindruck (HRC) in eine 16µm Multilagen Zirkoniumdioxid-Schicht

Weitere Informationen

Michaela Sommer, M.Sc.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-14
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
sommer@kunststoff-institut.de

Automatisierung der CVD-Technik für höhere Reproduzierbarkeit von Beschichtungsprozessen

Um die Qualität von CVD-Prozessen im Reaktor der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH weiter zu optimieren, wurde in den letzten Monaten ein besonderes Augenmerk auf die Automatisierung der Beschichtungsprozesse gelegt. Die chemische Gasphasenabscheidung (CVD) bietet die Möglichkeit durch thermische Zersetzung chemischer Vorläuferverbindungen (Precursoren) auf geheizten Substraten homogene Schichten abzuscheiden. Zusätzlich zu dem eigentlichen Zersetzungsprozess erhöhen der Einsatz verschiedener Reaktiv- und Trägergase mit definierter Flussrate sowie die Nutzung unterschiedlicher Precursoren zur Darstellung von Multischichtsystemen die Komplexität dieses Verfahrens. Die hohe Anzahl potentieller Fallstricke macht daher eine Automatisierung einzelner Prozessschritte unabdingbar.

Neben bereits bestehenden Sensor- und Regelsystemen für Druck, Temperatur und Gasfluss kann mittlerweile auch die Dosierung der verschiedenen Precursorlösungen durch die Nutzung autonomer Regelventile exakt gesteuert werden, um den Durchfluss auf konstantem Niveau zu halten. Die Ventile werden dabei über eine spezielle Steuerung angesprochen, so dass diese auch in festgelegten Zeitintervallen angesteuert werden können (siehe Bild). Dies erlaubt die Programmierung von Beschichtungsprogrammen in beliebiger Länge und die Applizierung von Schichtsystemen in unterschiedlicher Zusammensetzung. Durch Vorgabe einer definierten Zyklenzahl können alternierend unterschiedliche Materialien mit den gewünschten Schichtdicken abgeschieden werden, was zur Darstellung von Multischichtsystemen führt. Auch das selbstständige Beenden eines Prozesses kann gewährleistet werden, so dass Langzeitversuche durchgeführt werden können, ohne dass ein ständiges Monitoring des Reaktors durch den Operator notwendig ist. Zudem soll zur Verlängerung der maximalen unterbrechungsfreien Prozesszeit zukünftig eine effizientere Kühlfallenapparatur beitragen, welche die kondensierenden Gase, die den Reaktor verlassen, einfängt und den Wartungsaufwand am Pumpensystem deutlich reduziert.

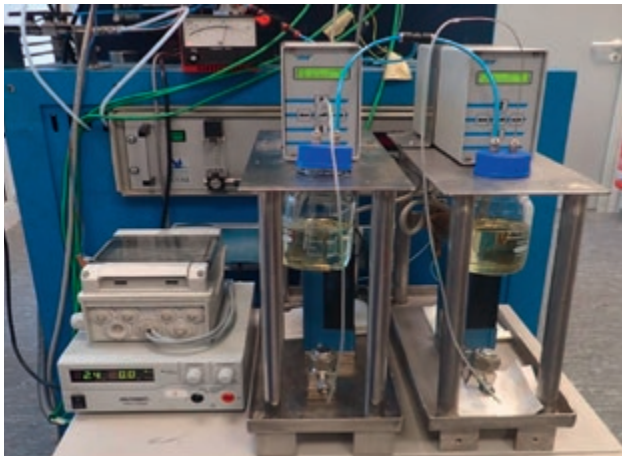


Abbildung 1: Steuereinheit zur Precursor-Zuführung

Dadurch ist die KIMW-F gGmbH auf lange Sicht in der Lage den Forschungsbetrieb durch einen gesteigerten Durchsatz an Prozessen auf hohem Niveau zu halten und repräsentative Ergebnisse für Förderprojekte zu liefern. Des Weiteren spiegelt die verbesserte Reproduzierbarkeit die Verlässlichkeit und die Effizienz des Systems wider, was nicht zuletzt auch Kundenanfragen zur Durchführung von FuE-Projekten zu Gute kommt.

Weitere Informationen

Dr. rer. nat. Gregor Fornalczyk
Tel.:+49 (0) 23 51.6 79 99-12
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
fornalczyk@kunststoff-institut.de

Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer

In 2015 wurden verschiedene Aktivitäten durch die Mitarbeiter der KIMW-F zum Wissenstransfer von Projekt- und Forschungsaktivitäten durchgeführt. Hierzu wurden wissenschaftliche Publikationen, Beiträgen in einschlägigen Fachzeitschriften sowie Vorträge auf Fachkonferenzen veröffentlicht. Auch wurden in 2015, in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Südwestfalen, Tätigkeiten in der Lehre durchgeführt und die Betreuung von Bachelor- und Masterarbeiten vorgenommen. Darüber hinaus präsentierte sich die KIMW-F auch auf verschiedenen Veranstaltungen:

22. Innovationstag Mittelstand des BMWi:
Die KIMW-F präsentierte Ihre Expertise unter dem Motto „Forschung für die Kunststoffindustrie" auf dem 22. Innovationstag Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie in Berlin-Pankow. Bei der Veranstaltung am 11. Juni 2015 wurden Forschungsthemen mit den Schwerpunkten Werkzeug- und Prozesstechnik sowie Oberflächen- und Beschichtungstechnik vorgestellt, die mit Fördermitteln des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) unterstützt wurden. Mehr als 1.700 Besucher der Veranstaltung nahmen die Gelegenheit wahr, sich aus erster Hand über Neuheiten aus vielen Technologiebereichen und Branchen zu informieren.

Messepräsentation auf Fakuma:
Erstmalig konnten auf der Fakuma-Messe Zwischenergebnisse aus verschiedenen Förderprojekten zur Werkzeug- und Beschichtungstechnik, die derzeit bei der KIMW-F in Bearbeitung sind, den interessierten Fachbesuchern anhand von Musterteilen und Postern näher erläutert werden. Im Einzelnen wurden die ZIM-Netzwerkprojekte Dünnschichtsensorik, RFID, 3D-CVD sowie das Verbundprojekt „ProPumpe" auf der Fakuma präsentiert, die auch in diesem Jahresbericht näher beschrieben sind.

VDI-Bezirk Lenne, Arbeitskreis Kunststofftechnik:
Am 24. November 2015 besuchte der VDI-Arbeitskreis Kunststofftechnik, Bezirk Lenne, die KIMW-F in Lüdenscheid, um sich über die Möglichkeiten der dreidimensionalen CVD-Beschichtung von Werkzeugen informieren zu lassen. Dr. Gregor Fornalczyk berichtete umfassend über den neuesten Forschungsstand der CVD-Beschichtungen von Werkzeugen und Formeinsätzen. Hierbei wurden Ergebnisse aus der wissenschaftlichen Vorlaufforschung als auch dem geförderten Projekt 3D-CVD (16KN022542 ZIM-3DCVD) vorgestellt.

Publikationen und Fachvorträge in 2015

1. MUMME, F.; APPEL, T.; ETZKORN, J.: Vorhersage der Korrosionsstabilität von Spritzgießwerkzeugen. In: JOT - Journal für Oberflächentechnik (2015) 05
2. MUMME, F.; THERMISCHE BARRIERE SCHICHTEN IN DER KUNSTSTOFFVERARBEITUNG: EFDS FACHTAGUNG 16. WÖRLITZER WORKSHOP „ISOLATIONS- UND BARRIERESCHICHTEN FÜR FUNKTIONELLE ANWENDUNGEN" 15.-16.06.2015
3. MUMME, F.; THERMISCHE BARRIERE SCHICHTEN IN DER KUNSTSTOFFVERARBEITUNG: HASCO FACHTAGUNG, 09.09.2015
4. LIBRIZZI, A.: Temperaturmessung im Spritzgießwerkzeug mittels Dünnschichtsensorik. Seminar: Flüssigsilikone im Spritzgießprozess, Lüdenscheid, 12.08.2015
5. LIBRIZZI, A.: Licht & Kunststoff – Möglichkeiten zur Realisierung von Symbolbeleuchtungen. VDI-Fachkonferenz: Automobiles Cockpit, Stuttgart, 08./09.09.2015
6. FRETTLÖH, V.: Untersuchung der Haftung von PVD-Schichten an Kunststoffoberflächen. In: 23. Neues Dresdner Vakuumtechnisches Kolloquium, Dresden, 12. – 15.10.2015

7. LIBRIZZI, A.: Basics zum Folienhinterspritzen und Fehlervermeidung. Fachtagung: Folienhinterspritzen, Lüdenscheid, 11./12.11.2015
8. FORNALCZYK, G.: „3D CVD" verbessert den Schutz von Bauteiloberflächen. In: K-Impulse 65 (2015), S. 5
9. LIBRIZZI, A.: Dünne Schichten messen Temperatur und Druck im Spritzgießwerkzeug. In: K-Impulse 65 (2015), S. 5
10. FORNALCZYK, G.: CVD-Beschichtungen von Werkzeug- und Formeinsätzen. VDI-Bezirk Lenne: Arbeitskreis Kunststofftechnik, Lüdenscheid, 24.11.2015
11. LIBRIZZI, A.: Licht & Dekor in einem Schuss. In: KunststoffXtra (2015) 12, S. 30 - 31
12. ATAKAN, B.; KHLOPYANOVA, V.; MAUSBERG, S.; MUMME, F.; KANDZIA, A.; PFLITSCH, C.: Chemical vapor deposition and analysis of thermally insulating ZrO2 layers on injection molds. In: Physica Status Solidi, C - Current Topics in Solid State Physics Jg. 12 (2015) 7, S. 878 - 885

Tätigkeiten in der Lehre

Vorlesungen und Praktika an der Fachhochschule Südwestfalen (FH-SWF):

- Praktikum zur Vorlesung „Oberflächentechnik" (Prof. Dr.-Ing. Ulrich Lichius) im Bachelor-Präsenzstudiengang Kunststofftechnik; Durchführender: Dr.-Ing. Angelo Librizzi
- Vorlesungsveranstaltungen zum Fach „Oberflächentechnik Kunststoff" im Verbundstudiengang Bachelor Kunststofftechnik; Durchführender: Dr.-Ing. Angelo Librizzi
- Praktikum „IMD-Technik" zur Vorlesung „Innovative Verfahren" (Prof. Dr.-Ing. Andreas Ujma) im Bachelor-Präsenzstudiengang Kunststofftechnik Durchführender: Dr.-Ing. Angelo Librizzi

Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH

Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-0 | Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
Mathildenstraße 22 | 58507 Lüdenscheid
www.kunststoff-institut.de | mail@kunststoff-institut.de