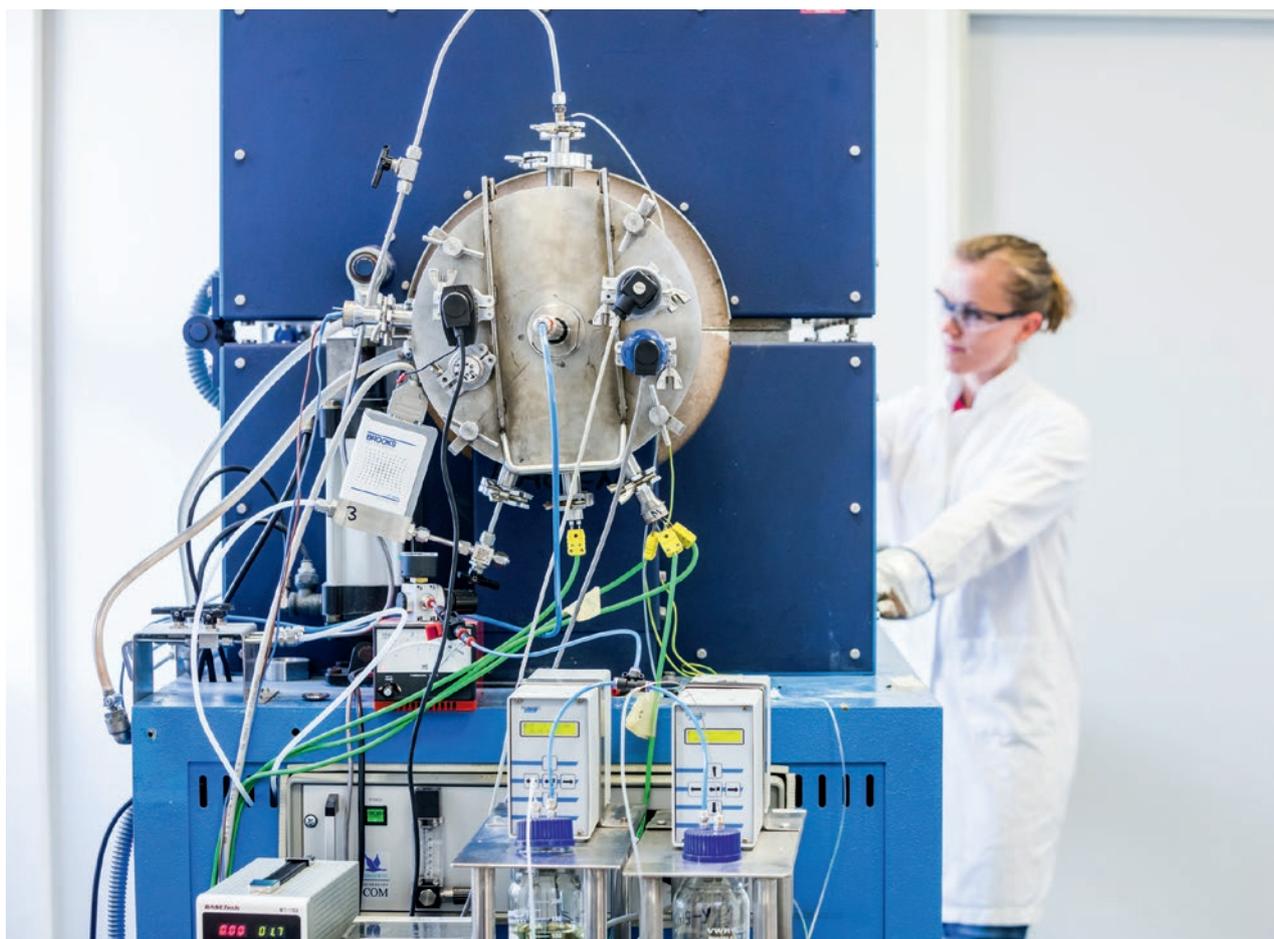




# Jahresbericht 2018

Gemeinnützige  
KIMW Forschungs-GmbH



Vorwort.....	03
Grußwort.....	04
Allgemeines.....	05
Projekt Technologiescout.....	06
Übersicht Mitarbeiter.....	07
Wissenschaftliche Tätigkeiten / Projekte 2018	
Übersicht öffentlich geförderter Projekte.....	08
Übersicht vorwettbewerblicher Eigenforschungsprojekte.....	25
Netzwerke.....	31
Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer.....	36

# Weiterer Ausbau der Forschungsaktivitäten, Innovationen und Investitionen für die Kunststoffverarbeitung

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

die gemeinnützige KIMW Forschungsgesellschaft (KIMW-F) befindet sich weiterhin auf Wachstumskurs. Nach der beharrlichen und intensiven Aufbauarbeit der ersten Jahre konnten 2018 auch die wirtschaftlichen Aktivitäten der KIMW-F gesteigert werden. Dies ist möglich geworden, weil insbesondere durch Vorarbeiten im Rahmen der jahrelangen Eigenforschung die dort gewonnenen vorwettbewerblichen Erkenntnisse erfolgreich in praktische Kundenanwendungen übertragen werden konnten. So konnte der Einsatz eines praxisnahen Spritzgießwerkzeuges zur Ermittlung von Haft- und Gleitmomenten eine gezielte Entwicklung von gering adhäsiven Beschichtungen und Strukturen für unterschiedlichste Kunststoffe ermöglichen. Unter dem Markennamen KiCoat werden nun standardisierte Beschichtungen und Dienstleitungen für ein besseres Entformungsverhalten, Belagreduktion und Korrosionsschutz angeboten.

Darüber hinaus konnten wir unser hohes Niveau an neubewilligten und neu eingereichten Anträgen weiter steigern.

Eine Vielzahl neu gestarteter Förderprojekte beschäftigt sich mit praxisnahen Fragestellungen rund um den Spritzgießprozess, der Werkzeugauslegung und dem Werkstoff Kunststoff.

Als Highlight sehen wir im Bereich der Förderprojekte den Start von drei deutsch-französischen Forschungsprojekten im Jahresverlauf. Die aus der KIMW Netzwerk-Internationalisierung angebahnten CAP (Coatings and Particles for Plastic)-Projekte bieten den jeweils französisch-deutschen Konsortien, bestehend aus wissenschaftlichen und



industriellen Partnern, eine Win-Win-Kooperation in wissenschaftlicher und industrieller Hinsicht. Durch diese mehrjährigen Forschungsprojekte werden wir unsere wissenschaftliche Expertise im Bereich der CVD-Beschichtungstechnologien weiter vertiefen und darüber hinaus auch in die Lage versetzt zusätzlich in unsere Infrastruktur zu investieren.

Auch in dem anderen Forschungsschwerpunkt der Werkzeug- und Prozesstechnik konnten wir gute Forschungsergebnisse erzielen, die uns entscheidende Schritte in Richtung einer zukünftigen industriellen Nutzung voran gebracht haben. Insbesondere im Bereich der Temperiertechniken für Spritzgießwerkzeuge sehen wir mit Spannung auf die folgenden Jahre.

Wir bedanken uns bei allen Projektpartnern, Kunden und Unterstützern und nicht zuletzt bei unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit im Jahr 2018.

Udo Hinzpeter

Frank Mumme

– Geschäftsführer –

# Netzwerker – Gemeinsam mehr erreichen

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

wie macht man aus guten Ideen möglichst schnell marktfähige Produkte und Dienstleistungen, die auch international erfolgreich sind? Wie unterstützt man Unternehmen in ihren Innovationsprozessen und wie bringt man Wirtschaft und Wissenschaft zusammen?

Fragen, mit denen sich sowohl die KIMW-F und das KIMW als auch das Netzwerk ZENIT e.V. bzw. die ZENIT GmbH seit vielen Jahren beschäftigen. Wie die gemeinnützige Forschungsstelle hat auch das in Mülheim an der Ruhr ansässige Zentrum für Innovation und Technik in NRW, kurz ZENIT, einen gemeinnützigen Trägerverein als Gesellschafter. Das Netzwerk ZENIT e.V. ist die 1984 gegründete Basis der GmbH und ein Forum von Unternehmern für Unternehmer. Es entstand aus dem Engagement mittelständischer Akteure und repräsentiert rund 180 vorrangig technologieorientierte, in Nordrhein-Westfalen ansässige Unternehmen. Ziel war und ist es bis heute, sie zu begleiten und fit zu machen für die vielfältigen Anforderungen der sich stetig wandelnden Märkte. Der Verein unterstützt die GmbH in ihrer Ausrichtung, die zentrale Rolle dabei spielen die Bedürfnisse der Vereinsmitglieder. Engagiert sind nicht nur Unternehmen und Einrichtungen aus NRW und anderen Bundesländern, sondern auch Akteure aus den Niederlanden, Frankreich oder Russland. Der Verein ist heute international ausgerichtet und baut die grenzüberschreitende Vernetzung und damit die Zukunftsfähigkeit seiner Mitglieder konsequent weiter aus. Das Thema Vernetzung ist auch ein zentrales Anliegen von KIMW-Geschäftsführer Thomas Eulenstein, der seit dem Jahr 2015 Vorstandsvorsitzender des Netzwerks und auch Aufsichtsratsvorsitzender der ZENIT GmbH ist. Auch ich als im November 2018 bestellter ZENIT-Geschäftsführer werde darauf ein besonderes Augenmerk legen. Meine Erfahrung als Technologie- und Innovationsberater werde ich nutzen, um die Vernetzung der Mitglieder untereinander zu stärken, ihnen spezifische Dienstleistungen zu bieten und Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft anzustoßen. Zwischen KIMW und



ZENIT funktioniert die Zusammenarbeit bereits lange reibungslos. So greift man in Lüdenscheid gerne auf unsere Beratungsleistungen rund um die Bereiche Internationalisierungs-, Technologie- und Innovationsmanagementberatung zurück, während wir selbst Anregungen

aus dem Sauerland aufgreifen. So geschehen zum Beispiel bei der Initiierung des ZIM-Kooperationsnetzwerks „FOresIght – Funktionsintegration und neue Oberflächen für das Automobilinterieur der Zukunft“, in dem KMU-, F&E-Einrichtungen und andere Partner zusammenarbeiten. Ziel des Netzwerks ist es, Innovationen in den Technologiebereichen Oberflächen, Funktionale Oberflächen, Echtmaterialhinterspritzung, (gedruckte) Elektronik, Beleuchtung, Design, Digitalisierung, Werkzeug- und Formenbau zu entwickeln und wirtschaftlich in Wert zu setzen. Auch in dem seit Dezember 2018 bei ZENIT angesiedelten ZIM-Projekt MUPAM (Multiplikative Produkte im Additive Manufacturing) engagiert sich das KIMW. Das tut es auch als sogenannter Stakeholder bei NRW.Europa. Das Konsortium aus ZENIT GmbH, NRW.BANK und NRW.International GmbH ist im Auftrag der EU und mit finanzieller Unterstützung des Landes sowie der NRW.BANK seit Anfang Januar 2008 zentraler Ansprechpartner für die nordrhein-westfälische mittelständische, technologieorientierte Wirtschaft sowie für Forschungseinrichtungen und Universitäten. NRW.Europa ist Teil des internationalen Enterprise Europe Network, zu dem mehr als 600 Organisationen in über 60 Ländern gehören.

Ich freue mich schon sehr darauf, gemeinsam mit Ihnen innovative Ideen zu entwickeln und Projekte anzustoßen.

Ihr  
Dr. Karsten Lemke

Geschäftsführer der ZENIT GmbH

# Kuratorium

**Unsere Geschäftsführung wird in fachlichen und wissenschaftlichen Fragestellungen durch das Anfang 2015 gegründete Kuratorium beraten.**

Die Mitglieder des Kuratoriums nehmen durch die Einbringungen Ihrer Fachexpertise Einfluss auf die strategische Ausrichtung der Forschungsstelle. Schwerpunkte in der vorwettbewerblichen Forschung und Entwicklung können so bedarfsgerecht und umsetzungsorientiert formuliert werden.

Das Kuratorium setzt sich daher aus namhaften Vertretern der Industrie und der Forschung zusammen und tagte im Juni 2018. Die Projektleiter der KIMW-F stellten neueste Forschungs- und Entwicklungsergebnisse zu nachstehenden Themen vor:

- ☒ Entformungskraftmessung an beschichteten Probekörpern
- ☒ Prüfstand zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit dünner Schichten
- ☒ Multi-Physik-Simulation für CVD-Prozesse
- ☒ Herstellung von Kunststoffoptiken mittels Rotational Compression Moulding
- ☒ Verbundkonstruktion von vollkeramischen und metallischen Werkzeugeinsätzen für Spritzgießwerkzeuge

Darüber hinaus sind Themen aus der vorwettbewerblichen Eigenforschung der KIMW-F präsentiert und innerhalb des Kuratoriums besprochen worden. Diese Themen dienen als Initialzündung für

Projektdefinitionen im Hinblick auf die Antragsstellung neuer geförderter F&E-Projekte. Der Schwerpunkt lag dabei im Bereich der CVD-Prozesstechnik sowie der Entwicklung und Charakterisierung maßgeschneiderter Schichtsysteme für Kunststoffverarbeitungswerkzeuge. Dazu sind konkrete Problemstellungen aus der Praxis aufgegriffen und kontrovers diskutiert worden.

Neben dem Informationsaustausch zu den Themenschwerpunkten „Oberflächen- und Beschichtungstechnik“ sowie „Prozessentwicklung und Werkzeugtechnik“, bietet diese Plattform ebenso die Möglichkeit für eine interdisziplinäre Vernetzung zwischen Industrie und Wissenschaft. So ist beispielsweise für Anfang 2019 ein Erfahrungsaustausch, mit der FH Schmalkalden bezüglich Themen zur Prozessüberwachung und -regelung beim Spritzgießen geplant. Überdies wird eine Projektkooperation mit dem Rheinisch-Westfälischen Institut für Wasserforschung in Mülheim für die Optimierung und das Monitoring von Kühlkreisläufen in der Spritzgießverarbeitung initiiert.

Die nächste Kuratoriumssitzung findet im Juni 2019 statt.

## 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

# Projekt Technologiescout

## Produkte und Innovationen von morgen bereits heute in Erfahrung bringen.

Bereits im Jahr 2017 begann die insgesamt dritte Auflage des Projekts Technologiescout am Kunststoff-Institut. Mit einer beeindruckenden Teilnehmerzahl von 16 Unternehmen wurde dieses Projekt auch im Jahr 2018 erfolgreich weitergeführt. Gestützt wurde dieses am Kunststoff-Institut Südwest angesiedelte Projekt im Dienstleistungsauftrag durch die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH.

Mit insgesamt 48 besuchten Messen und Konferenzen im In- und Ausland bot das Projekt den Teilnehmern im Jahr 2018 nicht nur quantitativ sondern auch qualitativ eine große Vielfalt an Informationen über die neuesten technologischen Entwicklungen in verschiedenen Branchen. Wenngleich Technologien der Kunststoffbranche in diesem Projekt traditionell eine wichtige Rolle einnehmen, ist es gerade der sprichwörtliche Blick über den Tellerrand in andere Branchen, der den besonderen Mehrwert dieses Projekts ausmacht. Dazu zählen Themenbereiche wie das Auto von morgen, Robotik, Industrie 4.0 und die Additive Fertigung, um

nur einige zu nennen, exemplarisch veranschaulicht in Abbildung 1.

Das bis zum 31. März 2019 angesetzte Projekt erlaubte den Teilnehmern, die selbst aus den verschiedenen Bereichen kommen, damit auch im Jahr 2018 einen Einblick in eine große Vielfalt an neuen Themen.

Einen besonderen Stellenwert hatten 2018 vor allem große nationale und internationale Leitmes- sen wie die Hannover-Messe und die Fakuma im Inland und die CES, die Automotive World, die NPE und die IMTS im Ausland, um nur die wichtigsten Messen zu nennen. Aber auch im Zuge von Kon- ferenzbesuchen wurden im In- und Ausland viele Themenbereiche abgedeckt. Erwähnenswerte Kon- ferenzen sind in diesem Kontext u.a. die Antec, die VDI-Tagung Spritzgießen, das Car-Symposium und eine DPG-Tagung zum Thema künstliche Intelli- genz.

Neben Deutschland als wichtigem Messestandort führten die Recherchen im Verlauf des Projekts je- weils drei Mal in die USA und nach Japan. Beide Länder haben sich damit wiederholt als wichtige In- novationsstandorte erwiesen.



Abbildung 1: Die Vielfalt des Technologiescoutens.

Durch den wachsenden Erfolg des Projekts Technologiescout beflügelt, wurde Ende 2018 ein neues Konzept für ein zukünftiges Projekt Technologiescout erarbeitet, das sich ab April 2019 verstärkt auf die größten und wichtigsten Leitmes- sen und -konferenzen konzentrieren wird.

### Weitere Informationen:

Dr. Pierre Voigtländer, MBA  
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-13  
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66  
voigtlaender@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 und Berater



**Dr.-Ing. Angelo Librizzi**

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



**Dr. Pierre Voigtländer, MBA**

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  
frettlloh@kunststoff-institut.de



**Michaela Sommer, M.Sc.**

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



**Patrick Engemann, M.Sc.**

Prozessentwicklung/  
Werkzeugtechnik  
+49 (0) 23 51.6 79 99-24  
engemann@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.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



**Prof. Dr.-Ing. Andreas Ujma**

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

# Wissenschaftliche Tätigkeiten

## Übersicht öffentlich geförderter Projekte 2018

### Vorhaben 1: 3D FlameMold – Funktionale Oberflächen

*Simulation/Bewertung beschichteter Werkzeugkomponenten und Herstellung und Analyse von Spritzteilen*

- ☒ Laufzeit: 1. Januar 2018 bis 31. Dezember 2019
- ☒ Förderkennzeichen: 16KN037760
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: VDI/VDE
- ☒ Förderprogramm: ZIM-KOOP – Kooperationsnetzwerke
- ☒ Projektleiter: Christopher Beck, B.Eng

### Vorhaben 2: 3D OptiCool

*Entwicklung neuartiger Temperierkonzepte für 3D-gedruckte Werkzeugeinsätze aus Kunststoff, sowie Abgleich zwischen Simulation und Praxisergebnissen der umgesetzten Technologieansätze*

- ☒ Laufzeit: 1. Januar 2018 bis 31. Dezember 2019
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586701TA8
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Nicolai Clemens, B.Eng

### Vorhaben 3: AbraCoat

*Entwicklung von carbidischen und nitridischen Hartstoffschichten mittels MOCVD für abrasive Anwendungen in der Kunststoffverarbeitung*

- ☒ Laufzeit: 1. Oktober 2018 bis 30. September 2020
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586702DE8
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Dr. Gregor Fornalczyk

### Vorhaben 4: CAP-BNP

*Entwicklung innovativer biozider Nanopartikel zur Anwendung in der Kunststofftechnik*

- ☒ Laufzeit: 15. Oktober 2018 bis 14. Oktober 2021
- ☒ Förderkennzeichen: 03INT505CA
- ☒ Fördergeber: BMBF
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: Internationalisierung von Spitzenclustern, Zukunftsprojekten und vergleichbaren Netzwerken
- ☒ Projektleiter: Michaela Sommer, M.Sc.

### Vorhaben 5: CAP-CPC

*Entwicklung von innovativen Korrosionsschutzschichten und Beschichtungsprozessen für Spritzgießwerkzeuge*

- ☒ Laufzeit: 15. November 2018 bis 14. November 2021
- ☒ Förderkennzeichen: 03INT505AA
- ☒ Fördergeber: BMBF
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: Internationalisierung von Spitzenclustern, Zukunftsprojekten und vergleichbaren Netzwerken
- ☒ Projektleiter: Dr. Gregor Fornalczyk

### Vorhaben 6: CAP-TBC

*Entwicklung von innovativen thermisch isolierenden Schichten und Beschichtungsprozesse für Spritzgießwerkzeuge*

- ☒ Laufzeit: 1. Dezember 2018 bis 30. November 2021
- ☒ Förderkennzeichen: 03INT505AA
- ☒ Fördergeber: BMBF
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: Internationalisierung von Spitzenclustern, Zukunftsprojekten und vergleichbaren Netzwerken
- ☒ 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 31. August 2018
- ☒ Förderkennzeichen: 033RK033C
- ☒ Fördergeber: BMBF
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: KMU-innovativ
- ☒ Projektleiter: Matthias Korres, B.Eng.

### Vorhaben 8: DekOLED

*Dekorative und funktionelle, in ein Kunststoffbauteil integrierte OLED*

- ☒ Laufzeit: 1. April 2017 bis 31. März 2020
- ☒ Förderkennzeichen: EFRE-0800620
- ☒ Fördergeber: Land NRW/EU
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: Leitmarkt NeueWerkstoffe
- ☒ Projektleiter: Dr.-Ing. Angelo Librizzi

**Vorhaben 9: DiffMold**

*Spritzgießwerkzeuge – Werkzeugentwicklung und -simulation*

- ☒ Laufzeit: 1. Januar 2018 bis 31. Dezember 2019
- ☒ Förderkennzeichen: 16KN045855
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: VDI/VDE
- ☒ Förderprogramm: ZIM-KOOP – Kooperationsnetzwerke
- ☒ Projektleiter: Vanessa Frettlöh, M.Sc.

**Vorhaben 10: DynaHEAT**

*Entwicklung einer prozessintegrierten Dünnschicht-  
heizung mittels chemischer Gasphasenabscheidung  
für die dynamische Werkzeugtemperierung zur  
Ressourceneinsparung in der Spritzgießtechnik*

- ☒ Laufzeit: 1. August 2018 bis 31. Juli 2021
- ☒ Förderkennzeichen: EFRE-0801180
- ☒ Fördergeber: Land NRW/EU
- ☒ Förderträger: Projektträger ETN
- ☒ Förderprogramm: Leitmarkt EnergieUmwelt-  
wirtschaft.NRW
- ☒ Projektleiter: Michaela Sommer, M.Sc.

**Vorhaben 11: HybridTemp**

*Entwicklung von Werkzeugkernen mit hybriden  
Werkstoffeigenschaften zur konturhomogenen  
Temperierung von Spritzgießwerkzeugen*

- ☒ Laufzeit: 1. Januar 2017 bis 31. Dezember  
2018
- ☒ Förderkennzeichen: 16KN045850
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: VDI/VDE
- ☒ Förderprogramm: ZIM-KOOP -  
Kooperationsnetzwerke
- ☒ Projektleiter: Patrick Engemann, M.Sc.

**Vorhaben 12: KeraStruc**

*Entwicklung einer Laser-Bearbeitungstechnologie  
zur Herstellung von Strukturen in keramischen  
Oberflächen*

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

**Vorhaben 13: MediMold 1**

*Metalldirekteinspritzen in Kunststoffbauteile aus  
Duro- und Thermoplasten Prozessentwicklung und  
Analyse*

- ☒ Laufzeit: 1. Juli 2016 bis 30. April 2018
- ☒ Förderkennzeichen: 16KN050222
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: VDI/VDE
- ☒ Förderprogramm: ZIM-KOOP –  
Kooperationsnetzwerke
- ☒ Projektleiter: Abdelali Es-Safyany, B.Eng.

**Vorhaben 14: MediMold 2**

*Prozessentwicklung - Spritzgießen - zur Herstel-  
lung von metallischen Leiterbahnen und Kontaktie-  
rungselementen*

- ☒ Laufzeit: 1. Januar 2017 bis 31. Dezember 2018
- ☒ Förderkennzeichen: 16KN050233
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: VDI/VDE
- ☒ Förderprogramm: ZIM-KOOP –  
Kooperationsnetzwerke
- ☒ Projektleiter: Abdelali Es-Safyany, B.Eng.

Die Forschungsvorhaben werden unterstützt durch:



Zuwendungen des Landes NRW unter Einsatz von  
Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale  
Entwicklung (EFRE) 2014-2020 „Investitionen in  
Wachstum und Beschäftigung“



## 3D FlameMold

### Entwicklung dreidimensionaler Atmosphärisch-Plasma-gespritzter keramischer Schichten für Spritzgießwerkzeuge zur Erhöhung der Formteilqualität.

Zur Steigerung der Formteilqualität von Spitzgussteilen werden immer häufiger variotherme Temperierungen eingesetzt, um die vom Markt geforderten Produkte prozesssicher herstellen zu können. Der Ansatz, diese energieaufwändige Lösung durch passive Systeme zu ersetzen, welche die vorhandene Schmelzeenergie nutzen, um die gewünschten Oberflächeneigenschaften zu erzielen, ist nicht neu. Innovativ jedoch ist der in dem Forschungsvorhaben „3D FlameMold“ verfolgte Ansatz, eine Atmosphärisch-Plasma-gespritzte Schicht (kurz: APS Schicht) für Spritzgießwerkzeuge zu entwickeln.

In dem zweijährigen von BMWi geförderten Forschungsvorhaben wird ein robotergestützter Beschichtungsprozess entwickelt, der eine Anpassung der thermischen Eigenschaften der Werkzeugwand (Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität) ermöglicht. Zudem werden Oberflächeneffekte wie Bindenähthe am Kunststoffformteil durch die entwickelte Technologie kaschiert, ohne dass eine externe Energiequelle eingesetzt werden muss. Es gilt hierfür komplizierte Werkzeugsysteme so anzupassen, dass ihre Beschichtung ermöglicht wird. Final wird ein Demonstrator entwickelt und mittels des APS modifiziert. Es wird eine thermisch isolierende Spritzschicht endkonturnah auf ein komplexes serientaugliches, ähnlich dem in Abbildung 1 dargestellten Werkzeugsystem appliziert, um dieses unmittelbar im Spritzgießprozess zu erproben. Ergänzt wird diese am Praxisprozess orientierte Vorgehensweise durch verschiedene Analysemethoden, die dem Projektteam zur Verfügung stehen.



Abbildung 1: Darstellung: 3D Demonstratorformteil.

Das Konsortium bestehend aus Unternehmen aus den Bereichen Kunststoffverarbeitung, Formenbau, Poliertechnik, Beschichtungstechnik und Materialveredelung (von Spritzpulvern) sowie zwei Forschungsstellen, bringt die benötigten Kompetenzen in den jeweiligen Fachdisziplinen mit.

Die Entwicklung der APS-Schichten erfolgte zunächst auf zweidimensionalen Proben. Hierbei wurden diverse Parametervariationen im APS-Prozess hinterleuchtet, bis das bestmögliche Ergebnis hinsichtlich der Restporosität der keramischen Schicht erreicht wurde. Durch zusätzliche Deckschichten konnten die Oberflächenqualität der flachen Proben deutlich gesteigert werden. Hierbei wurden unterschiedliche Strategien und Materialien untersucht, wie z.B. Versiegler und dünne HVOF-Schichten.

#### 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:



# 3D OptiCool

## Verbesserung der Bauteileigenschaften beim Spritzgießen mit 3D-gedruckten Werkzeug-einsätzen aus Kunststoff.

Beim Spritzgießen von thermoplastischen Kunststoffen bedingt die Abkühlung der Kunststoffschmelze im Werkzeug die Kristallisation des Polymers und damit die mechanischen Eigenschaften. Der konventionelle Spritzguss erlaubt dabei unter Verwendung von metallischen Werkzeugen mit integrierten Kühlsystemen eine stabile Prozessführung mit reproduzierbaren Bauteileigenschaften. Die Verwendung von additiv gefertigten Werkzeug-einsätzen aus Kunststoff durch den 3D-Druck befindet sich in der Entwicklung, wobei der Einsatz einer angepassten Werkzeugkühlung bisher nur bedingt umgesetzt werden konnte. Grund hierfür ist die geringe Wärmeleitfähigkeit der eingesetzten Kunststoffe. Das Resultat sind lange Abkühlzeiten durch Aufheizung des Werkzeuges über die hergestellten Bauteile.

Das Ziel des im September 2018 gestarteten Projektes ist die Entwicklung und Fertigung von dreidimensional gedruckten Formeinsätzen für Spritzgießwerkzeuge, die Spritzgussteile mit nahezu identischen mechanischen Eigenschaften, wie bei der Verwendung herkömmlicher metallischer Werkzeuge ermöglichen. Hierzu werden neuartige Kühlkonzepte und 3D-Druck-Aufbaustrategien entwickelt, durch die die Kristallisation des Polymers kontrolliert und zielgerichtet erfolgen kann. Die dabei entwickelten Konzepte und Strategien werden dann in dreidimensional gedruckte Werkzeug-einsätze aus Kunststoff implementiert, diese im Spritzguss erprobt und die Konzepte abschließend noch einmal ganzheitlich optimiert. Außerdem soll die „Bereitstellungszeit“ für Formelemente für ein Spritzgusswerkzeug mittlerer Größe und mittleren „Schussvolumens“ durch den Einsatz additiver Fer-

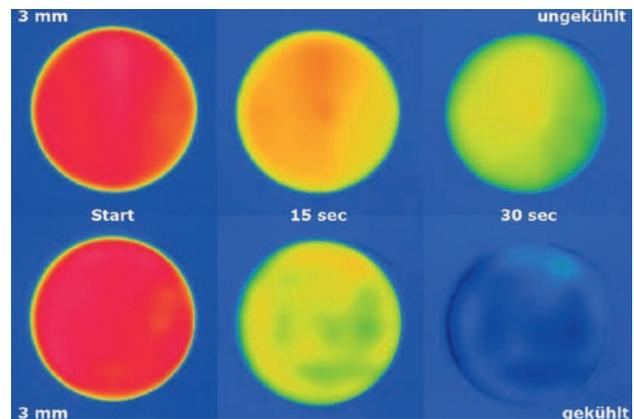


Abbildung 1: Vergleich der Temperaturen eines gedruckten, drei Millimeter dicken Probekörpers nach fünfzehn bzw. dreißig Sekunden mit bzw. ohne Kühlung.

tigungsverfahren auf acht Werkstage reduziert werden.

Innerhalb der ersten Arbeitsschritte wurden, in Absprache mit dem Projektpartner der rpm GmbH, erste infrage kommende generative Fertigungsverfahren sowie Druckmaterialien validiert. Außerdem wurden unterschiedliche Spritzgießmaterialien auf ihre Relevanz und Tauglichkeit hinsichtlich der Fragestellungen des Projektes hin untersucht.

Im weiteren Verlauf des Förderprojektes werden dann Prüfkörper und Demonstratoren konzeptioniert sowie die späteren Prüfverfahren ausgewählt. Im nächsten Schritt folgt dann die konstruktive Entwicklung und thermische Simulation verschiedener Temperierkonzepte für Formeinsätze aus dreidimensional gedruckten Kunststoffen.

### Weitere Informationen:

Nicolai Clemens, B.Eng.  
 Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-814  
 Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66  
 clemens@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



# AbraCoat

## Entwicklung von carbidischen und nitridischen Hartstoffschichten mittels MOCVD für abrasive Anwendungen in der Kunststoffverarbeitung.

Zu den Belastungen für Verarbeitungswerkzeuge zählen in erster Linie werkstoffschädigende Prozesse wie Korrosion und Verschleiß. Insbesondere Letzterer wird durch den Einsatz von Kunststoffen, die aufgrund ihrer Füllstoffe im Zusammenhang mit den bei Spritzgießprozessen herrschenden Bedingungen abrasive Eigenschaften aufweisen, begünstigt. So stellt der Verschleiß am Stahl bzw. der Oberflächenstruktur ein großes Problem für den Werkzeugbau dar.

Um den Verschleißschutz zu verbessern, können die Werkzeuge mit Hartstoffschichten versehen werden. Die aktuell auf dem Markt verfügbaren Beschichtungsprozesse (PVD, CVD, Galvanik) zur Abscheidung von nitridischen und carbidischen Hartstoffschichten werden dabei nicht den Kriterien eines Spritzgießprozesses gerecht, weil die Kombination aus der Beschichtbarkeit von komplexen Stahloberflächen bei hinreichend niedriger Prozesstemperatur nicht gegeben ist. Daher muss ein Beschichtungsverfahren entwickelt werden, das in der Lage ist, entsprechende Hartstoffschichten auf komplexen Stahloberflächen gleichmäßig aufzubringen, ohne den Stahl durch zu hohe Prozesstemperaturen zu schädigen.

Ziel des Projektes AbraCoat ist somit die Herstellung verschleißfester Schichten auf Werkzeugformeneinsätzen durch den Einsatz der metallorganischen chemischen Gasphasenabscheidung (MOCVD). Verglichen mit klassischen Hartstoffen, die mittels PVD aufgebracht werden (z.B. Titanitrid, Wolframcarbid, DLC), sollen diese Schichten nicht auf einem Sichtlinienprozess basieren,

sondern aufgrund der erwiesenen Spaltgängigkeit des eingesetzten MOCVD-Verfahrens auch auf komplexen Substratgeometrien anwendbar sein. Dabei wird der Einsatz metallorganischer Precursoren erfolgen, wobei vor allem die Stoffgruppen der Carbonyle und Bis(aren)metall-Komplexe in Kombination mit kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Reaktivgasen in Frage kommen, um wahlweise Carbide, Nitride oder Carbonitride abscheiden zu können.

Bei der Nutzung der Precursoren stehen neben der Reaktivität in der Gasphase vor allem die Aspekte der Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit sowie Handhabbarkeit im Vordergrund. Nach der Schichtentwicklung wird bei den Schichtuntersuchungen der Fokus auf den mechanischen Eigenschaften des Schichtmaterials liegen. Hierzu dienen in erster Linie Abmusterungen in unserem Technikum sowie in den Fertigungshallen der Projektpartner. Neben der Verschleißrate können hierbei weitere für den Produktionsablauf relevante Aspekte wie Entformung, Haftung und thermische Einflüsse des Schichtmaterials beleuchtet werden, um die Eignung im serienmäßigen Betrieb abschätzen zu können.

Schlussendlich sollen die Beschichtungen auf Werkzeuge der im Konsortium vertretenen Unternehmen aufgebracht und unter Produktionsbedingungen Langzeittests unterzogen werden. Dadurch wird final die Anwendbarkeit der entwickelten Beschichtungen in der Industrie evaluiert und der Wartungsaufwand mit vergleichbaren Systemen aufgezeigt.

### Weitere Informationen:

Dr. 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:



# Corrosion Protective Coatings

## **Das Teilprojekt des Vorhabens «Coatings and Particles for the Plastic Industry» (CAP) befasst sich mit der Entwicklung von Beschichtungen für den Korrosionsschutz im Spritzgießprozess.**

Neben Verschleiß ist die Korrosion eine der Hauptursachen für Oberflächenschäden und hohen Wartungsaufwand in der Kunststoffverarbeitung. Einer der Gründe hierfür ist, dass aufgrund ihrer Eigenschaften in den Bereichen Zerspanbarkeit und Wärmeleitfähigkeit häufig niedriglegierte Stähle zum Einsatz kommen, die vergleichsweise korrosionsanfällig sind. Zudem sind die im Kunststoff enthaltenen Additive sowie ein gewisses Maß an Restfeuchtigkeit im Granulat potenzielle Quellen für korrosive Schäden an der Werkzeugoberfläche. Dabei sind insbesondere Kavitäten mit Hochglanzoberflächen zur Herstellung hochwertig anmutender Sichtbauteile betroffen, weil hier korrosionsbedingte Punktdefekte deutlich sichtbare Schäden hinterlassen können.

Das Projekt Corrosion Protective Coatings im Rahmen des CAP-Vorhabens (kurz: CAP-CPC) hat zum Ziel Spritzgießwerkzeuge mit einer Beschichtung zu versehen, welche die Werkzeugoberfläche effektiv vor Korrosion schützt und gleichzeitig dünn genug ist, um die Maßhaltigkeit nicht zu gefährden. Hierzu soll die chemische Gasphasenabscheidung (CVD) zum Einsatz kommen, die eine konturnahe Beschichtung auch auf komplexen Oberflächen erlaubt. Die keramischen Materialien, die die Basis der Schichtsysteme bilden sollen, werden dabei aus entsprechenden Vorstufenverbindungen hergestellt, die in enger Zusammenarbeit mit der AG „Chemie anorganischer Materialien“ der Ruhr-Universität Bochum entwickelt und ausgewählt werden.

Neben der Schichtentwicklung ist eine entsprechende Analyse im Hinblick auf die Materialeigen-

schaften, welche für korrosive Prozesse entscheidend sind, von zentraler Bedeutung. Hierzu zählt insbesondere die Mediendichtigkeit des aufgetragenen Materials, die durch die Messung elektrischen Widerstands nachgewiesen wird. In Kooperation mit der Fachhochschule Dortmund (FB Maschinenbau, Oberflächentechnik, Korrosion) wird dazu eine impedanzspektroskopische Methode entwickelt, die eine derartige Messung auch auf größeren Flächen erlaubt und das Verhalten des Schichtmaterials bei längerem Kontakt mit korrosiven Medien untersucht.

Weitere Konsortialpartner sind die A+S Oberflächentechnik GmbH, Ulrich Oelfke Formenbau GmbH & Co. KG und die KISICO - Kirchner, Simon & Co. GmbH. Letztere wird als Anwendungsunternehmen im Bereich der Verpackungsindustrie die Applizierbarkeit der Schichten im Produktionsumfeld über einen längeren Zeitraum testen. Durch diesen Zusammenschluss von Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen hat das Konsortium die Möglichkeit, die Innovationen in diesem Projekt auf die spätere Anwendung anzupassen und Fragestellungen aus der Industrie direkt umzusetzen.

Als Teilprojekt der Internationalisierung des KIMW-Clusters soll zudem die Zusammenarbeit mit Forschungs- und Industriepartnern des Partnerlandes Frankreich gestärkt werden. Ein gemeinsamer Arbeitsplan sowie ein regelmäßiger Austausch durch Projekttreffen und gegenseitige Besuche sollen auf beiden Seiten zur Innovationskraft sowie Wettbewerbsfähigkeit beitragen und auch zukünftig die Basis weiterer Kooperationen bilden.

### **Weitere Informationen:**

Dr. 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:



# Biocidal Nanoparticles

**Das Teilprojekt des Vorhabens «Coatings and Particles for the Plastic Industry» (CAP) befasst sich mit der Entwicklung innovativer biozider Nanopartikel zur Anwendung in der Kunststofftechnik.**

Im Rahmen des Projektes „biozide Nanopartikel“ arbeiten sieben Forschungseinrichtungen und Unternehmen an der Entwicklung und Weiterentwicklung funktioneller Nanopartikel mit biozider Wirksamkeit.

Kunststoffe werden für Verpackungen, technische Bauteile oder medizintechnische Anwendungen in sehr großen Mengen verarbeitet. Um eine Keimbildung zu unterdrücken, oder bei späteren klinischen Anwendungen auszuschließen, sollen dem Kunststoff neuartige biozide Partikel beigegeben werden, die oberflächennah wirken. Im Projekt werden passive biozid wirkende Nanopartikel hergestellt und getestet. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie die Mikroorganismen nicht aktiv töten oder in deren Zellmetabolismus eingreifen, was in relativ kurzer Zeit zur Ausbildung von Resistenzen seitens der Mikroorganismen führt, sondern dadurch, dass sie lebensfeindliche Umweltbedingungen für Mikroorganismen schaffen, indem sie beispielsweise den pH-Wert erhöhen oder absenken, so dass der neutrale Bereich zwischen pH 6 und pH 8 verlassen wird.

Dafür geeignete Materialien sind z. B. Nanopartikel auf der Basis von Übergangsmetalloxiden (bspw. Wolfram-, Molybdän- oder Ceroxid, vgl. Abbildung 1), die entweder in den Kunststoff eincompoundiert aber auch durch Lackieren aufgebracht werden können. Der Einsatz neuartiger nanoskaliger Wirksubstanzen soll eine deutlich verlängerte antibakterielle Wirkung an Kunststoffoberflächen hervorrufen.

Die Anwendung der Nanopartikel erfolgt vor allem bei technischen Bauteilen, wie Telefongehäuseshalen und Türklinken, Massenartikeln, wie Kugel-

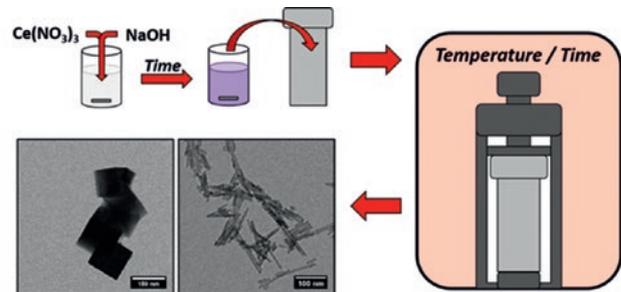


Abbildung 1: Synthese der Nanopartikel.

schreibern und in der Ausstattung von Gebäuden, beispielsweise mit Fußbodenpaneelen und Wandfarben. Ein direkter Einsatz der zu entwickelnden Nanopartikel in der Medizintechnik (u. a. Oberflächen medizinischer Geräte, Stents) ist aufgrund der gegenwärtigen Unklarheiten und der sehr hohen Kosten bei der Zulassung neuer Medizinprodukte und der unsicheren Klassifizierung von Nanopartikeln schwer umzusetzen. Gegenwärtig werden verschiedene Nanomaterialien (u. a. Ceroxid) durch die OECD untersucht. Eine abschließende Bewertung zur Gefährlichkeit der Verwendung in Medizinprodukten (bspw. Cancerogenität) steht noch aus. Zusätzlich soll mit den zu entwickelnden Materialien die effizientere Verarbeitung von Kunststoffen mit niedrigen Füllgraden (< 1 %) und/oder der Einsatz von neuartigen Kunststoffen ermöglicht werden. Zu erwarten sind hierbei deutlich erhöhte Anforderungen an die Eigenschaften der eingesetzten Werkstoffe im Verarbeitungsprozess.

Das Ziel des Projektes besteht in der Optimierung bestehender Nanopartikelsysteme. Dabei sollen die Menge der einzubringenden Partikel reduziert und gleichzeitig eine bessere Verteilung der eingebrachten Partikel erreicht werden ohne dass die antibakteriellen Eigenschaften der gefertigten Demonstratoren verloren gehen oder unzulässig nachlassen.

## Weitere Informationen:

Dr. Ruben Schlutter

Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-821

Fax: +49 (0) 23 51.10 64-192

schlutter@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



# Thermal Barrier Coatings

**Das Teilprojekt des Vorhabens «Coatings and Particles for the Plastic Industry» (CAP) befasst sich mit der Entwicklung von thermischen Barrierschichten zur passiven Temperierung im Spritzgießprozess.**

Die Werkzeugwandtemperatur ist im Spritzgießprozess eine elementare Prozessgröße für eine maßhaltige und konturgenaue Abformung von Formteilen und die Herstellung hochwertig anmutender Oberflächen. Dabei wird häufig auf verschiedene Methoden der dynamischen Temperierung zurückgegriffen, welche die Möglichkeit bieten, die Werkzeugwandtemperatur zum Zeitpunkt der Formfüllung temporär zu erhöhen und so die Viskosität der Kunststoffschmelze beeinflussen zu können. Dies geht mit zusätzlichem Aufwand in den Bereichen Anlagenperipherie und Energie einher. Eine Möglichkeit, ohne zusätzlichen Energieeintrag Einfluss auf die Werkzeugwandtemperatur zu nehmen, bieten sogenannte thermische Barrieren, welche, verglichen mit typischen Werkzeugstählen, deutlich geringere Wärmeleitfähigkeiten und Wärmekapazitäten aufweisen. Das führt zu einer verzögerten Wärmeleitung aus der Kunststoffschmelze in das Werkzeug, wodurch die Werkzeugwandtemperatur ohne Einsatz weiterer Energiequellen kurzfristig auf einem höheren Niveau gehalten wird.

Das Ziel des Projektes Thermal Barrier Coatings im Rahmen des CAP-Vorhabens (kurz: CAP-TBC) ist die Entwicklung von Beschichtungen, die sich durch die chemische Gasphasenabscheidung (CVD) aufbringen lassen und durch ihre geringe Wärmeleitfähigkeit eine thermische Barriere darstellen. Dabei sollen die Schichten nicht dicker als 30 µm sein. Die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH, die als Konsortialführer agiert, kann hier ihre fundierten Vorkenntnisse im Bereich der Werkzeugbeschichtung einsetzen. Grundlage ist die Abscheidung von keramischen Materialien wie beispielsweise Zirkoniumdioxid. Entscheidend im

Vorhaben CAP-TBC ist zudem die Optimierung der Schichtwachstumsrate, um die Prozessdauer möglichst gering zu halten. Zudem müssen die Schichten auf dafür vorgesehenen Demonstratoren und später auch in Produktionswerkzeugen im industriellen Umfeld getestet werden. Neben der Charakterisierung der Schichten im Hinblick auf ihre Zusammensetzung, Schichtdicke und Härte wird die KIMW-F auch ihren eigens entwickelten Wärmeleitprüfstand einsetzen, um bereits vor der Beschichtung von Formeinsätzen einen Einblick in die thermischen Eigenschaften des Schichtmaterials zu erhalten.

Die KIMW-F wird bei diesem Projekt unter anderem von der Ruhr-Universität Bochum (AG Reaktive Plasmen) unterstützt, die ihre Expertise im Bereich der Plasma-Physik einbringen wird, um plasma-gestützte CVD-Prozesse zu entwickeln. Hierdurch soll neben einer höheren Abscheiderate auch die Prozesstemperatur verringert werden. Weitere Konsortialpartner sind die Formconsult Werkzeugbau GmbH und die MöllerTech Engineering GmbH. Letztere wird die Applizierbarkeit der Schichten im Produktionsumfeld über einen längeren Zeitraum testen.

Als Teilprojekt der Internationalisierung des KIMW-Clusters soll zudem die Zusammenarbeit mit Forschungs- und Industriepartnern des Partnerlandes Frankreich gestärkt werden. Ein gemeinsamer Arbeitsplan sowie ein regelmäßiger Austausch durch Projekttreffen und gegenseitige Besuche sollen auf beiden Seiten zur Innovationskraft sowie Wettbewerbsfähigkeit beitragen und die Basis für weitere Kooperationen bilden.

## 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 DGG

## Entwicklung einer pyrotechnischen Druck-Gas-Erzeugungseinheit auf Basis eines Nitrocellulose-Systems zur Substituierung von metallischen Druckkartuschen.

Das Projekt Druck-Gas-Generator wurde vom BMBF und PTJ im Bereich KMU-innovativ: Produktionsforschung gefördert und betreut. Es befasste sich mit dem Ersatz von in gängigen Feuerlöschern und Löschleitsystemen verbauten Druckkartuschen. Diese, momentan aus Stahl hergestellten Kartuschen sollten durch einem geeigneten Kunststoff substituiert und mit Treibsätzen betrieben werden. Die Projektlaufzeit endete mit der erfolgreichen Umsetzung der Projektziele im August 2018. Die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH trug dabei mit der Materialauswahl unter Berücksichtigung der Reaktionsbedingungen der Treibsätze zur Gaserzeugung und der Entwicklung einer Geometrie, welche eine Fertigung mittels Spritzgießens ermöglichte, zur Lösung bei.

Die Treibsätze mussten zusätzlich die Bedingungen der DIN EN 3 erfüllen, was sich als größte Herausforderung im Projekt herausstellte. So schreibt die Norm eine bestimmte Zusammensetzung der Treibgase im Feuerlöscher und in Löschleitsystemen vor, die durch die zu Anfang festgelegten Nitrocellulose-treibsätze nicht erfüllt werden konnte. Entsprechend wurde in dem Projekt ein neuer Treibsatz entwickelt, der die Vorgaben der DIN EN 3 erfüllte. Zusätzlich konnten Anwendungsgebiete ausgemacht werden, die den Einsatz der kostengünstigeren Treibsätze aus Nitrocellulose ermöglichten. Der Einsatz der DIN EN 3 konformen Treibsätze liegt entsprechend im Bereich der Handfeuerlöcher und die der Nitrocellulose im Bereich autonomer und geschlossener Systeme, wie beispielsweise Windkraftanlagen.

Die Materialauswahl wurde durch die gezielte Nutzung von Simulationen begleitet. Hierbei konnten



Abbildung 1: Im Feuerlöscherkopf eingebaute Druckkartusche aus Stahl im Vergleich mit dem entwickelten DGG mit Nitrocellulose-treibsatz.

die hohen Ansprüche der Treibsatzverbrennung, der Druck- sowie Gaserzeugung und letztendlich die der Gasführung in eine einfache zylindrische Form gebracht werden.

Der wichtigste Bereich der so entwickelten Kunststoffhülse ist die Berstscheibe. Anders als in den Metallkartuschen, wo eine metallische Berstscheibe beim Nutzen des Feuerlöschers händisch durchstoßen wird, muss die Berstscheibe aus Kunststoff durch den Innendruck der Hülse öffnen. Gleichzeitig muss sich ein definierter Bereich bilden, der als Düse fungiert und den Gasstrom führt. Für die entwickelte Kunststoffhülse wurde ein Spritzgießwerkzeug entworfen, das eine wirtschaftliche Fertigung gestattet, wobei die ersten funktionierenden Prototypen zunächst spanend aus extrudiertem Material hergestellt wurden.

### Weitere Informationen:

Matthias Korres, B.Eng.  
 Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-174  
 Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190  
 korres@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



# DekOLED

## Dekorative und funktionelle, in ein Kunststoffbauteil integrierte OLED.

Ziel des im April 2016 gestarteten Projektes mit einer Laufzeit von drei Jahren ist es, einen Demonstrator herzustellen, der 2,5D geformte organische Leuchtdioden (OLEDs) in ein 3D Kunststoffformteil integriert. Die symbolbeleuchteten Formteile sollen Bedieneinheiten für die Anwendungsfelder Automotive-Interieur und Haushaltgeräte assoziieren.

Dazu werden OLEDs auf Dünnglaswerkstoffen zusammen mit neuen Dünnschichtverkapselungen appliziert. Dieses System wird anschließend zur Bauteilkomplettierung im klassischen Film-Insert-Molding Prozess gemeinsam mit einer weiteren funktionellen Dekorfolie hinterspritzt. Sie weist neben den Dekor- und Schutzschichten weitere Funktionsmaterialien zur Realisierung einer Touch- und Sliderbedienung auf. Auf diese Weise soll es ermöglicht werden, Licht, Dekor und Bedienfunktion in einem Spritzgießzyklus herzustellen. Abbildung 1 zeigt das entwickelte Demonstratorbauteil, um die Machbarkeit zu validieren.

Bei den Entwicklungen wurden Untersuchungen zum Fügen der OLED-Glassubstrate mit einer Dekorfolie durchgeführt. Gute Resultate konnten dabei mit UV-vernetzenden Klebstoffen erzielt werden. Weiterhin wurden unterschiedliche Haftvermittlersysteme zur Anbindung der Kunststoffschmelze beim Hinterspritzen des Glassubstrates getestet. Ein geeignetes System konnte im Rahmen von Voruntersuchungen an einer 2D-Rechteckgeometrie umgesetzt werden. Die OLED-Glassubstrate wurden nach dem Hinterspritzprozess, und der damit verbundenen Einbettung zwischen Dekorfolie und Hinterspritzmasse, mittels Coputertomographie auf Beschädigungen (Glasbruch) geprüft (siehe Abbil-



Abbildung 1: Projektdemonstrator mit integrierter OLED und Touchbedienung.

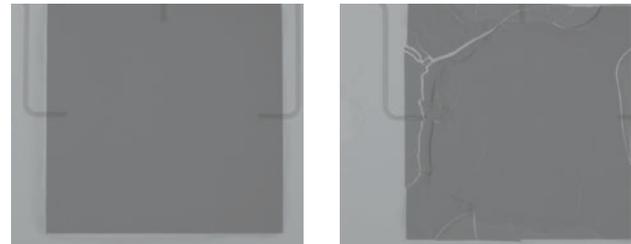


Abbildung 2: CT-Aufnahmen; links: beschädigungsfreies Bauteil; rechts: Bauteil mit Glasbruch.

dung 2). Ein geeignetes Prozessfenster konnte in den Voruntersuchungen ermittelt werden.

Im weiteren Projektverlauf werden zu dem Projektdemonstrator das erforderliche Verformungs- und Spritzgießwerkzeug entwickelt und hergestellt, um die Systemtauglichkeit an einem 3D-Bauteil zu erproben.

### 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

Gefördert durch:



Die Landesregierung  
Nordrhein-Westfalen



# DiffMold

## Entwicklung von diffusionsgeschweißten Werkzeugeinsätzen für mittelgroße und große Spritzgießwerkzeuge.

Eine effektive konturnahe Temperierung in Spritzgusswerkzeugen erfordert komplexe Kühl- und Heizkanalstrukturen, die häufig nur durch den Einsatz segmentierter Werkzeugeinsätze realisiert werden können. Bei großen, variotherm temperierten Werkzeugen stoßen etablierte Fügeverfahren (Löten, Schrauben etc.) für die Segmente jedoch oft an ihre Grenzen, weil einerseits die Dichtigkeit aufgrund der Temperaturwechselbelastung nicht sicher beherrschbar ist und andererseits Werkzeugverformungen durch die thermische Ausdehnung der Platten nicht prozesssicher aufgefangen werden können. Das Fügen der Werkzeugsegmente mittels Diffusionsschweißen soll im Rahmen des vom BMWi geförderten Projektes erprobt werden und künftig eine prozesssichere Funktion des Werkzeuges ermöglichen.

Die Anforderungen an die zu verschweißenden Werkstücke sowie an den Prozess wurden mit Hilfe eines Fragenkataloges ermittelt und in einem Lastenheft verabschiedet. Im Rahmen des Projektes werden die in der Spritzgusstechnik gängigen Werkstoffe 1.2083, 1.2343, 1.2738 und 1.1730 sortenrein und in ausgewählten Kombinationen miteinander verschweißt. Dabei wurde zunächst eine einfache, würfelförmige Geometrie genutzt und der Einfluss von unterschiedlichen Oberflächen (geschliffen, gefräst, erodiert) untersucht. Neben dem Ausführungskonzept von gestapelten Platten wird auch das Schweißen von nicht-ebenen Fügeflächen analysiert. Die geschweißten Proben werden auf Festigkeit, Härte, Zähigkeit sowie Bearbeitbarkeit, insbesondere im Bereich der Schweißnaht, untersucht. Alle oben genannten Werkstoffe sind – nach Anpassung der Prozessparameter an den Werkstoff – verschweißbar.

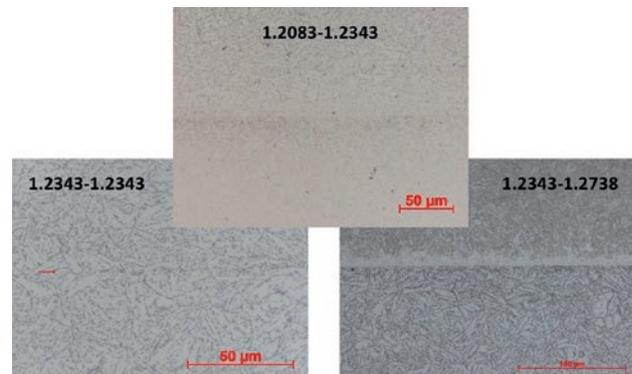


Abbildung 1: Schliffe im Bereich der Diffusions-schweißnaht zwischen verschiedenen Materialkombinationen.

Im Vorfeld und parallel zu den Schweißversuchen wurden auch diverse Simulationen durchgeführt. Überdies wurden zur Bewertung der optimalen Kühlkanalgeometrie verschiedene Kanalquerschnitte hinsichtlich Fertigungsaufwand, Strömungsmechanik, Wärmeaustausch und Kraftdurchleitung im Diffusionsschweißprozess bewertet. Ein kreisrunder Querschnitt zeigte dabei das beste Ergebnis.

Derzeit werden weitere Proben mit eingefrästen Kühlkanalbohrungen hergestellt, die dann im Anschluss diffusionsgeschweißt werden sollen. Die bisherigen Vorarbeiten bilden die Grundlage für die Auslegung des Demonstratorwerkzeugs, an dem der Einfluss der diffusionsgeschweißten Segmente auf die Qualität der gefertigten Kunststoffbauteile sowie auf das Verhalten des Werkzeuges während des Spritzgussprozesses ermittelt werden soll.

### 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](mailto:frettlloh@kunststoff-institut.de)

Gefördert durch:



Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
 aufgrund eines Beschlusses der Deutschen Bundesregierung

# DynaHEAT

## Entwicklung einer prozessintegrierten Dünnschichtheizung mittels chemischer Gasphasenabscheidung für die dynamische Werkzeugtemperierung zur Ressourceneinsparung in der Spritzgießtechnik.

Nachdem die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH Ende vergangenen Jahres das Vorhaben DynaHEAT erfolgreich im Leitmarktwettbewerb Energie & Umweltwirtschaft des Landes NRW platzieren konnte, konnte nach Eingang des Zuwendungsbescheids zum 1. August 2018 mit den praktischen Arbeiten in dem Forschungsprojekt begonnen werden.

Ziel ist die Entwicklung und Anwendung eines Dünnschichtsystems zur dynamischen Temperierung von Werkzeugformeinsätzen in Spritzgießprozessen. Die Dicke dieses Schichtverbundes liegt im Bereich weniger Mikrometer und soll aus einer keramischen Isolierschicht sowie einer metallischen Heizleiterschicht bestehen. Diese werden durch die chemische Gasphasenabscheidung aufgebracht, wodurch eine optimale geometrische Konformität sowie Funktionalität gewährleistet wird.

Das System ermöglicht es, durch gepulsten Stromfluss die mit Heizleitern ausgestatteten Bereiche des Formeinsatzes kontrolliert und zyklisch zu temperieren. Das setzt die Viskosität der Kunststoffschmelze durch kurzfristige Überschreitung der Glasübergangstemperatur im Moment der Formfüllung derart herab, dass Oberflächenfehler im späteren Bauteil (wie Bindenähte oder Glanzunterschiede) effektiv kaschiert werden und die hergestellten Kunststoffbauteile eine deutlich hochwertigere Anmutung erhalten. Zudem wird durch den zielgerichteten Stromfluss, die sehr geringen aufzuheizenden Massen (Dünnschicht) und die höhere Stromdichte innerhalb des Heizleiters (im Vergleich zu gängigen Temperierverfahren in der Spritzgießtechnik) eine gesteigerte Heizrate bei niedrigerem Leistungsaufwand erreicht. Daraus resultiert neben

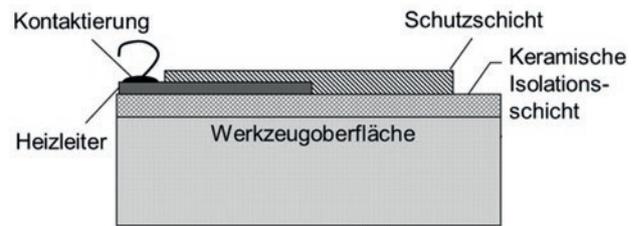


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Schichtverbunds bestehend aus keramischer Isolationschicht, metallischem Heizleiter und keramischer Schutzschicht mit angedeuteter Kontaktierung.

einer Zeit- und Kostenreduktion eine Einsparung an Material und Energie, was angesichts der starken Präsenz kunststoffverarbeitender Unternehmen in NRW das Anwendungspotential dieser Technologie unterstreicht.

Die KIMW-F wird in diesem Projekt ihre Expertise im Bereich der chemischen Gasphasenabscheidung einsetzen, um die benötigten Schichten aufzubringen und zu evaluieren. Die Technologie wird sich am Ende der dreijährigen Projektlaufzeit an den Ergebnissen im Produktionsbetrieb hinsichtlich Bauteilqualität und Energieverbrauch messen lassen.

Darüber hinaus setzt sich das Konsortium aus den Unternehmen GIGASET Communications GmbH, WENZ Kunststoff GmbH & Co. KG und Heite+Krause Werkzeugbau GbR zusammen. Hierdurch können Kompetenzen in den Bereichen Spritzgießtechnik, Anlagenperipherie und Werkzeugbau vereint und die Wertschöpfungskette optimal abgebildet werden.

### Weitere Informationen:

Dr. 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:



Die Landesregierung  
Nordrhein-Westfalen



# HybridTemp

## Integration von wärmeleitenden Kupferlegierungen in Werkzeugeinsätze für die Spritzgießtechnologie.

Ziel des Projektes ist es, mittels Elektronenstrahlschweißens stoffschlüssige hybride Werkzeugeinsätze aus Kupfer und Stahl herzustellen, um einen optimierten Temperaturverlauf im Spritzgießprozess für nicht rotationssymmetrische Formteile zu erzielen.

Durch umfangreiche Versuchsreihen konnten verschiedene Werkstoffkombinationen aus Kupfer und Stahl hinsichtlich ihrer Schweißbeignung bewertet werden. Berücksichtigt wurden verschiedene Kombinationen von gebräuchlichen Werkzeugstählen und unterschiedlichen Kupferlegierungen. Ein wesentlicher Vorteil des Elektronenstrahlschweißens ist die punktuelle Einbringung der Wärme in den zu verschweißenden Bereich, wodurch auch Metalle mit hoher Wärmeleitfähigkeit verschweißt werden können.



Abbildung 1: Hybrider Werkzeugkern aus dem Projekt HybridTemp.

nen. In Abhängigkeit der Werkstofflegierung bleibt die Härte des Werkstoffs weiterhin erhalten. Eine Untersuchung der mechanischen Belastbarkeit bestanden die Schweißnähte schadlos.

Anwendung findet die neu entwickelte Technologie an Werkzeugeinsätzen für nicht rotationssymmetrische Formteile mit temperaturkritischen Bereichen, in denen aus geometrischen Gründen keine konventionelle konturnahe Wassertemperatur eingebracht werden kann. Der positive thermische Effekt des Kupfers auf den Spritzgießprozess konnte bereits durch die thermischen Simulationen nachgewiesen werden. Im Vergleich zu konventionell gefertigten Kernen lässt sich eine aufgrund einzelner Hotspots hohe Temperatur und Kühlzeit deutlich reduzieren.

Die Projektgruppe, bestehend aus dem Formenbau Althaus, dem Werkzeugbau Jedig und Heyns, der Josch Strahlschweißtechnik und der KIMW-F gGmbH, konnte wesentliche Erkenntnisse bezüglich der fertigungsgerechten Konstruktion von hybriden geschweißten Werkzeugkernen erarbeiten und das gewonnene Know-how erfolgreich auf seriennahe Kerne übertragen. Diese umfassten sowohl Formteile mit technischer Funktion als auch Sichtteile.

### Weitere Informationen:

Patrick Engemann, M.Sc.  
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-24  
Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66  
engemann@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# KeraStruc

## Laserstrukturierung von keramischen CVD-Beschichtungen erfolgreich durchgeführt.

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte und abgeschlossene ZIM-KN-Forschungsprojekt KeraStruc beschäftigte sich innerhalb einer Laufzeit von zwei Jahren mit der Entwicklung einer Laser-Bearbeitungstechnologie zur Herstellung von Strukturen in keramischen Oberflächen. Das Ziel der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH war eine für diese Anwendung optimierte CVD Schichtentwicklung und die Analyse des Abformverhaltens spritzgegossener Kunststoffe.

Die CVD-Schichtentwicklung ist der KIMW-F mittels Abscheidung eines Feststoff-Precursors gelungen. Hergestellt wurde eine keramische Zirkoniumoxid-Beschichtung als Monolayer, die sich positiv durch eine gute Laserbearbeitbarkeit heraushebt. Ein weiterer Vorteil dieses Beschichtungsprozesses ist die wesentlich schnellere Schichtabscheidung und der Verzicht auf Lösungsmittel im Prozess.

Die Ultrakurzpuls-Laserbearbeitung wurde im weiteren Projektverlauf dazu genutzt, die CVD-Beschichtung zu strukturieren. Diese Technologie zeichnet sich durch den Vorzug des kalten Materialabtrags aus, wodurch nur ein geringer Teil der Energie tatsächlich Wärme im Festkörper erzeugt und so das keramische Material keine thermischen Spannungsrisse erfährt. Die Prozesskette sah vor eine Struktur-Vorgabe mittels Laserstrahlung in den Stahl und später in die Keramik einzubringen. Hierzu wurde ein Laserprozess entwickelt, indem Bearbeitungsparameter für die unterschiedlichen Materialien herausgearbeitet wurden. Umgehend konnten die Unterschiede in dem Abtragsverhalten zwischen Stahl und Keramik festgestellt und eine Bearbeitungsstrategie für die keramische CVD-Beschichtung ausgearbeitet werden. Die Realisie-



Abbildung 1: Formeinsatz mit laserstrukturierter Keramikbeschichtung.

rung definierter Rauigkeiten und einer Karbonfaser ähnelnden Strukturierung (siehe Abbildung) in die Beschichtung ist unlängst erfolgt. Im weiteren Schritt folgte eine Abmusterung beschichteter und laserstrukturierter Spritzgießwerkzeuge. Hierbei handelte es sich einerseits um ein zweidimensionales Versuchswerkzeug und andererseits um ein seriennahes Produkt aus der Automobilindustrie.

Bei der Untersuchung des Einflusses der Keramikbeschichtung auf die Bindahtausbildung wurde an den gespritzten Formteilen jeweils das Bindahtvolumen bestimmt und verglichen. Dabei war zu erkennen, dass die Applikation einer Zirkonoxidbeschichtung von 28 µm bei der durchgeführten Musterung eine Abnahme des Bindahtvolumens um ca. 65 Prozent bewirkt hat. Dieses Ergebnis ist stark von den Prozessbedingungen abhängig und kann durch Parameteränderungen verändert werden.

### 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:



# MediMold1

## **Metalldirekteinspritzen in Kombination mit Duro- und Thermoplasten.**

Im April 2018 wurde das erste MediMold-Projekt abgeschlossen. In dem durch das BMWi geförderte Projekt wurde mit dem Projektkonsortium aus Industrie und Forschung das Metalldirekteinspritzen in Kunststoffbauteile aus Duro- und Thermoplasten für Anwendungen aus dem Bereich der Spritzgießtechnik entwickelt.

In dem Projekt wurde ein praxisorientiertes Lastenheft für die verschiedenen Branchen entwickelt, das in ein konkretes Anforderungsprofil für ein Spritzgießwerkzeug mit einem neu entwickelten Metallgießaggregat für das Versuchsbauteil mündete. Bei der Werkzeugkonzipierung wurden ein neues Werkzeugkonzept und die dazu benötigten Werkzeugkomponenten entwickelt, hergestellt und optimiert. Dabei wurde die Integration des Gießaggregates für das Metalleinspritzen berücksichtigt. Praktische Untersuchungen zur Formfüllung mit der Metallschmelze sind an einem Probenkörper (180 x 140 x 3 mm<sup>3</sup>) mit einer Verbindungsfläche von 120 x 20 mm<sup>2</sup> durchgeführt worden (siehe Abbildung 1). Ein wichtiger Prozessparameter zur Beeinflussung der Fließlänge ist der Einspritzdruck der Metallschmelze sowie die Werkzeugwandtemperatur. Die Versuche haben gezeigt, dass bei 4 bar Einspritzdruck und 110 °C Werkzeugwandtemperatur, die Kavität für die Metallschmelze prozesssicher füllbar ist. Die Metalllegierung basiert auf Bismut mit einer Schmelztemperatur im Bereich von 162 °C.

Ein Schwerpunkt der Untersuchung beschäftigte sich mit der Haftung zwischen Thermoplast bzw. Duroplast und niedrig schmelzender Metalllegierung, um in späteren Anwendungen einen Verbund zwischen Kunststoffträger und Leiterbahn sowie Kontaktierungen generieren zu können. Ein Zwischenziel des Projektes war es, die Haftfähigkeit zwischen Metall und Kunststoff anhand von Oberflächenrauheit zu verbessern. Dazu wurden Werkzeugeinsätze mit einer besonderen Kontur (im Verbindungsbereich) konstruiert und gefertigt. In die gefrästen Stahleinsätze wird dabei eine erhabene Kontur erodiert. Das Erodieren erfolgte im Finish nach VDI 3400 und hat eine definierte Rauheit in den Klassen 30, 36, und 42. Die Selektion der Klas-



Abbildung 1: Probekörper mit 42VDI-Erodierstruktur.

sen beruht auf vorangegangene Untersuchungen und Simulationen. Das Werkzeugkonzept sieht dabei vor, dass durch Einsetzen der jeweiligen Rauheitsvarianten in die Spritzgussform, jede Kunststoffplatte eine entsprechende Oberflächenrauheit erhält. Diese Rauheitsvarianten sollen dann als mechanische Verankerung der im nächsten Schritt eingespritzten Metallkomponente dienen. Als Ergebnis der Bemusterung wurde eine bessere mechanische Haftung bei der Variante mit einer gröberen Strukturierung des Kunststoffes erzielt.

Künftige Weiterentwicklungen zielen darauf ab, das Verfahren für die Serienproduktion hybrider Bauteile aus Metall und Kunststoff nutzbar zu machen.

### **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:



# MediMold2

## Funktionelle Bauteile mit direkteingespritzte Leiterbahnen und Kontaktierungen.

Das technologische Ziel des zweiten FuE-Kooperationsprojektes aus dem MediMold-Netzwerk ist die Entwicklung des Verfahrens „Metalldirekteinspritzen“ zur Herstellung von funktionellen Kunststoffprodukten mit elektrischen Leiterbahnen und Kontaktierungselementen in einem Arbeitsgang. Die Erfahrungen des FuE-Kooperationskonsortiums aus den Bereichen des Spritzgießens, des Folienhinterspritzens, des Metallgießens und der Elektronik sollen auf das neue Fertigungsverfahren „Metall-direkteinspritzen“ übertragen werden, um die geforderten neuartigen Produkte in Zukunft auf dem Markt anbieten zu können.

Bei der Entwicklung der Demonstrator-Bauteile wurden verschiedene Geometrien von stromführenden metallischen Leiterbahnen hergestellt (siehe Abbildung 1). Die Verarbeitung der Metalllegierung erfolgt im flüssigen Zustand. Die verwendete niedrigschmelzende Wismut-Legierung hat einen relativ niedrigen Schmelzpunkt im Bereich von 162 °C. Relevante Parameter hinsichtlich der elektrischen Leitfähigkeit der Metallleiterbahnen sind deren Breite, Dicke und Länge sowie deren materialspezifischer Widerstand. Der relevante Parameter zur Füllung des Fließkanals ist der Druckbedarf, der wiederum durch die Parameter Viskosität, Temperaturleitfähigkeit sowie durch die Verarbeitungstemperaturen und durch den Fließkanalquerschnitt beeinflusst wird.

Zur Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit bzw. des elektrischen Widerstands wurde eine Vier-Punkt-Widerstandsmessung durchgeführt. Bei einem Querschnitt von  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$  und eine Länge von 13 mm wurde der ohmsche Widerstand gemessen und im Nachhinein mathematisch in eine elektrische Leitfähigkeit umgerechnet. Bei der Überprüfung, ob die Prozessparameter Einfluss auf die elektrische Leitfähigkeit entlang des Fließwegs besitzen, wurde an unterschiedlichen Positionen



Abbildung 1: Testdemobauteil - leitfähige eingespritzte Leiterbahnstruktur mit LED.

der Leiterbahn die elektrische Leitfähigkeit analysiert. Die erzielten Werte liegen konstant bei ca.  $0,5 \times 10^6 \text{ S/m}$  und weisen somit keine Fließwegabhängigkeit auf.

Die wirtschaftlichen Erwartungen und Zielsetzungen für das FuE-Projekt liegen in der Etablierung der Technologie für das Metalldirekteinspritzen zur vereinfachten Herstellung von Kunststoffprodukten mit Leiterbahnen in einem einzigen Arbeitsschritt. Diese neue Technologie ermöglicht künftig dem Konsortium die Entwicklung neuartiger Produkte und damit die Erschließung neuer Märkte, Kunden oder Projekte, die mit den bisher eingesetzten Fertigungsverfahren nicht bedient werden konnten.

### 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:





*Mit den Projektpartnern Werkzeugbau Jedig und Heyn, Formenbau Althaus, Josch Strahlschweißtechnik und der gemeinnützigen KIMW-F entwickelte hybride Formeinsätze für Sichtteile aus dem Projekt „HybridTemp“.*

# Eigenforschungsprojekte

## **Haftkraftmessung**

- ☒ Untersuchung der Wirkung von strukturierten Werkzeugoberflächen auf das Haftverhalten ausgewählter thermoplastischer Kunststoffe mittels Spritzgießtribometer
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Frank Mumme

## **Wärmeleitprüfstand**

- ☒ Konzeption, Bau und Inbetriebnahme eines Prüfstands zur Ermittlung von Kontakttemperaturen auf Substratoberflächen und Ableitung von Wärmeleitfähigkeiten dünner Schichten
- ☒ Projektleiter: Dr. Gregor Fornalczyk

## **Strömungssimulator CVD**

- ☒ Prognose der Gasströmung im Reaktor
- ☒ Projektleiter: Ameya Kulkarni, M.Sc.

## **Viskositätsmessung**

- ☒ Beschichtung von kapillaren Geometrien und thermische Wirkung von Zirkoniumdioxid Schichten auf die Viskositätsänderung von thermoplastischen Kunststoffen
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Frank Mumme

## **Hochrate-MOCVD Beschichtung**

- ☒ Steigerung der Schichtwachstumsrate vom CVD Prozessen mittels feststoffbasierter Precursorzuführung
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Frank Mumme

# Haftkraftmessung

## Untersuchung der Wirkung von strukturierten Werkzeugoberflächen auf das Haftverhalten ausgewählter thermoplastischer Kunststoffe mittels Spritzgießtribometer.

Zur Untersuchung der Haftung transparenter Bauteile im Bereich der Medizinaltechnik wurden nanoskalige Strukturen entwickelt die eine Beeinträchtigung der Bauteilqualität ausschließen und ein verbessertes Entformungsverhalten ermöglichen. Das hierzu verwendete Torsionsmeter ermöglicht es, das Entformungsverhalten eines Kunststoffes auf verschiedenen Werkzeugoberflächen zu untersuchen. Dabei werden die Hafteigenschaften (Reibmoment) anhand eines quantitativen Messverfahrens bestimmt. Der Spritzgießprozess mit seiner hohen Wiederholgenauigkeit ermöglicht ein Vergleichen der einzelnen Messreihen. (Abbildung 1).

Untersucht wurden industriell verfügbare Schichttechnologien (strukturierte Chromschicht „Topochrom“), sowie Strukturierungstechniken (Laser-Strahl-, Schleifbearbeitung, Erodieretechnologie sowie Polier- und Ätztechniken). Die so erzeugten Oberflächen wurden hinsichtlich ihrer Gestaltung und Oberflächenkennwerte dreidimensional erfasst (Abbildung 2). Die Ergebnisse der Haftkräfte für die untersuchten Strukturen und den Kunststoffe PLA, PP und PS zeigen eine signifikant geringere Haftung zwischen Werkzeugoberfläche und Kunststoffformteil.

In Abbildung 3 ist exemplarisch das Haftmoment für den Kunststoff PS aufgeführt. Hier zeigt sich das bedeutend reduzierte Haftmoment der durch chemisches Ätzen erzeugten Struktur.

Ebenfalls positiv ist das Abformverhalten nanoskalierter Strukturen zu bewerten. Hier ist keine Beeinträchtigung der Bauteilqualität bei unterschiedlichen Werkzeugtemperaturen zu beobachten.

### Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Frank Mumme  
 Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-139  
 Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190  
 mumme@kunststoff-institut.de

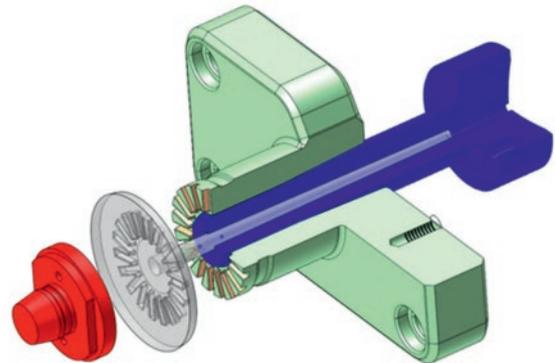


Abbildung 1: Messprinzip Torsionsmeter: Formwerkzeug (rot) tordiert gegen Bauteil (grau).

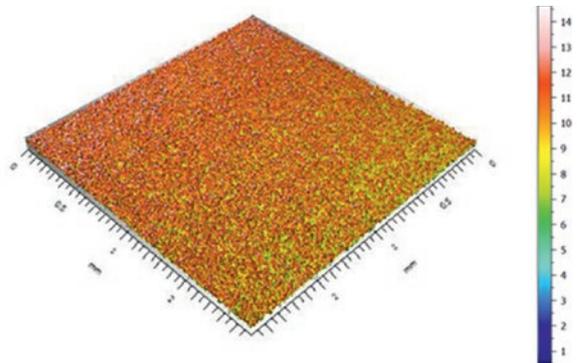


Abbildung 2: 3D Darstellung einer mit „Topochrom“ beschichteten Werkzeugoberfläche, Sa 1,3 µm, Sz 55 µm

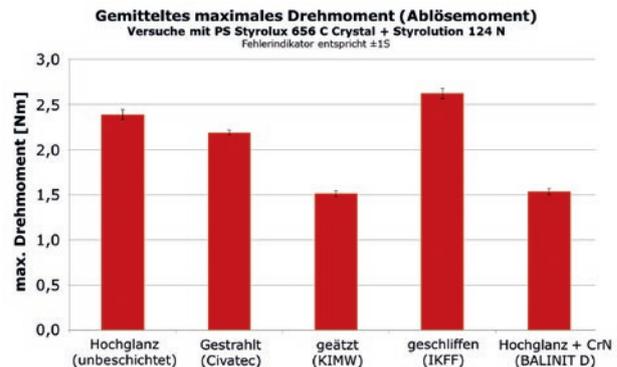


Abbildung 3: Ablösemomente für den Kunststoff PS und unterschiedlicher Oberflächenstrukturen.

# Wärmeleitprüfstand

## Konzeption, Bau und Inbetriebnahme eines Prüfstands zur Ermittlung von Kontakttemperaturen auf Substratoberflächen und Ableitung von Wärmeleitfähigkeiten dünner Schichten.

Das Aufbringen thermisch isolierender Materialien dient zur stromlosen Erhöhung von Werkzeugwandtemperaturen in Spritzgießprozessen. Zur Entwicklung dafür benötigter thermischer Barrierschichten ist die Ermittlung thermischer Eigenschaften des Beschichtungsmaterials von zentralem Interesse. Daher hat die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH einen Prüfstand entwickelt, der es ermöglicht, die Wärmeeindringfähigkeit an definierten Probekörpern zu messen (siehe Abbildung 1). Dabei wird die Probe bei Messbeginn an der beschichteten Seite mit einer Heizquelle in Kontakt gebracht, die mit einem Temperatursensor versehen ist, welcher den folgenden Temperaturabfall detektiert. An der Unterseite der Probe misst ein weiterer Sensor den Anstieg der Temperatur. Das Fallen der oberen sowie der Anstieg der unteren Temperatur geben dabei Auskunft über die thermischen Barriereigenschaften des Schichtmaterials, wenn man sie mit Werten unbeschichteter Proben vergleicht. Dadurch ist es möglich, verschiedene Parameter und ihren Einfluss auf die thermischen Eigenschaften des Schichtmaterials zu vergleichen und die Schichtentwicklung in dieser Richtung zu optimieren. Hierzu zählen vor allem Kennwerte wie Schichtdicke, Schichtmaterial und Prozessparameter. Bisherige Messungen legen exemplarisch dar, welchen Einfluss die Wärmeleitfähigkeit von Schichtmaterialien auf die Kontakttemperatur bzw. den Temperaturfluss durch die Probe hat und wie exakt sich dieser Hilfe des Wärmeleitprüfstands bemessen lässt. So kann bei mit dem Barrierematerial  $ZrO_2$  beschichteten Stahlproben ein geringerer Temperaturabfall als bei unbehandeltem Stahl gemessen werden. Wird die  $ZrO_2$ -Schicht mit einem Seltenerdmetall wie z.B. Lanthan dotiert, können die Barriereigenschaften noch weiter verbessert werden (siehe Abbildung 2).

Diese Ergebnisse unterstreichen das Potenzial dieses Prüfstands, der ein wertvolles Instrument im Rahmen der Standardanalytik der KIMW-F werden soll, um die Schichtentwicklung im Bereich der thermischen Barrieren nachhaltig zu unterstützen.



Abbildung 1. Der Wärmeleitprüfstand der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH.

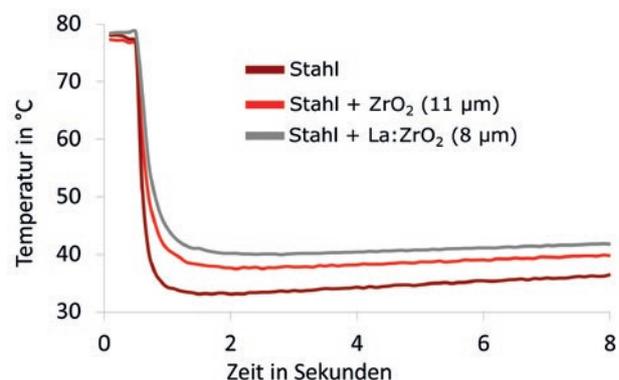


Abbildung 2. Messung des Temperaturabfalls durch Kontakt mit verschiedenen Stahlproben (unbehandelt, mit einer reinen  $ZrO_2$ -Schicht und einer lanthan-dotierten  $ZrO_2$ -Schicht).

### Weitere Informationen:

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

# Strömungssimulator CVD

## Prognose der Gasströmung im Reaktor.

Die Simulation der Strömung im CVD-Reaktor verschafft einen Einblick in den Prozess und macht Verwirbelungen in der Gasströmung sichtbar, die sich am beschichteten Bauteil als Strömungsmuster darstellen können. Die Berechnung der Strömung kann leicht in Abhängigkeit der Bauteilposition im Reaktor realisiert werden.

Die so ermittelten Ergebnisse helfen, die optimale Position der Bauteile für den Prozess zu finden, ohne aufwendige und zeitintensive Versuchsreihen durchzuführen. Ebenso kann der Einfluss der Temperatur, des Druckes und der Gasmenge auf die Strömung mit der Simulationssoftware anschaulich dargestellt werden. Ein Abgleich mit den Ergebnissen aus den Beschichtungsversuchen führte sowohl zu einem besseren Verständnis der Abläufe im Reaktor als auch zu einer Steigerung der Qualität der Beschichtungen.

Um ein noch genaueres Verständnis des Prozesses zu erlangen und um einen Abgleich zwischen der

Simulation und den realen Strömungsprozessen im Reaktor zu erzielen, wurde ein transparenter maßstabsgetreuer Nachbau des Reaktors angefertigt. Durch das Einleiten eines Nebels lassen sich in diesen die Strömungsverhältnisse sichtbar machen, wodurch ein Vergleich mit der Simulation möglich wird.

In Abhängigkeit der Prozessparameter bilden sich Verwirbelungen am Einlass sowie am Substrat. Ein Umströmen des Werkzeuges wird durch Platten unterbunden, wodurch das Gas durch das Werkzeug hindurchströmt. Durch die Berechnungen der Strömungen im realen Reaktor, erhält man bereits vorab die optimalen Prozessparameter. Noch präzisere Berechnungen werden in Zukunft dadurch möglich, dass chemische Reaktionen im Prozess mit berücksichtigt werden.

## 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

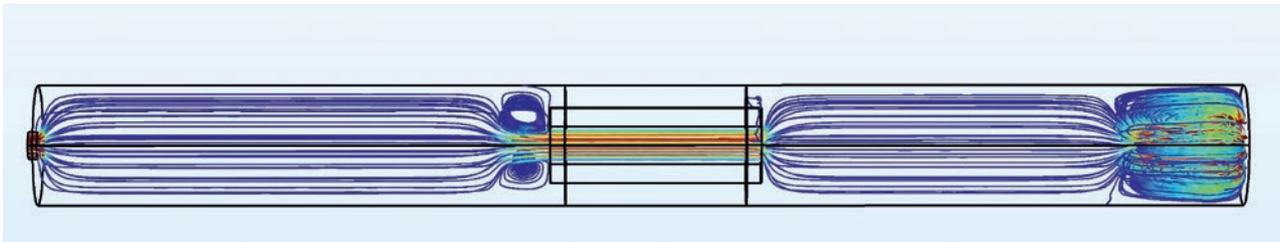


Abbildung 1: Simulation CVD Reaktor mit Werkzeug in der Mitte.



Abbildung 2: transparenter CVD Reaktor, mit Werkzeug in der Mitte des Reaktors.

# Viskositätsmessung

## Beschichtung von kapillaren Geometrien und thermische Wirkung von Zirkoniumdioxid Schichten auf die Viskositätsänderung von thermoplastischen Kunststoffen.

Durch Rheometer-Messungen wurde das Fließverhalten von Kunststoffen durch eine thermische Barriere-Beschichtung untersucht. Dazu wurde das konventionelle Messverfahren des Hochdruck-Kapillar-Rheometers eingesetzt. Es wurden zwei Kapillaren für die Untersuchung hergestellt, wobei eine Kapillare mit einer 3 µm starken MOCVD-Beschichtung versehen wurde (Abbildung 1) und die zweite Kapillare unbeschichtet blieb. Durch die Messung wurde ein relativer Vergleich der Viskositätsänderung bezweckt. Neben der Viskosität wird die Temperatur in der Kapillare gemessen. Es wird die Annahme aufgestellt, dass durch die thermische Barrierschicht weniger Wärme an die Kapillare übertragen wird und dadurch die Temperatur im Kunststoff ansteigt. Zu erwarten sind Änderungen der Viskosität verbunden mit der Änderung der Strömungsprofile in einem Rundkanal, welche in der Kapillare vorliegen. Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass der Einfluss einer Beschichtung Vorteile bringt (Abbildung 1).

Für den Kunststoff PP konnte eine Wirkung der thermischen Barriere-Schicht für niedrige und hochviskose Typen nachgewiesen werden. Es zeigt sich, dass der Effekt von der Temperaturerhöhung im Material durch die CVD-Beschichtung bei niedrigviskosen Kunststoffen deutlich höher liegt. Im Besonderen bei geringeren Schmelzetemperaturen und geringeren Scherraten ist eine deutliche Senkung der Viskosität durch die dünne thermische Barriere-Schicht nachweisbar.

Zur Absicherung der Methodik und der Ergebnisse wird eine breitere Auswahl an kristallinen und amorphe Kunststoffen in die Untersuchungen einbezogen. Ebenso werden verschiedene dicke thermischen Barriere-Schichten und engere Scherge-

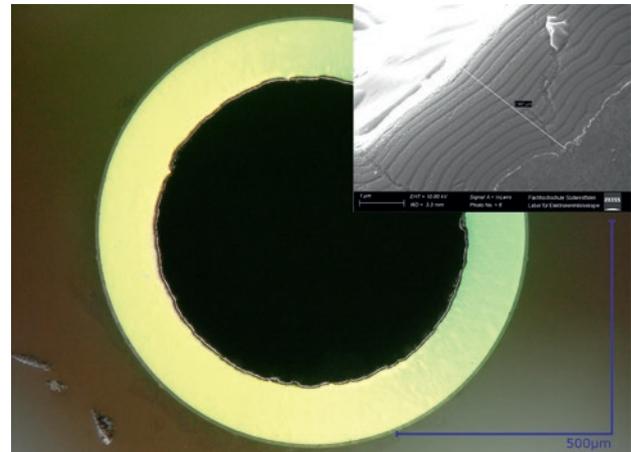


Abbildung 1: 3 µm Innenbeschichtung der Kapillare der Rheometerdüse.

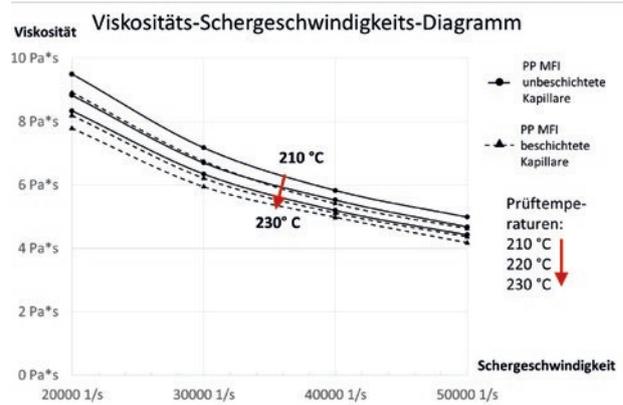


Abbildung 2: Viskositätsmessung für PP mit MFI 50.

schwindigkeitsbereiche untersucht werden müssen. Ziel der Entwicklung wird ein besseres Verständnis der Wandhaftung und Viskositätsbeeinflussung der Grenzschicht Werkzeugwand/Kunststofffilm durch Werkzeugbeschichtungen und deren thermischen Einflussgrößen, „Leitfähigkeit“, „Wärmestrahlung“ und „Konvektion“ sein.

### Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Frank Mumme  
 Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-139  
 Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190  
 mumme@kunststoff-institut.de

# Hochrate-MOCVD Beschichtung

## Steigerung der Schichtwachstumrate vom CVD-Prozess mittels feststoffbasierter Precursorzuführung.

Zur Steigerung der Produktivität von Beschichtungsprozessen ist die Schichtwachstumsrate ( $\mu\text{m}/\text{h}$ ) ein entscheidendes Kriterium der Prozessentwicklung. So erfordern z.B. effektive thermische Barriere-Schichten Schichtstärken von 20 bis 30  $\mu\text{m}$ . Aktuelle Schichtraten von 200 nm/h benötigen daher Chargenlaufzeiten bis zu 150 Stunden. Ziel der Weiterentwicklung ist es daher, die Wachstumsrate deutlich zu erhöhen und eine gleichzeitig hohe Gleichmäßigkeit der Schichtabscheidung des CVD-Prozesses zu erhalten.

Zur Entwicklung höherer Wachstumsraten und Prüfung der 3D-Fähigkeit der Prozessführung wurde mittels geeigneter Demonstratoren das Aspektverhältnis der Schichtabscheidung überprüft (Abbildung 1).

Durch den Einsatz unterschiedlicher Precursoren kann die Schichtbildungsrate vergleichbarer Schichtsysteme deutlich verändert werden. So ist die Volatilität der chemischen Substanzen unter Prozessbedingungen durch deren chemischen Aufbau bedingt. Auch sind die am Umsetzungsprozess beteiligten Reaktionsprodukte (Gase, Lösemittel) entscheidend wichtig für die Geschwindigkeit der Reaktionen im CVD-Prozess. Die Zuführung der schichtbildenden Precursoren ohne zusätzliche Lösemittel und die Verwendung hochreaktiver Oxidationsmittel (z.B. Ozon) ermöglichen eine deutliche Anhebung der Schichtbildungsrate (Abbildung 2).

Zu Erkennen ist eine wesentliche Erhöhung der Schichtbildungsrate um den Faktor 5 bei einer Beschichtungstemperatur von 365 °C (Abbildung 2, violetter Graph). Die hohe Konformität der Schichtabscheidung ist bei der erhöhten Wachstumsrate gewährleistet. Neben der erhöhten Produktivität des Beschichtungsprozesses ist auch eine deutlich umweltfreundlichere Prozessführung erreicht worden. Die Untersuchung der Schichteigenschaften wie

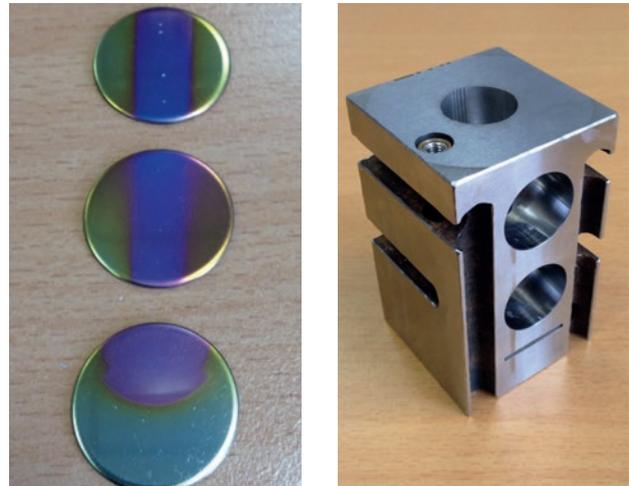


Abbildung 1: Beschichtete Probeplatten (links, oben, mitte unten (Boden) und Werkzeug-Demonstrator (rechts), Aspektverhältnis 4:1.

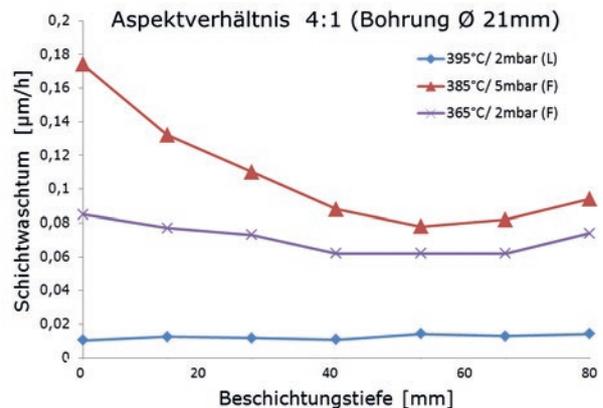


Abbildung 2: Vergleich der Wachstumsraten und des Aspektverhältnisses an einem 3D-Demonstrator (Durchmesser 21 x 84 mm) unterschiedlicher CVD Prozessführung. (L für Flüssigprecursor, F für Feststoffprecursor).

z.B. Wärmeleitfähigkeit, Härte, Haftung und Morphologie wird weiterführend durchgeführt.

### Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Frank Mumme  
 Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-139  
 Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190  
 mumme@kunststoff-institut.de

# FOresIght

## Netzwerk Funktionsintegration und neue Oberflächen im Automobil-Interieur.

Als Mitinitiator beteiligt sich die KIMW-F am FOresIght-Netzwerk, das von der ZENIT GmbH geleitet wird. Das ZIM-Kooperationsnetzwerk „FOresIght – Funktionsintegration und neue Oberflächen für das Automobil-Interieur der Zukunft“ ist mit 37 Partnern der Automobilindustrie – davon sieben kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), zwölf Hochschulen und Forschungseinrichtungen, zehn assoziierte Partner sowie acht internationale KMUs entlang der gesamten Wertschöpfungsketten (OEM, Tier 1-3) – am 1. November 2018 erfolgreich in Phase 2 mit einer Laufzeit von weiteren drei Jahren gestartet.

Künftige Mobilitätskonzepte (Elektromobilität, autonomes Fahren) verlangen nach deutlichen Veränderungen im Automobilinterieur. Erste Konzepte dazu wurden bereits auf großen Automobilmessen gezeigt. Die Designs und Produkthanforderungen werden in der Regel bei den OEMs festgelegt und die Zulieferer der verschiedenen Ebenen müssen diese umsetzen.

Der Austausch mit forschenden Akteuren des Netzwerks trägt dazu bei, Entwicklungsideen aus den Laboren zu neuen Anzeige- und Bedienkonzepten, neuen Werkstoffen und funktionalisierten Oberflächen in umsetzungsorientierte Lösungen zu überführen. Die Möglichkeit der Funktions- und Materialentwicklungen soll aber nicht ausschließlich auf die Automobilzulieferindustrie beschränkt sein, sondern es sollen auch neue Marktsegmente erschlossen werden.

Im ersten Jahr des Netzwerks wurden die Technologie Roadmap erarbeitet, erste F&E-Projektskizzen erstellt sowie eine Marktstrategie für Anwendungen im künftigen Automobilinterieur in den verschiedenen Zielbranchen verfasst.

Entwicklungsprojekte, die durch das Netzwerk initiiert werden können, beinhalten beispielsweise:

- ☒ Die Entwicklung und Implementierung antibakterieller Oberflächen im Fahrzeuginnenraum,
- ☒ den Einsatz von Hybridmaterial (z.B. hinter-spritzte Echtmaterialien wie Holz, Stahl oder Stein) zur Individualisierung von Designoberflächen,
- ☒ die Implementierung von Leiterbahnen in Verkleidungsteile, zur Steigerung der Konnektivität von Displays und Interieur-Funktionen (z.B. Beleuchtung, Temperatur, individuelles Oberflächendesign) mit anderen Utility-Produkten (Smart-Phone, etc.).

Für die Netzwerkpartner bedeutet die Projektteilnahme die Absicherung ihrer Innovationsfähigkeit, höhere Umsätze in den etablierten Marktsegmenten, einen erweiterten Absatz durch neue Kunden und Märkte sowie den einfachen Zugang zu Fördermitteln und überregionalen und internationalen Projekten. Ein Beitritt zum Netzwerk ist jederzeit möglich. Gefördert wird das ZIM Kooperationsnetzwerk durch das BMWi.

### Weitere Informationen:

Angelo Librizzi, Dr.-Ing.

Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-134

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

librizzi@kunststoff-institut.de

# Härterei-Kreis-Ruhr

## Arbeitskreis für Wärmebehandlung und Werkstofftechnik in NRW.

Der Härterei-Kreis-Ruhr ist ein Arbeitskreis mit der Zielsetzung, den theoretischen und praktischen Kenntnisstand in der Werkstofftechnik, insbesondere der Wärmebehandlung der metallverarbeitenden Industrie, zu vertiefen und zu erweitern. Seit seiner Gründung im Jahr 1967 werden von ehrenamtlichen Mitgliedern Vorträge und Seminare auf dem Fachgebiet der Wärmebehandlung von Stählen und zugehörigen Sachgebieten veranstaltet.

Der Härterei-Kreis-Ruhr gehört zu den 16 Härterei- und Werkstoffkreisen der AWT (Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e.V., Bremen), die an verschiedenen regionalen Standorten ansässig sind. Sie tagen zum Austausch von Fachinformationen und Erfahrungen sowie zur Weiterbildung in regelmäßigen Zeitabständen. Der Besuch einer Vortragsveranstaltung lohnt sich vor allem für Personen, die in der industriellen Praxis tätig sind und grundsätzliches wie auch weiterführendes Wissen über die Wärmebehandlungsverfahren und deren Anwendungsgebiete erwerben möchten. Der offene Informationsaustausch mit erfahrenen Kollegen steht hierbei im Vordergrund.

Die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH ist Mitglied im Leitungsteam des Härterei-Kreises und ist involviert in die Planung und Durchführung der Vortragsabende und der Lehrveranstaltungen im Seminarbetrieb. Im Vortragsprogramm 2018/2019 werden die Themen Wärme- und Oberflächenbehandlungen von Stählen, Härten und Abschrecken, Verzug, Anlagentechnik und Energieeffizienz behandelt. Zusätzlich zum normalen Programm findet im März ein Halbtags-Seminar statt, in welchem

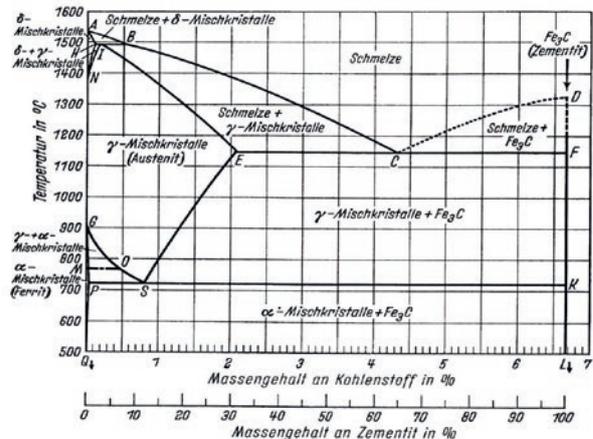


Abbildung 1. Eines der grundlegenden Zustandschaubilder, das im Lehrbetrieb des Härterei-Kreises Ruhr behandelt wird, das Eisen Kohlenstoff Diagramm.

spezielle Themenkomplexe abgehandelt werden. Zwischen den Vorträgen besteht die Möglichkeit für Kontakte und Kommunikation. Jeweils im Mai oder Juni veranstaltet der Härterei-Kreis-Ruhr eine zweitägige Lehrveranstaltung. Diese Veranstaltung befasst sich ausschließlich mit Grundlagen der Wärmebehandlung und der Werkstofftechnik.

Die Teilnahme an Vorträgen und Seminaren ist nach Anmeldung für jedermann unter [www.haerterei-kreis-ruhr.de](http://www.haerterei-kreis-ruhr.de) zugänglich. Als Anmeldegebühr werden nur die entstehenden Selbstkosten erhoben. Die Veranstaltungen finden in Hagen statt.

### 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](mailto:sommer@kunststoff-institut.de)

# Forschung International

## Start der CAP-RIF Forschungskooperation mit französischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Regionen Rhone-Alpes und Okzitanien.

Nach dem erfolgreichen Abschluss der Internationalisierung des KIMW-Netzwerkes im Zeitraum 2016-2017 erfolgt nun eine vertiefende dreijährige Umsetzungsphase mit internationalen Forschungspartnern in Form von Kooperationsprojekten. Der geplante Projektstart erfolgte im Oktober 2018 und wird bis in das Jahr 2021 reichen.

Das Projektvolumen dieses über drei Jahre andauernden Förderprogramms beträgt ca. neun Millionen Euro Förderung und stellt einen wichtigen Baustein in der „High Tech-Strategie“ Deutschlands dar.

Im September 2018 trafen sich zum offiziellen Projektstart auf französischer Seite die entsprechenden Projektpartner mit deutscher Beteiligung (Abbildung).

Es wurden drei Forschungskooperationen mit französischen Regionen begründet, die sich mit der Erforschung und Entwicklung von Schichten und Partikeln befassen.

Für einen interdisziplinären Entwicklungsansatz ist die Ausrichtung der Forschungsgruppen auf die Kunststoffverarbeitung sowie der Luft- und Raumfahrttechnik ausgelegt. Hierdurch besteht die Möglichkeit, Know-how aus unterschiedlichen High-Tech-Branchen zusammenzuführen und den teilnehmenden Industriepartnern neuartige Oberflächenveredelungen und Werkstofflösungen für Produktivitätssteigerung und Kostenreduktion in der Fertigung zu bieten.

Zwei 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 optimieren.

Im dritten Teilprojekt werden metalloxidische Partikeln entwickelt, die auf Kunststoffoberflächen aufgetragen oder eingebracht zu einer keimhemmenden oder tödenden Reaktion führen.

Die KIMW-F wird auf der deutschen Seite die jeweilige Projektführerschaft übernehmen. Auf französischer Seite wird die Koordinierung der Aktivitäten



Abbildung: Treffen des Forscherteams zum Start des RIF Konsortiums in Oyonnax (Frankreich).



Coatings and Particles for the Plastics Industry

Logo des Internationalisierungsvorhabens CAP – Coatings and Particles for the Plastics Industry

durch die Forschungsstellen der Universität Toulouse und Grenoble gewährleistet.

Zur Steuerung der Projektarbeiten wird ein „Steering-Komitee“ installiert. Hierdurch soll in der internationalen Zusammenarbeit ein effektives Projektmanagement unterhalten werden.

### Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Frank Mumme  
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-139  
Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190  
mumme@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



# Netzwerke International

## Zusammenarbeit mit den französischen Netzwerken Plastipolis und den Regionen im „Aerospace Valley“.

Das KIMW-Netzwerk hat während einer zweijährigen Internationalisierungsphase eine Kooperation mit den Netzwerken Plastipolis (Rhone Alp) und Aerospace Valley (Oxytanien) bewirkt. Hierdurch soll eine langfristige internationale Zusammenarbeit mit strategischen Vorteilen im Markt- und Technologiefeld für die Clusterakteure erreicht werden.

Für ein besseres Verständnis der jeweiligen Akteure und Aktivitäten folgt hier eine kurze Vorstellung der beiden Netzwerke „Plastipolis“ und „Aerospace Valley“:

Aerospace Valley wurde 2005 gegründet und ist die bedeutendste Innovation „Pôle de compétitivité“ in Frankreich in den Bereichen Luftfahrt- und Raumfahrttechnik. Es zählt über 840 Mitglieder aus Industrie und Wissenschaft. Mit Standorten in Toulouse (HQ) und Bordeaux umfasst das Innovationscluster der beiden geografisch benachbarten Regionen Südwestfrankreichs, Occitania und Nouvelle Aquitaine. Mit 124.000 Beschäftigten in der Industrie macht Aerospace Valley rund ein Drittel der französischen Luft- und Raumfahrtbeschäftigten aus. In ähnlicher Weise sind 8.500 Forscher und Wissenschaftler in der Region Aerospace Valley tätig und machen damit 45 Prozent des französischen nationalen Forschungs- und Entwicklungspotenzials in der Luft- und Raumfahrt aus.

Plastipolis wurde am 26. Juli 2005 für die Region Rhone-Alpes und Franche-Comté als Netzwerk für die Kunststoffverarbeitung gegründet. Bis heute hat PLASTIPOLIS über 300 Mitglieder gewinnen können. Hierbei besteht ein Großteil aus klein- und mittelständigen Unternehmen (>200), 50 Forschungs- und Entwicklungszentren sowie 50 institutionellen Einrichtungen.

Die Geschäftsexpertise von Plastipolis basiert auf drei technologischen Achsen und Märkten, die sich auf die Welt der Kunststoffe beziehen.



Werkstoffe:

- ☒ Neue Materialien, Funktionsmaterialien
- ☒ Materialien aus Bio-Quellen, regenerierte Materialien

Prozesse:

- ☒ Hochleistungs-, Verbundprozesse
- ☒ Management und Prozesssteuerung

Integration:

- ☒ Öko-Design, Montage, Integration elektronischer Funktionen
- ☒ Integrierte Produktionseinheit

### Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Frank Mumme  
 Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-139  
 Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190  
 mumme@kunststoff-institut.de

## KIMW-F vor Ort 2018

**Auch im Jahr 2018 war die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH wieder auf zahlreichen Tagungen und Messen aktiv.**

Auf diversen Messeveranstaltungen und internationalen Tagungen präsentierte die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH ihre neuesten Forschungsergebnisse. Dabei stand die Funktionalisierung von Werkzeugoberflächen mittels CVD-Beschichtungen zur Verbesserung der Entformung und Reduzierung von Belagbildung sowie die Optimierung der CVD-Prozessführung mit Hilfe der Simulationssoftware COMSOL Multiphysics im Fokus.

Die **Fakuma** ist zusammen mit der K-Messe ein fester Termin im Kalender des Kunststoff-Instituts Lüdenschied. Auch in diesem Jahr konnte die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH gemeinsam mit dem Kunststoff-Institut durch Exponate aus dem Bereich der Werkzeugbeschichtung einen Messeauftritt gestalten, der viele interessierte Besucher anlockte und die Möglichkeit zum Austausch und zur Netzwerkarbeit bot. Auch auf der Fachmesse **SWTAL 2018** in Lüdenschied, bei der die Metall- und Kunststoffverarbeitung im Mittelpunkt stand, konnte die KIMW-F im Rahmen eines Standes des Kunststoff-Instituts auf sich aufmerksam machen.

Stefan Schmidt und Vanessa Frettlöh berichteten auf den **10. Technologietagen der Günther Heißkanaltechnik** im September 2018 über „Präzisionsbeschichtungen für 3D-Formkonturen in der Kunststoffverarbeitung“. Mit Hilfe von Demonstra-

toren und dem Versuchswerkzeug für Entformungskraftmessungen konnte der Einfluss der Beschichtung auf den Spritzgießprozess ermittelt werden.

Auf der **COMSOL Conference 2018** im Oktober in Lausanne (Schweiz) präsentierten Vanessa Frettlöh und Ameya Kulkarni ein Poster mit dem Titel „*Simulation CVD Process in a Reactor*“. Die Ergebnisse stellte Herr Kulkarni dem internationalen Publikum in einer User-Präsentation näher vor. Mit Hilfe der Software COMSOL Multiphysics wurden die Parameter für die Innenbeschichtung eines Substrates optimiert.

Auch auf der **8. Nano-Konferenz** in Dortmund, die von der NMWP ausgerichtet wurde, konnte die KIMW F einen Beitrag im Bereich der Strömungssimulation für CVD-Prozesse platzieren, der sich gut in das Veranstaltungsthema „Charakterisierung und Simulation“ einfügte.

Um weitere Projektmöglichkeiten zu erörtern, waren Vertreter der KIMW-F zudem auf dem **Innovationstag der AiF** in Berlin. Dabei standen vor allem das Förderprogramm ZIM sowie die Möglichkeiten zur Internationalisierung von Netzwerken und Clustern im Fokus.

### Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Frank Mumme  
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-139  
Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190  
mumme@kunststoff-institut.de



# Fachtagung Werkzeugbeschichtung

**Experten aus der Beschichter-Szene und einschlägige Anwender aus der Kunststoffverarbeitung zeigen Möglichkeiten und Trends im Bereich der Werkzeugbeschichtung auf.**

Die Beschichtungstechnik bildet heute einen zentralen Aspekt bei der Instandhaltung und der Performancesteigerung von Verarbeitungswerkzeugen. So sind moderne Beschichtungsmethoden in der Lage, durch Aufbringung funktionaler Schichten auf Werkzeugoberflächen die Effizienz von Prozessen in der Materialverarbeitung zu erhöhen und die Lebensdauer von Werkzeugen zu verlängern. Die Auswahl einer geeigneten Beschichtungsmethode sowie des entsprechenden Schichtmaterials ist essentiell für ein gewinnbringendes Ergebnis. Dabei zeichnet sich gerade im Einsatz von Beschichtungen im Bereich der Kunststoffverarbeitung ein großes Potenzial zur Optimierung und Effizienzsteigerung von Prozessen ab.

Dies und die Tatsache, dass die Beschichtungstechnik seit 2013 ein Schwerpunkt in der Forschungsarbeit der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH darstellt, waren ausschlaggebende Gründe, der Thematik Werkzeugbeschichtung eine eigene Fachtagung zu widmen, die erstmals am 14. Juni 2018 in den Räumlichkeiten des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid veranstaltet wurde.

Ziel der Fachtagung war es, einen Überblick über die marktgängigen Beschichtungsverfahren (CVD, PVD und Galvanik) sowie deren typische Anwendungsfelder im Bereich der Verarbeitungswerkzeuge zu liefern. Dabei stand vor allem eine Steigerung der Produktivität durch eine erhöhte Verschleißfestigkeit, Belagreduzierung, Entformungsverbesserung und Korrosionsschutz im Vordergrund.

Vor einem interessierten Fachpublikum konnten die Thematik Beschichtungstechnik für Werkzeuge in all ihren Facetten beleuchtet und neue Anwendungsbereiche aufgezeigt werden. Zudem lieferten Anwender aus der Kunststoffbranche einschlägige Erfahrungsberichte, die das Potenzial von Werk-



*Abbildung 1. Besucher der Fachtagung bekommen einen Eindruck zum Stand der Technik im Bereich der Werkzeugbeschichtung.*

zeugbeschichtungen in der betrieblichen Praxis unterstreichen.

Daneben war es der Forschungsstelle des Kunststoff-Instituts wichtig, den aktuellen Stand der Forschung aufzuzeigen, was durch die Vorstellung entsprechender F&E-Projekte durch Ergebnispräsentationen von Industriepartnern aus den jeweiligen Konsortien gelang. Dabei konnte nachdrücklich die Relevanz dieser Arbeiten für die Industrie demonstriert und für weitere F&E-Vorhaben geworben werden.

Schlussendlich zogen sowohl Veranstalter als auch Besucher ein positives Fazit. Letztere lobten insbesondere die entspannte Atmosphäre, die zu fruchtbaren Diskussionen einlud. Die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH ist sich zudem sicher die Zielgruppe mit einer Anpassung des Konzepts erweitern zu können. Daher ist die Ausrichtung der Fachtagung Werkzeugbeschichtung auch für das Jahr 2019 fest eingeplant.

## **Weitere Informationen:**

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

# Polymer Training Centre

**Am 21. Juni 2018 ist das Ausbildungszentrum für die Kunststofftechnik mit neuem und einzigartigem Schulungsangebot speziell für die Kunststofftechnik feierlich eröffnet und seiner Bestimmung übergeben worden.**

Das Wirtschaftsministerium des Landes Nordrhein-Westfalen, vertreten durch Herrn Ministerialdirigent Karl-Uwe Bütof, Leiter der Abteilung Innovation und Märkte, stellte in seiner Begrüßungsrede nochmal dar, warum sein Ministerium dieses Projekt mit über 3 Mio. Euro gefördert hat. „Der innovative Ansatz dieser Ausbildungsstätte und seine enge Verzahnung mit der Industrie, hat unser Ministerium von Anfang an begeistert und wird einen wichtigen Beitrag dazu leisten, den Fachkräftemangel in der Kunststoffindustrie zu lindern“, so Ministerialdirigent Karl-Uwe Bütof.

„Wir haben das Kunststoff-Institut Lüdenscheid mit der Eröffnung des neu gebauten Polymer Training Centres (PTC) nun auch offiziell als überbetriebliche Bildungsstätte (ÜBS) ausgerichtet, um mit diesem Schritt die Auszubildenden des Berufsbildes Verfahrensmechaniker Kunststoff und Kautschuk ganz oder teilweise in die Obhut des Kunststoff-Institutes geben zu können“, so Projektleiter Torsten Urban. Das PTC erfüllt somit mehrfache Aufgaben und wird auch in Zukunft vielschichtige Angebote liefern, die immer wieder auf die wechselnden Bedürfnisse der Industrie zugeschnitten sein müssen.

So bietet das PTC zukünftig Ausbildungsformate von der Vorqualifikation im Rahmen eines Technik-Bootcamps, um die Berufsbilder kennenzulernen, über ausbildungsbegleitende Kurse z.B. die Möglichkeit der Übernahme der Praxis-Ausbildung für die Unternehmen entweder für drei, sechs oder zwölf Monate (Ausbildungs-Sharing). Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der voll umfassenden Ausbildung, wie der Ausbildung zum Verfahrensmanager 3D Druck. Quereinsteiger haben auch die Möglichkeit, zukünftig einen Produktionshelfer Führerschein zu erwerben.

Nach diesem Muster werden zurzeit mit Unterstützung des Landesarbeitsministeriums NRW 6 Fachkräfte- und 3 Azubi-Maßnahmen entwickelt, die sich allesamt an hochaktuellen Themen wie 3D-Druck, Werkstoffprüfung, Robotertechnik, Smart Products, Werkzeugentwicklung und industriellem Digitaldruck orientieren.

Zukünftig wird es neben Weiterbildungs- und Aus-



*Außenansicht des neuen Polymer Training Centres am Kunststoff-Institut Lüdenscheid*

bildungsformaten im PTC ab April 2019 auch regelmäßige Monatsformate geben (z.B. Fördermittel-, Ausbildungsberatungs- und Innovationsprechstunden sowie Netzwerkevents und Matching-Tage für die Themen Ausbildung und Innovation).

Im Rahmen der kostenlosen Förderberatung haben Unternehmen die Möglichkeit ihre aktuellen Ideen und Innovationsprojekte vorzustellen. Wir suchen nach den richtigen Fördertöpfen und Möglichkeiten, um diese Ideen im Kunststoff-Institut gemeinsam mit den Unternehmen umzusetzen, so Geschäftsführer Michael Krause (KIMW-Q).

Besonders der Konzept-Ansatz des so genannten „White-Labels“ ermöglicht es Unternehmen, das PTC als „Ihr“ Schulungszentrum zu betrachten und zu nutzen. Somit fallen Nutzungskosten für die Infrastruktur und das Personal nur ereignisorientiert an.

Mit diesen und weiteren Angeboten und Formaten wird das Polymer Training Centre einen wichtigen Beitrag leisten, den immer stärker werdenden Bedarf an gut qualifizierten Fachkräften für und rund um die Kunststoffindustrie decken zu können.

## **Weitere Informationen:**

Dipl.-Ing. Torsten Urban  
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-114  
Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190  
urban@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:

**Ministerium für Wirtschaft, Energie,  
Industrie, Mittelstand und Handwerk  
des Landes Nordrhein-Westfalen**



# Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer

In 2018 wurden verschiedene Aktivitäten durch die Mitarbeiter der KIMW-F zum Wissenstransfer von Projekt- und Forschungsaktivitäten durchgeführt. Hierzu wurden wissenschaftliche Publikationen, Beiträge in einschlägigen Fachzeitschriften sowie Vorträge auf Fachkonferenzen veröffentlicht. Auch wurden in 2018 in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Südwestfalen Tätigkeiten in der Lehre und die Betreuung von Bachelor- und Masterarbeiten durchgeführt. Darüber hinaus präsentierte sich die KIMW-F auch auf verschiedenen Veranstaltungen:

## **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:**

- ☒ Bachelorarbeit von Niels Kitzhöfer an der Fachhochschule Südwestfalen (FH-SWF): Untersuchungen zum rheologischen Verhalten von thermoplastischen Kunststoffen auf thermisch isolierenden Werkzeugbeschichtungen, Betreuer: Michaela Sommer

## **Publikationen und Fachvorträge in 2018**

1. Engemann, P.: Verbesserte Temperierung auch für die kleinsten Formteile. In: Der Stahlformenbauer 01/2018
2. Fornalczyk, G.: Schichtdickenbestimmung mittels Röntgenfluoreszenzanalys. In: KIMW-F Jahresbericht 2017
3. Fornalczyk, G.: Aufbau eines Prüfstands zur Untersuchung der Wärmeleitfähigkeit dünner Schichten. In: KIMW-F Jahresbericht 2017
4. Fornalczyk, G.: 3D-konforme Beschichtungen von Werkzeugformeinsätzen durch chemische Gasphasenabscheidung. In: KIMW-F Jahresbericht 2017
5. Fornalczyk, G.: Entwicklung von thermischen Barriereschichten für die Kunststoffverarbeitung. In: Mitgliederversammlung Trägerverein, Lüdenscheid, 08.03.2018
6. Beck, C.: alternative manufacturing process for optical lenses - Projekt CROCoMold. Projektflyer, 09.04.2018
7. Beck, C.: Neue keramische 3D-Beschichtung mit kurzen Applikationszeiten (3D Flame-Mold). In: Konstruktion, 04/2018
8. Engemann, P.: Verschweißte Werkzeugkerne für optimierte Temperierung. In: K-Impulse Nr. 72, 04/2018
9. Frettlöh, V.: Prozesssichere variotherme Temperierung in großen Spritzgießwerkzeugen (Diff-Mold). In: DER STAHLFORMENBAUER, 03/2018

10. Frettlöh, V.: Auf Spurensuche - Fehler schon vor dem Auftreten identifizieren. In: Fachtagung Kunststoffgalvanisierung, Lüdenscheid, 17.05.2018
11. Fornalczyk, G.: Einführung in die Beschichtungstechnik, In: Fachtagung Werkzeugbeschichtung, Lüdenscheid, 14.06.2018
12. Fornalczyk, G.: Aktuelle Forschungsergebnisse und praktische Anwendungen, In: Fachtagung Werkzeugbeschichtung, Lüdenscheid, 14.06.2018
13. Fornalczyk, G.: Optimierte Effizienz durch die Werkzeugtemperierung. In: K-Impulse Nr. 73, 08/2018
14. Es-Safyany, A.: MEDIMOLD: Direkteinspritzen in Kombination mit Duro- und Thermoplasten. In: K-Impulse Nr. 73, 08/2018
15. Beck, C.: Angusslose Herstellung von optischen Bauteilen - Continuous Compression Molding (CCM) - eine Alternative zum Spritzguss, In: HASCO Open House, Lüdenscheid, 26.09.2018
16. Frettlöh, V.: High precision coatings for 3D mold contours in plastics production. In: Technologietage der Günther Heißkanaltechnik GmbH, Frankenberg (Eder), 26.09.2018
17. Frettlöh, V.: Präzisionsbeschichtungen für 3D-Formkonturen in der Kunststoffverarbeitung. In: Technologietage der Günther Heißkanaltechnik GmbH, Frankenberg (Eder), 26.09.2018
18. Kulkarni, A.; Frettlöh, V.: Simulation of CVD Process in a Reactor. In: Comsol Conference, Lausanne, 20.10.2018
19. Frettlöh, V.; Günther, J.: Der Sonntags-Tatort als starker Innovationsmotor (contamination spy). In: K-Impulse Nr. 73, 09/2018
20. Sommer, M.: Erstmalige Laserstrukturierung von keramischen Schichten, In: K-Impulse Nr. 73, 09/2018
21. Frettlöh, V.; Schmidt, J.: Knifflige Werkzeugtechnik - Werkzeugentwicklung für die einteilige Fertigung von 3D Pumpenlaufrädern. In: FORM & WERKZEUG, 11/2018
22. Librizzi, A.: Prozesstechnische Strategien zur Vermeidung von Farbauswaschungen beim Folienhinterspritzen und Methoden zur Vorhersage des Auftretens von Farbauswaschungen. In: 4. Arbeitskreistreffen Funktionale und dekorative Kunststoffoberflächen des FGK e.V., Lüdenscheid, 06.11.2018

---

**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](http://www.kunststoff-institut.de) | [mail@kunststoff-institut.de](mailto:mail@kunststoff-institut.de)

---