



Jahresbericht 2016

Gemeinnützige
KIMW Forschungs-GmbH



Vorwort.....	03
Grußwort.....	04
Gremien.....	05
Aktuelle Entwicklungen	06
Wissenschaftliche Tätigkeiten	
Übersicht öffentlich geförderter Projekte.....	09
Übersicht vorwettbewerblicher Eigenforschungsprojekte.....	19
Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer.....	25

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH (KIMW-F) blickt auf das Jahr 2016 zurück, in dem der Aufbau von Netzwerken mit anderen wissenschaftlichen Partnern deutlich verdichtet sowie der Ausbau wissenschaftlicher Infrastruktur weiter vorangetrieben werden konnten. Der Besuch zahlreicher Veranstaltungen (wie z. B. Tagungen und Symposien), die durch eigene Vorträge und Postersessionen von uns begleitet wurden, als auch die erstmalige Beteiligung an der K-Messe mit einem eigenständigen Messestand auf dem Science Campus führten zu vielen neuen Kontakten und tragen dazu bei, der KIMW-F ein klareres Profil zu verleihen. Ein weiterer wichtiger Meilenstein konnte Anfang 2016 erreicht werden: Seit Februar ist die KIMW-F auch anerkannte Forschungsstelle bei den ZIM-Projektträgern (AiF, Euronorm und dem VDI/VDE). Die in 2014 beschlossene Forschungsstrategie dokumentiert diesen Prozess der weiteren wissenschaftlichen Profilbildung und positioniert die KIMW-F vor allem als einen regionalen Ansprechpartner für Forschungsfragen in der Kunststoffbranche. Darüber hinaus werden die beiden Forschungsfelder

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

weiter konkretisiert und steckt damit den inhaltlichen Rahmen der Forschungsvorhaben ab.

Erfreulicherweise hat der Deutsche Bundestag Mitte November 2016 beschlossen, die Etats für die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) und das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) um rund 30 Millionen Euro bzw. zehn Millionen Euro für 2017 aufzustocken. Die Politik trägt mit diesem Beschluss der Bedeutung der IGF und des ZIM für die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstands Rechnung. Trotzdem muss weiterhin und im verstärkten Maße dafür gearbeitet werden, für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die



durch eine öffentliche Projektförderung unterstützt werden sollen, auch erfolgreich Zuschüsse einzuwerben. Denn andere Rahmenbedingungen, wie beispielsweise der deutlich spürbare Wettbewerb durch eine steigende Anzahl von Projektanträgen, können sich nachteilig auf die Erfolgsquoten auswirken. Vor allem aber wird die aktive Unterstützung der beteiligten KMU in den Phasen der Antragsstellung und während der eigentlichen Projektlaufzeit sowie der damit verbundenen administrativen Tätigkeiten immer wichtiger, weil in diesen Bereichen gerade klein- und mittelständischen Unternehmen neben ihrem originären Tagesgeschäft wenig personelle Ressourcen und Erfahrung zur Verfügung stehen. Aber auch für unsere Mitarbeiter wurden Schulungsmaßnahmen mit dem Ziel durchgeführt, die Qualität unseres Projektmanagements weiter zu steigern.

Gemeinsam mit unseren Netzwerken und unseren Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft betrachten wir es als Ansporn, auch in Zukunft unsere Stärken zu erhalten und sie mit neuen Ideen weiterzuentwickeln.

Udo Hinzpeter

Frank Mumme

– Geschäftsführer –

Kunststoff – Ein Werkstoff mit Potenzial

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Leserinnen und Leser des Jahresberichts,

Südwestfalen kann zu Recht stolz darauf sein, eine der stärksten Industrieregionen in Deutschland zu sein. Hier sind mittelständische, inhabergeführte Unternehmen angesiedelt, die teilweise über viele Generationen hinweg sehr erfolgreich am Markt operiert haben. Solche Erfolgsgeschichten können nur geschrieben werden, wenn die Unternehmen innovativ sind, neue Produkte entwickeln und die Chancen neuer Werkstoffe ausprobieren.

Die Gruppe der sogenannten Kunststoffe ist ein solcher Werkstoff, der zwar vom Grunde her nicht mehr neu ist, dessen Potenziale aber immer noch nicht zur Gänze ausgelotet worden sind. Mit der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH wurde auf Initiative der Unternehmen, die in der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts aktiv sind, eine Einrichtung geschaffen, die für die mittelständische Wirtschaft auf diesem Gebiet eine wichtige Aufgabe übernimmt. Der jetzt vorliegende Jahresbericht 2016 zeigt das erneut sehr eindrucksvoll.

Beiträge zur anwendungsorientierten Lösung unterschiedlicher Fragestellungen, Vernetzung zwischen



Hochschulen und Unternehmen und die Akquise von geförderten Projekten sind nur einige Felder auf denen die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH tätig ist. Durch diese Arbeit werden praxisorientiertes Wissen und Entwicklungs-Know-how für die Unternehmen

zur Verfügung gestellt. Diese Unterstützung trägt sicher ihren Teil mit dazu bei, dass sich die Unternehmen in Südwestfalen auch künftig im internationalen Wettbewerb behaupten können.

Allen Leserinnen und Lesern möchte ich deshalb empfehlen, durch die eingehende Lektüre des Jahresberichtes zu prüfen, wie die Forschungsstelle die eigene FuE-Abteilung unterstützen kann.

Andreas Lux
SIHK zu Hagen
Geschäftsbereichsleiter Innovation und Umwelt

Kuratorium/Arbeitskreise

Das Anfang 2015 gegründete Kuratorium hat die Aufgabe die Geschäftsführung fachlich und wissenschaftlich zu beraten und zu unterstützen. Die Mitglieder des Kuratoriums nehmen Einfluss auf die strategische Ausrichtung und Schwerpunkte der Forschungsstelle in der vorwettbewerblichen Forschung und Entwicklung und vertreten ihre wissenschaftliche Fachlichkeit bei Projektformulierungen. Der ursprüngliche Mitgliederkreis des Kuratoriums wurde in 2016 durch hochkarätige Vertreter aus der Industrie erweitert. Das Kuratorium setzt sich aus folgenden Mitgliedern zusammen:

- ☒ Dr. Herbert Rath, ZENIT GmbH, Mühlheim an der Ruhr (Vorsitzender)
- ☒ Prof. Dr. Klaus Meerholz, Universität zu Köln & ZOEK, Köln
- ☒ Prof. Dr. Achim von Keudell, Ruhr-Universität Bochum
- ☒ Prof. Dr.-Ing. Andreas Ujma, Fachhochschule Südwestfalen, Iserlohn
- ☒ Dr. Werner Fleischer, Ingenieur Büro IWF, Dresden
- ☒ 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
- ☒ Michael Weber, Constab Polyolefin Additives GmbH, Rüthen
- ☒ Matthias Poschmann, Trägergesellschaft Kunststoff Institut e.V., Lüdenscheid
- ☒ Andreas Meyer, Mayweg GmbH, Halver
- ☒ Kai Okulla, Wilhelm Schröder GmbH, Herscheid
- ☒ Christoph Ernst, Kunststoff Helmbrechts AG, Helmbrechts
- ☒ Jörn Wahle, Leopold Kostal GmbH & Co. KG, Lüdenscheid
- ☒ Bernhard Hoster, GIRA Giersiepen GmbH & Co. KG, Radevormwald
- ☒ Udo Hinzpeter, Angelo Librizzi, Frank Mumme, gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH, Lüdenscheid

In 2016 fanden zwei Kuratoriumssitzungen statt, die gleichzeitig auch die Arbeitskreissitzungen umfassten. Neben der inhaltlichen Arbeit zu den Themenschwerpunkten „Oberflächen- und Beschichtungstechnik“ sowie „Prozessentwicklung und Werkzeugtechnik“ bieten sie eine Plattform für eine interdisziplinäre Vernetzung zwischen Industrie und Wissenschaft. Weiterhin dienen diese Treffen dem Informationsaustausch. So wurden beispielsweise Ergebnisse aus kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekten präsentiert. In den Arbeitskreisen sind konkrete Problemstellungen aus der Praxis aufgegriffen worden. Der Schwerpunkt lag dabei im Bereich der CVD-Prozesstechnik und der Entwicklung von Schichtsystemen für Kunststoffverarbeitungswerkzeuge sowie der funktionellen Beschichtung von Kunststoffformteilen mit zugehöriger Prozesstechnik. Aus den Problemstellungen wurden Projektideen abgeleitet und unter wissenschaftlichen und praxisrelevanten Gesichtspunkten hinsichtlich der Innovationshöhe, des technischen Umsetzungspotenzials und der Marktrelevanz bewertet, um mögliche geförderte F&E-Projekte zu initiieren.

Ein ebenso zentrales Anliegen der Arbeitskreise soll zukünftig auch die Zusammenarbeit und der Informationsaustausch mit Arbeitskreisen anderer Institutionen sein.

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

Aktuelle Entwicklungen

KIMW-Forschungsstelle ist jetzt im ZIM-Förderprogramm als Forschungsstelle gelistet

Mit der kontinuierlichen Weiterentwicklung der KIMW-Forschungsstelle wurde Anfang 2016 ein weiterer wichtiger Meilenstein in der noch jungen Unternehmensgeschichte absolviert. Seit Anfang Februar ist die gemeinnützige KIMW Forschung-GmbH als nicht wirtschaftlich tätige Forschungseinrichtung im ZIM-Förderprogramm gelistet. Alle Anforderungen des Anerkennungsverfahrens konnten erfolgreich erfüllt werden. Das spiegelt schlussendlich die konsequente Arbeit der letzten Jahre wider.

Diese Entscheidung erfüllt uns mit Stolz und ist auch eine Bestätigung unserer Philosophie und Arbeitsweise. Ausdrücklicher Dank geht an die gesamte Mitarbeiterschaft, ohne die dieses Ergebnis nicht erreicht worden wäre. Bedanken möchten wir uns aber auch bei den zuständigen ZIM-Projektträgern (AiF, Euronorm und dem VDI/VDE) für die zügige und unkomplizierte Bearbeitung des Verfahrens. Konkret bedeutet diese Entscheidung, dass die KIMW-F als Forschungseinrichtung jetzt auch bilaterale Kooperationsprojekte mit einem KMU-Partner durchführen kann.

KIMW-Forschungsstelle wird An-Institut der Fachhochschule Südwestfalen

Die Forschungsstelle und die Fachhochschule Südwestfalen haben eine Kooperation beschlossen. Sie ermöglicht es, auf dem Gebiet der Kunststoffverarbeitung Forschungsthemen gemeinsam voranzutreiben und die Ausbildung von Studierenden zu erleichtern. So können Anlagen und Räumlichkeiten gemeinsam genutzt sowie die Durchführung von Vorlesungen, Seminaren und Bachelor- und Masterarbeiten intensiviert werden.

Aufbau der internationalen Forschungsk Kooperation „CAP“ im Zuge der Internationalisierung des KIMW Netzwerkes

Die Internationalisierung von Netzwerken steht im Mittelpunkt der High-Tech-Strategie des Bundesministeriums für Forschung und Bildung. Durch diese Maßnahme sollen Firmen, die sich aktiv in Netzwerken organisieren einen schnelleren Marktzutritt in europäischen oder außereuropäischen Märkten erhalten. In diesem Rahmen hatte das KIMW-Netzwerk für die Forschungsthemen (Coatings and Partikels vor Plastics = CAP) in der ersten Wettbe-



Gemeinsames Treffen deutscher und französischer Projektpartner zur Erörterung von Forschungspotentialen

werbsrunde einen Förderzuschlag erhalten. Das zweistufige Programm besteht aus einer Konzeptions- und Umsetzungsphase. Im ersten, maximal zweijährigen Abschnitt gilt es Partnerländer mit vergleichbaren Markt- und Forschungs-Know-how ausfindig zu machen und mit interessierten Firmen Projektanträge auszuarbeiten, die bei erfolgreicher Bewilligung in einer nachgeschalteten dreijährigen Umsetzungsphase abgearbeitet werden. Zwei der drei Forschungsprojekte betreffen die Entwicklung von Schichten, die eine hohe Mediendichtigkeit und thermische Isolierwirkung aufweisen. Sie können auf Werkzeugstählen aufgetragen vor Korrosion schützen oder den Spritzgießprozess hinsichtlich eines besseren Formfüllverhaltens verbessern. Im dritten Projekt geht es um die Entwicklung von metalloxidischen Partikeln, die auf Kunststoff-

oberflächen zu einer keimtötenden Reaktion führen.

Grundsätzlicher Forschungsschwerpunkt ist die Erzeugung der Partikel und Schichten aus einem chemischen Gasphasenprozess.

Die KIMW-Forschungsstelle bringt hier ihre langjährige Erfahrung bei der Abscheidung von oxidkeramischen Schichten auf Werkzeugen der Kunststoffverarbeitung mittels MoCVD-Prozesstechnik in die drei Forschungsprojekte ein. In den jeweiligen Projekten erfolgt eine enge Zusammenarbeit mit französischen Forschungsstellen der Universität Toulouse. Hier liegt eine hohe Expertise auf dem Gebiet der chemischen Gasphasen-Synthese und Schichtabscheidung für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrttechnik vor.

Die Teilprojekte werden in deutsch-französischen

Konsortien – bestehend aus Forschung und industrieller Beteiligung – durchgeführt. Die Forschungsergebnisse werden den Projektbeteiligten innovative technologische Lösungen bieten, die dazu beitragen den jeweiligen Handlungsspielraum zu erweitern. So können Win-win-Effekte im Bereich der Forschung auf neuen Anwendungsgebieten, der effizienteren Fertigung von Kunststoffbauteilen und der Erschließung neuer Märkte der Industriepartner erfolgen.

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

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



Ameya Kulkarni, M.Sc.

Simulation
+49 (0) 23 51.6 79 99-23
kulkarni@kunststoff-institut.de



Abdelali Es-Safyany, B.Eng.

Prozessentwicklung/
Werkzeugtechnik
+49 (0) 23 51.6 79 99-16
es-safyany@kunststoff-institut.dee



Christopher Beck, B.Eng.

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



Matthias Korres, B.Eng.

Prozessentwicklung/
Werkzeugtechnik
+49 (0) 23 51.6 79 99-15
korres@kunststoff-institut.de



Sven Gawronski

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

Prof. Dr.-Ing. Andreas Ujma

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

Wissenschaftliche Tätigkeiten: Überblick

Übersicht öffentlich geförderter Projekte 2016

Vorhaben 1: ProPumpe:

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

- ☒ Laufzeit: 1. November 2014 bis 30. April 2017
- ☒ Förderkennzeichen: 02PK2447
- ☒ Projektträger: KIT Karlsruhe
- ☒ Förderprogramm: KMU-innovativ: Produktionsforschung
- ☒ Projektleiter: Vanessa Frettlöh, M.Sc.

Vorhaben 2: RFID

RFID Umspritzung / Prozess- und Qualität

- ☒ Laufzeit: 1. September 2014 bis 30. November 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: 1. Januar 2015 bis 30. Mai 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: 1. Februar 2015 bis 30. April 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: 1. Oktober 2015 bis 30. September 2017
- ☒ Förderkennzeichen: 16KN045801
- ☒ Projektträger: VDI/VDE
- ☒ Förderprogramm: ZIM-KOOP - Netzwerkprojekt
- ☒ Projektleiter: Ameya Kulkarni, M.Sc.

Vorhaben 6: CRoCoMold

Entwicklung eines Fertigungsprozesses zur alternativen Produktion von dünnwandigen Kunststoffpräzisionsoptiken

- ☒ Laufzeit: 1. November 2015 bis 31. Oktober 2017
- ☒ Förderkennzeichen: 02P15K021
- ☒ Fördergeber: BMBF
- ☒ Förderträger: KIT Karlsruhe
- ☒ Förderprogramm: KMU-innovativ: Produktionsforschung
- ☒ Projektleiter: Vanessa Frettlöh, M.Sc.

Vorhaben 7: DGG-System

Entwicklung einer pyrotechnischen Druck-Gas-Erzeugungseinheit auf Basis eines Nitro-Cellulose-Systems zur Substituierung von metallischen Druckkartuschen durch Kunststoff

- ☒ Laufzeit: 1. März 2016 bis 28. Februar 2018
- ☒ Förderkennzeichen: 033RK033C
- ☒ Fördergeber: BMBF
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: KMU-innovativ: Produktionsforschung
- ☒ Projektleiter: Matthias Korres, B.Eng.

Vorhaben 8: MediMold

Spritzen, Prozessentwicklung und Analyse

- ☒ Laufzeit: 1. Juli 2016 bis 31. Oktober 2017
- ☒ Förderkennzeichen: 16KN050222
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: VDI/VDE
- ☒ Förderprogramm: ZIM – Kooperationsnetzwerkprojekt
- ☒ Projektleiter: Dr.-Ing. Angelo Librizzi

Vorhaben 9: KeraStruc

Spritzgießwerkzeuge – KeraStruc; CVD Schichtentwicklung und Analyse des Abformverhaltens spritzgegossener Kunststoffe

- ☒ Laufzeit: 1. Juli 2016 bis 30. Juni 2018
- ☒ Förderkennzeichen: 16KN045846
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: VDI/VDE
- ☒ Förderprogramm: ZIM – Kooperationsnetzwerkprojekt
- ☒ Projektleiter: Michaela Sommer, M.Sc.

Die genannten Forschungsvorhaben werden unterstützt durch:

Projekt „ProPumpe“

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

Die in Zusammenarbeit der vier Projektpartner entwickelte Entformungstechnik ermöglicht die einteilige Fertigung komplexer hinterschnittiger Geometrien, die bisher nur durch aufwendigere, mehrstufige Fertigungsprozesse realisierbar sind.

The developed demolding technique enables the one-piece manufacturing of complex geometries with undercut, which are so far only realizable with elaborate, multi-stages manufacturing processes. The geometry of the part and the demolding technique were iteratively adapted to each other and the demolding process was verified by simulations and a scaled 3D printed demonstrator. To estimate the efficiency, the molded pump wheels were tested in a serial water pump.

In Anlehnung an ein Serienpumpenlaufrad wurde die Geometrie des Bauteils iterativ konstruktiv angepasst, um gleichzeitig ein Entformungskonzept zu entwickeln, mit dem die einteilige Fertigung des Laufrades möglich wurde. Verschiedene Varianten der Laufradgeometrie wurden konstruiert und hinsichtlich ihrer werkzeugtechnischen Realisierbarkeit bewertet. Um die Effizienz und den Wirkungsgrad der Geometrie-Varianten zu beurteilen, wurden die Pumpenlaufräder mittels 3D-Druck gefertigt, in das entsprechende Serienpumpengehäuse eingebaut und unter Realbedingungen getestet. Die Ergebnisse der Bauteilprüfung bescheinigten den neu entwickelten Pumpenlaufrädern eine, im Vergleich zur aktuell genutzten Variante, annehmbare Effizienz.

Parallel wurde mittels Simulationssoftware die Entformbarkeit der konzipierten einteiligen 3D-Pumpenlaufradgeometrien einer Überprüfung der technischen Machbarkeit unterzogen und hinsichtlich verbundener Werkzeugkosten beurteilt. Zur Klärung weiterer entformungstechnischer Fragen, wurde mittels 3D-Druck ein kleinskaliertes Werkzeug samt aller relevanten Funktionselemente zur Darstellung der Bewegungsabläufe gebaut und die Funktionsfähigkeit der Entformungstechnik bestätigt.



Einteilig hergestelltes, spritzgegossenes Pumpenlaufrad

Für die final abgestimmte Laufradgeometrie wurde ein Werkzeug mit der entwickelten Entformungstechnik konstruiert und hergestellt. Im Rahmen einer Bemusterung, konnte die Funktionsfähigkeit der Werkzeugtechnik zur einteiligen Entformung der spritzgegossenen Pumpenlaufräder verifiziert werden.

In der noch verbleibenden Projektlaufzeit wird das Werkzeug seriennah bemustert und das Werkzeug sowie die produzierten Bauteile auf Abnutzung und Maßhaltigkeit untersucht. Die Bauteile werden abschließend in einem Pumpenlaufstand hinsichtlich ihrer Effizienz und Eignung als Laufrad für Wasserpumpen 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
frettlloh@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Projekt „RFID“

Verfahren zur Umspritzung von RFID-Tags

In dem vom BMWi geförderten Projekt, das im November 2016 durch die KIMW-F erfolgreich beendet wurde, konnte in Zusammenarbeit mit sechs Partnern aus Forschung und Industrie ein Konzept zur automatisierten Integration von RFID Technik in spritzgegossene Kunststoffbauteile entwickelt werden.

In the course of the project "RFID encapsulation" funded by the BMWi, successfully finished by the non-profit KIMW research company in November 2016, a concept for the automated integration of RFID technology in injection molded plastic parts was developed in cooperation with six research and industry partners. Diverse fixation techniques were tested at a demonstrator tool and the usage of the carrier module developed in the project enabled the integration of the RFID tags even into glass fiber filled technical plastics under conservation of the RFID functionality.



Die Abbildung zeigt eine schematische Darstellung eines RFID Tags (Mitte), v.l.n.r.: RFID Tag mit Spule und Chip, Konstruktion des Demonstratorbauteils, in ein Bauteil integrierter RFID Tag, RFID Tag auf gedrucktem Trägermodul

Zunächst wurde ein Anforderungsprofil unter Berücksichtigung der für die spätere Anwendung rele-

vanten Kunststoffmaterialien und den damit verbundenen Prozessparametern erstellt. Die RFID-Tags wurden im Laufe des Projektes iterativ hinsichtlich Stabilität, Größe und Funktion an die Bedingungen im Spritzgießprozess angepasst. Die verschiedenen Varianten wurden mittels eines Demonstrators mit fixierender und schützender Werkzeugtechnik bemustert, um Grenzen und Optimierungspunkte der RFID-Tags zu bestimmen. Die Fixiertechnik wurde so gestaltet, dass Abarten der Fixierung verwendet werden konnten, um die Integration der Tags in das Bauteil weiter zu verbessern. Unter anderem wurde ein C-Profil zur Fixierung der Tags im Werkzeug genutzt, wodurch eine reproduzierbare und definierte Position des Tags im Bauteil erreicht werden konnte. Die praktischen Erfahrungen zeigten, dass eine stabile Verbindung zwischen Spule und Chip essentiell ist. Sie führten überdies zu der Entwicklung eines Trägermodules, auf das die RFID-Tags aufgebracht wurden. Dadurch konnte die RFID-Technik selbst in hochgradig glasfasergefüllte, technische Werkstoffe wie PPS unter Erhalt der Spulenform und damit der Funktionsfähigkeit des Tags integriert werden. Zudem vereinfacht das Trägermodul die Handhabung der filigranen Tags wodurch ein robusteres Handlingsystem zur automatisierten Zuführung der Tags genutzt werden kann. Die Erkenntnisse wurden in einem Konzept zur automatisierten Zuführung der Tags zusammengefasst. Die Funktionsfähigkeit der RFID Tags wurde mit spezifischen Lesegeräten geprüft und die Versagensursache bei defekten Tags mittels Mikroskopie, Computertomographie sowie Resonanzfrequenzmessungen ermittelt.

Weitere Informationen:

Vanessa Frettlöh, M.Sc.

Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-11

Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66

frettlloh@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Projekt „3D CVD“

Beschichtungen von komplexen Geometrien für die Kunststoffverarbeitung

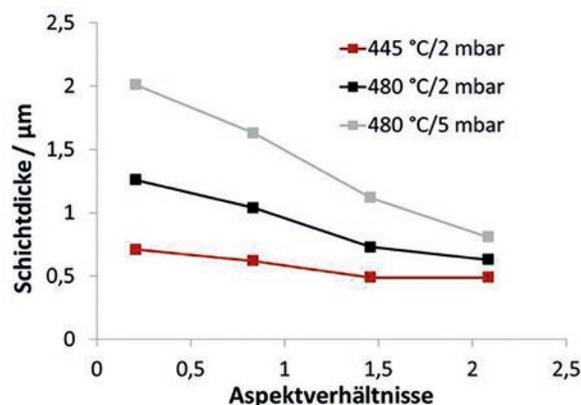
Die chemische Gasphasenabscheidung (CVD) bietet die Möglichkeit, Bauteiloberflächen durch das Aufbringen dünner Schichten zu schützen, zu veredeln oder zu funktionalisieren. Im Vergleich zu anderen Beschichtungsverfahren bietet diese Technologie eine gleichmäßige Schichtdickenverteilung auch auf geometrisch höchst anspruchsvollen Oberflächen.

Chemical vapor deposition (CVD) offers the opportunity of depositing thin layers intending to protect, ennoble or functionalize given surfaces. Compared with other coating techniques CVD enables homogeneous layer thickness distribution even on highly complex surface geometries.

Nachzuweisen, dass eine gleichmäßige Beschichtung auch bei komplexen dreidimensionalen Oberflächen möglich ist und zudem die erhofften Vorteile im Spritzgießprozess mit sich bringt, war die zentrale Aufgabe dieses Vorhabens. Ziel ist es, 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, Innenwandungen enger Konturen (wie Schlitze oder Löcher) zu beschichten, ist die CVD-Technik dabei durch ihre hohe Konformitätsrate überlegen.

Nachdem zunächst die Schichtentwicklung im Hinblick auf die Spaltgängigkeit des Prozesses vorangetrieben wurde (siehe Bild, links), konnte anschließend die Anwendung des Schichtsystems auf Werkzeugformeinsätzen der Projektpartner aus der Industrie demonstriert werden (siehe Bild). Erste Entformungsversuche wiesen dabei auf ein verbessertes Entformungsverhalten beschichteter Stahloberflächen bei der POM-Verarbeitung hin.

Formeinsätze, die von beteiligten Industriepartnern im Dauerbetrieb unter Produktionsbedingungen getestet wurden, zeigten im Vergleich zu gängigen industriellen Schichten einen deutlich geringeren Wartungsaufwand (Verdreifachung des Reinigungsintervalls) sowie eine verminderte Belagbildung bei der Herstellung komplexer Verzahnungsteile. Dadurch wurde die industrielle Anwendbarkeit des entwickelten Schichtsystems verifiziert und die



Vorteile gegenüber bislang genutzten Beschichtungen verdeutlicht. Die positiven Eigenschaften des vorliegenden Schichtsystems in weiteren Applikationen zu nutzen und somit das Anwendungsfeld zu erweitern, ist das Ziel künftiger F&E-Projekte auf diesem Gebiet.

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

Gefördert durch:

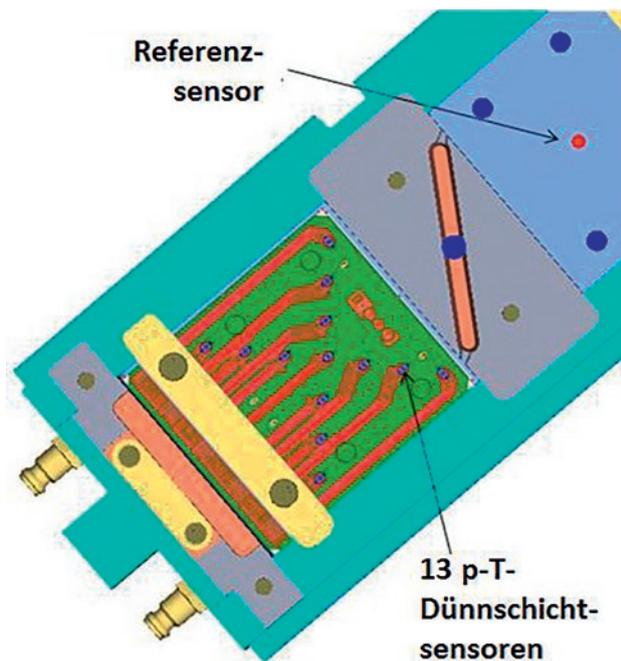


Projekt „Dünnschichtsensorik“

Verfahren und Methoden zur Prozessüberwachung mittels Dünnschichtsensorik

Primäres Ziel des Projektes ist es, mittels Dünnschichtsensoren Prozesssignale aufzuzeichnen, um auf Prozessschwankungen zu schließen. Das ermöglicht einerseits eine hundertprozentige Qualitätsüberwachung, andererseits besteht eine Basis für zeitnahe, qualitätsabhängige Eingriffe in den Prozess.

The primary goal of the project is to use thin film sensors to identify process signals to conclude process fluctuations. On the one hand, this enables 100% quality monitoring, while on the other hand there is a basis for timely, quality-dependent interventions in the process.



Layout für ein multifunktionales Sensorsystem zur gleichzeitigen Überwachung von Druck und Temperatur im Spritzgießwerkzeug

Die lokale Erfassung von Messdaten während eines Prozesses ist ein lang gehegter Wunsch der Industrie – insbesondere im Hinblick auf die vierte industrielle Revolution. Die für die Messdaten verantwortliche Sensorik muss so beschaffen sein, dass sie direkt auf Bauteiloberflächen in Kontakt mit dem Werkstück eingesetzt werden kann.

Das Projektkonsortium entwickelt derzeit dünn-

schichtige Sensoren für den Einsatz im Spritzgießwerkzeug zur Bestimmung des Werkzeuginnen-druckes und der Werkzeugwandtemperatur.

Während der Formteilherstellung können so alle relevanten Informationen erfasst werden, die zur Analyse, Optimierung, Überwachung und Dokumentation des Prozesses dienen. Die Sensoren wurden bereits mittels Beschichtungs- und Strukturierungsverfahren in dünn-schichtiger Form direkt auf die Werkzeugoberfläche des eigens für das Projekt konstruierten und gebauten Versuchswerkzeugs aufgebracht. Nach erfolgreicher Generierung der Elektronik und der Kalibrierung der Sensoren im Vorversuchsstadium, ist eine Adaption der Sensoren in Spritzgießwerkzeuge für Mikropräzisionsbauteile und für optische Bauteile vorgesehen.

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

Gefördert durch:



Projekt „KeraForm“

Entwicklung von hybriden Werkzeugeinsätzen mit Kombinationswerkstoffen aus Keramik

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.

The aim of the project is the technological development of a joining technology for the manufacture of a composite construction of fully ceramic and metallic tool inserts taking into account the operational requirements of an injection molding tool.

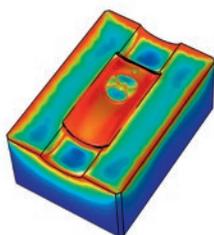
Die Vorteile von keramischen Werkzeugeinsätzen in Spritzgießwerkzeugen (beispielsweise Erhöhung der Kontakttemperatur) sind hinlänglich bekannt. Jedoch fehlen derzeit für die Verwendung in der betrieblichen Praxis noch geeignete Methoden, Systematiken und Hilfsmittel (z.B. Simulation) entlang der konstruktiven und fertigungstechnischen Entwicklungskette, um eine dauerhafte Funktion keramischer Werkzeugeinsätze (kein Versagen durch Bruch) zu gewährleisten.

Mittels thermischer Simulationsberechnung werden in dem Projekt die Auswirkungen von Erwärmungs- und Kühlvorgängen in Spritzgießwerkzeugen mit Keramikeinsätzen bestimmt. Dabei werden unterschiedliche Wanddicken von Keramikeinsätzen betrachtet, um den Wärmetransport durch unterschiedliche Materialien (Kunststoff, Keramik und Stahl) zu bewerten. Weiterhin wird mittels mechanischer Berechnungen die Festigkeit des Werkzeuges simuliert, um auftretende Drücke, Belastungen und Spannungen etc. zu ermitteln. In dieser Studie wurden die Belastungen einschließlich des Einspritzdruckes und der Schließkraft nach-

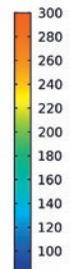
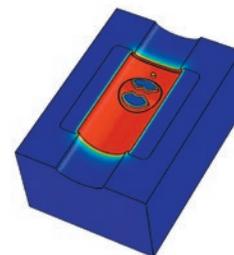
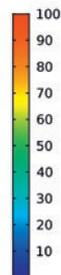
vollzogen, um die mechanische Einwirkung auf das Spritzgießwerkzeug zu bewerten.

Im weiteren Verlauf des Projektes werden Langzeittests des Werkzeuges im Produktionsbetrieb durchgeführt. Darüber hinaus werden weitere Fragestellungen bezüglich des Reinigungsaufwandes

Surface: von Mises stress (MPa)



Time=1 s Surface: Temperature (degC)



Spannungen im Stahl-Keramik Werkzeug

Wärmeübertragung im Stahl-Keramik Werkzeug

für das Werkzeug, die erzielbare Teilequalität und Zykluszeit im Abgleich mit den Simulationen betrachtet.

Weitere Informationen:

Ameya Kulkarni, M.Sc.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-23
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
kulkarni@kunststoff-institut.de

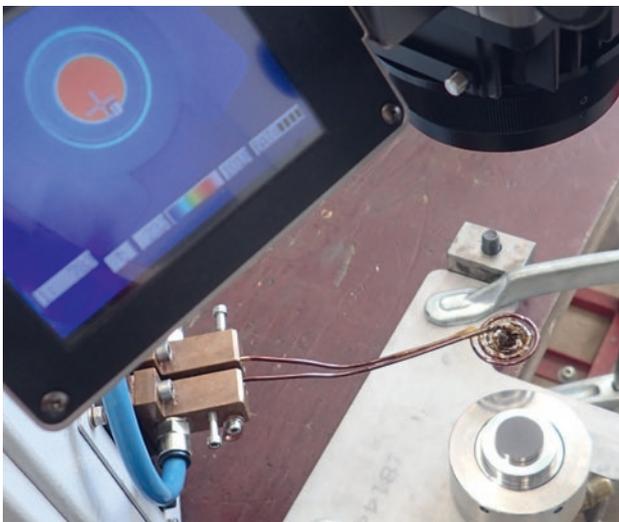
Gefördert durch:



Projekt „CRoCoMold“

Entwicklung eines Fertigungsprozesses zur alternativen Produktion von dünnwandigen Kunststoffpräzisionsoptiken

Das Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung eines alternativen Fertigungsprozesses für die Herstellung von dünnwandigen Kunststoffpräzisionsoptiken, basierend auf dem „Continuous Compression Moulding“. Dieses Verfahren ist bereits für Massenartikel wie etwa Verschlusskappen aufgrund hoher Ausbringungsmengen und der angusslosen Fertigung etabliert.



The CRoCoMold project is about development of an alternative manufacturing process for the production of thin-walled plastic precision optics based on the „continuous compression moulding“. The CCM process established for mass products such as caps for example forms the basis of the project. It is already an alternative to the injection molding process for some articles due to the high output quantities and the sprueless production.

Kern des Projektes ist die Weiterentwicklung der bestehenden Prozesstechnik, die für die Herstellung von Massenartikel aus teilkristallinen Kunststoffen entwickelt wurde. Sie gilt es nun für die hohen Qualitätsanforderungen von Hochpräzisionsoptiken aus amorphen Kunststoffen weiterzuentwickeln und in Versuchsreihen an der CCM-Maschine (gefolgt von Material- und Bauteilanalysen) zu verifizieren. Es wurden geeignete PMMA-Typen, welche für die spritzgießtechnische Herstellung von Op-

tikbauteilen genutzt werden, selektiert und an der CCM-Maschine bemustert. Durch Materialanalysen konnte bestätigt werden, dass die Materialien in dem entwickelten Maschinensetup verarbeitet werden konnten, ohne dass eine negative Änderung der Materialeigenschaften auftrat. Es wurde ein Projektwerkzeug entwickelt, mit dem Probekörper mit planer Oberfläche, Plan-Konvexe Linsen mit asphärischer Form, sowie solche mit optischen Strukturen für technische Versuche hergestellt werden können. Es wurden verschiedene Ansätze zur Optimierung der Bauteilqualität verfolgt. Die KIMW-F erarbeitete und bewertete Konzepte für eine an das verarbeitete Material angepasste Werkzeugtemperierung. Dies erfolgt durch praktische Versuchsreihen mit verschiedenen Temperiertechniken sowie durch thermische Simulationen. Im Projektverlauf ist die Implementierung einer zusätzlichen Temperiertechnik, sowie die Anpassung der Prozess- und Peripherietechnik geplant.

Weitere Informationen:

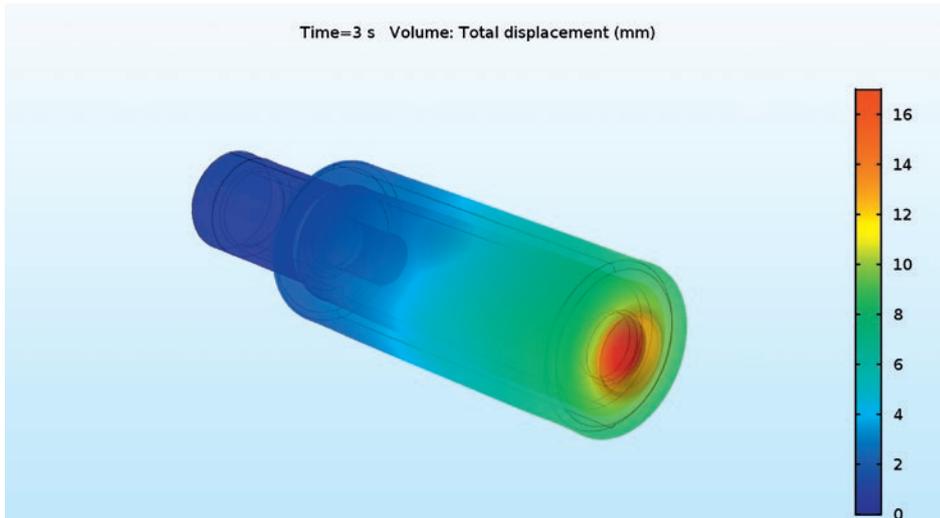
Christopher Beck, B.Eng.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-21
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
beck@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Projekt „DGG-System“

Entwicklung einer pyrotechnischen Druck-Gas-Erzeugungseinheit auf Basis eines Nitro-Cellulose-Systems zur Substituierung von metallischen Druckkartuschen durch Kunststoff



Verformungssimulation einer Kunststoffhülse

Das Projekt Druck-Gas-Generator befasst sich mit dem Ersetzen von den in gängigen Feuerlöschern und Löschleitsystemen verbauten metallischen Druckkartuschen durch einen geeigneten Kunststoff. Ziel des Projektes ist es, einen Prototyp zu entwerfen, welcher der geltenden Normung entspricht und die Überprüfungen durch diverse Prüfstellen besteht.

The objective is to replace the steel cartridge within a fire extinguisher or extinguishing system, with a plastic one. The project aims to create a prototype according to the strict EN standards. It will also be tested by different german inspection authorities, to show whether this system is safe for usage or not.

Die Substituierung von Metallteilen bietet nicht nur die Möglichkeit, Gewicht und Produktionskosten einzusparen, sondern auch bestehende Systeme zukunftsorientiert neu zu gestalten. Kunststoffe bieten dazu mit ihrer Vielfalt an Eigenschaften in nahezu allen Fällen die passende Lösung. In Feuerlöschern und Löschleitsystemen werden zurzeit Stahlkartuschen verwendet. Sie beinhalten ein unter Druck stehendes Gas, das bei Betätigung des Feuerlöschers freigesetzt wird und das Löschmittel aus dem Behälter treibt. Sie müssen derzeit spanend herge-

stellt und anschließend versiegelt werden, um den hohen Anforderungen gerecht zu werden.

Das Ziel des Projektes ist es, diese Kartuschen durch ein entsprechendes Produkt aus Kunststoff zu ersetzen und anstatt eines unter Druck stehenden Gases

einen pyrotechnischen Treibsatz zu nutzen, der das Druck-Gas-Gemisch bei Aktivierung entstehen lässt. Dazu wird innerhalb des Projektes ein neuartiger Treibsatz entwickelt und erprobt. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei der Einhaltung der hohen Anforderungen durch die vorgeschriebenen Normen. Neben durchgeführten Materialrecherchen erfolgte die Auslegung des Artikels unter Berücksichtigung

der Anforderungen aus der fertigen Industrie. Die Umgebung in unterschiedlichsten Feuerlöschgeräten stellte bei der Materialauswahl eine besondere Herausforderung dar. So sollen die neuen Druck-Gas-Generatoren in Schaum- und Trocknertrockenmittellöschern einsetzbar sein. Die Auslegung des Artikels erfolgt unter anderem durch thermische und mechanische Simulationen, welche Aufschluss über die extremen Bedingungen während des Ab Brennens des Treibsatzes geben sollen. Überdies wird ein Versuchswerkzeug konstruiert und gebaut. Mit ihm werden Prototypen entstehen, die zum Abschluss des Projektes durch verschiedenste Prüfstellen (zum Beispiel TÜV oder Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung), ihre Zulassung erhalten sollen.

Weitere Informationen:

Matthias Korres, B.Eng.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-15
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
korres@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Projekt „MediMold“

Spritzen, Prozessentwicklung und Analyse

Im Projekt MediMold steht die Entwicklung des Metalldirekteinspritzens zur Funktionalisierung von thermoplastischen und duroplastischen Kunststoffformteilen im Vordergrund.



Testplatte - hybrides Testbauteil zur Untersuchung der Haftfestigkeit

The MediMold project focuses on the development of metal direct injection for the functionalization of thermoplastic and thermosetting plastic parts.

Zur Herstellung von kostengünstigen Metall-Kunststoffverbindungen stellt das Metall-Direkt-Einspritzen aktuell ein Verfahren dar, hybride Bauteile in nur einem Arbeitsgang herzustellen. Dazu werden ähnlich dem Zweikomponentenspritzgießen zwei verschiedene Werkstoffe im Spritzgießwerkzeug auf einer Spritzgießmaschine zusammengeführt. Im Gegensatz zum herkömmlichen Zweikomponentenspritzgießen ist die eine Komponente eine niedrig schmelzende Metalllegierung, die in einem Verarbeitungstemperaturbereich zwischen 100 bis 350 Grad liegt, die andere Komponente ein Thermoplast oder Duroplast.

Ziel ist es, die Grundlagen im Bereich der Maschinenteknik, der Werkzeugtechnik und der Prozessführung zu erarbeiten. Dadurch können ganz neuartige Hybridbauteile (Metall/Thermoplast, Metall/Duroplast oder Metall/Thermoplast/Duroplast) für neue Anwendungen zustande kommen. Die Kombination des Metalls mit Duroplasten stellt hier eine technologische Neuheit dar. Anhand eines Versuchswerkzeugs werden die Wechselwirkungen zwischen Thermo- und Duroplast mit geschmolzenem Metall und die Eignung des Verfahrens dargestellt, sowie die Tauglichkeit auf mögliche Serienbauteile simuliert werden. Weitere Untersuchungen

sollen aufzeigen, welche Werkstoffe für dieses Verfahren geeignet sind und welche Besonderheiten in der Kombination der Werkstoffe zu berücksichtigen sind.

Im weiteren Projektverlauf werden Prüfzenarien bei der Validierung des Testbauteiles (siehe Abbildung) berücksichtigt. Zu den Prüfverfahren gehören ein Abreißversuch, Abschälversuch etc.

Letztlich soll nachgewiesen werden, dass mit dem Metalldirekteinspritzen in Kunststoffbauteile aus Duro- und Thermoplasten reproduzierbare Ergebnisse

erzielt werden. Damit leistet das Projekt MediMold einen Beitrag zur Stärkung der Hybridtechnologie in Deutschland und kann Impulse für weitere Anwendungen in Bereichen, wie zum Beispiel in der Medizintechnik, Gebäudeinstallationen und Telekommunikation, geben.

Weitere Informationen:

Abdelali Es-Safyany, B.Eng.

Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-16

Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66

es-safyany@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:

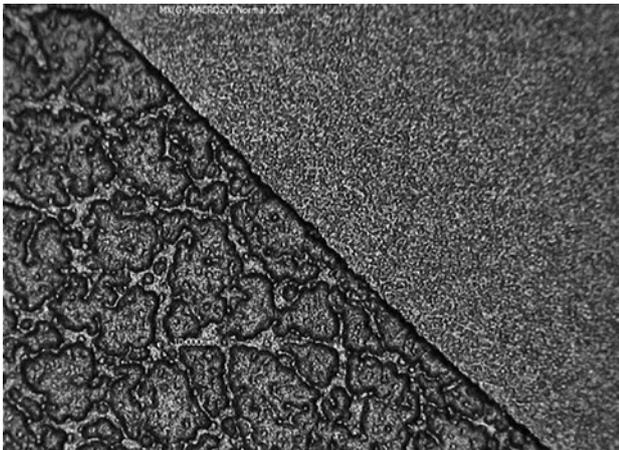


Projekt „KeraStruc“

CVD-Schichtentwicklung und Analyse des Abformverhaltens spritzgegossener Kunststoffe

Im Projekt KeraStruc steht die Entwicklung eines Laserbearbeitungsverfahrens zur dreidimensionalen Strukturierung von keramischen Werkstoffen für den Einsatz als Werkzeug- und Formeinsatz im Spritzgießprozess im Vordergrund.

The project „KeraStruc“ focuses on the development of a laser processing process for the three-dimensional structuring of ceramic materials for use as tool and mold insert in the injection molding process.



Unterschied einer glatten Keramik-Oberfläche zu einer laserstrukturierten rauen Oberfläche

Ein Lösungsweg, der in diesem Projekt verfolgt wird, ist der Einsatz von Ultrakurzpulslasern. Diese Laser, deren Pulsdauern im Piko- oder Femtosekundenbereich liegen, zeichnen sich durch einige herausragende Eigenschaften aus. Als Folge der Kombination aus extrem kurzen Pulsen und sehr hohen Leistungen im Puls ist die Wechselwirkung zwischen Laserstrahlung und Material fundamental anders als bei herkömmlichen Prozessen. Der Laser wechselwirkt weitgehend mit den Elektronen des Festkörpers und sprengt innerhalb kürzester Zeit eine winzige Materialmenge pro Puls ab. Nur ein geringer Teil der Energie erzeugt tatsächlich Wärme im Festkörper.

Grundsätzlich soll innerhalb des Konsortiums für jede Bearbeitungs- und Strukturierungsaufgabe der optimale Lasertyp bezüglich der Prozessierbarkeit, aber auch bezüglich der ökonomischen Randbedingungen gefunden werden.

Weiterhin wird ein keramischer Werkstoff als Schichtsystem bis zu einer Dicke von 30 µm appliziert. Dieses Schichtsystem weist eine geringe Wärmeleitfähigkeit und gute Haftung zu Formstählen auf. Hierzu werden Anlagentechnik und Beschichtungs-Know-how beigestellt. Im weiteren Projektverlauf wird das Abformverhalten der erzeugten Strukturelemente (inkl. Nanostrukturen) untersucht.

Ferner werden Recherchen zu relevanten Beschichtungssystemen und Werkstoffen durchgeführt. Dazu gehört auch geeignete Oberflächen- und Werkzeugtopographien zu ermitteln, die relevant für die nachfolgenden Anwendungen sind.

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

Gefördert durch:

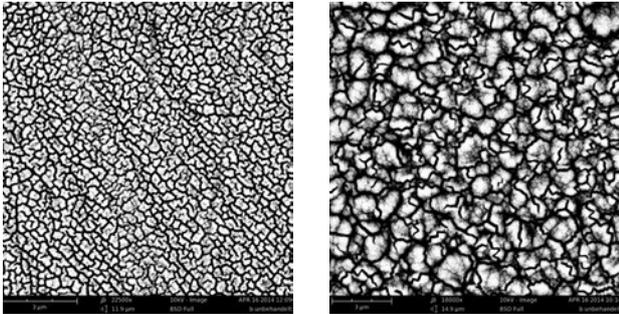


Eigenforschungsprojekte

- ▣ Entwicklung geeigneter Precursorsysteme für die Niedertemperatur-MoCVD-Schichtabscheidung
- ▣ Konzeption und Herstellung von Anlagenkomponenten sowie Aufskalierung von Beschichtungsprozessen
- ▣ Untersuchung des Reibverhaltens DLC beschichteter Auswerferkomponenten in einem Betriebsprüfstand
- ▣ Elektrochemische Impedanzspektroskopie zur Untersuchung der Mediendichtigkeit von Multilayer-Schichtsystemen
- ▣ Simulation der induktiven Werkzeugbeheizung

Precursorsysteme

Entwicklung geeigneter Precursorsysteme für die Niedertemperatur-MoCVD-Schichtabscheidung



REM-Aufnahmen von ZrOx-beschichteten Bauteiloberflächen. Links mittels Feststoffprecursor, rechts mittels lösemittelhaltigem Feststoffprecursor

Die metallorganische chemische Gasphasenabscheidung (MoCVD) bietet die Möglichkeit, Werkzeug- und Bauteiloberflächen bei geringen Prozesstemperaturen durch das Aufbringen dünner Schichten zu funktionalisieren. Der Einsatz geeigneter chemischer Vorläufer (Precursoren) bestimmt aufgrund seines Verdampfungs- und Zersetzungsverhaltens den Schichtaufbau und die Abscheidcharakteristik der Beschichtungen an komplexen Geometrien. Zur Abscheidung reproduzierbarer oxidkeramischer Beschichtungen werden einfach zu handhabende pulverförmige Precursoren verwendet. Die Zuführung der chemischen Verbindungen in genau zu dosierenden Mengen stellt eine große Herausforderung dar. Praktikabel sind hierfür in erster Linie flüssige Stoffe. Im Zuge der Prozessentwicklung und der Durchführung langanhaltender Beschichtungsprozesse wurden die Precursoren in geeigneten Lösemitteln aufgelöst. Sie können kontinuierlichen mittels automatisierter Fördereinrichtungen dem Beschichtungsprozess zugeführt werden.

Für die Weiterentwicklung der Prozesseffizienz und gewünschter Schichteigenschaften wurde ein Fördersystem für pulverförmige Feststoffprecursor entwickelt, das ohne Zusatz von Lösemittel pulver-

förmige Feststoffe in MOCVD Prozesse ermöglicht.

Metalorganic Chemical vapor deposition (CVD) offers the opportunity depositing of oxide ceramic layers intending to protect, ennoble or functionalize given surfaces. The development of an new deliversystem of powder Precursor able new Coating design and productivity in coating process.

Die Morphologie der mittels Feststoffprecursor erzeugten Schichten unterscheidet sich wesentlich zu den in flüssiger Form zugeführten Vorläufer-substanzen. Dadurch sollen sich Eigenschaften wie Gasdurchlässigkeit, elektrische- und thermische Wärmeleitfähigkeit im Sinne einer industriellen Anwendung weiter optimieren lassen.

Weitere Informationen:

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

Anlagenkomponenten

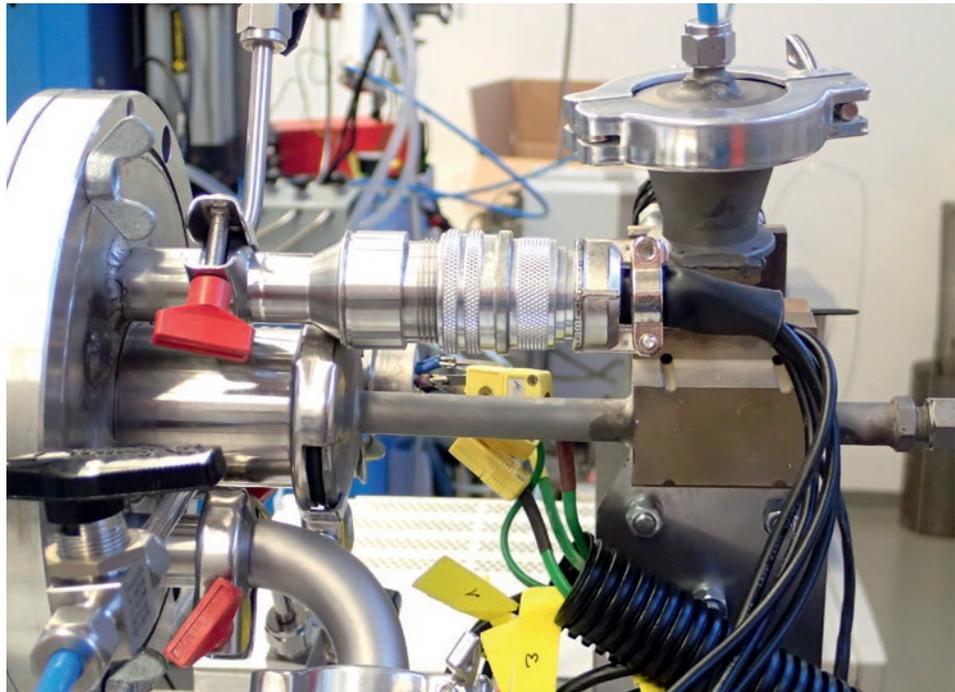
Konzeption und Herstellung von Anlagenkomponenten sowie Aufskalierung von Beschichtungsprozessen

Die Herstellung von funktionalen Schichten aus CVD Prozessen erfordert ein hohes Verständnis von Reaktionsabläufen für die Schichtbildung sowie eine hohe Reproduzierbarkeit der Prozessdurchführung und damit verbundener Anlagenkomponenten. Die Weiterentwicklung der Beschichtungsprozesse für industrielle Beschichtungslösungen bedarf daher einer eigenen Betrachtung von notwendigen Reaktorauslegungen und der Ausführung von zentralen Anlagenkomponenten.

The processing of metalorganic chemical vapor deposition (MoCVD) needs a superb understanding of surface-reaction and gasflow to build up functional films. To optimize the speed in process-development we use computerassisted simulation in FTD and design of components. To scale up the known processes we develop a new deliversystem for powder Precursor, able to produce new coating design.

So werden das Strömungsverhalten der Reaktionsgase und die Oberflächenreaktion der schichtbildenden Spezies in computerunterstützter Simulation für eine 3D-konforme Abscheidung im Labormaßstab ermittelt und die Daten für eine Aufskalierung der Prozessgrößen auf industrielle Abläufe vollzogen. Diese Vorgehensweise festigt das Know-how der Schichtbildungsprozesse und beschleunigt die Entwicklungsgeschwindigkeit zur Darstellung industrieller Fertigungsprozesse. Zentrale Komponenten, die für den reibungslosen

Ablauf des Beschichtungsprozesses erforderlich sind, werden in Eigenregie designt und hergestellt. Beispielhaft ist hier die Verdampfereinheit, die im CVD-Prozess unerlässlich für die gleichmäßige Überführung des Precursors in die Gasphase erforderlich ist. So wurde für den Aufbau eines weiteren Beschichtungsreaktors ein Verdampfer entwickelt,



Flash-Verdampfereinheit für die Sublimation von Feststoffprecursoren

der es ermöglicht, pulverförmige Precursor sicher über längere Zeiträume zu dosieren und sicher in die Gasphase zu überführen.

Weitere Informationen:

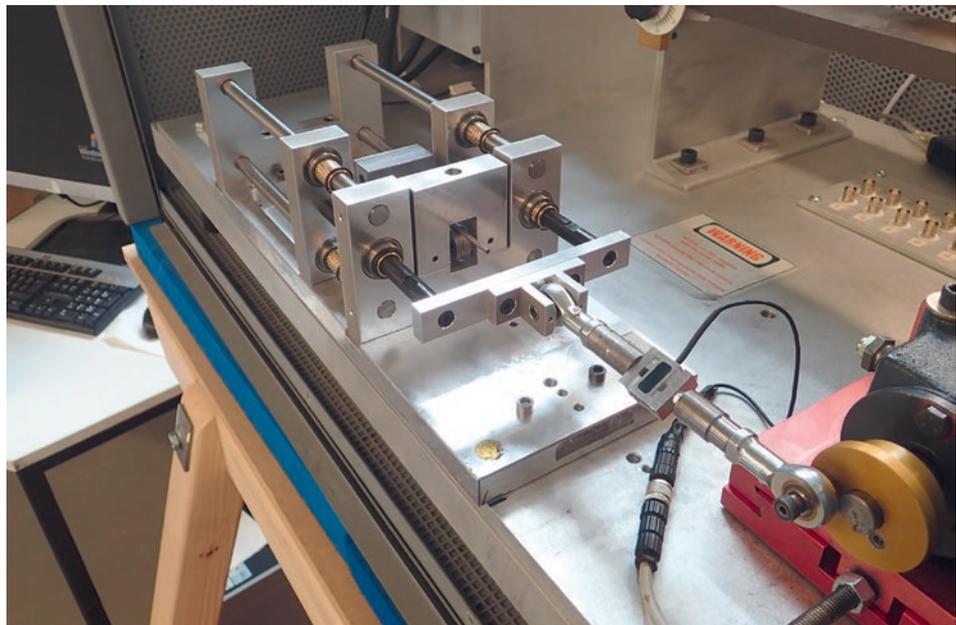
Frank Mumme, Dipl.-Ing.
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-139
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
mumme@kunststoff-institut.de

Reibverhalten von DLC-Schichten

Untersuchung des Reibverhaltens DLC beschichteter Auswerferkomponenten in einem Betriebsprüfstand

Das Reibverhalten von Werkzeugkomponenten in Spritzgießwerkzeugen entscheidet über die Geschwindigkeit von Entformungsvorgängen und den Instandsetzungsbedarf im Dauereinsatz. Zur Verbesserung beispielsweise des Reibverhaltens von Auswerferelementen werden Beschichtungen entwickelt, die einen schmiermittelfreien Betrieb von Werkzeugen ermöglichen. Sie werden auf einem Betriebsprüfstand der Forschungsstelle hinsichtlich der mechanischen Belastbarkeit und Standzeit getestet.

Erfahrungen aus einer Vielzahl von Versuchsreihen ergaben eine hohe Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Auch konnte der positive Einfluss von z.B. DLC-Beschichtungen auf das Reibverhalten nachgewiesen werden.



Betriebsprüfstand mit eingespanntem Auswerfer im Dauerversuch zur Bestimmung des Reibverhaltens beschichteter Oberflächen

Friction between moving parts in molding tools limits the release speed and the durability of the mold. A dedicated test bench analyses the performance of coated ejectors about mechanical stress, friction behavior and durability of the coated films.

Weitere Informationen:

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

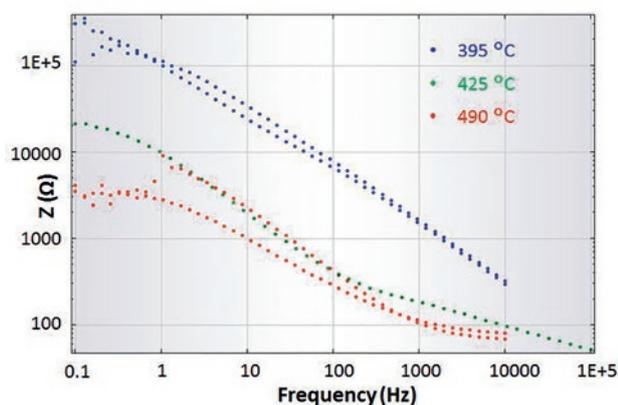
Der Betriebsprüfstand ermöglicht die Untersuchung des Reibverhaltens von metallischen Bauteiloberflächen durch Variation der einwirkenden Lasten und Geschwindigkeiten. Neben der Aufzeichnung der resultierenden Reibkräfte im zeitlichen Verlauf werden auch die Verschleißzustände der untersuchten Oberflächen festgehalten. Dadurch ist eine Bewertung der Schichtarten hinsichtlich ihres Verschleißverhaltens und mechanischer Belastbarkeit gegeben. Die Konzeption des Prüfstandes ermöglicht neben Auswerferelementen auch die Untersuchung von weiteren Normalien (wie Führungssäulen und Verschleißplatten) unterschiedlicher Abmessungen.

Mediendichtigkeit: Multilayer-Schichtsysteme

Elektrochemische Impedanzspektroskopie zur Untersuchung der Mediendichtigkeit von Multilayer-Schichtsystemen

Korrosion an Spritzgießwerkzeugen, wie sie bei der Verarbeitung von Kunststoffen infolge von Restfeuchtigkeit im Granulat auftreten kann, wird durch die Applizierung eines Schichtsystems aus alternierenden kristallinen und amorphen Lagen eingedämmt. Messungen zur Untersuchung der Mediendichtigkeit der Beschichtungen wurden mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie (EIS) durchgeführt und ausgewertet.

Corrosion of tool material which can occur during the injection molding process due to residual moisture in the granulate can be prevented by the application of alternating crystalline and amorphous layers, that also reveal increased flexibility and diminishment of local stress in the joint material. Measurements to investigate the impermeability of the coating have already been made and evaluated in the past. The initial state of immersion of the barrier coating was monitored using electrochemical impedance spectroscopy (EIS).



EIS-Messungen zur Überwachung der Mediendichtigkeit von Barrierebeschichtungen, hergestellt bei unterschiedlichen CVD-Prozesstemperaturen; die Messungen wurden in einem Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 1015 Hz durchgeführt bei einer Dauer von jeweils 10 min.

Die Impedanzspektroskopie ist ein weit verbreitetes Verfahren zur Bestimmung der Korrosionsschutzwirkung von Barrierschichten und zur Überwachung der Änderung ihrer Eigenschaften bei Flüssigkeitsaufnahme. Die Abbildung zeigt erste Ergebnisse einer Reihe von Untersuchungen, die die Abhängigkeit zwischen der Mediendichtigkeit der Schichten und den Abscheidungsparametern im MOCVD-Prozess veranschaulichen. Hier konnte aufgezeigt werden, dass eine geringere Wachstumsgeschwindigkeit (gleichzusetzen mit niedrigerer Prozesstemperatur) zu Schichten mit einem höheren elektrischen Durchtrittswiderstand führt. Somit erlaubt dieses Verfahren Rückschlüsse auf die Porosität der Beschichtungen.

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

Induktive Werkzeugbeheizung

Simulation der induktiven Werkzeugbeheizung

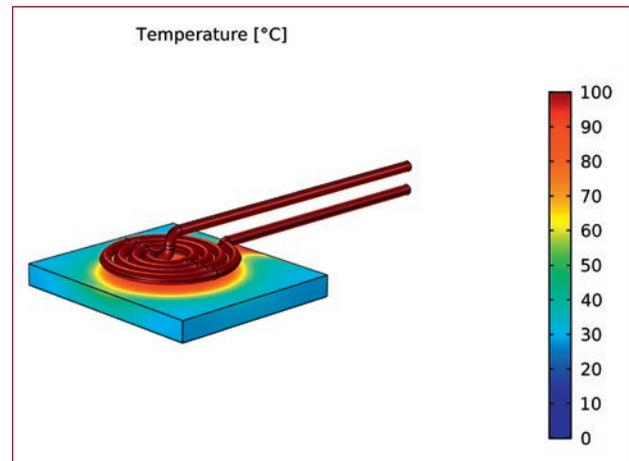
Die gemeinnützige KIMW-F GmbH hat auch im vergangenen Jahr ihre Kompetenzen im Bereich der Simulationstechnik weiter ausgebaut. So wurden nicht nur erfolgreich Simulationen mittels der Software COMSOL Multiphysics® im Bereich der Induktionstechnik erstellt, sondern auch der Bereich der Multiphysics Simulation weiter ausgebaut. Zudem wurde mit Ameya Kulkarni, M.Sc. ein neuer Mitarbeiter gewonnen, der weitreichende Erfahrungen im Bereich der FEM-Berechnung besitzt.

During the past year, the non-profit KIMW-F GmbH has deepened their expertise within Simulation technics. The software used to bring up these new results is COMSOL Multiphysics®. Especially the simulation of induction tempering and multiphysical simulations were optimized. Furthermore with Mr. Ameya Kulkarni, M.Sc. we gained a valuable new colleague with wide experience of FEM calculations for our simulation tasks.

Die Induktionstechnik wird längst als fester Bestandteil der Spritzgießtechnik angesehen und kann einen großen Beitrag zur Generierung qualitativ hochwertiger Kunststoffoberflächen leisten. Die Simulation dieser Werkzeugtechnik war bisher nur mit Einschränkungen möglich. Der KIMW-F ist es nunmehr gelungen, den tatsächlichen Induktionsprozess anhand reduzierter Geometrien darzustellen. So konnte ein reelles Abbild des Wärmeflusses in einem induktiv beheizten Werkstück erzeugt werden (siehe Abbildung). Es ist nun möglich, praktische Versuche simulativ vorzubereiten und gegebenenfalls Optimierungspotenziale frühzeitig zu erkennen.

Die Berechnung mehrerer physikalischer Prozesse gleichzeitig ist eine komplexe Aufgabe für die Bediener von Simulationsprogrammen. Solche

Multiphysics-Tools, bedürfen einer systematischen akribischen Vorbereitung der Simulation und eine ebenso genaue Analyse der Ergebnisse. Die in der KIMW-F durchgeführten Simulationen berechnen gleichzeitig die thermischen und mechanischen Eigenschaften einer vorgegebenen Geometrie. Die beiden Teilbereiche der Physik bedingen sich ge-



Simulation einer Induktorspule

genseitig, und ihre Abhängigkeiten können zu aufschlussreichen Ergebnissen führen, die mitunter in ihrer Komplexität beschränkt werden müssen. In zahlreichen Simulationen für Projektarbeiten und die Vorlaufforschung wurde das Wissen um die Nutzung dieser Tools ausgebaut und verfestigt. Auf dieser Basis wird die KIMW-F auch künftig ihre Kompetenzen erweitern, um für ihre Projektpartner ein zuverlässiger Ansprechpartner im Bereich der Simulationstechnik zu sein.

Weitere Informationen:

Ameya Kulkarni, M.Sc.
 Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-23
 Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
 kulkarni@kunststoff-institut.de

Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer

In 2016 wurden verschiedene Aktivitäten durch die Mitarbeiter der KIMW-Forschungsstelle zum Wissenstransfer von Projekt- und Forschungsaktivitäten durchgeführt. Hierzu wurden wissenschaftliche Publikationen, Beiträge in einschlägigen Fachzeitschriften sowie Vorträge auf Fachkonferenzen veröffentlicht. Auch wurden in 2016 in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Südwestfalen Tätigkeiten in der Lehre und die Betreuung von Bachelor- und Masterarbeiten durchgeführt. Darüber hinaus präsentierte sich die KIMW-Forschungsstelle auch auf verschiedenen Veranstaltungen:

Innovationstag Mittelstand

Auf der multitechnologischen Leistungsschau „im Grünen“, die jährlich in Berlin-Pankow auf dem Freigelände der ausrichtenden AiF Projekt GmbH, einem der drei ZIM-Projektträger, stattfindet, präsentierten über 350 Aussteller mehr als 200 Exponate und 1.700 Besuchern.

Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel eröffnete den diesjährigen Innovationstag Mittelstand des BMWi, der gleichzeitig den Höhepunkt der BMWi-Roadshow 2015/2016 „Von der Idee zum Markterfolg – Innovationsprogramme für den Mittelstand“ bildete.

Zahlreiche Besucher von Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus dem In- und Ausland, sowie Botschaftsvertreter aus über 15 Ländern konnten im internationalen Bereich des Innovationstags begrüßt werden.

Die KIMW-Forschungsstelle präsentierte Ihre Expertise unter dem Motto „Forschung für die Kunststoffindustrie“. Bei der Veranstaltung am 2. Juni 2016 wurden Forschungsthemen mit den Schwerpunkten Werkzeug- und Prozesstechnik sowie Oberflächen- und Beschichtungstechnik vorgestellt, die mit Fördermitteln des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) unterstützt wurden.

K-Messe - Forschungsarbeit auf dem Science Campus präsentiert

Nach der Premiere des so genannten Science Campus auf der K 2013 hat in diesem Jahr auch die KIMW-Forschungsstelle daran teilgenommen. Auf vergrößerter Fläche und mit einer gestiegenen Zahl teilnehmender Wissenschaftsorganisationen wurde auf einem gesondert ausgewiesenen Bereich der Dialog zwischen Forschung und Wirtschaft weiter

intensiviert.

Neben der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH waren noch 23 weitere Institutionen aus Forschung und Entwicklung präsent. Der Science Campus ermöglichte Ausstellern und Besuchern der K 2016, sich einen konzentrierten Überblick über wissenschaftliche Aktivitäten und Ergebnisse im Kunststoff- und Kautschuksektor zu verschaffen. Neben ihrem Leistungsspektrum stellte die KIMW-F konkret die geförderten ZIM-Projekte RFID und 3D-CVD vor. Zahlreiche Gespräche drehten sich unter dem Stichwort „Industrie 4.0“ um die innovativen Technologieentwicklungen, die im Projekt RFID für die vollautomatische Integration von RFID-Transpondern in Massenartikel aus spritzgegossenen Kunststoff erarbeitet wurden. Aus diesen Gesprächen ergaben sich einige neue Entwicklungsansätze, die für zukünftige Folgeprojekte von Interesse sind. Auch das Projekt 3D-CVD fand reges Interesse der Besucher und zeigt, dass wir mit der speziellen Entwicklung dieser Beschichtungstechnologie für anwendungsbezogene Fragestellungen bei Spritzgießwerkzeugen auf dem richtigen Weg sind.

Die hohe Dichte an Entscheidungsträgern, der qualifizierte Austausch zwischen Forschung und Industrie, die Internationalität - all das machte unseren Messeauftritt auf der K 2016 zu einem herausragenden Erfolg.

Tätigkeiten in der Lehre

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

- ☒ 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

Betreute Abschlussarbeiten:

- ☒ Masterarbeit von Claudia vom Häfen an der Fachhochschule Südwestfalen (FH-SWF): Rapid Tooling-Verhalten von spritzgegossenen Kunststoff-Formteilen aus dreidimensional gedruckten Werkzeugeinsätzen aus Kunststoff, Betreuer: Dr.-Ing. Angelo Librizzi
- ☒ Bachelorarbeit von Tobias Neuhaus an der Fachhochschule Südwestfalen (FH-SWF): Entwicklung eines Werkstoffverbundsystems zur partiellen Änderung thermischer Werkstoffeigenschaften bei Kunststoffverarbeitungswerkzeugen, Betreuer: Christopher Beck
- ☒ Bachelorarbeit von Michael Wertschulte an der Fachhochschule Südwestfalen (FH-SWF): Überprüfung der mechanischen Belastbarkeit oxidkeramischer Multilayer Schichten, Betreuer: Frank Mumme
- ☒ Bachelorarbeit von Dietrich Wartekin an der Fachhochschule Südwestfalen (FH-SWF), Konstruktion und Inbetriebnahme eines Betriebsprüfstandes für die Untersuchung von DLC beschichteten Auswerfernormalien, Betreuer: Frank Mumme
- ☒ Bachelorarbeit von Matthias Werner an der Fachhochschule Südwestfalen (FH-SWF), Überprüfung der mechanischen Belastbarkeit PVD beschichteter oxidkeramischer Beschichtungen, Betreuer: Frank Mumme
- ☒ Bachelorarbeit von Matthias Korres an der Fachhochschule Südwestfalen (FH-SWF), Optimierung eines Messwerkzeuges für das Entformungsverhalten im Spritzgießprozess, Betreuer: Frank Mumme

Publikationen und Fachvorträge in 2016

1. Aamir, M.: Multi-Physik Simulation für Berechnung von wechselseitigen Prozessgrößen. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 17
2. Aamir, M.: KeraForm. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 14
3. Beck, C.: CRoCoMold. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 15
4. Beck, C.: Untersuchungen zur Vermeidung von Oberflächenmarkierung bei Spritzgussteilen, Keramikinlays. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 18
5. Fornalczyk, G.: Automatisierung der CVD-Technik für höhere Reproduzierbarkeit von Beschichtungsprozessen. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 21
6. Fornalczyk, G.: 3D CVD. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 12
7. Frettlöh, V.: ProPumpe. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 10
8. Frettlöh, V.: RFID. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 11
9. Librizzi, A.: Dünnschichtsensorik. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 11
10. Mumme, F.: Druckstabile Isolationsschichten für resistive Oberflächenheizungen. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 19
11. Sommer, M.: Entwicklung von Multilayer-Schichtsystemen zur Abscheidung thermisch isolierende Schichten erhöhter Schichtdicke. In: Jahresbericht der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH 2015 (2016), S. 20
12. Frettlöh, V.: Simulationstechnik unterstützt die Schichtentwicklung. In: Mitgliederversammlung Trägerverein Kunststoff-Institut e.V., Lüdenscheid, 18.02.2016
13. Fedosenko-Becker, T. N.; Dauerler, F.; Fornalczyk, G.; Mumme, F.: 3D conformal deposition of ceramic layers on complex metallic tools and injection molds via chemical vapor deposition. In: 80. Jahrestagung der DPG und DPG-Frühjahrestagung, Regensburg, 07.03.2016
14. Aamir, M.: Prozessbegleitende Simulation für multidisziplinäre Technologien. In: K-Impulse 66 (2016), S. 5
15. Fornalczyk, G.: Oberflächenbehandlung von Spritzgießwerkzeugen: Reinigung, Entschichten, Nachbehandlung. In: 3. EFDS Workshop „Entschichtung“, Berlin, 13.04.2016
16. Librizzi, A.: Kunststoffe für lichttechnische Anwendungen. In: Lichtforum.NRW - Infoveranstaltung, Arnsberg, 03.05.2016
17. Librizzi, A.: Temperatursensitive Dünnschichten für den Einsatz in Spritzgießwerkzeugen der Thermoplastverarbeitung. In: 18. GMA/ITG-Fachtagung Sensoren und Messsysteme, Nürnberg, 10.05.2016

18. Sommer, M.: Eisen-Kohlenstoff-Diagramm - Gefügeausbildung von Stählen und Gusswerkstoffen. In: Seminar Härterei Kreis Ruhr „Wärmebehandlung Metalle“, 19.05.2016
19. Frettlöh, V.; Beck, C.; Figge, T.: Entwicklung und Erprobung einer neuartigen Produktionstechnik zur vollautomatisierten Integration von RFID Technik in thermoplastische und duroplastische Bauteile. In: VDI-Bericht
20. Frettlöh, V.; Beck, C.; Figge, T.: Entwicklung und Erprobung einer neuartigen Produktionstechnik zur vollautomatisierten Integration von RFID Technik in thermoplastische und duroplastische Bauteile. In: AUTOMATION 2016, Baden-Baden, 08.06.2016
21. Sommer, M.: Eisen-Kohlenstoff-Diagramm - Gefügeausbildung von Stählen und Gusswerkstoffen. In: Seminar Deutsches Industrie Forum „Wärmebehandlung Metalle“, Bad Herrenalb, 15.06.2016
22. Librizzi, A.: Vorausbestimmung von Farbauswaschungen beim Film Insert Molding. In: Arbeitskreises Funktionale und dekorative Kunststoff-Oberflächen des FGK e.V., Lüdenscheid, 29.06.2016
23. Mumme, A.: Thermische Barriere Schichten zur Erzielung hochwertiger Oberflächen beim
24. Dünnwandspritzgießen. In: Arbeitskreises Funktionale und dekorative Kunststoff-Oberflächen des FGK e.V., Lüdenscheid, 29.06.2016
25. Librizzi, A.: Dünnschichtsensorik zur Temperaturmessung. In: Technologietag Optence e.V., Lüdenscheid, 08.07.2016
26. Frettlöh, V.: Intelligenter Kunststoffbauteile durch Einsatz von RFID-Technik. In: K-Impulse Nr. 67 (2016), S. 5
27. Korres, M.: Druckgasgenerator (DGG)“: Metallische Druckkartusche für Feuerlöscher bald aus Kunststoff. In: K-Impulse Nr. 67 (2016), S. 5
28. Sommer, M.: Multifunktionales Dünnschichtsystem. In: K-Impulse Nr. 67 (2016), S. 5
29. Aamir, M.: Multi Physik Simulation für multidisziplinäre Parameter. In: K-Impulse Nr. 67 (2016), S. 9
30. Fornalczyk, G.: 3D conformal deposition of protective ceramic layers on complex tools and injection molds via CVD. In: 3. Plasma Surface Engineering 2016, Garmisch-Partenkirchen, 13.09.2016
31. Fornalczyk, G.: 3D-konforme CVD-Beschichtungen von Werkzeugformeinsätzen. In: Kunststoffverarbeitung Deutschland (2016)
32. Librizzi, A.: Realisierung von Symbolbeleuchtungen an Kunststoffoberflächen. In: 24. Neues Dresdner Vakuumtechnisches Kolloquium, Dresden, 29. - 30.09.2016
33. Fornalczyk, G.; Sommer, M.; Mumme, F.: 3D conformal deposition of protective ceramic layers on complex tools and injection molds via metal-organic chemical vapor deposition. In: Poster K-Messe, Düsseldorf, 2016
34. Frettlöh, V.; Beck, C.; Hinzpeter, U.: Development of a new production technique for an automated integration of RFID technology into plastic parts of thermoplastic and duroplastic material. In: Poster K-Messe, Düsseldorf, 2016
35. Fornalczyk, G.; Verschleiß gebändigt. In: Magazin für Oberflächentechnik, 11/2016
36. Librizzi, A.: Einführung in die Thematik Folienhinterspritzen. In: Fachtagung Folienhinterspritzen, Lüdenscheid 09. - 10.11.2016
37. Sommer, M.: Druck- und Temperaturmessung im Spritzgießwerkzeug mittels Dünnschichtsensorik, In: 10. Projekttreffen Technologiscout, Villingen-Schwenningen, 10.11.2016
38. Sommer, M.: Förderprojekt KeraStruc zur Untersuchung von Strukturansätzen - Keramische Werkzeugeinsätze. In: K-Impulse Nr. 68 (2016), S. 5
39. Sommer, M.: Mittels Impedanzspektroskopie: Korrosionstest. In: K-Impulse Nr. 68 (2016), S. 5
40. Frettlöh, V.: RFID Tags erfolgreich in Kunststoffbauteile integriert. In: K-Impulse Nr. 68 (2016), S. 5
41. Mumme, F.: Thermische Barriere - höhere Bauteilgüte. In: K-Impulse Nr. 68 (2016), S. 5
42. Fornalczyk, G.: Anwendungsbereiche deutlich erweitert: CVD-Beschichtung dreidimensionaler Konturen schützt Formeinsätze. In: K-Impulse Nr. 68 (2016), S. 9
43. Aamir, M.: Multi-Physik-Simulation für Parameter von Spritzgießwerkzeugen. In: Der Stahlformenbauer 6 (2016), S. 54 - 56

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
