



Jahresbericht 2020

Gemeinnützige
KIMW Forschungs-GmbH



Allgemeines.....	03
Wissenschaftliche Tätigkeiten.....	08
Netzwerk.....	37
Ausstattung und Service.....	40
Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer.....	57

Ausbau der Infrastruktur, Erweiterung der Forschungsschwerpunkte und Service für Innovationen

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

die gemeinnützige KIMW Forschungsgesellschaft konnte im Jahr 2020 erfolgreich die strategische Ausrichtung der Forschungstätigkeiten weiter verfolgen. Durch einen kontinuierlich zunehmenden Zulauf von Förderprojekten und der Intensivierung der Auftragsforschung konnte der Personalstand weiter auf nunmehr 20 Personen aufgestockt werden. Durch die Umsetzung des vom Land Nordrhein-Westfalen geförderten Investitionsprojektes „Infra-surf“ bietet die Forschungsstelle dem Netzwerk des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid und interessierten Firmen aus den Bereichen Oberflächentechnik und Materialentwicklung hochwertige Analytik für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben.

Ausbau der CVD-Aktivitäten:

Die vorhandenen Räumlichkeiten in der Mathildenstraße für die Weiterentwicklung der CVD-Beschichtungstechnik wurden genutzt, um weitere Kapazitäten für das Beschichten und Entschichten von Werkzeugen zu ermöglichen. Für die geplante Markteinführung von Niedertemperatur-CVD-Schichten der Marke „KiCoat“ wurde eine weitere CVD-Anlage angeschafft. Hierbei steht im Vordergrund, carbidische und nitridische Hartstoffschichten mit einer einzigartigen 3D-fähigen Beschichtung auf komplexen Oberflächen abzuscheiden. Mit diesen Schichten sollen Verschleißphänomene, Fragestellungen der Korrosionsvermeidung und der Reduzierung von Anhaftungen begegnet werden. Für eine reproduzierbare Nutzung der Schichten wurden für das Entschichten von Werkzeugen nasschemische Entschichtungsbecken angeschafft.

Entwicklungsschwerpunkte:

Die bestehenden Forschungsschwerpunkte Oberflächentechnik, Werkzeug- und Prozesstechnologie wurden um das Themengebiet Materialentwicklung ergänzt. Hier steht der Gedanke im Vordergrund, Forschungsergebnisse aus dem Bereich der Oberflächen- bzw. Schichtentwicklung für die Modifizierung von Kunststoffen zu verfolgen. So wird in dem BMBF-Vorhaben CAP-BNP der Ansatz verfolgt, durch Gasphasenprozesse Nanopartikel zu generieren, die



Udo Hinzpeter
– Geschäftsführer –



Frank Mumme
– Geschäftsführer –

mit hoher Effizienz auf Kunststoffoberflächen Bakterien töten. Die der Forschungsstelle zur Verfügung stehenden Compoundier-, Lackier- und Spritzgießprozesse sollen mit den erzeugten Wirkstoffen eine kostengünstige Modifizierung von Kunststoffoberflächen ermöglichen. Wir denken mit diesem Schritt die möglichen Synergien der verschiedenen Aktivitäten zu maximieren. Im ZIM-Projekt „FlamZation“ wird das Ziel verfolgt, umweltverträgliche Flamm-schutzmittel für die Kunststoffverarbeitung zu entwickeln.

Forschungsförderung:

Die Kunststoffindustrie ist grundsätzlich im Umbruch. Wichtige Branchen für die Kunststoffindustrie wie beispielsweise die Verpackungs- und Automobilindustrie müssen sich mit verschärften Bestimmungen des Recyclings und der Einführung neuer Technologien und Produkte auseinandersetzen. In der Zukunft kommt es deswegen immer mehr auf neue Ideen und Innovationen an.

Ab 2020 werden durch Fördermaßnahmen des Landes NRW und des Bundes Forschungsanstrengungen für Innovationen im Bereich der Produkt- und Prozessentwicklung gefördert:

- ☐ Die Bundesregierung ermöglicht die steuerliche Forschungsförderung. So können zukünftig FuE-Projekte bis zu 500 T € gefördert werden!
- ☐ Die ab 2020 neu aufgesetzte ZIM Förderrichtlinie ermöglicht eine Förderung von Firmen mit bis zu 1000 Mitarbeitern!

- Das Land NRW bietet die Möglichkeit, mittels des Instruments „Innovationsgutschein“ eine kurzfristige Umsetzung zu ermöglichen.

Aus diesen Gründen hat die Forschungsstelle die Beratungsplattform „InnoLab“ (www.innolab-kimw.de) ins Leben gerufen, auf der Firmen, die sich durch Innovationen eine bessere Wettbewerbsposition erarbeiten wollen, die dazu passenden Förderinstrumente recherchieren können.

Das InnoLab ermöglicht:

- die Ausarbeitung von Projektideen
- die Erstellung von Projektanträgen
- die Beratung für Fördermöglichkeiten
- den Aufbau von Projektkonsortien
- die Durchführung von Forschungsprojekten
- die Strategische Markteinführung von innovativen Produkten oder Prozessen

Wir möchten Ihre Ideen mit Ihnen gemeinsam weiterentwickeln. Darüber hinaus informieren wir Sie regelmäßig zu neuen FuE-Ergebnissen und bieten Ihnen die Möglichkeit, sich mit Gleichgesinnten zu vernetzen. Außerdem sind wir Ihr Partner, wenn es um das Ausarbeiten von Marktanalysen und „Technologieroadmaps“ geht!

Wir bedanken uns bei allen Projektpartnern, Kunden, Unterstützern und nicht zuletzt bei unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit im Jahr 2020.

Udo Hinzpeter Frank Mumme
- Geschäftsführer -

Technologiescout

Die neuen Trends und Technologien von morgen bereits heute in Erfahrung bringen

Beim Projekt Technologiescout handelt es sich um ein rein industriefinanziertes Firmenverbundprojekt, in welchem exklusiv für die Teilnehmer neueste Technologien, Trends und Innovationen recherchiert werden.

Eigentlich versprach das Jahr 2020 ein großartiges Messe- und Veranstaltungsjahr mit jeder Menge Neuheiten und Innovationen zu werden. Zunächst sah es zu Beginn des Jahres auch ganz danach aus. Das erste Projektjahr endete dann auch fast zeitgleich mit dem ersten Lockdown im März.

Bis dahin gab es mit der Consumer Electronics Show in Las Vegas einen sehr imposanten Auftakt. Mit 4.500 Ausstellern und rund 170.000 Besuchern sind 3 Messtage schon knapp bemessen, dennoch konnten viele Highlights und technische Neuerungen beobachtet werden. Die Messe läuft den alteingesessenen Automobilmessen inzwischen den Rang ab. Daneben ist sie die weltweite Bühne für Innovation, Robotik und künstliche Intelligenz.

Ein weiteres Highlight stand dann Anfang Februar im Kunststoff-Institut Lüdenscheid selbst an. Der Branchentreff fand mit über 150 Ausstellern und etwa 1.400 Besuchern statt. Zahlreiche Demonstrationen und Vorträge wurden von einer exzellenten Ausstellung mit vielen Möglichkeiten zum Netzwerken begleitet.

Die jährliche zweitägige Spritzgießer-Tagung in Baden-Baden hatte wieder viele interessante Themen aus den Bereichen Spritzgießen, Werkzeuge und Produktion zu bieten. Nach der Fachtagung Kunststofflackierung im Kunststoff-Institut Lüdenscheid war dann plötzlich erst einmal Schluss mit den Präsenzveranstaltungen. Seitdem hat mit Ausnahme eines kleinen Zwischenhochs im September Corona alles fest im Griff.

Erstaunlich schnell haben die Verantwortlichen der LOPEC in München reagiert und nach der Absage ihre Aussteller sehr schnell dazu animiert, ihre Messehighlights in einer eigens dafür aufgesetzten Messezeitschrift zu dokumentieren.



Abbildung: CES 2020

Mit dem Start des zweiten Projektjahres im April wurden zunächst viele Messen und Veranstaltungen verschoben, um dann nach und nach ganz abgesagt bzw. in das Jahr 2021 verlegt zu werden.

Im Anschluss haben die Veranstalter von nun an versucht, online-Tagungen und virtuelle Messen zu organisieren. Der AdMaCamp Online Demo Day aus Berlin sei hier als gutes Beispiel für eine Plattform genannt, auf der sich junge Start-ups präsentieren durften.

Nach der Sommerpause gab es mit entsprechenden Hygienekonzepten wieder die ersten Veranstaltungen. Sowohl auf dem weltweit führenden Caravan Salon in Düsseldorf als auch auf der umstrukturierten IFA in Berlin konnten viele interessante Themen recherchiert werden, wenngleich die Besucherresonanz noch verhalten war.

Der geplante Höhepunkt des Kunststoff-Jahres, die Fakuma in Friedrichshafen, wurde nach langem Zögern der Veranstalter schließlich doch abgesagt.

Bleibt die Hoffnung auf 2021!

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Marko Gehlen
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-124
gehlen@kunststoff-institut.de

Übersicht Mitarbeiter

Geschäftsführung



Dipl.-Ing. Udo Hinzpeter

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



Dipl.-Ing. Frank Mumme

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

Gruppenleiter/-in



Dr.-Ing. Angelo Librizzi
Prokurist
Oberflächentechnik-
Formteile,
Prozesstechnik



Vanessa Frettlöh, M.Sc.
Oberflächen-
technik-Werkzeuge



Dr.-Ing. Ruben Schlutter
Werkzeugtechnik,
Neue Materialien

Wissenschaftliche - technische Mitarbeiter und Berater



Dr. rer. nat. Andreas Balster



Dr.-Ing. Anatoliy Batmanov



Dipl.-Chem. Martin Ciaston



Patrick Engemann, M.Sc.



Tom Figge, B.Eng.



Sven Gawronski, technischer Mitarbeiter



Dipl.-Ing. Marko Gehlen



Ameya Kulkarni, M.Sc.



Dr. rer. nat. Mohamed Mahmoud



Dipl.-Ing. (FH) Matthias Militsch



Alexander Paskowski, B.Eng.



Katharina Prammer, B.Eng.



Christian Rust, M.Eng.



Jan Schreiner, B.Eng.



Prof. Dr.-Ing. Andreas Ujma (Berater)

Wissenschaftliche Tätigkeiten

Übersicht öffentlich geförderter Projekte 2020

Vorhaben 1: 3D OptiCool

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

- ☒ Laufzeit: 01.07.2018 bis 30.09.2020
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586701TA8
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Dr.-Ing. Ruben Schlutter

Vorhaben 2: AbraCoat

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

- ☒ Laufzeit: 01.10.2018 bis 30.09.2020
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586702DE8
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Marko Gehlen

Vorhaben 3: CAP-BNP

Entwicklung innovativer biozider Nanopartikel zur Anwendung in der Kunststofftechnik

- ☒ Laufzeit: 15.10.2018 bis 14.10.2021
- ☒ Förderkennzeichen: 03INT505CA
- ☒ Fördergeber: BMBF
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: Internationalisierung von Spitzenclustern, Zukunftsprojekten und vergleichbaren Netzwerken
- ☒ Projektleiter: Dr.-Ing. Ruben Schlutter

Vorhaben 4: CAP-CPC

Entwicklung von innovativen Korrosionsschutzschichten und Beschichtungsprozessen für Spritzgießwerkzeuge

- ☒ Laufzeit: 15.11.2018 bis 14.11.2021
- ☒ Förderkennzeichen: 03INT505AA
- ☒ Fördergeber: BMBF
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: Internationalisierung von Spitzenclustern, Zukunftsprojekten und vergleichbaren Netzwerken
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Frank Mumme

Vorhaben 5: CAP-TBC

Entwicklung von innovativen thermisch isolierenden Schichten und Beschichtungsprozesse für Spritzgießwerkzeuge

- ☒ Laufzeit: 01.12.2018 bis 30.11.2021
- ☒ Förderkennzeichen: 03INT505AA
- ☒ Fördergeber: BMBF
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: Internationalisierung von Spitzenclustern, Zukunftsprojekten und vergleichbaren Netzwerken
- ☒ Projektleiter: Vanessa Frettlöh, M.Sc.

Vorhaben 6: DekOLED

Dekorative und funktionelle, in ein Kunststoffbauteil integrierte OLED

- ☒ Laufzeit: 01.04.2017 bis 30.06.2020
- ☒ Förderkennzeichen: EFRE-0800620
- ☒ Fördergeber: Land NRW/EU
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: Leitmarkt NeueWerkstoffe
- ☒ Projektleiter: Dr.-Ing. Angelo Librizzi

Vorhaben 7: dEkoPP

Prozessintegrierte Ausbildung dekorativer Oberflächen auf EPP-geschäumten Bauteilen (2D und 3D)

- ☒ Laufzeit: 01.11.2019 bis 31.10.2021
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586707EB9
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Katharina Prammer, B.Eng.

Vorhaben 8: DynaHEAT

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

- ☒ Laufzeit: 01.08.2018 bis 31.07.2021
- ☒ Förderkennzeichen: EFRE-0801180
- ☒ Fördergeber: Land NRW/EU
- ☒ Förderträger: Projektträger ETN
- ☒ Förderprogramm: Leitmarkt EnergieUmwirtschaft.NRW
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Chem. Martin Ciaston

Vorhaben 9: FlamZation

*Flammschutzausrüstung von Funktionsstoffen;
Materialentwicklung von flammgeschützten
Materialsystemen auf Basis von polaritäts-
angepassten, silanisierten Funktionsstoffen*

- ☒ Laufzeit: 01.01.2020 bis 31.12.2021
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586709EB9
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Jan Schreiner, B.Eng.

Vorhaben 10: GasMold

*Entwicklung einer gasbasierten Temperierung für
Spritzgießwerkzeuge*

- ☒ Laufzeit: 01.02.2019 bis 01.02.2021
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586704TA8
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Alexander Paskowski, B.Eng.

Vorhaben 11: GLIM

*Entwicklung eines neuartigen GLIM-Verfahrens zur
Herstellung von langfaserverstärkten Kunststoffen
und der dazugehörigen Werkzeugtechnologie und
der Gewebestruktur (GLIM: Glas fabric Insert
Molding)*

- ☒ Laufzeit: 01.01.2020 bis 31.12.2021
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586715EB9
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Christian Rust, M.Eng.

Vorhaben 12: InfraSurf

*Ausbau der umsetzungsorientierten Forschungs-
infrastruktur für die gemeinnützige KIMW
Forschungs-GmbH im Bereich der Oberflächen-
technik in der Kunststoffverarbeitung*

- ☒ Laufzeit: 01.06.2019 bis 20.12.2020
- ☒ Förderkennzeichen: EFRE-0200518
- ☒ Fördergeber: Land NRW/EU
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: Forschungsinfrastrukturen
des Landes Nordrhein-Westfalen
- ☒ Projektleiter: Dr. rer. nat. Mohamed Mahmoud

Vorhaben 13: IsoCer

*Isolation durch keramische Dünnschichten
zur Abschirmung von Heizleiterschichten auf
Werkzeugoberflächen in der Kunststoff-
verarbeitung*

- ☒ Laufzeit: 01.06.2019 bis 31.05.2022
- ☒ Förderkennzeichen: EFRE-0200517
- ☒ Fördergeber: Land NRW/EU
- ☒ Förderträger: Projektträger Jülich
- ☒ Förderprogramm: Forschungsinfrastrukturen
des Landes Nordrhein-Westfalen
- ☒ Projektleiter: Dr. rer. nat. Mohamed Mahmoud

Vorhaben 14: KeraIn

*Simulation der thermischen und mechanischen
Eigenschaften und Analyse der Oberflächen-
eigenschaften des Verbundwerkzeuges*

- ☒ Laufzeit: 01.04.2019 bis 30.06.2021
- ☒ Förderkennzeichen: 16KN045859
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: VDI/VDE
- ☒ Förderprogramm: ZIM-KOOP –
Kooperationsnetzwerke
- ☒ Projektleiter: Patrick Engemann, M.Sc.

Vorhaben 15: Metaldirekt Antenne

*Antennenfunktionsintegration in
Kunststoffbauteile durch direkteingespritzte
Metallstrukturen*

- ☒ Laufzeit: 01.03.2019 bis 31.08.2021
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586705DE8
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Tom Figge, B.Eng.

Vorhaben 16: Nanolight

*Entwicklung einer hochfokussierenden
statischen Lichteinheit für Fahrzeugscheinwerfer
sowie eines großserientechnischen Produktions-
verfahrens*

- ☒ Laufzeit: 01.02.2019 bis 31.08.2021
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586703TDF8
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Mathias Militsch

Vorhaben 17: RepMetalMold

Replicated Metal Molds: Ein neues Verfahren zur Herstellung metallischer Werkzeugeinsätze für optische Kunststoffbauteile

- ☒ Laufzeit: 01.09.2019 bis 31.08.2022
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586706EB9
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Dr. rer. nat. Andreas Balster

Vorhaben 18: SUCRE

Prozessintegrierter und nachhaltiger Belag- und Verschleißschutz von Werkzeugoberflächen in der Kunststoffverarbeitung durch Applikation medien-dichter und spaltgängiger CVD-Schichten

- ☒ Laufzeit: 01.10.2019 bis 30.09.2021
- ☒ Förderkennzeichen: ZF4586708DE9
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: ZIM-ZF – Kooperationsprojekt
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Marko Gehlen

Vorhaben 19: TBC Dünnwand

Höhere Ressourceneffizienz durch erweiterte Dünnwandspritzgießtechnik mittels thermischer Barriere-Schichten (TBC) im Werkzeug

- ☒ Laufzeit: 01.02.2019 bis 30.06.2021
- ☒ Vorhaben Nr.: 20442 N/1
- ☒ Fördergeber: BMWi
- ☒ Förderträger: AiF
- ☒ Förderprogramm: Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)
- ☒ Projektleiter: Dr.-Ing. Anatoliy Batmanov

Die genannten Forschungsvorhaben werden unterstützt durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

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



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



3D OptiCool

Verbesserung der Bauteileigenschaften beim Spritzgießen mit 3D-gedruckten Werkzeugsätzen aus Kunststoff

Das im September 2018 gestartete Projekt hat zum Ziel, dreidimensional gedruckte Formeinsätze für Spritzgießwerkzeuge zu entwickeln, die Spritzgussteile mit nahezu identischen Verzugsverhalten und mechanischen Eigenschaften ermöglichen, um einen bestmöglichen Vergleich zwischen herkömmlichen und additiv gefertigten Werkzeugen zu gewährleisten. Deshalb steht die Entwicklung neuartiger Kühlkonzepte und 3D-Aufbaustrategien im Vordergrund, durch die die Kristallisation des Polymers kontrolliert und zielgerichtet erfolgen kann. Durch den Einsatz der additiven Fertigungsverfahren soll die Bereitstellungszeit für Formelemente eines Spritzgießwerkzeugs mittlerer Größe und mittleren Schussvolumens auf acht Werktage reduziert werden.

Aufgrund der deutlichen unterschiedlichen thermischen Kennwerte der additiv gefertigten Einsätze im Vergleich zu Stahl- oder Aluminiumeinsätzen, ist eine Temperierung mit Wasser nicht zielführend, um die Wärme der Thermoplastschmelze zügig aus dem Spritzgießwerkzeug abzuleiten. Die Kristallisation und damit der Verzug und die mechanischen Eigenschaften werden in hohem Maße von der Abkühlung des gefertigten Formteils beeinflusst (siehe Abbildung).

Bei der Verwendung metallischer Formwerkzeuge genutzte Temperiersysteme erlauben im konventionellen Spritzguss eine stabile Prozessführung mit reproduzierbaren Bauteileigenschaften. Bei der Nutzung additiv gefertigter Werkzeugsätze aus Kunststoff ist der Einsatz einer angepassten Werkzeugkühlung nur bedingt umsetzbar.

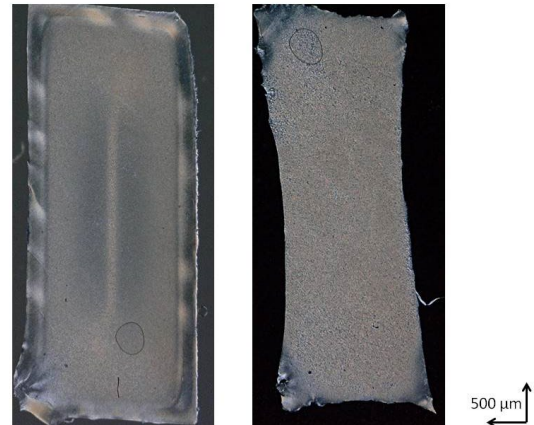


Abbildung: Kristallisation eines Bauteils aus einem Stahleinsatz (links) und einem gedruckten Einsatz (rechts)

Innerhalb der Projektlaufzeit wurden verschiedene Temperierkonzepte entwickelt und konstruktiv in gedruckte Formeinsätze überführt. Basierend auf den ermittelten thermischen Daten aus verschiedenen Simulationen wurde das vielversprechendste Temperierkonzept ausgewählt und in einem Spritzgießwerkzeug umgesetzt. Somit konnten erfolgreich verschiedene Demonstratoren mit variierenden Waddicken für thermische, mechanische sowie technologische Prüfungen hergestellt werden. Abschließend wurden die so gesammelten Erkenntnisse im Rahmen eines praxisrelevanten, seriennahen Bauteils auf ihre Tauglichkeit zum Einsatz innerhalb der industriellen Anwendung hin untersucht.

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Ruben Schlutter
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-821
schlutter@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

AbraCoat

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

Im Oktober 2018 startete das zweijährige Forschungsprojekt AbraCoat mit der Zielsetzung, abrasionsbeständige Oberflächenbeschichtungen zu entwickeln. Die metallorganische Gasphasenabscheidung (MOCVD) wurde dabei aus zwei Gründen als Beschichtungsprozess eingesetzt. Zum einen liegt hier der große Vorteil gegenüber etablierten Verfahren wie der PVD in der im Rahmen des Projekts nachgewiesenen Spaltgängigkeit (3D-Fähigkeit). Zum anderen bewegen sich die für dieses Verfahren notwendigen Temperaturen bei nur etwa 350°C, was eine Strukturveränderung des eingesetzten Stahls vermeidet.

In das Pflichtenheft, das im ersten Arbeitspaket erarbeitet wurde, sind alle Anforderungen der Projektpartner (Formenbauer, Dienstleister Beschichtung, Anwender, KIMW Forschungs-gGmbH) eingeflossen. Es diente dann als Leitplanke im weiteren Verlauf des Projekts.

Im Anschluss konnte nach der Recherche geeigneter Precursoren und Reaktivgase die Konzeptionierung bzw. die Realisierung der Versuchsanlage „CVD 0“ (Reaktorraum ø35mm x 30mm) erfolgreich umgesetzt werden. Darüber hinaus wurde für die feinpulvrigen und zum „Verklumpen“ neigenden Precursoren eine sichere Zuführung feinsten Mengen entwickelt und eingesetzt. In dem kleinen Reaktorraum der CVD 0 wurden für erste Prozessbewertungen Stahlmünzen beschichtet und hinsichtlich Haftung, Abrieb, Härte etc. bewertet.

Viele Iterationsschritte führten schließlich zu optimierten Wachstumsraten (300 nm/h) und Schichteigenschaften. Insbesondere Abriebvergleichswerte von $10 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{N}^{-1} \cdot 10^{-15}$ (z. Vgl.: 1.2343, 52HRC: $42 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{N}^{-1} \cdot 10^{-15}$) und Härten der Dünnschichten von bis zu 2000HV zeigten das Potential der Wolf-

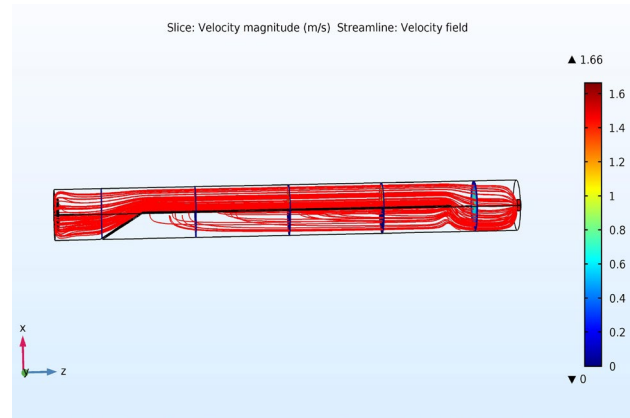


Abbildung: Strömungssimulation in einem CVD-Reaktor

ramcarbid-Schichten auf. Nachdem sowohl die chemische Beständigkeit als auch eine Entschichtbarkeit nachgewiesen werden konnte, ist es gelungen, die Beschichtungsprozesse auf die deutlich größere Anlage CVD 2 (Reaktorraum ø110mm x 700mm) hochzuskalieren.

Simulationstechnisch unterstützt konnten die Prozessparameter für die größere Anlage schnell ermittelt und validiert werden, bevor verschleißfeste Schichten auf die Einsätze der Demonstrator-Werkzeuge darin appliziert wurden. Neben der wiederholten Prüfung der wichtigen Kenngrößen Haftung, Abrieb und Härte wurden außerdem die Verschleißfestigkeit während des Spritzgießens und die Entformungseigenschaften in den hauseigenen Demonstrator-Werkzeugen validiert. Hier bestätigte sich, dass mit der entwickelten W_2C -Beschichtung vergleichbare Werte erzielt werden können wie mit am Markt verfügbaren PVD-Schichten bei gleichzeitiger 3D-Fähigkeit.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Marko Gehlen
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-124
gehlen@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



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

Biocidal Nanoparticles (CAP-BNP)

Entwicklung innovativer biozider Nanopartikel zur Anwendung in der Kunststofftechnik

Im Rahmen des Projektes „biozide Nanopartikel“ arbeitet ein internationales Projektkonsortium an der Entwicklung und Weiterentwicklung funktionaler Schichten mit biozider Wirksamkeit durch den Einsatz von Nanopartikeln.

Ziel des Projektes ist es, biozide Eigenschaften durch die Verwendung passiver biozider Wirkprinzipien zu erreichen, wodurch eine Resistenzbildung der Bakterien und Pilze gegen das Wirkprinzip vermieden wird. Die dafür verwendeten Nanopartikel zeichnen sich dadurch aus, dass sie die Mikroorganismen nicht aktiv töten oder in deren Zellmetabolismus eingreifen.

Innerhalb der Projektgruppe werden verschiedene Nanopartikel untersucht, die mit unterschiedlichen Verfahren auf die Bauteiloberfläche appliziert werden. Innerhalb des deutschen Teils des Projektkonsortiums erfolgt die Herstellung der Nanopartikel durch nasschemische Verfahren. Die Nanopartikel werden durch Spritzgießen und Lackierung appliziert.

Der französische Teil des Projektkonsortiums erzeugt die Nanopartikel mittels Plasma und appliziert diese durch das Plasma direkt auf die zu funktionalisierende Oberfläche.

Nach dem Nachweis der prinzipiellen bioziden Wirksamkeit der erzeugten Nanopartikel, konnten diese erfolgreich in Lacksysteme dispergiert werden und auf Demonstratoren aufgebracht werden, ohne dass die biozide Wirksamkeit verloren gegangen ist (Abbildung).

Die Nanopartikel verhindern die Ausbildung eines Biofilms auf der Probenoberfläche, indem sie den pH-Wert in den leicht sauren Bereich absenken. Die Bakterien werden durch den entstehenden Überschuss an Hydronium-Ionen in Verbindung mit vorhandenem Wasser aus der Luftfeuchtigkeit ferngehalten.

Bei den durchgeführten Spritzgießversuchen konn-

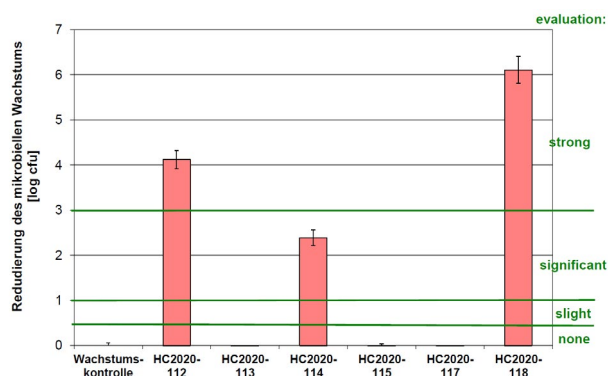


Abbildung: biozide Wirksamkeit in verschiedenen Lacksystemen

te keine Beeinflussung der thermischen und mechanischen Eigenschaften des Kunststoffes durch die Nanopartikel beobachtet werden. Eine biozide Wirksamkeit des Kunststoffbauteils konnte allerdings noch nicht erzeugt werden, da der Anteil der Nanopartikel in der Oberfläche noch zu gering ist. Auch der Einsatz verschiedener Schleppermoleküle, die die Migration der Nanopartikel an die Oberfläche des jeweiligen Bauteils bewirken sollen, führte bisher noch nicht zum Erfolg.

Die Partikelgröße der Nanopartikel soll weiter reduziert werden, um die Bildung von Agglomeraten zu vermeiden. Durch beide Maßnahmen kann die Wirksamkeit der Nanopartikel erhöht werden, wodurch entsprechend ausgerüstete Formteile biozide Eigenschaften aufweisen werden.

Die Anwendung der Nanopartikel erfolgt vor allem bei technischen Bauteilen, wie Telefongehäuseshalen und Türklinken, Massenartikeln, wie Kugelschreibern und in der Ausstattung von Gebäuden, z. B. mit Fußbodenpaneelen und Wandfarben.

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Ruben Schlutter
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-821
schlutter@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Corrosion Protective Coatings (CAP-CPC)

Entwicklung von 3D-fähigen Dünnschichten für den Korrosionsschutz (CAP-CPC)

Der Korrosionsschutz von Werkzeugoberflächen ist aufgrund der vielfältigen Materialauswahl, der unterschiedlichen Beanspruchungsarten und Konstruktionsrestriktionen ein anspruchsvolles Arbeitsgebiet. Die Zielstellung im Forschungsprojekt ist die Entwicklung von 3D-fähigen Schichtsystemen, die bei einer Schichtdicke von ca. 1 µm einen deutlich verbesserten Korrosionsschutz im Arbeitsumfeld der Kunststoffverarbeitung bieten. Zur Schichtentwicklung wird die Impedanzspektroskopie und weitere Oberflächenanalytik (SEM, XRD, XPS) und Lichtmikroskopie angewendet.

Im Projektverlauf wurde die impedanzspektroskopische Untersuchung der Beschichtungen auf unterschiedlichen Substratoberflächen intensiviert. Ziel war es, reproduzierbare Kennwerte zu bestimmen und die Interpretation der Reaktionsvorgänge zwischen dem elektrolytischen Umfeld und der beschichteten Bauteiloberfläche durch erstellen von Ersatzschaubilder zu ermöglichen. Der Einfluss der chemischen Beständigkeit der Beschichtung und der von vorhandenen Porositäten im Schichtaufbau lässt sich hierdurch besser interpretieren und für die Qualitätssicherung in der Schichtentwicklung anwenden.

Es wurden polierte und strichpolierte Bauteiloberflächen aus dem Stahl 1.4301 mit unterschiedlichen Zirkoniumdioxid- und Siliziumdioxid-Beschichtungen versehen (Abbildung 1). Die Beschichtungen wurden in einem Niedertemperatur CVD Beschichtungsprozess (<500°C) positionsabhängig hinsichtlich ihrer Elementzusammensetzung mittels EDX Analyse untersucht. Ebenso wurde die positionsabhängige Schichtdicken und die jeweilige Dichte bestimmt.

Aktuell werden die ermittelten Kennwerte in Korrelation gebracht und für eine porenfreie Dünnschichtentwicklung nutzbar gemacht. Durch Variation der

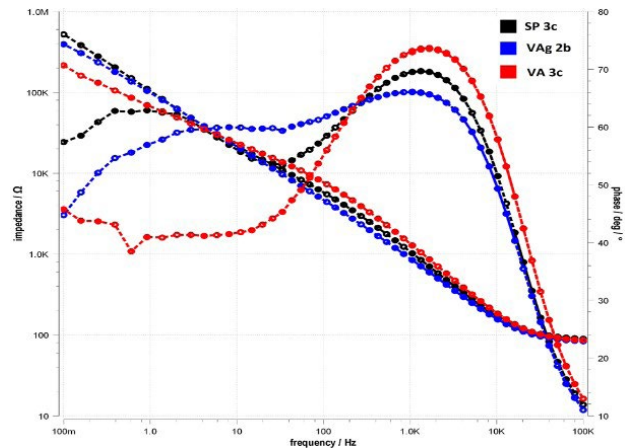


Abbildung 1: Impedanzspektroskopische Analyse unterschiedlicher Oberflächenstrukturen aus dem Stahl 1.4301 mit einer Siliziumdioxid-Schicht beschichtet. (SP= Strichpoliert, VA=poliert, VAg= Mikrogestrahlt)

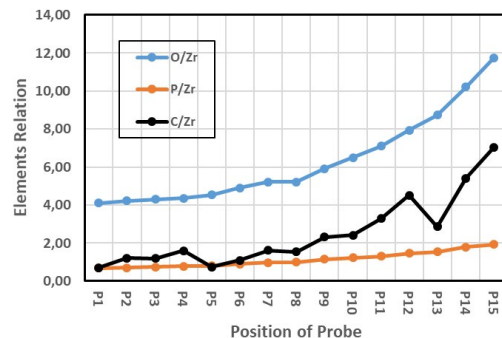


Abbildung 2: Positionsabhängige EDX Analyse von Probekörpern zur Bestimmung der Elementzusammensetzung einer Zirkoniumdioxid-Beschichtung.

Beschichtungsparameter Prozesstemperatur, Druck und Precursorfluss können die Wachstumsbedingungen und Schichtaufbau auf der Werkzeug- oder Bauteiloberfläche beeinflusst werden.

Weitere Informationen:

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

Thermal Barrier Coatings (CAP-TBC)

Im Teilprojekt des Vorhabens «Coatings and Particles for the Plastic Industry» (CAP) geht es um die Entwicklung von thermischen Barrierschichten für energieeffizientere Spritzgießprozesse

Die Werkzeugwandtemperatur ist im Spritzgießprozess eine elementare Prozessgröße zur Erzeugung hochwertiger Bauteiloberflächen. Die Viskosität der Kunststoffschmelze wird häufig durch kurzzeitige Erhöhung der Werkzeugwandtemperatur während der Einspritzphase verändert, was eine zusätzliche Anlagenperipherie sowie einen höheren Energieaufwand bedingt. Durch den Einsatz einer thermischen Barrierschicht (TBC, thermal barrier coating) im Werkzeug kann auch ohne zusätzlichen Energieeintrag Einfluss auf die Kontakttemperatur zwischen Kunststoffschmelze und Werkzeugwand und damit auf die Viskosität der Schmelze genommen werden. Da die TBC eine deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit als der Werkzeugstahl aufweist, wird der Wärmeabfluss von der Schmelze in das Werkzeug kurzzeitig verzögert.

Im Rahmen des Projektes „CAP-TBC“ werden thermisch isolierende Beschichtungen entwickelt, die mittels metallorganischer chemischer Gasphasenabscheidung (MO-CVD) konturkonform bei Temperaturen unter 500°C auf die Kavität von Spritzgießwerkzeugen appliziert werden können. Die auf Zirkoniumoxid basierenden Beschichtungen werden durch gezielte Wahl der Beschichtungsparameter hinsichtlich Porosität, Haftung und Temperaturleitfähigkeit optimiert. Screeningversuche zeigen eine starke Abhängigkeit der Morphologie der Beschichtungen von der Prozesstemperatur. Mit steigender Beschichtungstemperatur nehmen Porosität und damit thermische Isolationswirkung der Schichten zu, was durch Messungen der Temperaturleitfähigkeiten bestätigt wurde. Zur Beschichtung von größeren Werkzeugeinsätzen wurde im Rahmen des Projektes ein neuer CVD-Heißwandreaktor aufgebaut und in Betrieb genommen. Dieser wird mit einem BIAS sowie einem Remote-Plasma ausge-



Abbildung: neu aufgebauter CVD Reaktor und mit TBC beschichtete Probekörper zur Analyse der Schichtperformance

stattet, um die Bauteiloberflächen zu reinigen und den Precursor gezielt zu aktivieren, so dass die Beschichtung effizienter realisiert werden kann. Zur effektiven Temperierung von großen Werkzeugen wurde an der KIMW-F eine Heizplatte für den Reaktor maßgefertigt.

In enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern Ruhr-Universität Bochum (AG Reaktive Plasmen), Formconsult Werkzeugbau GmbH und MöllerTech Engineering GmbH wird ein Versuchswerkzeug konzipiert mit dem die Performance der Beschichtungen im Realversuch evaluiert werden kann. Dabei wird der Einfluss der Beschichtung auf den Druckbedarf im Prozess, die Ausprägung von Bindenahtkerben sowie die Rauigkeit der Werkzeugoberfläche ermittelt. In Kooperation mit den Forschungspartnern in Frankreich werden die Zusammensetzung und Eigenschaften der Beschichtungen erweitert.

Weitere Informationen:

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

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

DekOLED

Dekorative und funktionelle, in ein Kunststoffbauteil integrierte, OLED

Ziel des Projektes war 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 dünnen, biegbaren Glasfolien (175 µm) appliziert.

Dieses System wird anschließend zur Bauteilkomplettierung im klassischen Film-Insert-Molding Prozess gemeinsam mit einer weiteren funktionellen Dekorfolie hinterspritzt. Diese beinhaltet neben den Dekor- und Schutzschichten weitere Funktionsmaterialien zur Realisierung einer Touch- und Sliderbedienung. Zusätzlich konnte in dem entwickelten Spritzgießwerkzeug, in einer zweiten Station das Bauteil mit einer transparenten PUR-Komponente überflutet werden, um weitere Eigenschaften wie Oberflächenbeständigkeiten und haptische Fühlhilfen zu integrieren.

Auf diese Weise soll es ermöglicht werden, Licht, Dekor und Bedienfunktion in einem Spritzgießzyklus herzustellen. Abbildung 2 zeigt das für die Machbarkeitsuntersuchungen entwickelte Demonstratorbauteil.

OLEDs funktionieren besonders gut, wenn diese flachliegend, kühl und am besten hinter Glas geschützt werden. Die besondere Herausforderung bestand darin, neben der Formbelastung für die verwendeten Dünngläser, die Temperatur- und Druckbeständigkeit der OLED über vier Prozessschritte hinweg zu gewährleisten. Der Grenzflächenverbund stellte ebenfalls ein zentrales Thema dar. Der fertige Demonstrator besteht aus 6 Verbundflächen; zählt man die Schichten aus dem OLED- und dem Druckaufbau der Dekorfolie dazu, sind es mehr als 20 Grenzflächen, die im fertigen



Abbildung 1: OLED auf Dünnglas in 2,5D Formlage



Abbildung 2: Projektdemonstrator mit integrierter OLED und Touchbedienung im Tagdesign (links) und Nachtdesign (rechts)

Demonstrator den Bauteilverbund und die Funktion gewährleisten müssen. Ein Großteil dieser Problemstellungen konnte im Projekt gelöst werden. Die Robustheit und letztlich die Langzeitstabilität der OLEDs bei Einwirkung der beschriebenen Belastungsarten bleibt jedoch weiterhin eine zentrale Herausforderung, die zukünftig durch weitere F&E-Arbeiten zu bewältigen ist.

Weitere Informationen:

Angelo Librizzi, Dr.-Ing.
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-134
librizzi@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



dEkoPP - Dekoratives EPP

Prozessintegrierte Ausbildung dekorativer Oberflächen auf EPP-Bauteilen (2D und 3D)

EPP – Ein Werkstoff mit vielen Eigenschaften, der bisher wenig Verwendung beim Endverbraucher findet. Die charakteristische Schaumperlenstruktur findet wenig Akzeptanz hinsichtlich ihrer Optik, zudem ist die Gefahr der Anhaftung von Schmutz in der Struktur gegeben.

Im November 2019 gestartet, wird im laufenden Projekt dEkoPP ein Verfahren entwickelt, mit dem im laufenden Prozess EPP-Bauteile optisch und haptisch ansprechend dekoriert werden können, um die Akzeptanz des Materials beim Endverbraucher zu steigern.

Die zu Anfang definierten Herausforderungen waren vielfältig. Zum einen ist es der EPP-Herstellprozess an sich, bei dem heißer Wasserdampf zum Einsatz kommt, um die Schaumperlen zu verschweißen, zum anderen sind es die Dekormaterialien und der Haftverbund zwischen den Materialien, für die es Lösungen zu entwickeln galt, um diese vielfältigen Herausforderungen miteinander in Einklang zu bringen.

Im Laufe des Projektes wurden zunächst die Anforderungen an die Oberflächen definiert, sowie die wichtigsten Prozess- und Materialparameter herausgearbeitet. Als Grundlage für die Anforderungen wurden neue Anwendungsgebiete für EPP-Materialien festgelegt, in denen das Material zukünftig zum Einsatz kommen soll. So sollen die Materialeigenschaften, wie z. B. Wärmedämmung oder geringes Gewicht nicht nur technischen Bauteilen zugutekommen, sondern auch beim Endanwender beim Lebensmitteltransport oder in Form von Möbelstücken genutzt werden.

Hierbei spielen vor allem Optik und Haptik, aber auch die Reinigungsfähigkeit und hygienische Aspekte eine große Rolle, wofür eine Veredlung der Schaumperlenoberfläche vonnöten ist.



Abbildung: Ergebnisse des prozessintegrierten Dekorationsverfahrens von EPP-Bauteilen – Ein Vergleich der Oberflächen unbeschichtet schwarz, digitalbedruckte Folie und Holzfurnier Esche (beidseitig beschichtet)

Die bisherigen Entwicklungen und Versuche haben bereits vielversprechende Ergebnisse hervorgebracht. So sind bereits Vorversuche mit verschiedenen Dekormaterialien, wie Holzfurnier oder digitalbedruckten Folien durchgeführt worden, bei denen ebenfalls eine augenscheinlich gute Haftung erzeugt werden konnte.

In der zweiten Hälfte der Projektlaufzeit wird das Verfahren angepasst und mit weiteren Materialien durchgeführt. Es werden zwei Demonstratoren hergestellt, anhand derer dann ausgewählte Prüfungen durchgeführt werden, um nicht nur die Optik, sondern auch die Qualität der Bauteile sicherstellen zu können.

Weitere Informationen:

Katharina Prammer, B.Eng.

Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-131

prammer@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

DynaHEAT

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

Die dynamische Werkzeugtemperierung in konventionellen Spritzgießprozessen ist oftmals Verursacher hoher Energiekosten. Ziel dieses Projektes ist es, eine energieintensive konventionelle Temperierung in Spritzgießprozessen durch eine konturnah dynamische Temperierung zu ersetzen. Dies ermöglicht eine deutlich verbesserte Energieeffizienz und darüber hinaus eine Verminderung von Oberflächendefekten wie z.B. Bindenähten. Um dieses Ziel zu erfüllen wurde im Projekt ein Schichtsystem, bestehend aus einer keramischen Isolierschicht, einer Kupferoxid-Haftvermittlerschicht sowie einer metallischen Heizleiterschicht, entwickelt und mittels chemischer Gasphasenabscheidung zunächst auf Prüfkörpern abgeschieden. Die entwickelte elektrische Isolationsschicht wurde mittels Impedanzspektroskopie untersucht und eine Impedanz der Schicht im Bereich von $1\text{M}\Omega$ erzielt (vgl. Abbildung rechts). Des Weiteren wurde für die elektrisch isolierende Schicht eine Durchschlagfestigkeit $> 150\text{V}/\mu\text{m}$ erreicht. Gute Hafteigenschaften sowie die gewünschten elektrischen Eigenschaften der Heizleiterschicht wurden ebenfalls erreicht. Das entwickelte Schichtsystem konnte durch Variation der Beschichtungsparameter hinsichtlich der Abscheiderate und Oberflächenbeschaffenheit optimiert werden. Durch eine Erhöhung der Temperatur im Abscheidungsprozess konnte ein hoher Glanzgrad der Schicht erreicht werden (siehe Abbildung rechts oben). Im Verlauf des Projektes wurde ein Demonstratorwerkzeug mit verschiedenen Oberflächenstrukturen gefertigt, um gezielt Oberflächendefekte an Bauteilen im Spritzgießprozess zu forcieren. Die optimierten Beschichtungsparameter wurden zur Abscheidung des Schichtsystems auf dem Demonstratoreinsatz angewendet.

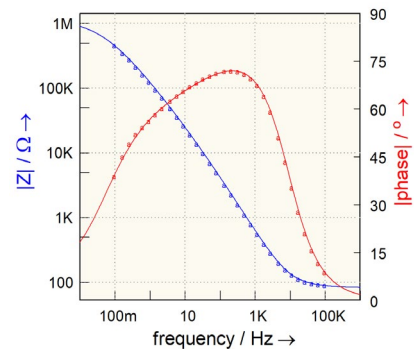
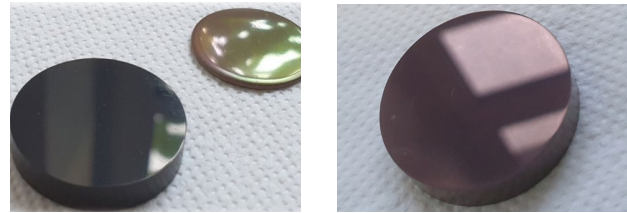


Abbildung: oben links: ZrO_2 -beschichtete Ronde; oben rechts: Cu-beschichtete Ronde; unten: Impedanzmessung der elektrischen Isolationsschicht

In den folgenden Versuchsreihen soll mit dem beschichteten Demonstrator in zyklischen Aufheizversuchen die Langzeitstabilität der Heizleiterschichten untersucht und somit der Weg zu einem Einsatz in realen Spritzgießprozessen geebnet werden. In anschließenden Spritzgießversuchen soll die Effektivität der Heizleiterschichten an realen Bauteilen untersucht werden. Durch die enge Zusammenarbeit der Unternehmen aus dem Konsortium (GIGASET Communications GmbH, WENZ Kunststoff GmbH & Co. KG und Heite+Krause Werkzeugbau GbR) können Kompetenzen in den Bereichen Spritzgießtechnik, Anlagenperipherie und Werkzeugbau essenziell genutzt und der gesamte Prozess vom Werkzeug zum Endverbraucher optimal abgebildet werden.

Weitere Informationen:

Dipl.-Chem. Martin Ciaston
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-26
ciaston@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



FlamZation

Flammschutz durch polaritätsangepasste Silanisierung von Funktionsstoffen

Im Bereich von elektronischen Geräten, im Bauwesen und in der Automobilindustrie werden höchste Anforderungen an den Werkstoff Kunststoff gestellt. Insbesondere wenn es um Sicherheitsaspekte wie Brandschutz geht, bedarf es entsprechender Materialeigenschaften. Diese Funktionalitäten werden im Allgemeinen durch Additive in das Material eingebracht. Durch die wachsenden Umweltkriterien sind neue Flammenschutzmittel, welche ein niedriges toxikologisches Gefahrenpotenzial aufweisen, essenziell geworden. Um den hohen Flammchutzanforderungen in den einzelnen Einsatzgebieten gerecht zu werden, wird das Flammenschutzmittel zu hohen prozentualen Anteilen in die Kunststoffmatrix eingebracht. Damit einher geht allerdings sehr häufig eine Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften wie der Festigkeit und Schlagzähigkeit. Viele Bauteile erfordern jedoch neben der Brandschutzklasse auch ein hohes Maß an mechanischen Eigenschaften (Leichtbau, Metallersatz, etc.). Nicht zuletzt ergibt sich der Bedarf nach alternativen Flammenschutzmitteln, bei denen es darauf ankommt einen Verlust von wichtigen Eigenschaften zu vermeiden.

In dem Vorhaben soll eine neuartige polaritätsangepasste Oberflächenmodifikation auf den Füllstoff selbst aufgebracht werden und so zum einen die Umwelt- und Brandschutzvorschrift der verschiedenen Anwendungsgebiete zu erfüllen. Zum anderen ist es das Ziel, die Nachteile der deutlichen Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften durch weniger Phasenübergänge innerhalb des Verbundwerkstoffes, zu eliminieren. Durch die industrienähe Durchführung innerhalb des Projektes sollen Erkenntnisse für eine an-

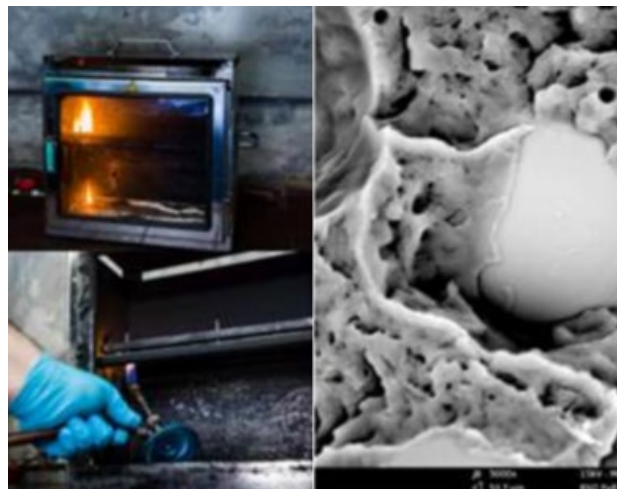


Abbildung: Brandprüfung nach UL 94/Füllstoffpartikel in Kunststoffmatrix

schließende Markteinführung gesammelt werden. Zudem können Übertragbarkeiten auf weitere Füllstoffsysteme erarbeitet werden.

Durch die Beladung der verschiedenen Füllstoffe mit unterschiedlichen Flammenschutzsystemen zeigte sich, dass die Funktionsweise stark vom Beladungsgrad abhängt. Im Anschluss an die Ermittlung des optimalen Beladungsgrades, werden die beschichteten Füllstoffsysteme in die jeweiligen Polymere eingearbeitet, mechanischen Prüfungen und Brandtests unterzogen. Die letzten Schritte werden die Optimierungen hinsichtlich Faser-Matrix-Anhaftung sowie anschließendes Up-Scaling der Beschichtungen und der Compoundierungen darstellen.

Weitere Informationen:

Jan Schreiner, B.Eng.
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-179
schreiner@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



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

GasMold

Entwicklung einer gasbasierten Temperierung für Spritzgießwerkzeuge

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte Projekt befasst sich mit der Entwicklung einer gasbasierten, variothermen Temperierung für den Einsatz in der Kunststoff-spritzgießbranche. Das Ziel dieser Verfahrensentwicklung ist die dynamische Temperierung von Spritzgießwerkzeugen mittels Einleitung von Heißgasen.

Gängige, etablierte Temperiertechniken verursachen meist einen immensen Energieaufwand. Hierbei unterscheidet sich das GasMold Verfahren insoweit, dass nur die oberflächennahe Werkzeugwand temperiert wird und ungewollt miterwärmte Bereiche auf ein Minimum reduziert werden können. Die dadurch entstehenden Vorteile sind zum einen der niedrigere Energiebedarf zum Erreichen der benötigten Kontakttemperaturen als auch eine geringe Werkzeugkomplexität.

Auf Basis von strömungsmechanischen und thermischen Simulationen wurden erste Erkenntnisse über die Gas- und Temperaturverteilung in einer selbst entwickelten Versuchsgeometrie gewonnen. Hieraus wurde ein Konzept erarbeitet, welches es ermöglicht, die Simulationsergebnisse mit den vorhandenen realen Bedingungen zu überprüfen. Das Werkzeugkonzept bietet die Möglichkeit verschiedene Injektor- und Strömungsgeometrien zu untersuchen sowie den Spritzgießprozess abzubilden. Hierdurch kann die Grundlage zur Interpretation der Oberflächenqualität spritzgegossener Bauteile in Abhängigkeit der Temperaturverteilung und der eingestellten Kontakttemperaturen von Spritzgießwerkzeugen geschaffen werden. Dies bietet den entscheidenden Vorteil der Op-

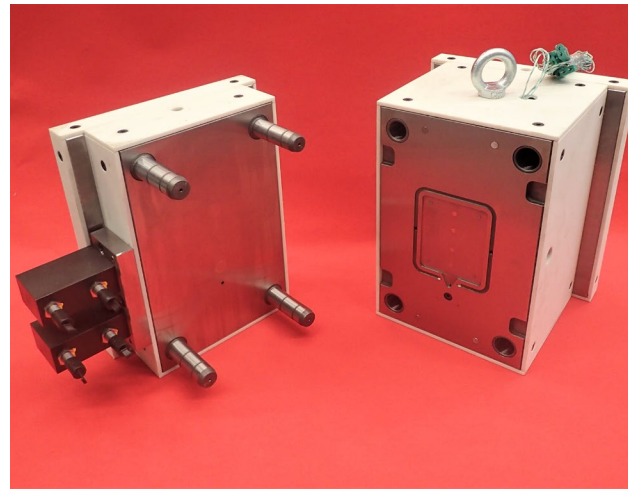


Abbildung: Versuchswerkzeug zur Überprüfung der Simulationsergebnisse unter realen Bedingungen

timierung von zukünftigen Simulationen und die dadurch entstehende Möglichkeit der Beurteilung erreichbarer Formteilqualitäten in beliebigen anderen Spritzgießwerkzeugen.

Im Anschluss an die Untersuchung im Versuchswerkzeug wird ein vorhandenes, seriennahes Werkzeug an das GasMold Verfahren angepasst. Eine prozessoptimierte Serienfertigung wird im letzten Schritt des Projektes Erkenntnisse und notwendige Schritte aufzeigen, die den Einsatz der dadurch entwickelten variothermen Temperierung in industriellen Anwendungen möglich macht.

Weitere Informationen:

Alexander Paskowski, B.Eng.

Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-104

paskowski@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

GLIM: GLas fabric Insert Molding

Entwicklung eines Hinter- und Umspritzprozesses für Glasgewebe

Hybridwerkstoffe vereinen die Vorteile zweier Werkstoffe optimal miteinander. Dies ermöglicht es Hybridmaterialien zu entwickeln, die den steigenden Anforderungen der Industrie fortwährend entsprechen.

Ein Hybridwerkstoff, der besonders in der Mobilität immer weiter in den Fokus rückt, ist der faserverstärkte Kunststoff. Dieser zeichnet sich durch sein geringes Gewicht, bei gleichzeitiger hoher Festigkeit aus. Eingebettet werden in der Regel Glas- oder Kohlefasern. Gewebe bieten zusätzlich einen optischen Mehrwert, der durch einen transparenten Kunststoff oder durch eine außenliegende und optional eingefärbte Faser zur Geltung käme. Somit werden ästhetisch anmutende Formteile mit hohen mechanischen Eigenschaften auch im Sichtbereich realisierbar.

Das Fachwissen des Projektkonsortiums ermöglichte die Konstruktion und Fertigung eines Versuchswerkzeugs innerhalb kürzester Zeit. In diesem Versuchswerkzeug wurde bereits der automatisierte Beschnitt von Gewebeabschnitten im Spritzgießprozess realisiert. Mithilfe dieses wichtigen Meilensteins konnte die halbautomatisierte Fertigung von glasgewebeverstärkten Spritzgießbauteilen realisiert werden.

In der darauffolgenden umfangreichen Versuchsreihe, wurden gezielt unterschiedliche Gewebeabschnitte mit einem ausgewählten Polypropylen (Abbildung) hinterspritzt. Die anschließende Messung zeigte eine Erhöhung der Zugfestigkeit durch die Gewebeeinleger von 27 MPa auf 80 MPa.

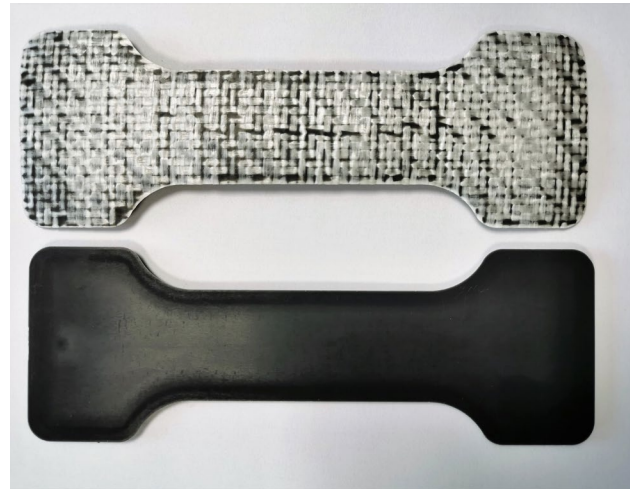


Abbildung: unten - Zugstab (PP);
oben - gewebeverstärkter Zugstab

Das unterschiedlichen Schwindungsverhalten der Materialien führte zum Verzug der Bauteile. Das nächste Ziel ist dementsprechend diesen Verzug vollständig zu eliminieren. Zusätzlich muss die Zufuhr der Gewebeabschnitte komplett automatisiert werden.

Wir bedanken uns für die ausgesprochen gute Zusammenarbeit bei unserem Projektpartner Röttger Werkzeugbau sowie für die Materiallieferungen der Delcotex Delius Tectex und MOCOM Compounds.

Weitere Informationen:

Christian Rust, M.Eng.

Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-25

rust@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



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

InfraSurf

Der Ausbau unserer Forschungsinfrastruktur

Das Projekt InfraSurf, gefördert mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), ermöglichte den Ausbau der Forschungsinfrastruktur der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH. Im Projektverlauf wurden ein Rasterelektronenmikroskop (REM), ein Mikro-/Nanomechanisches Messgerät sowie ein Röntgenfluoreszenz-Spektrometer (RFA) für die Charakterisierung und Analyse von Schichtsystemen, Bauteilen und Werkzeugoberflächen angeschafft.

Zur Analyse dünner Schichten wurde das RFA der Firma Helmut Fischer angeschafft. Es ermöglicht die zerstörungsfreie Messung der Schichtdicken auf galvanisierten und beschichteten Werkzeugoberflächen sowie Kunststoffbauteilen. Zudem kann auch die elementare Zusammensetzung der Metallsubstrate und Beschichtungen charakterisiert werden.

Das REM des Typs SU3900 von Hitachi erweitert unter anderem die Möglichkeiten der Oberflächencharakterisierung von diversen Grundmaterialien und Beschichtungen und bietet mit den zur Verfügung stehenden Detektoren umfangreiche Analysemöglichkeiten. Das REM ermöglicht Aufnahmen mit starker Vergrößerung und hoher Tiefenschärfe sowie die Untersuchung von leitfähigen (Metallen) und isolierenden (Kunststoffe, Beschichtungen) Proben, ohne dass diese mit Gold oder Graphit gesputtert werden müssen. Nicht leitfähige Substrate wie Kunststoffe oder elektrisch isolierende Beschichtungen können durch den Einsatz eines UVD Detektors im Niedervakuum analysiert werden. Zudem ist die Messung des 3D-Profiles möglich, mit dem zum Beispiel Stufenhöhen und Schichtdicken ermittelt werden können. Die Charakterisierung der Materialzusammensetzung wird mit Hilfe eines EDX Detektors erzielt. Dabei bietet



Abbildung: oben-links: RFA; Oben-rechts: MCT3; unten: REM.

die große Kammer Platz für Proben bis 300 mm Durchmesser und 130 mm Höhe.

Das Mikro-/Nano-mechanisches Messgerät (MCT3) von Anton Paar ist mit einem universellen Messkopf zur vollständigen mechanischen Charakterisierung von Beschichtungen und Schüttgutproben ausgestattet. Der einzigartig große Lastbereich dieses Instruments ermöglicht die Bestimmung von Adhäsion, Kratzfestigkeit, Härte, Elastizitätsmodul, Reibung und Verschleiß für ein breites Spektrum von Proben. Es ist für organische und anorganische sowie für weiche und harte Beschichtungen (zwischen 1 µm und 20 µm Schichtdicke) und auch für Schüttgut einsetzbar.

Weitere Informationen:

Dr. rer. nat. Mohamed Mahmoud
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-14
mahmoud@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



IsoCer

Elektrische Isolation durch keramische Dünnschichten zur Abschirmung von Heizleiter-schichten auf Werkzeugoberflächen in der Kunststoffverarbeitung

Ziel des Projektes ist die Entwicklung von dünnen Schichten, die unter Berücksichtigung ihrer chemischen Zusammensetzung und den daraus resultierenden Eigenschaften in der Lage sind, eine galvanische Trennung zwischen einer elektrisch leitenden Funktionsschicht und dem Werkzeugmaterial zu erzielen.

Die gewonnenen Erkenntnisse können dann in verschiedenen Anwendungen, bei denen eine mediendichte und galvanische Abtrennung der Werkzeugoberfläche von einer weiteren Funktionsschicht oder dem verarbeiteten Material benötigt wird, genutzt werden. Als Beispiel sei hier die resistive dynamische Temperierung von Spritzgießwerkzeugen genannt, welche es ermöglicht bestimmte Bereiche der Werkzeuginnenwand mit möglichst wenig Energieaufwand und schneller Heizrate aufzuwärmen, um die Entstehung von Oberflächenfehlern im Spritzgussverfahren zu vermeiden bzw. effektiv zu kaschieren und die bestmögliche Oberflächenqualität des Bauteils zu erreichen.

Die benötigten Schichten werden durch die CVD-Technik und durch Anwendung verschiedener plasmagestützter Abscheidungsverfahren aufgebracht. Dieser Prozess nutzt Precursoren, die sich in einem Temperaturbereich von 300-500 °C zu oxidkeramischen Materialien zersetzen.

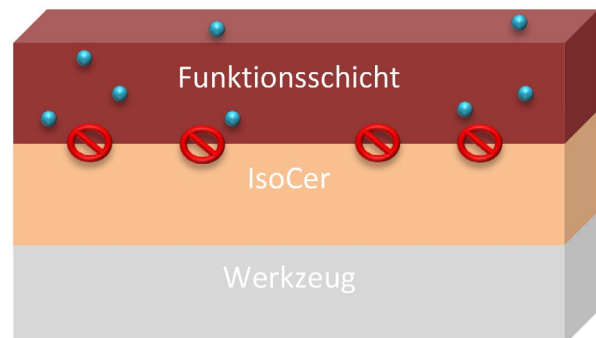


Abbildung: Darstellung der galvanischen Trennung.

Die Untersuchungen der in diesem Vorhaben relevanten Schichteigenschaften sind ein Hauptaspekt des Projekts. Um die Defekte in der Isolationschicht nachzuweisen, werden Untersuchungen mittels Impedanzspektroskopie und Stromdichtepotentialmessung mittels Potentiostat durchgeführt.

Durch die Kooperation mit der Ruhr-Universität Bochum wird zudem die Vernetzung zwischen Industrie und Hochschulen weiter ausgebaut und der Know-how-Transfer durch den Austausch von Mitarbeitern, die so in neuen Methoden der Schichtanalytik geschult werden können, gefördert.

Weitere Informationen:

Dr. rer. nat. Mohamed Mahmoud
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-14
mahmoud@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



KeraIn

Integration von thermisch isolierenden Keramiken zur punktuellen Manipulation des Wärmehaushaltes im Spritzgießprozess

Ziel des Förderprojektes KeraIn, das am 01.04.19 startete, ist das Kaschieren von Bindenähten auf Formteilen mit Hochglanzoberflächen. Zu diesem Zweck werden in die Formteilmbereiche, die eine Bindenaht aufweisen, thermisch isolierende Einleger in die Oberfläche der Kavität eingesetzt. Diese ermöglichen kurzfristig eine punktuell höhere Werkzeugwandtemperatur in der Kavität, mit der sich Bindenähte im Spritzgussprozess kaschieren lassen. Im Fokus des Projektes stehen im Besonderen Sichtbauteile aus amorphen Thermoplasten. Durch eine nachträgliche Beschichtung der Kavität über die Werkstoffkombination hinweg, wird eine gleichmäßige Abformung der Oberfläche durch den Kunststoff gewährleistet. Die Einbringung der notwendigen Wärme für eine erhöhte Werkzeugwandtemperatur erfolgt durch die Wärme der Kunststoffschmelze. Grund hierfür ist die geringere Wärmeleitung des Einlegers im Vergleich zum Stahl. Hierdurch können Bindenähte auch ohne zusätzliche Anlagentechnik und ohne den zusätzlichen Eintrag an Energie optisch kaschiert werden. Aufgrund der Anwendung von Einlegern ist das Verfahren unabhängig von der Größe der Kavität auch auf andere Spritzgusswerkzeuge übertragbar. Neben der KIMW-F beteiligen sich der Formenbau Althaus, das Unternehmen Novoplan und die Ceramaret am Projekt.

Durch umfangreiche Untersuchungen konnte im Zuge des Projektes ein Beschichtungssystem entwickelt werden, welches die technischen Anforderungen erfüllt und den Einleger homogen abdeckt. Um die thermischen Eigenschaften in der Praxis belegen

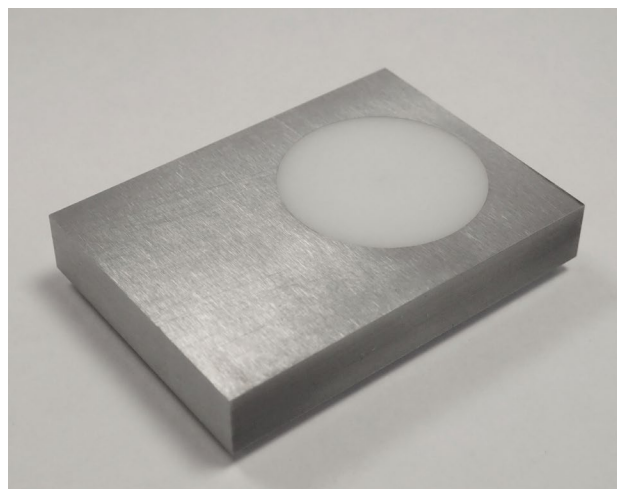


Abbildung: Darstellung eines unbeschichteten Versuchseinsatzes.

zu können, wurden Versuchseinsätze von den Projektpartnern angefertigt und mit unterschiedlichen Verfahrensparametern von der KIMW-F spritzgusstechnisch bemustert.

Hierbei zeigte sich bereits, dass die in Entwicklung befindliche Technologie dazu in der Lage ist, Bindenähte zuverlässig zu kaschieren.

Im weiteren Verlauf des Projektes ist die Übertragung der Technologie auf die Kavität eines seriennahen Formteils geplant, um die Vorzüge in der Serienfertigung untersuchen zu können. Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen die Dauerfestigkeit des Verfahrens und die Prozessstabilität.

Weitere Informationen:

Patrick Engemann, M.Sc.

Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-24

engemann@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Metalldirekt Antenne

Antennenfunktionsintegration in Kunststoffbauteile durch direkteingespritzte Metallstrukturen

Aufbauend auf vorangegangenen Projekten der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH (u.a. „MediMold 2 - Leiterbahnen“) geht das Konsortium innerhalb des vorliegenden Projekts noch einen Schritt weiter. Das Verfahren des Metallgießens soll dazu verwendet werden, eine Kommunikationsschnittstelle direkt in ein Demonstratorbauteil einzubringen. Neben der Positionierung der Antenne zur verwendeten Ansteuerungselektronik, wurden die Umwelteinflüsse im Einsatzbereich und der verwendete Kunststoff berücksichtigt. Dies betrifft aber nicht nur den Kunststoff selbst, sondern darüber hinaus auch noch die Wirkung der eingesetzten Füllstoffe und Additive auf das Antennensystem. Innerhalb der Systemgrenzen kann es je nach Einsatzgebiet außerdem zu weiteren Störfaktoren, wie zum Beispiel Feuchtigkeit oder physischen Hindernissen kommen, deren Einfluss auf die elektromagnetischen Wellen in die Auslegung der Antenne einkalkuliert wurde. Es muss also je nach Einsatzbereich eine für den Anwendungsfall passende Antenne entworfen, modelliert, simuliert und im Anschluss vermessen werden. Zu diesem Zeitpunkt liegt eine aus elektrotechnischer Sicht perfekt ausgelegte Antenne für den Anwendungsfall vor. Dieses Antennenmodell muss nachfolgend auf das Fertigungsverfahren und die dafür verwendete Werkzeugtechnik angepasst werden. Durch die spezifischen Eigenschaften der Metallschmelze, wie zum Beispiel der niedrigen Viskosität im schmelzeflüssigen Zustand oder der hohen Wärmeleitfähigkeit müssen in diesem notwendigen Folgeschritt Anpassungen vorgenommen werden. Neben der Abdichtung der einzuspritzenden Metallstrukturen betrifft dies vor allem die Geometrie

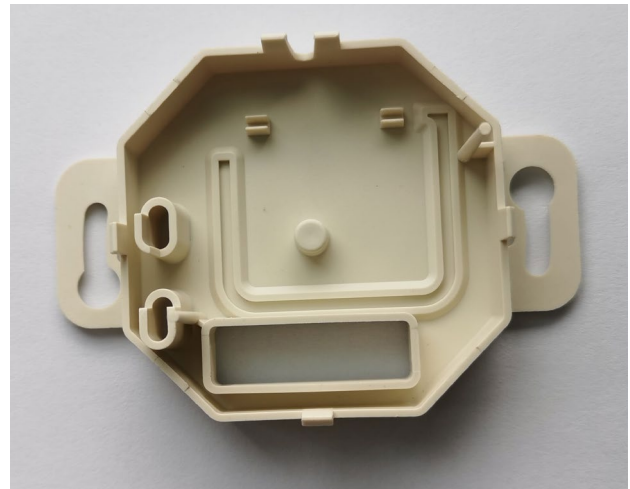


Abbildung: Vorspritzling aus Kunststoff

des Antennensystems (siehe Abbildung). Die Anpassung der Antennengeometrie hinsichtlich einer fließoptimierten Variante liegt hier nah. Obwohl man im Bereich der Antennenauslegung ziemlich große Freiheiten besitzt, muss am Ende immer der, für das gesamte Verfahren, günstigste Kompromiss gefunden werden. Das Zwischenergebnis dieses Prozesses ist in dem obigen Bild zu erkennen und zeigt den vom Konsortium in interdisziplinärer Zusammenarbeit hergestellten Vorspritzling für das spätere Demonstrator-Bauteil mit eingespritzter Antenne.

Dieses Projekt wird in Zusammenarbeit mit der FH-SWF, den Firmen Hurst+Schröder, Funkstuhltechnik und dem Präzisionsformenbau Gärtner umgesetzt.

Weitere Informationen:

Tom Figge, B.Eng.

Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-28

figge@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



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

Nanolight

Entwicklung einer hochfokussierenden statischen Lichteinheit für Fahrzeugscheinwerfer sowie eines großtechnischen Produktionsverfahrens

Fahrzeugscheinwerfer erfüllen eine grundsätzliche Funktion im Fahrzeug, der Ausleuchtung des Fahrzeuges. Bei Dunkelheit ereignen sich 40% aller tödlichen Unfälle, jedoch liegt die Verkehrsdichte bei lediglich 20%. Zulieferer und Hersteller erarbeiten kontinuierlich neue Systeme zur Verbesserung der Fahrbahnausleuchtung und um das Unfall- und Verletzungsrisiko zu minimieren. Der aktuelle Trend liegt im Bereich adaptiver Systeme, die die Beleuchtungsverteilung gezielt an die jeweilige Situation anpasst. Ein großer Nachteil dieser Systeme ist ihre Komplexität. Sie bestehen aus einem geregelten System, dass eine Reihe von Sensoren und Kameras auswertet und die Scheinwerfermatrix ansteuert. Diese stetige Variation der Lichtverhältnisse kann vom Fahrer als anstrengend empfunden werden.

Das im Jahr 2019 gestartete ZIM Projekt beschäftigt sich nun mit der Entwicklung eines Systems, welches sich mit der Optimierung des standardisierten Abblendlichts beschäftigt. Ziel ist ein LED basiertes System das durch die schärfere Abgrenzung der Hell-Dunkel-Grenze eine größere Ausleuchtungsdistanz erreicht und dabei die Blendwirkung vermeidet.

Das nicht zu verhindernde Streulicht der Lichtquelle soll mittels einer optischen Lamelle fokussiert werden. Das Licht wird durch ein Lamellenpaket geleitet, das aus bis zu 50 Einzellamellen besteht, die direkt übereinander gestapelt sind. Das Lamellenpaket wird durch einen Fügeprozess mit der Primäroptik verbunden, sodass die Ausrichtung unter Einsatzbedingungen erhalten bleibt. Eine einzelne Lamelle besteht aus einem transparenten Kunststoff und ist mit einer strukturierten Oberfläche versehen, an der das Licht in die gewünschte Richtung reflektiert wird. Damit wird das Streu-

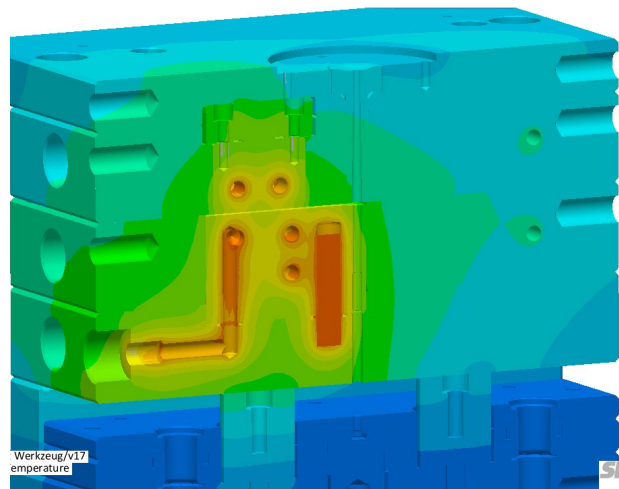


Abbildung: Simulation des variothermen Spritzgießprozesses nach dem Aufheizen vor der Einspritzphase.

licht und somit die Blendwirkung reduziert. Die Oberflächenstruktur der Lamelle wird anhand optischer Simulationen validiert und mittels eines Lithographieprozesses hergestellt. Die Lamelle wird in einem Spritzgieß/Spritzprägewerkzeug hergestellt. Die Prozessführung erfolgt bei Bedarf variotherm zur Verbesserung der Oberflächenabformung. Zur Absicherung der Konstruktion wurde diese anhand zahlreicher Simulationen überprüft. Zuerst wird anhand einer Füllsimulation ein grundsätzlicher Prozess abgebildet, als Ergebnis zeigen sich Problemstellen des Formteils. Nachdem diese beseitigt wurden, wird eine Prozesssimulation durchgeführt, in der das fertig konstruierte Werkzeug mehrere Zyklen durchläuft. In diesem Fall mit einem variothermen Prozess bei dem das Werkzeug während der Einspritzphase aufgeheizt wird, um eine bessere Oberflächenabformung zu erhalten.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Militisch
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-105
militisch@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



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

Replicated Metal Molds

Ein neues Verfahren zur Herstellung metallischer Werkzeugeinsätze für optische Kunststoffbauteile

Die Möglichkeit, hochpräzise optische Bauteile in Massenfertigung zu produzieren, hat unseren Alltag in den letzten Jahren zweifellos bereichert. Durch die Verwendung polymerer Werkstoffe anstelle von Glas lassen sich Gewicht, Materialkosten und ein beträchtlicher Anteil der zur Produktion aufzubringenden Energie einsparen. Jedoch erfordern optische Komponenten eine besondere Fertigungspräzision, die Abweichungen selbst im μm -Bereich nicht toleriert. Gerade bei solchen filigranen Strukturen sind wesentlich häufiger Nachbearbeitungen des Werkzeugs aufgrund von Verschleiß notwendig, will man die Bauteile in konstant hoher Qualität produzieren.

In dem Gemeinschaftsprojekt Replicated Metal Molds werden Werkzeugeinsätze für hochpräzise optische Strukturen wie z.B. Diffraktive Optische Elemente (DOE) durch einen innovativen Abformprozess z.B. von einer polymeren Urform ausgehend reproduziert. Die Innovation: Da eine Direktabformung in Metall aufgrund der hierfür erforderlichen Temperatur der Schmelze nicht funktionieren kann, soll eine Zwischenkopie mittels eines neuartigen, auf Silikatbasis beruhenden Hybridwerkstoffes angefertigt werden. Die an der Universität Freiburg entwickelte, Glassomer getaufte Formmasse besitzt eine hinreichend hohe thermische Formbeständigkeit und erlaubt so gleichsam das „Umkopieren“ optischer Strukturen zum Werkzeugeinsatz über eine stabile Zwischenstufe auf Silikatbasis.

Im zurückliegenden Jahr wurden industriell relevante und repräsentative optische Strukturen als Modell ausgewählt, mithilfe additiver Fertigung und Mikrolithographie erzeugt sowie die einzelnen Kopierschritte hinsichtlich ihrer Abformtreue und des Schwindungspotentials insbesondere beim Sintern des Glassomers evaluiert. Mittels Weißlichtinterferometrie (WLI) wurden auch Tiefeninformationen der gewählten Strukturen in ausreichender Präzisi-

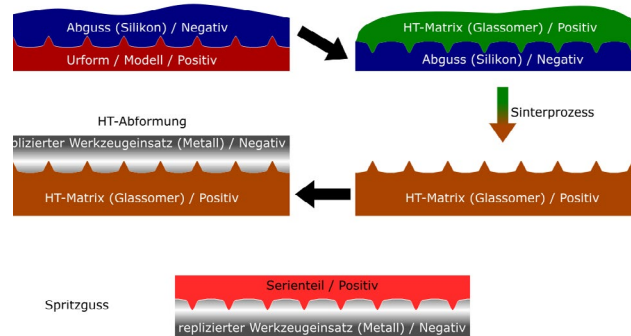


Abbildung 1: Darstellung des Abformprozesses

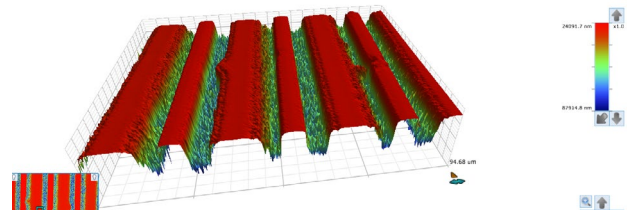


Abbildung 2: Exemplarische Darstellung einer WLI-Messung an einem diffraktiven optischen Gitter

on für quantitative Vergleiche von Legierungen für den letzten Kopierschritt gewonnen. Dabei konnte der schwindungsbedingte Verlust der Abformgenauigkeit durch Wahl der Legierung und Optimierung der Abformparameter deutlich reduziert werden. Die Abmusterungen als Belastungstest solchermaßen generierter Werkzeugeinsätze (in diesem Fall CuSn10) erfolgen im weiteren Projektverlauf. Das Projekt hat eine Laufzeit bis 09/2022 und wird im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gefördert. Projektpartner sind das Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg, polyoptics GmbH aus Kleve, 4D Concepts GmbH aus Groß-Gerau und die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH.

Weitere Informationen:

Dr. rer. nat. Andreas Balster
Telefon: +49 (0) 23 51.10 64-801
balster@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



SUCRE

Entwicklung einer belagreduzierenden und verschleißschützenden MOCVD-Beschichtung zur Beschichtung von hochwärmeleitfähigen Stählen

In der Verpackungsbranche kommt es auf sehr kurze Zykluszeiten an, um eine hohe Ausbringung und geringe Kosten zu erreichen. Daher werden hier bevorzugt Stähle mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit eingesetzt, die allerdings eher dazu neigen, unter erhöhten Temperaturen und sauerstoffhaltiger Atmosphäre Oxidschichten auszubilden. Somit sind die Möglichkeiten der Chemischen Gasphasenabscheidung (CVD) begrenzt.

Im Projekt Sucre werden mehrere Ziele gleichzeitig verfolgt. Die zu applizierende Werkzeugbeschichtung soll einerseits die Werkzeugoberfläche vor Verschleiß schützen. Andererseits soll eine Belagbildung vermieden und ein Korrosionsschutz durch die zu verarbeitenden Kunststoffe und Kühlmedien erreicht werden.

Hierfür wurden zunächst die Anforderungen der Projektpartner (Werkzeugbauer, Anwender, KIMW Forschungs-gGmbH) in einem Pflichtenheft zusammengefasst, das im weiteren Projektverlauf als Richtlinie diente.

Anschließend wurden im Rahmen des zweiten Arbeitspakets Recherchen zu den Schichtsystemen und zu Prozessen durchgeführt. Erste Ergebnisse und Erfahrungen dazu lieferten die Beschichtungsversuche auf kleinen Ronden in der Anlage CVD 0 (Mikro-Anlage). Grundsätzlich werden neue Prozesse immer mit Simulationen begleitet, die das Verhalten der Gasphase unter Druck und Temperatur berechnen. So lassen sich im Vorfeld schon gute Parameter festlegen und Iterationen reduzieren.

Die Aufskalierung auf die größeren CVD-Anlagen 1

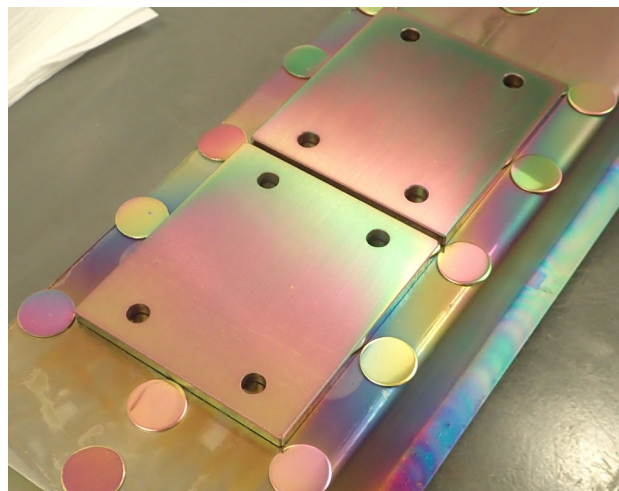


Abbildung: CVD-beschichtete Demonstratorplatten und Münzen für die Impedanz-Spektrometrie

und 2 wurde ebenso erfolgreich umgesetzt wie die Beschichtung von Probekörpern (Münzen Ø20 mm x 1 mm) und einiger Deckplatten des Kühlkanalemonstrators.

In den weiteren Untersuchungen werden nicht nur die bereits beschriebenen Grundeigenschaften der Schichten, sondern auch das Einsatzverhalten im Spritzgießprozess näher untersucht. Dazu steht der KIMW-F beispielsweise ein Spritzgießwerkzeug zur Verfügung, mit dem Emissionen während des Spritzgießens „aufgefangen“ und später im Labor analysiert werden können, um mit diesem Wissen insbesondere einer Belagbildung im Werkzeug gezielt entgegenwirken zu können.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Marko Gehlen
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-124
gehlen@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



TBC-Dünnwand

Höhere Ressourceneffizienz durch erweiterte Dünnwandspritzgießtechnik mittels thermischer Barriere-Schichten (TBC) im Werkzeug

Das Projekt TBC beschäftigt sich mit der Entwicklung von thermischen Barriere-Schichten für Werkzeugoberflächen. Das Ziel solcher Beschichtungen ist eine Verzögerung der Wärmeübertragung vom Kunststoff in das Werkzeug während der Formfüll- und Abkühlphase des Spritzgießprozesses von dünnwandigen Bauteilen.

Die thermomechanischen Eigenschaften von Zirkoniumdioxid hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit und der Wärmedehnungskoeffizienten sind ideal geeignet für die Anwendung dieses Materials als Beschichtung von Spritzgießwerkzeugen. Weiterhin ist es durch die Dotierung von Zirkoniumdioxid während des Beschichtungsprozesses mit Yttrium oder Phosphor möglich, das Material in einer kristallinen oder amorphen Atomanordnung abzuscheiden. Die amorphphasige Schicht weist eine sehr geringe Porosität und gute Isolationseigenschaften auf.

Die CVD (Chemical Vapor Deposition) Technologie ist ein 3D-fähiger Prozess, so dass Werkzeuge mit komplexer Geometrie beschichtet werden können. Mehrere Versuchsserien wurden mit einem Heißwandreaktor und flüssigen metallorganischen Vorläufern an der KIMW-F durchgeführt, um die optimalen Prozessparameter zu ermitteln. Die abgeschiedenen Schichten wurden mittels unterschiedlichen Untersuchungsmethoden hinsichtlich ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften charakterisiert. Es wurde festgestellt, dass die Schichten, die bei höheren Temperaturen abgeschieden wurden, bessere mechanische sowie thermoisolierende (höhere Porosität) Eigenschaften aufweisen (Abbildung 1). Ein Abscheidungsprozess bei niedriger Temperatur von Siliziumdioxid als Haftvermittlungsschicht wurde entwickelt und optimiert, um die Werkzeugeinsätze vor Oxidation während der Beschichtung zu schützen.

In Zusammenarbeit mit der Hochschule Darmstadt als zweiter Forschungsstelle wurde ein Versuchs-

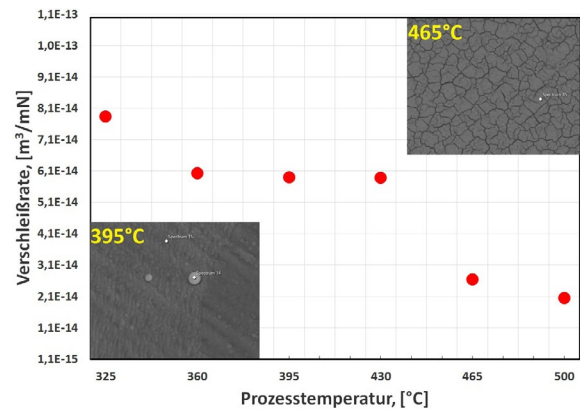


Abbildung 1: Verschleißrate der TBC Schicht für verschiedene Prozesstemperaturen beim Beschichten und REM Aufnahme der Schichtoberfläche

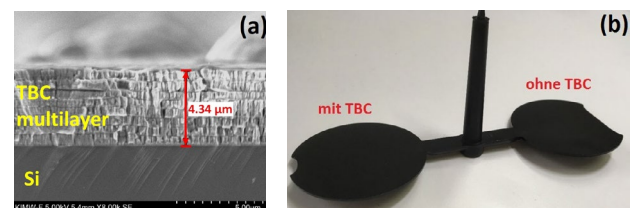


Abbildung 2: REM Aufnahme des Querschnitts der multilayer TBC Schicht (a) und Fähigkeitsnachweis der Schicht (b)

werkzeug gebaut und beschichtet. Die Spritzgießversuche mit beschichteten Einsätzen wurden in der Hochschule Darmstadt durchgeführt. Die Wirksamkeit der Anwendung von TBC Schichten wurde dabei nachgewiesen (Abbildung 2). In weiteren Versuchen müssen die tribologischen Eigenschaften des Systems Schicht/Kunststoffschmelze optimiert werden. In anschließenden Musterungen werden weitere Oberflächeneffekte zwischen der Schicht und der Kunststoffschmelze (z.B. Entformungskraft, Rheologie) untersucht.

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Anatoliy Batmanov
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-13
batmanov@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Übersicht vorwettbewerblicher Eigenforschungsprojekte

Trockenätzen

- ☒ Optimierung der Haftung von Beschichtungen an metallischen Oberflächen
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Frank Mumme

Förderung von Feststoffen

- ☒ Weiterentwicklung der innovativen Precursorförderung
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Frank Mumme

Oxi-Carbidische Hartstoffschichten

- ☒ Abriebfeste und harte Beschichtungen für die Kunststoffverarbeitung
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Frank Mumme

Elektrochemische Untersuchung von dünnen Schichten

- ☒ Elektrochemische impedanzspektroskopische Untersuchung von dünnen oxydischen, carbidischen und nitridischen Schichten
- ☒ Projektleiter: Dr.-Ing. Anatoliy Batmanov

Erzeugung von Nanostrukturen auf Werkzeugoberflächen

- ☒ Verbesserung des Entformungsverhaltens von Kunststoff-Bauteilen, durch geätzte, nanostrukturierte Werkzeugoberflächen
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. Marko Gehlen

Energieverbrauchssimulation

- ☒ DOE Simulation eines Spritzgießwerkzeuges hinsichtlich des Energiebedarfs und Validierung der Ergebnisse.
- ☒ Projektleiter: Dipl.-Ing. (FH) Matthias Militsch

Trockenätzen

Optimierung der Haftung von Beschichtungen an metallischen Oberflächen

Für eine gute Haftung von Beschichtungen ist eine perfekt bearbeitete und gereinigte Oberfläche notwendig. Schon bei der Herstellung von zu beschichtenden Oberflächen müssen Bearbeitungsprozesse so ausgelegt werden, dass Oberflächen ein Minimum an Schädigungen und Oxidschichten aufweisen. Stumpfe Werkzeuge führen z.B. zu verdichteten Oberflächen (Grate, Orangenhaut) oder Oxidschichten aufgrund unzureichender Erodier- und Schleifprozesse. Im Weiteren müssen Oberflächen gereinigt werden. Dies geschieht üblicherweise nasschemisch und im Beschichtungsprozess durch « Beizen » in galvanischen Prozessen oder « Plasmaätzen » in Vakuumprozessen.

Um komplexe Geometrien mit einer gleichmäßigen Schicht versehen zu können entwickelt die Forschungsstelle Prozesse mittels der MoCVD Prozesstechnik. Hierbei werden Temperaturen von maximal 500°C angewendet, um Schichten abzuschneiden. Die Schichtabscheidung erfolgt aufgrund von thermischen Zersetzungsprozessen der zugeführten Chemie (Precursoren). Die hierzu notwendigen Prozesstemperaturen führen an Stahlwerkstoffen zur Bildung einer dünnen Oxidschicht, die zu einer verminderten Haftung führt.

Um dennoch eine gute Haftung zu ermöglichen, wurden von der Forschungsstelle Trockenätz-Prozesse entwickelt, die eine Beseitigung von Oxidschichten an Stahloberflächen vor dem Abscheiden im CVD- Beschichtungsprozess ermöglichen. Im erten Betrieb werden die Werkzeuge auf ca. 300°C erwärmt. Durch Zuführung von reaktiven Prozessgasen werden in einem mehrstündigen Prozess die

Oxidschichten beseitigt.

Die Parametrierung des Prozesses und der Reaktivität der Arbeitsgase haben dabei Einfluss auf die Effizienz der Oberflächenreaktion. So können mittels reduzierenden Kohlenwasserstoffen bei erhöhten Temperaturen ausschliesslich an polierten Oberflächen die gewünschte Wirkung erzielt werden. Durch den Einsatz von halogenhaltigen Gasen ist ein deutlich stärkere Abtrag an vergleichbaren Substraten zu erzielen.

Aufkohlen von austenitischen Stählen mittels Niedertemperatur- Carburierung

Erste Untersuchungen zur Wirkungsweise der Trockenätzprozesse wurden im Zusammenhang mit der Härtesteigerung von Stählen der Klassen 1.4301 (X5CrNi 18-10) und 1.4401 (X5CrNiMo 17-12-2) gesammelt. Durch das Trockenätzen polierter Substratoberflächen konnte im Vakuum bei ca. 350°C und nachträglicher Carburierung eine Härtesteigerung von 1.4301 um den Faktor drei (3 GPa zu 9 GPa) festgestellt werden.

Diese Härtesteigerung ist nur erreichbar durch eine Beseitigung der natürlich vorhandenen Chromoxidschicht an der zu behandelnden Substratoberfläche. Diese Vorgehensweise soll zukünftig auf den Vorgang des « Trockenätzens » reduziert genutzt werden, um für eine anschliessende Beschichtung die Oberfläche von Oxidschichten zu beseitigen und die Haftung zu optimieren.

Weitere Informationen:

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

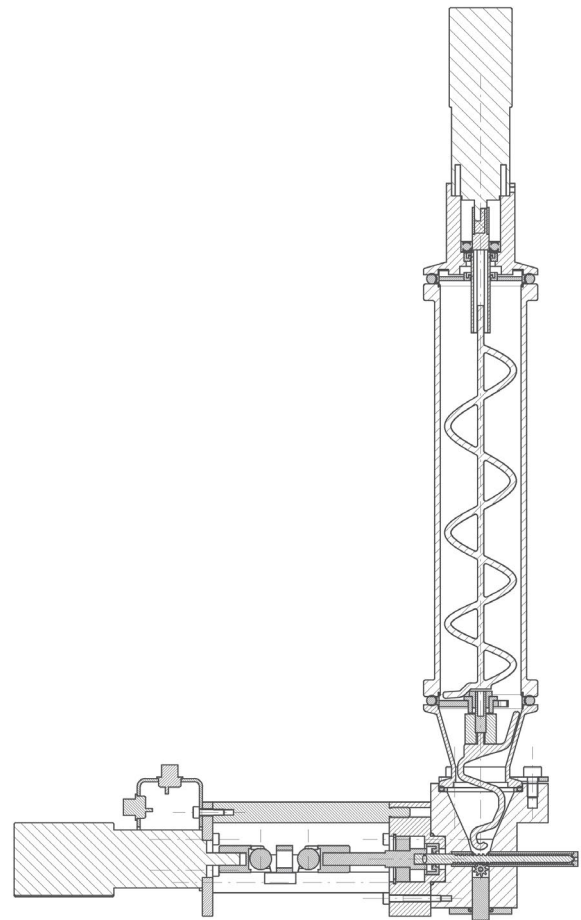
Förderung von Feststoffen

Weiterentwicklung der innovativen Precursorförderung

Die chemische Gasphasenbeschichtung ermöglicht das Beschichten komplexer Geometrien mit homogenen und gleichförmigen Schichten. Im Besonderen der Einsatz metallorganischer Precursorchemie ermöglicht die Abscheidung einer Vielzahl von oxidischen, nitridischen, carbidischen, boridischen oder einer Mischung der selben bei Prozesstemperaturen unter 500°C. Hierfür werden empfindliche Precursorsysteme eingesetzt, die eine sichere Handhabung und die speziell ausgerüstete Precursorzuförderung und vakuumdichte Anlagenausstattung erfordern. Für die Abscheidung von carbidischen und nitridischen Schichten der Metalle Molybdaen und Chrom wurden im Jahresverlauf gute Fortschritte erzielt. Hierbei stand im Vordergrund die eingesetzten Precursoren mit den eigens entwickelten Feststoffförder- und Verdampfungssystem* verlässlich über längere Prozesszeiträume fördern zu können. Hierzu war eine Anpassung der verbauten Komponenten Mischwerk und Förderschnecke auf den jeweiligen Precursor notwendig.

Die Förderung von pulverförmigen Stoffen in Minimalmengen ist der Kern der Eigenentwicklung, die es ermöglicht kommerziell erhältliche Precursoren für die Schichtabscheidung zu nutzen. Innovativ ist hierbei die Trennung von Förderung und Verdampfung der im Gasstrom zugeführten Chemie. Herkömmliche Systeme erhitzen eine große Menge der empfindlichen Precursoren, die sich über längere Zeiträume zersetzen und zu ungewünschten Schichteigenschaften führen.

Das entwickelte System trennt die Dosierung und Verdampfung durch eine Förderung der Pulverpartikel im Vakuum mittels Gasstrom bei Raumtemperatur. Im nachgeschalteten Verdampfer wird der feste Precursor spontan erhitzt und verdampft bei einer regelbaren Temperatur. Eine vorzeitige Precursorzersetzung wird ausgeschlossen. Somit kann über praktisch unbegrenzte Zeiträume eine gleichmäßige Schichtabscheidung aufrechterhalten werden.



*Abbildung: Schnittdarstellung des Feststofffördersystems * Patentierte Technologie: Deutschland, in Prüfung: Europa, eingereicht: weltweit*

Das Fördersystem ermöglicht aktuell eine regelbare Fördermenge von 0,3-10 g/h. Die Temperatur im Verdampfer wird von Raumtemperatur bis zu 250°C geregelt. Im Aufbau ist eine Sensorik vorhanden, die eine Regelung der Precursormenge ermöglicht.

Weitere Informationen:

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

Oxi-Carbidische Hartstoffschichten

Abriebfeste und harte Beschichtungen für die Kunststoffverarbeitung

Die chemische Gasphasenbeschichtung ermöglicht das beschichten komplexer Geometrien mit homogenen und gleichförmigen Schichten. Im besonderen der Einsatz metallorganischer Precursorchemie ermöglicht die Abscheidung einer Vielzahl von nitridischen und carbidischen Schichten oder einer Mischung der selben bei Prozesstemperaturen unter 500°C.

Die Abscheidung von Chrom- und Molybdaenschichten ermöglicht die Kombination von Carbiden mit sauerstoffreichen Phasen. Dies ermöglicht eine hohe Abriebfestigkeit und geringe adhäsive Oberflächeneigenschaften.

Die für die Schichtabscheidung eingesetzten Carbonyl-Precursoren ($\text{Me}(\text{CO})_x$) zeigen in ihrer Zersetzung unterschiedliches Verhalten. Die aktuell verwendeten Carbonyle der Metalle Wolfram, Molybdän und Chrom weisen ein gegenüber Sauerstoff unterschiedliches Reaktionsverhalten auf. Oberhalb von ca. 160°C zersetzen sich Carbonyle in Bestandteile der im Molekül enthaltenen Elemente. Für Wolfram ist ein Übergewicht der Bildung von Wolfram (W) und Kohlenmonoxid (CO) gegeben. Für Chrom besteht eine deutlich höhere Affinität zu Sauerstoff (O). Molybdän liegt im Verhalten zwischen den beiden Elementen.

Sauerstoffhaltige Chromschichten für geringadhäsive Hartstoffschichten

Die Eigenart von Chromcarbonyl ($\text{Cr}(\text{CO})_6$) neben CrC auch Oxide auszubilden, soll genutzt werden, um das Haftvermögen an Werkzeugoberflächen

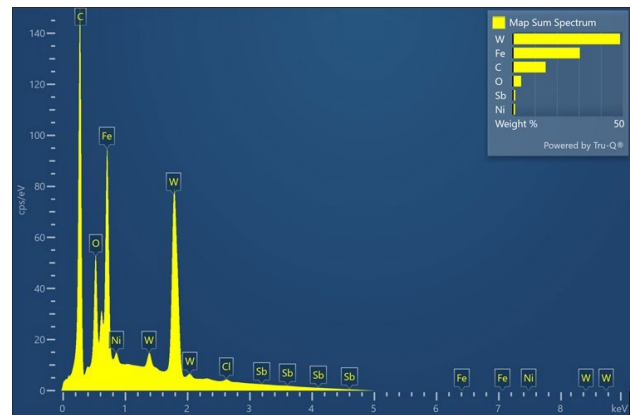


Abbildung: WC EDX

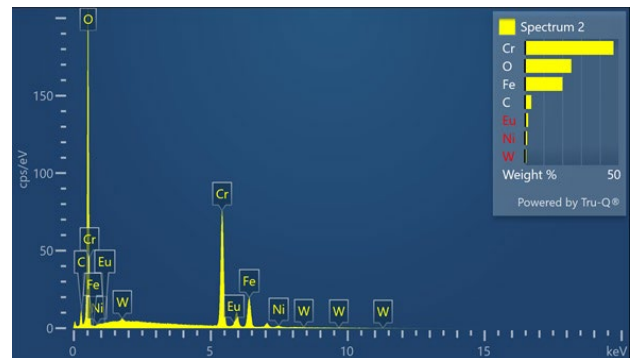


Abbildung: EDC CrC

deutlich zu reduzieren. Im Focus der Entwicklung stehen zukünftig duroplastische Formmassen sowie Elastomere auf der Basis von PUR.

Weitere Informationen:

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

Elektrochemische Untersuchung von dünnen Schichten

Elektrochemische impedanzspektroskopische Untersuchung von dünnen oxydischen, carbidischen und nitridischen Schichten

Die Impedanzspektroskopie ist eine zerstörungsfreie Methode, die die Antwort eines Systems auf die angelegte Wechselstrombelastung untersucht. Jedes System sowie jeder Vorgang in dem System kann mittels einer Kombination von Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten modelliert und beschrieben werden. Die Messstation für die elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) besteht aus einem Potentiostat/Galvanostat, einem Frequenzganganalysator sowie einer Steuer- und Auswertesoftware (Abbildung 1).

Die Hauptanwendungsbereiche der Impedanzspektroskopie sind die Physik bzw. die Materialwissenschaft, wobei z. B. die Leitfähigkeitsmechanismen von Festkörpern oder Kunststoffen untersucht werden können. Ein weiterer Schwerpunkt, die Elektrochemie, kann zur Untersuchung von Batterien und Brennstoffzellen sowie von Korrosionsprozessen eingesetzt werden.

Die Probe, z. B. eine beschichtete Metallmünze, wird in einen flüssigen Elektrolyten getaucht, um die Korrosionsbeständigkeit der Beschichtung zu untersuchen. Sollte es zu einem Kontakt zwischen Elektrolytlösung und Substratmaterial kommen, gehen die Metallionen in Lösung und freie Elektronen bleiben zurück. Bei Wechselstrom bauen sie aufgrund von Polarisationsprozessen einen Kondensator C_{dl} und parallel zu diesem einen Widerstand R_p auf (Abbildung 2 links). Das Ersatzschaltbild beschreibt den Korrosionsvorgang so, dass der Korrosionswiderstand direkt aus den Messergebnissen abgelesen werden kann. Die nichtleitende Beschichtung weist einen hohen elektrischen Widerstand bei Gleichstrom auf und verhält sich wie ein Kondensator C_{cpc} bei Wechselstrom. Im Fall von Defekten, z. B. Poren oder Rissen, in der Schicht wird der Widerstand der Lösung in den Poren R_{por} gemessen (Abbildung 2 rechts). Das Impedanzspektrum kann als Nyquist- oder Bode-Diagramm (Abbildung 3) dargestellt werden.

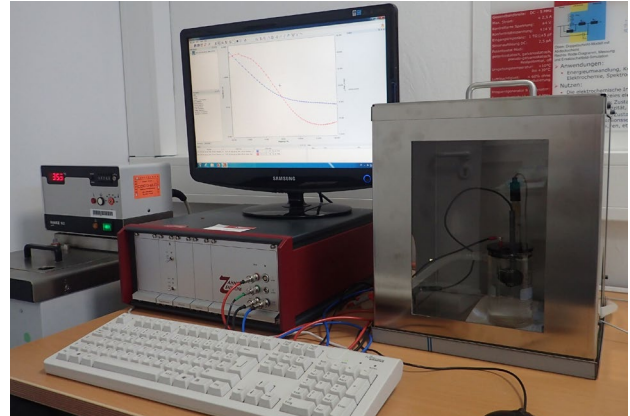


Abbildung 1: EIS Messstation

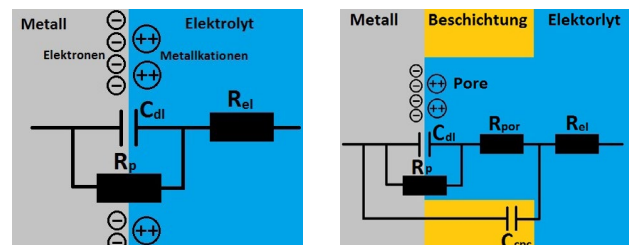


Abbildung 2: Ersatzschaltbild für ein Metall/Elektrolyt (Doppelschicht-)Modell (links) und für ein Metall/Beschichtung/Elektrolyt Modell (rechts)

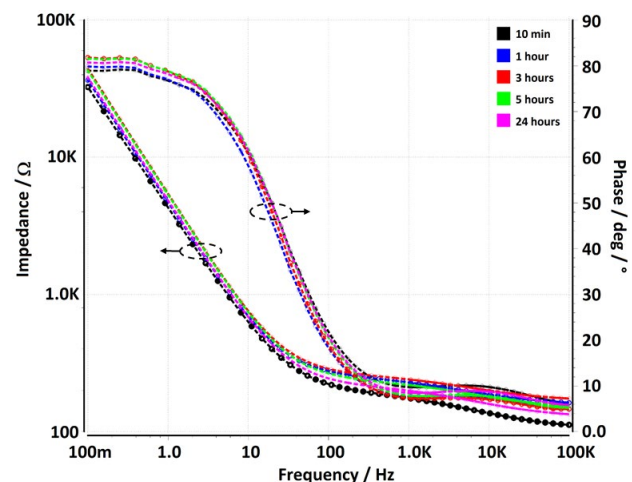


Abbildung 3: Gemessene Impedanzspektren (Bode-Diagramm) einer in der KIMW-F entwickelten Korrosionsschutzschicht in einem Zeitraum von 24 Stunden

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Anatoliy Batmanov
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-13
batmanov@kunststoff-institut.de

Erzeugung von Nanostrukturen auf Werkzeugoberflächen

Verbesserung des Entformungsverhaltens von Kunststoff-Bauteilen durch geätzte, nanostrukturierte Werkzeugoberflächen

Die Entformung von Bauteilen aus Spritzgießwerkzeugen stellt einen elementaren Prozessschritt dar, der auch nach dem eigentlichen Einspritzen die Qualität des Bauteils beeinflusst. Seien es Entformungsriefen im Bereich der Trennebene oder auch Deformationen, die durch einen erhöhten Entformungswiderstand hervorgerufen werden. Einfallstellen können gerade an Bauteilen mit hochglanzpolierten Oberflächen sehr leicht ausgespiegelt werden. Ein probates Mittel ist dabei, den Nachdruck soweit zu erhöhen, dass diese Bereiche durch zusätzliche Masse „ausgefüllt“ werden. Nachteil dieser Vorgehensweise ist, dass die Schwindung reduziert wird, und sich so die Entformung verschlechtert. Schließlich wird der erforderliche Druck durch die Auswerfer auf das Bauteil höher, was wiederum zu lokalen Verformungen führen kann (Weißbruch, Markierungen auf der Oberfläche).

Mit dem hauseigenen Spritzgießtribometer konnte bereits nachgewiesen werden, dass besonders Hochglanzpolituren gegenüber strichpolierten Oberflächen hinsichtlich der Entformungseigenschaften (Ablösemoment und Gleitreibung) Nachteile aufweisen.

Um insbesondere das Lösen und Herausgleiten aus der Kavität zu erleichtern, wurde ein spezielles Ätzverfahren entwickelt. Hiermit ist es möglich, hochglänzende Werkzeugoberflächen derart zu verändern, dass sich das Entformungsverhalten deutlich verbessert, sich die Optik des Werkzeugs jedoch nicht sichtbar verändert.

In nachfolgender Abbildung wird dieser Sachverhalt am Beispiel von Polypropylen (PP) aufgezeigt. Auf

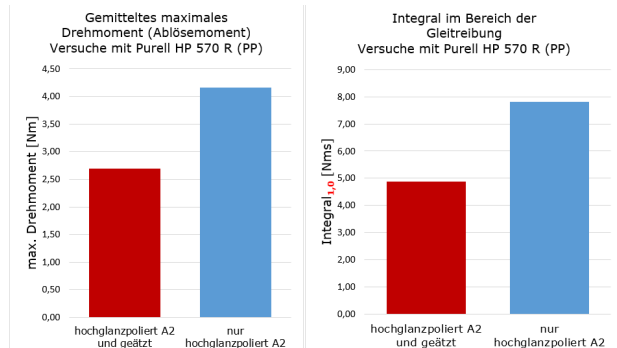


Abbildung: Vergleich von polierter zu polierter und geätzter Oberfläche hinsichtlich Entformung

der linken Seite ist der Unterschied der maximalen Ablösemomente von 4,16 Nm bei der unbehandelten Prüfrunde bzw. 2,69 Nm bei der geätzten Runde dargestellt, was einer Reduzierung von 35,3 % entspricht. Aber auch die Analyse des Gleitintegrals zeigt eine deutliche Abnahme der zu verrichtenden Arbeit. Hier nimmt das Gleitintegral von 7,82 Nms auf 4,87 Nms ab. Damit ergibt sich eine um 37,7 % geringere Reibung bei der geätzten Variante.

Diese erfolgreich durchgeführten Versuche zeigen, dass die Technologie noch viel Potential bietet, die Entformung von Bauteilen zu optimieren, ohne grundsätzlich das Werkzeuglayout infrage stellen zu müssen. So bietet sich dieses Verfahren auch insbesondere dort an, wo Bestandswerkzeuge die beschriebenen Schwächen (Einfallstellen etc.) aufzeigen.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Marko Gehlen

Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-124

gehlen@kunststoff-institut.de

Energieverbrauchssimulation

DOE Simulation eines Spritzgießwerkzeuges hinsichtlich des Energiebedarfs und Validierung der Ergebnisse

Ressourcenschonung und Klimaneutralität sind Schlagworte, die auch vor der Kunststoffindustrie nicht Halt machen. Immer mehr Abnehmer von Waren verlangen die Produktion CO₂-neutraler Bauteile, sowohl in den Bereichen Verpackung, als auch für Interieur- oder Strukturbauteile in Kraftfahrzeugen oder der Konsumgüterindustrie.

Die Maschinentechnik und deren Peripherie werden immer energieeffizienter, die Einstellung der Prozesse direkt an der Maschine geschieht aber mit Fokus auf die Teilequalität. Hier kann ein zusätzlicher Optimierungsschritt weitere Einsparungen bringen. Dazu soll die Simulationstechnologie zu Hilfe genommen werden, um die Einsparpotentiale bei gleichbleibender Produktqualität aufzuzeigen.

Die Simulationsprogramme bieten bereits viele Möglichkeiten, die Eigenschaften der Bauteile bereits vor der Produktion zu berechnen und anzupassen. Ebenso kann beispielsweise der Energiegehalt der Kunststoffschmelze und der Energiebedarf des Temperiermediums als Ergebnis ausgegeben werden.

Durch die Simulation einer vollfaktoriellen Versuchsmatrix wurde der Energiebedarf des Prozesses in Abhängigkeit der Werkzeugtemperatur, der Masstemperatur und der Zykluszeit analysiert. Dabei konnte herausgestellt werden, welche Prozessparameter den größten Einfluss auf den Energiebedarf bei gleichbleibender Formteilqualität haben. Da es sich bei den berechneten Ergebnissen aber ausschließlich um die Wärmeenergien handelt, werden Energien, die sich außerhalb des Bilanzraumes befinden nicht berücksichtigt. Dazu zählen z. B. die Antriebe und die Elektrik der Spritzgießmaschine und die Pumpen der Temperiergeräte. Die Abbildung zeigt die in der Simulation ermittelte Leistung in Abhängigkeit der verarbeiteten Menge Kunststoff. Es wird deutlich, dass sowohl geringe Temperaturen als auch kurze Zykluszeiten die wenigste Leistung benötigen.

Bei dem simulierten Werkzeug handelt es sich um ein Zweifach – Probekörperwerkzeug, welches Platten in der Größe 60 x 60 mm herstellt.

Im weiteren Verlauf soll hier eine Korrelation mit verschiedenen Maschinen und Peripheriegeräten

Versuchsreihe	Werkzeugtemperatur [°C]	Masstemperatur [°C]	Zykluszeit [s]
1	80	280	10
2	100	280	10
3	120	280	10
4	80	300	10
5	100	300	10
6	120	300	10
7	80	320	10
8	100	320	10
9	120	320	10
10	80	280	20
11	100	280	20
12	120	280	20
13	80	300	20
14	100	300	20
15	120	300	20
16	80	320	20
17	100	320	20
18	120	320	20

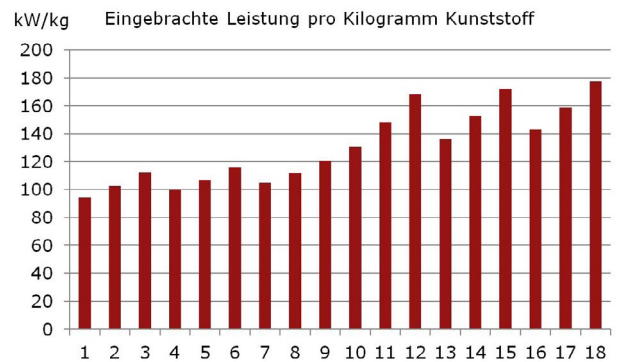


Abbildung oben: Versuchsmatrix der vollfaktoriellen Simulation

Unten: Ergebnisse der Simulation, umgerechnet in eingebrachte Leistung pro Kilogramm Kunststoff

hergestellt werden, die auf Basis der Simulationsergebnisse eine Aussage über den gesamten Energiebedarf des Prozesses geben kann. Damit ist dann die energetische Optimierung eines Spritzgießprozesses planbar und kann im Voraus am Rechner durchgeführt werden.

Prozessoptimierungen können daraufhin hinsichtlich des Energiebedarfs durchgeführt werden. Damit ist ein weiterer Schritt in Richtung CO₂ Neutralität gelungen.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Militsch

Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-105

militsch@kunststoff-institut.de

Netzwerke

FOresight

☞ ZIM-Kooperationsnetzwerke

MUPAM

☞ ZIM-Kooperationsnetzwerke

PURWerk

☞ ZIM-Kooperationsnetzwerke,
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

CAM-SYS-4.0

☞ ZIM-Kooperationsnetzwerke,
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Forschung International

☞ Zusammenarbeit mit der Region Okzitanien,
BMBF-CAP-Projekte

FOresIght

ZIM-Kooperationsnetzwerke

Als Mitinitiator beteiligt sich die KIMW-F am Netzwerk für Funktionsintegration und neue Oberflächen für das Automobil-Interieur der Zukunft. Im Vordergrund von FOresIght stehen Unternehmen des Werkzeug-/Formenbaus, Zulieferer von Teilen und Komponenten, die die bidirektionale Kommunikation mit den OEMs sowie Tier-1-2 suchen und passgenaue Forschungs- und Entwicklungsprojekte anstreben.

Die KIMW-F beteiligt sich dabei an Themenfeldern aus den Bereichen der Hinterspritztechnik, der gedruckten Elektronik, Beleuchtungsanwendungen und allgemeinen Design- und Integrationskonzepten.

In diesem Jahr wurden Netzwerk- sowie Arbeitsgruppentreffen digital durchgeführt. Dabei wurden Themen, wie die Auswirkung der Covid-19-Pandemie auf den Fahrzeugabsatz diskutiert. Ebenso konnten Veränderungen des Marktes und vor allem der Marktakteure durch die Abkehr vom Fahrzeugbesitz zum Car Sharing und das autonome Fahren mit Connectivity-Dienstleistungen erörtert werden.



Weitere Informationen:

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

MUPAM

Mit dem Netzwerk MUPAM – Multiplikative Produkte im Additive Manufacturing – erweitert die KIMW-F in einem Fachnetzwerk ihre Expertise zu den Zukunftstechnologien der additiven Fertigung. Das 2019 gestartete Netzwerk hat Partner aus kleinen und mittleren (KMU) sowie größeren Unternehmen und Forschungseinrichtungen und deckt damit die gesamte Wertschöpfungskette ab. Im Jahr 2020 wurde die zweite Phase gestartet. Auf zwei Projekttreffen wurden erste Projektideen besprochen und mögliche Projektkonsortien definiert. Die Ergebnisse wurden in einer Technologieroadmap zusammengefasst, um das mittel- und langfristige Bestehen des Netzwerks zu sichern.

Die additiven Fertigungsverfahren werden von führenden Marktanalysten als eine der zukunftsweisenden Technologien mit enormen Wachstumsraten gesehen.

Ziel des Netzwerks ist es, innovative Produkte, Verfahren und Dienstleistungen mit Hinblick auf eine einfache Technologieintegration im Unternehmen zu entwickeln und damit Potenziale zu erschließen. Auch in diesem Netzwerk ist ein Beitritt weiterer Unternehmen jederzeit möglich.



DAS INNOVATIONSNETZWERK MULTIPLIKATIVE
PRODUKTE IM ADDITIVE MANUFACTURING

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Ruben Schlutter
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-821
schlutter@kunststoff-institut.de

PurWerk

ZIM-Kooperationsnetzwerke

Die KIMW-F ist Gründungsmitglied des ZIM-Kooperationsnetzwerks PurWerk - Innovative Werkzeugtechnik für InMould-Coating. Dieses Netzwerk dient dazu die Technik des Lackierens im Werkzeug weiter zu entwickeln. Bei dieser Technik wird das Bauteil in der Spritzgussmaschine in einer zweiten Kavität direkt lackiert sodass Logistik- und Reinigungsschritte gespart werden können.

Diese aktuell noch vergleichsweise seltene Technik bietet eine große Designfreiheit und gute Materialeigenschaften. Gerade die Werkzeugtechnik für das Lackieren im Werkzeug stellt sehr hohe Anforderungen an alle beteiligten und benötigt weitere Entwicklungen um für neue Branchen interessant und wirtschaftlich zu sein.

Die geplanten Forschungsprojekte beschäftigen sich unter anderem mit mehrdimensionalen Abdichtsystemen, dynamisch beheizten Dichtsystemen und antiadhäsiven Beschichtungen.



Weitere Informationen:

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

Gefördert durch:



CAM-SYS-4.0

Mikrooptiksysteme aus Kunststoff

Die optischen Technologien gelten als Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. In vielen Anwendungsbereichen, wie der industriellen Bildverarbeitung, Medizintechnik und in der Beleuchtungstechnik, gibt es Bedarf für mikrooptische Systeme aus Kunststoff. Im Gegensatz zu Glas gibt es weitreichende Vorteile durch den Spritzgießprozess, das geringere Gewicht sowie die Integration von Funktions- und Befestigungselementen. Durch immer kompaktere Bauformen von Kameralinsen und Sensoren werden die optischen Systeme im Mikrospritzguss gefertigt.

Im ZIM-Kooperationsnetzwerk soll der Bedarf an Mikrooptiksystemen analysiert und Realisierungswege aufgezeigt werden. Daraus ergeben sich für OEMs aus den verschiedensten Branchen neue Anwendungsgebiete. Das Netzwerk besteht gleichermaßen aus kleinen und mittelständischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen sowie größeren Unternehmen als assoziierte Partner. Die Akteure sind in den Bereichen Werkzeugbau, Peripherie für Maschinen und Zubehör, Materialhersteller, Messtechnik und Automatisierung sowie Anwender in der Kunststoffverarbeitung. So wird die gesamte Wertschöpfungskette im Netzwerk dargestellt und durch gemeinsame und angewandte F&E-Aktivitäten mit ausgewiesenen Forschungspartnern erarbeitet und getestet.



Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Militsch
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-105
militsch@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Forschung International

Zusammenarbeit mit der Region Okzitanien, BMBF-CAP-Projekte

Im Jahr 2018 wurden die drei CAP Förderprojekte TBC- Thermische Barriere-Schichten für die Kunststoffverarbeitung, CPC – Korrosionsfeste Werkzeugoberflächen mittels Dünnschichttechnologie und BNP-Biozide Nanopartikel für Kunststoffoberflächen ins Leben gerufen.

Unter dem Schirm der beiden Netzwerke des KIMW und der französischen Plastipolis werden in der Zusammenarbeit mit französischen Industrie- und Forschungspartnern drei Forschungsthemen bearbeitet, die zum Ziel haben, Know-how und Märkte miteinander zu verbinden.

Zentraler Forschungspartner ist die Universität Toulouse und seine angegliederten Carnout Institute (CNRS), vergleichbar mit der deutschen Fraunhofer-Gesellschaft. Die einzelnen Projekte werden von deutsch-französischen Konsortien unterhalten. Auf deutscher Seite werden die Projekte von Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), in Frankreich vom französischen Finanzministerium (BPI) und der beteiligten französischen Regionen gefördert. Auf deutscher Seite werden die Projekte unter dem Leitthema « CAP » (Coatings and Partikel for Plastics) auf französischer Seite « RIF » (Revêtements Innovants et Fonctionnels pour la plasturgie) gefördert.



Abbildung: Treffen in Bingen

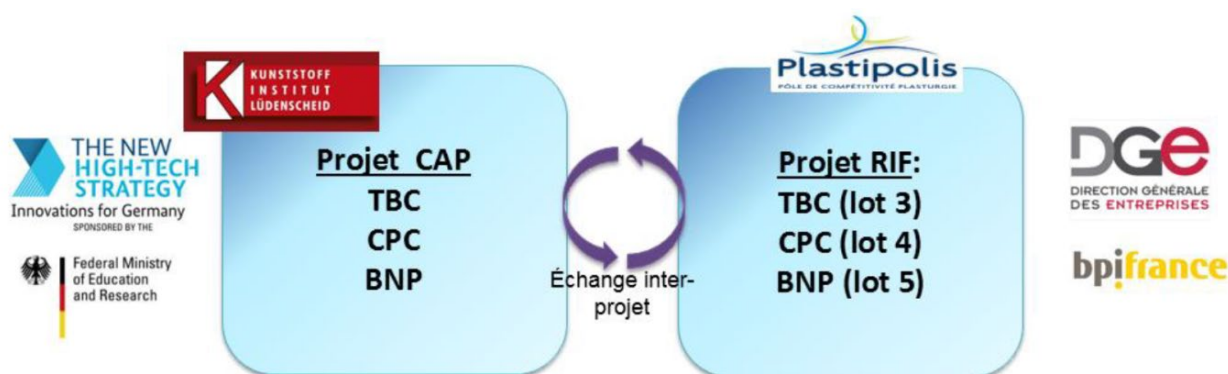
Internationales CAP-RIF Treffen

Zu einem internationalen Erfahrungsaustausch trafen sich über 40 Projektpartner im Januar des Jahres in Bingen am Rhein. Hier wurden die drei Einzelprojekte vorgestellt, um ein übergreifendes Verständnis für die Zusammenarbeit zu feststellen. In Einzelgruppen wurden dann die zukünftigen Arbeitsinhalte der Projekte thematisiert.

Aufgrund der Corona Beschränkungen wurden die darauffolgenden Treffen erfolgreich über Web-Konferenzen abgehalten.

Weitere Informationen:

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



Ausstattung und Service

Prüfen & Analysieren

- ☒ Digital-Mikroskopie
- ☒ Impedanzspektroskopie
(Electrochemical Workstation)
- ☒ Kalottenschliffgerät
- ☒ Leuchtdichtemessung
- ☒ Mikro-/Nano-mechanisches Messgerät
- ☒ Rasterelektronenmikroskop
- ☒ Röntgenfluoreszenzanalysator
- ☒ Restgasanalysator (RGA)
(Quadrupole Mass Spectrometer)

Beschichtungstechnik

- ☒ CVD 0
- ☒ CVD 1
- ☒ CVD 2
- ☒ CVD 3
- ☒ CVD 4

Beratung

- ☒ InnoLab – Alles über Förderung

Multi-Physik-Simulation

- ☒ Durch Simulation schneller zum Ziel

Prüfen & Analysieren

Seit Bestehen der Forschungsstelle wurde die Infrastruktur im Bereich der Prüftechnik und Analytik kontinuierlich ausgebaut. Nachstehend erläuterte Prüf- und Analysegeräte stehen für wissenschaftliche und praxisrelevante/normative Fragestellungen für F&E-Projekte und für Auftragsforschung zur Verfügung:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| ☒ Digital-Mikroskopie | ☒ Impedanzspektroskopie |
| ☒ Leuchtdichtemesskamera | ☒ Kalottenschliff |
| ☒ Mikro-/Nanomechanisches Messgerät | ☒ Rasterelektronenmikroskop |
| ☒ Restgasanalyse | ☒ Röntgenfluoreszenzanalysator |

Digital-Mikroskopie

Die Digitalmikroskopie ermöglicht zwei- und dreidimensionale Bildaufnahmen u.a. zur Qualitätssicherung und -kontrolle, Fehleranalyse oder Schichtdickenbestimmung nach dem Kalottenschliff.

Motorisierter Tisch :

- ☒ Verfahrbereich (xy) 130×100 mm (z): ~60 mm

Optischer Zoom:

- ☒ Zoom-Faktor: 10-fach
☒ Zoombereich: 0,5× bis 5,0×

Objektiv :

- ☒ PlanApo D 5,0x/0,3 FWD 30 mm

Beleuchtung :

- ☒ Koaxiales LED-Auflicht
☒ LED-Ringbeleuchtung mit 4 einzeln wählbaren Segmenten

Stativ:

- ☒ Neigungswinkel (codiert): $\pm 45^\circ$
☒ Max. Probengröße: ~120 mm

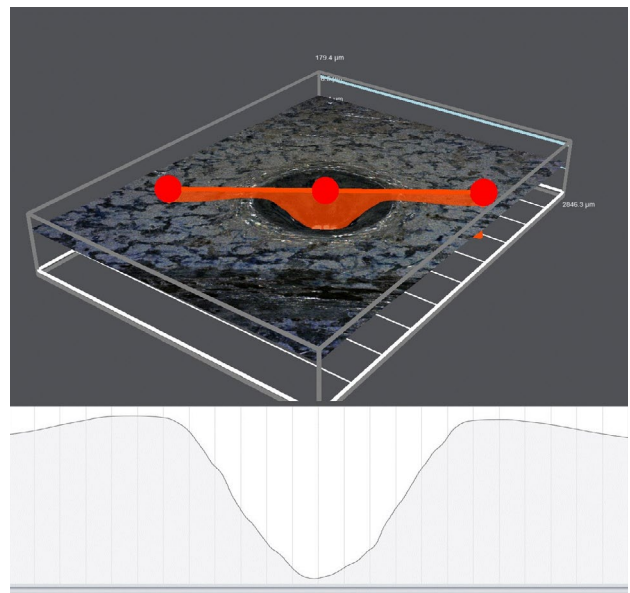


Abbildung: Darstellung einer Höhenprofilmessung

Weitere Informationen:

Dipl.-Chem. Martin Ciaston
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-26
ciaston@kunststoff-institut.de

Impedanzspektroskopie (Electrochemical Workstation)

Die elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) ist ein zerstörungsfreies elektrisches Messverfahren. Es ermöglicht die Zustandsuntersuchung von festen Materialien (z.B. Porosität, Dielektrizität, etc.) oder elektrochemischen Systemen (Korrosion, Korrosionsschutz, Passivierung, Brennstoffzelle, Batterien, etc.).

Allgemeine technische Features:

- ☑ Gesamtbandbreite: DC – 5 MHz
- ☑ Max. Strom: $\pm 2,5$ A
- ☑ Kontrollierte Spannung: ± 10 V / ± 4 V
- ☑ Konformitätsspannung: ± 14 V
- ☑ ADC Auflösung: 18 bit
- ☑ Harmonic reject: > 60 dB @ $\frac{1}{2}$ full scale
- ☑ Potentiostat modes: potentiostatic, galvanostatic, pseudogalvanostatic, rest potential, off
- ☑ Umgebungstemperatur: $+10^{\circ}\text{C}$ bis $+30^{\circ}\text{C}$
- ☑ Luftfeuchtigkeit: $< 60\%$ ohne Derating

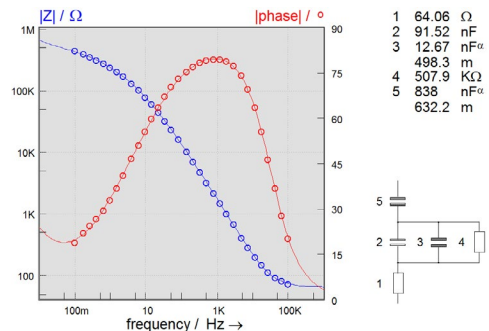


Abbildung: Ergebnis der Impedanzspektroskopie als Bode-Diagramm

Frequenzgenerator & Analysator:

- ☑ Frequenzbereich: 10 μHz – 4 MHz
- ☑ Genauigkeit: $< 0.0025\%$
- ☑ Auflösung: 0.0025%, 10000steps/decade

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Anatoliy Batmanov
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-13
batmanov@kunststoff-institut.de

Kalottenschliffgerät

Das Kalottenschliffgerät ermöglicht in Kombination mit der Licht-/Digitalmikroskopie eine Schichtdickenmessung. Mit einer Stahlkugel und einer Schleifsuspension wird eine Kalotte in die Schicht bis zum Grundmaterial geschliffen. Mittels Lichtmikroskop wird anschließend der Durchmesser der entstandenen Kreise ausgewertet, und in die Dicke der Schicht umgerechnet.

Zusätzlich kann die Verschleißbeständigkeit von Schichten bestimmt werden. In diesem Fall wird eine Kalotte nicht bis in das Grundmaterial, sondern nur in die Schicht geschliffen. Anschließend wird das spezifische Abtragungsvolumen analysiert.

Weitere Informationen:

Dr. rer. nat. Mohamed Mahmoud
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-14
mahmoud@kunststoff-institut.de

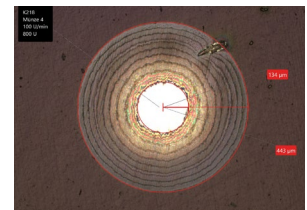
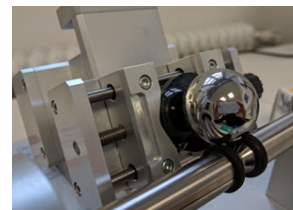


Abbildung links: Kalottenschliffgerät
Abbildung rechts: Analyse der Schichtdicke im Lichtmikroskop.

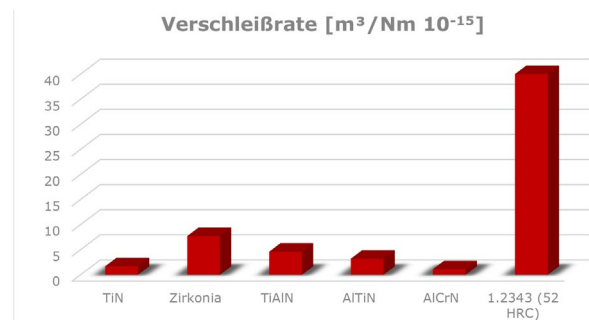


Abbildung 3: Darstellung der Messergebnisse zur Verschleißbeständigkeit von verschiedene Schichten.

Leuchtdichtemessung

Eine Leuchtdichtemesskamera ist ein bildgebendes System zur flächigen Vermessung von leuchtenden oder beleuchteten Oberflächen.

Insbesondere im automobilen Interieur, werden Informationsdarstellungen als Symbolbeleuchtungen dargestellt. Sowohl die Leuchtdichte, die Leuchtdichteverteilung als die Lichtfarbe können mit dem Leuchtdichtemesstand blickwinkelabhängig an Symbolbeleuchtungen oder Ambientebeleuchtungssystemen charakterisiert werden. Das System beinhaltet eine optische Bank, mit der die Kameraentfernung auf bis zu 2 m vom Bauteil eingestellt werden kann.

Technische Features:

Typ: LMK5-5 Color

- ☐ Auflösung: 2448 x 2050 Pixel
- ☐ Dynamikbereich: Farb-High-Dynamic
Messung 1 :10.000.000 (~140 dB)

Messgrößen:

- ☐ Leuchtdichte L (cd/m^2)
- ☐ Farbkoordinaten x, y
- ☐ Unterstützte Farbräume: RGB, XYZ, sRGB, EBU-RGB, User, Lxy , Luv , $Lu'v'$, $L*u*v*$, $C*h*s*uv$, $L*a*b*$, $C*h*ab$, HIS, HSV, HSL, WST²

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Militsch
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-105
militsch@kunststoff-institut.de



Abbildung 1: Leuchtdichtemesskamera LMK5-5 Color

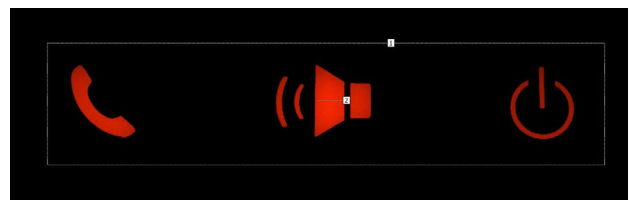


Abbildung 2: Farbbild einer Symbolbeleuchtung

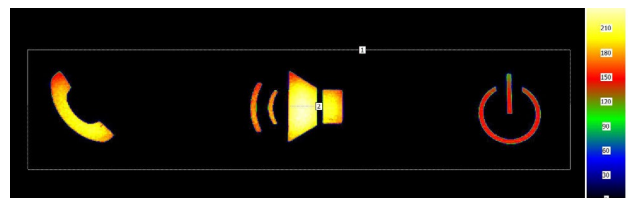


Abbildung 3: Ergebnis einer Leuchtdichtemessung in cd/m^2

Gefördert durch:



Mikro-/Nano-mechanisches Messgerät

Das Mikro-/Nano-mechanische Messgerät ist mit einem universellen Messkopf zur vollständigen mechanischen Charakterisierung von Beschichtungen und Schüttgutproben ausgestattet und vereint Mikrohärtetester, Mikro-Scratchtester und Mikro-Tribologietester in einem. Mit dem Gerät ist die Härtemessung an dünnen Schichten möglich. Zudem ermöglicht das Gerät auch die Bestimmung von Adhäsion, Kratzfestigkeit, Elastizitätsmodul und Verschleiß für ein breites Spektrum von Proben. Es ist für organische und anorganische, für weiche und harte Beschichtungen (zwischen 1 μm und 20 μm Schichtdicke) sowie für unbeschichtete Substrate und auch für Schüttgut einsetzbar.

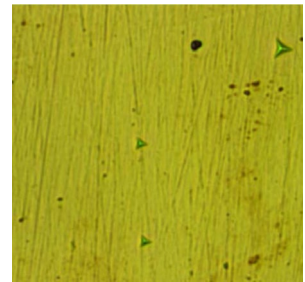
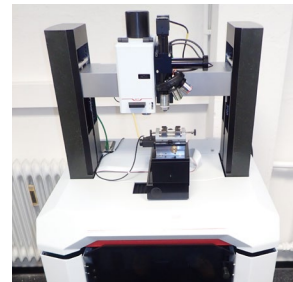
- ▢ Messkopf mit Mikroskop und Okularen zur 200fachen, 800fachen und 4000fachen Vergrößerung
- ▢ Probenköpfe: Vickers, Berkovich, Rockwell, Universalprobenhalter (zum Einbau individueller Geometrien für die Tribologiemessung)

Normallast	Feinmessbereich	Grobmessbereich
Lastbereich	10 mN – 10 N	30 N
Lastauflösung [mN]	0,1	1
Reibkraft	Feinmessbereich	Grobmessbereich
Maximale Reibkraft	10 N	30 N
Auflösung [mN]	0,1	1
Eindringtiefe	Feinmessbereich	Grobmessbereich
Maximale Tiefe [μm]	100	1000
Tiefenauflösung [nm]	0,3	3

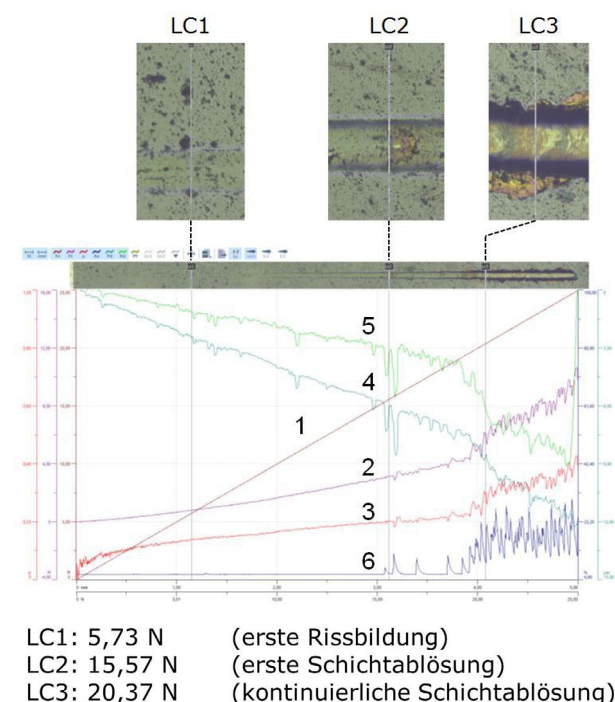
Unterschiedliche Messverfahren und programmierbare Messabläufe ermöglichen eine detaillierte und effiziente Analyse der Proben. Durch Aufnahme von Postscans können beispielsweise die Rückstellung bei Polymeren oder bei Self-Healing-Lackierung nach dem Scratch nachverfolgt und dadurch elastische und plastische Eigenschaften quantifiziert werden.

Weitere Informationen:

Dr. rer. nat. Mohamed Mahmoud
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-14
mahmoud@kunststoff-institut.de



links: Mikro-/Nano-mechanisches Messgerät
rechts: Nanoindents in einer TiN Dünnschicht



LC1: 5,73 N (erste Rissbildung)
LC2: 15,57 N (erste Schichtablösung)
LC3: 20,37 N (kontinuierliche Schichtablösung)

Abbildung 3:

Scratch Test an einer Dünnschicht; auf der Kratzspur sind die drei LC- Werte des Schichtversagens markiert. Für die Messung können gleichzeitig 5 Messkurven aufgenommen und für die Analyse herangezogen werden:

1) Normalkraft F_n (Prüflast), 2) Tangentialkraft F_t (Reibkraft), 3) Reibkoeffizient μ_R , 4) Kratztiefe beim Versuch P_d (penetration depth), 5) verbleibende Kratztiefe nach dem Versuch R_d (residual depth), 6) Akustik Sensor

Gefördert durch:



Rasterelektronenmikroskop

Die Rasterelektronenmikroskopie erweitert die Möglichkeiten der Oberflächencharakterisierung diverser Grundmaterialien und Beschichtungen. Durch die zur Verfügung stehenden Detektoren (SE, BSE, UVD) werden umfangreiche Analysemöglichkeiten geboten. Die hochaufgelöste Betrachtung der Oberfläche elektrisch leitfähiger und elektrisch isolierender Proben ist möglich. Durch den Einsatz eines UVD-Detektors im Niedervakuum ist die Besputterung elektrischen isolierender Proben nicht notwendig. Eine störende Überbelichtung der Probenoberfläche und Aufladungserscheinungen durch den Elektronenstrahl werden bei dieser Messanordnung vermieden. Durch gezielte Wahl der Detektoren können Aufnahmen der Oberflächentopographie und Bilder mit sichtbarem Materialkontrast erstellt werden. Die Kombination der Detektorsignale ermöglicht dabei ein breites Spektrum an Bildern, um jedes Detail einer Probe zu charakterisieren. Zudem sind 3D Messungen möglich, an denen zum Beispiel Stufenhöhen und Schichtdicken ermittelt werden können. Die Charakterisierung der Materialzusammensetzung, sowohl des Substrates als auch der Beschichtung, wird mit Hilfe eines EDX Detektors erzielt. Technische Spezifikationen

- ☒ Maximale Vergrößerung bis 100.000 fach (abhängig von der Probenart)
- ☒ Maximale Beschleunigungsspannung: 30 kV
- ☒ Maximaler Probendurchmesser: 300 mm
- ☒ Maximale Probenhöhe: 130 mm
- ☒ Probengewicht: bis 5 kg
- ☒ zur Verfügung stehenden Detektoren: SE, BSE, UVD, EDX

Das Projekt InfraSurf, gefördert mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), ermöglichte den Ausbau der Forschungsinfrastruktur der gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH und die Beschaffung des Rasterelektronenmikroskops.

Weitere Informationen:

Dr. rer. nat. Mohamed Mahmoud
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-14
mahmoud@kunststoff-institut.de

Gefördert durch:



Abbildung: Rasterelektronenmikroskop

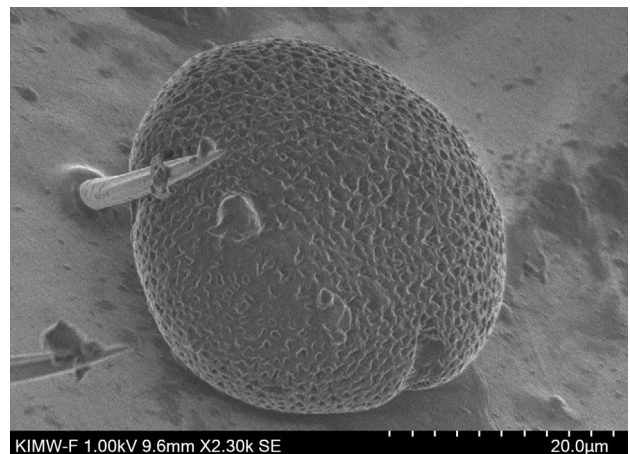


Abbildung: Polle auf einer Hummel

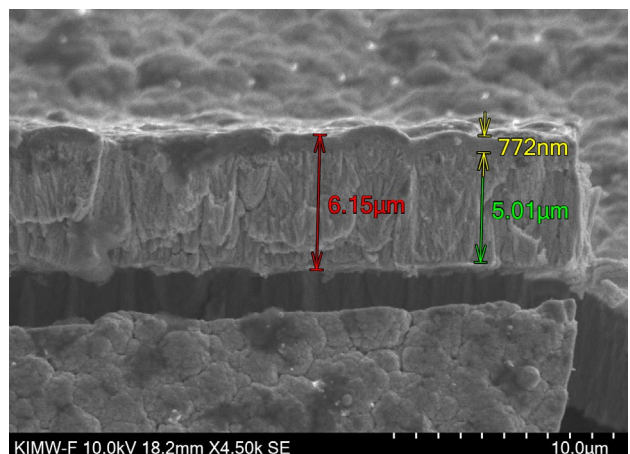


Abbildung: Dickenmessung einer abgeschiedenen zweilagigen CVD-Schicht

Röntgenfluoreszenzanalysator

Die Röntgenfluoreszenzanalyse ermöglicht die Elementaranalyse von Metallen, Keramiken und anderen Materialien und somit eine zerstörungsfreie Messung von Schichtdicken galvanisierter Kunststoffe und beschichteter Werkzeugoberflächen.

- ☐ Detektor: Silizium-Drift-Detektor mit Peltierkühlung
- ☐ Röntgenquelle: Mikrofokus-Wolframanode mit Berylliumfenster stufig einstellbar 10 kV, 30 kV, 50 kV
- ☐ Blende 4-fach wechselbar
- ☐ Primärfilter 6-fach wechselbar
- ☐ Kleinster Messfleck: $\varnothing$ 0,25 mm
- ☐ Max. Probengröße: 300 x 350 x 140 mm
- ☐ Max. Probenmasse 25 kg

Weitere Informationen:

Dipl.-Chem. Martin Ciaston
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-26
ciaston@kunststoff-institut.de



Abbildung:
Röntgen-
fluoreszenz-
analysator

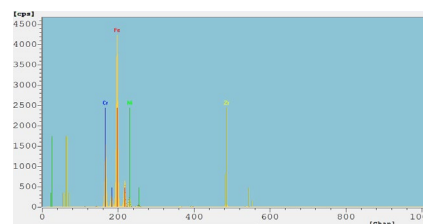


Abbildung:
Ergebnis
einer
Element-
analyse

Gefördert durch:



Restgasanalysator (RGA) (Quadrupole Mass Spectrometer)

Das Massenspektrometer ermöglicht die Detektion und Analyse von Restgasen/Dämpfen in einem Vakuumsystem sowie die Echtzeitüberwachung von Partialdrücken in Gasgemischen. Der RGA hat eine exzellente Empfindlichkeit für Helium. Dadurch kann dieser für die Lecksuche an Vakuumbeschichtungsanlagen angewendet werden.

- ☐ Massenbereich: 1-300 amu
- ☐ Betriebsdruck max.:
 - ☐ Faraday: 1×10^{-4} mbar
 - ☐ EM: 1×10^{-5} mbar
- ☐ Max. Messgeschwindigkeit: 650 Messungen/Sek.
- ☐ Detektor: EM/Faraday
- ☐ Minimaler nachweisbarer Partialdruck:
 - ☐ 1×10^{-11} mbar mit Faraday-Detektor
 - ☐ 2×10^{-13} mbar mit EM
- ☐ Kathode: Iridium, Y2O3-beschichtet
- ☐ Ausheiztemperatur: Analysator: 250 °C
- ☐ Anschlussflansch (Eingang): DN 40 CF-F

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Anatoliy Batmanov
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-13
batmanov@kunststoff-institut.de



Abbildung:
Restgas-
analysator

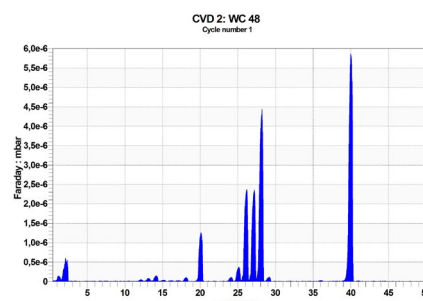


Abbildung:
Darstellung
eines
Restgas-
spektrums
eines CVD
Prozesses

Gefördert durch:



Beschichtungstechnik

Die Forschungsstelle verfügt mittlerweile über fünf CVD (chemical vapour deposition, chemische Gasphasenabscheidung) Beschichtungsanlagen unterschiedlicher Größe. Bei den Anlagen handelt es sich um Heißwandreaktoren. Das gesamte Reaktorvolumen wird dabei von einer externen Heizquelle auf die benötigte Temperatur gebracht.

Die Peripherie wurde gezielt an die Reaktoren und die abzuscheidenden Schichten angepasst. Neben metalloxidischen Keramikbeschichtungen unterschiedlicher Morphologie und Kristallstruktur können an der KIMW-F auch metallische Kupferschichten sowie Hartstoffschichten wie Wolframcarbid und Chromcarbid abgeschieden werden. Bei den oxidischen Schichten sind verschiedene Modifikationen von Zirkoniumdioxid ($\text{Y}:\text{ZrO}_2$, $\text{P}:\text{ZrO}_2$, $\text{La}:\text{ZrO}_2$), Aluminium-, Chrom-, Kupfer- und Siliziumoxid zu nennen. Durch den Einsatz von metallorganischen Vorläuferverbindungen (den sogenannten Precursoren), welche im Verdampfer in die Gasphase überführt werden und sich im Reaktor zersetzen, können die Beschichtungen schon bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen von 200°C bis 500°C realisiert werden. So ist es möglich, auch komplexe und auf Maß gearbeitete (Spritzgieß-) Werkzeuge zu beschichten, ohne die Maßhaltigkeit und die mechanischen Eigenschaften zu verändern. Die Schichteigenschaften (Schichtdicke, Kristallinität, Phase, Dichte) hängen von den Prozessparametern ab. Der Precursorzufuhr (Art und Menge), der Reaktanden-zufuhr (Art und Menge), die Gaszufuhr (Art und Menge), der Druck und die Temperatur im Reaktor sowie die Verdampfertemperatur können präzise geregelt werden. Durch die Wahl der Prozessparameter kann die 3D-Konformität und Spaltgängigkeit der Beschichtungen gezielt variiert werden. Im Gegensatz zu Plasma basierten Prozessen, können im thermischen CVD Prozess auch sehr hohe Aspektverhältnisse (Tiefe einer Bohrung/Durchmesser einer Bohrung) homogen beschichtet werden.

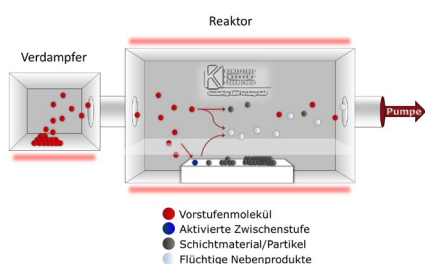


Abbildung 1:
Schematische
Darstellung
eines CVD
Heißwand-
reaktors mit
vorgeschal-
tetem
Verdampfer

CVD 0

Der kleinste der fünf CVD Reaktoren dient in erster Linie der Schichtneuentwicklung und Erprobung der Schichtabscheidung. Für die Abscheidung neuartiger carbidischer und nitridischer Hartstoffschichten sowie für eine erste Analyse der Verdampfungseigenschaften neuer Precursoren wurde die Pilotanlage CVD 0 aufgebaut (Abbildung 2). Mit Hilfe des kleinen Reaktors kann die Machbarkeit der Schichtabscheidung und die Parametrierung des CVD-Prozesses erprobt sowie die 3D-Fähigkeit der Beschichtungen in Abhängigkeit vom Precursorsystemen bewertet werden. Die Anlage verfügt über mehrere Gaszuführungen und kann mit dem bewährten System der Feststoffprecursorzufuhr unterhalten werden. Der Reaktionsraum ist bewusst klein gehalten, um eine sehr schnelle Prozessführung mit hohen Schichtwachstumsraten bei gleichzeitig minimalem Stoffumsatz zu erreichen. Hierdurch lassen sich Zeiten und Kosten in der Schichtentwicklung massiv reduzieren.



Abbildung 2: Pilotanlage CVD 0

Weitere Informationen:

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

CVD 1

Im Heißwandreaktor CVD 1 können diverse oxidische Schichtsysteme auf metallische Substrate appliziert werden. Der Reaktor hat ein Gesamtvolumen von 70 Litern ($\varnothing$ 208 mm). Die Vorläuferverbindungen werden in flüssiger Form vorgelegt, mittels Schlauchpumpe oder Flüssigkeitsreglern (Liquiflow-Controllern, Abbildung 3 und 4) dosiert und in den Reaktor überführt. Auf diesem Weg können Monolagen- und Multilagenbeschichtungen realisiert werden. Die Beschichtungen werden bei Temperaturen zwischen 200°C und 500°C aufgebracht, wobei auch Temperaturgradienten im Reaktor realisiert werden können. Aktuelle Schichtsysteme sind SiO_2 und verschiedene Beschichtungen auf ZrO_2 Basis kristalline und amorphe Beschichtungen können dabei realisiert werden.

Die Vakuumerzeugung erfolgt mittels zweistufiger Drehschieberpumpe bis zu einem Druck von 1 mbar. Zur Abgasreinigung ist eine zweistufige Kühlfalle installiert, die mit Trockeneis betrieben wird (Abbildung 5).

Weitere Informationen:

Vanessa Frettlöh, M.Sc.

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

frettlloh@kunststoff-institut.de



Abbildung 3: Reaktor und Peripherie der CVD 1, Einlassseite, Flüssigkeitsregler und Schlauchpumpe dienen der Dosierung der flüssigen Vorläuferverbindungen.

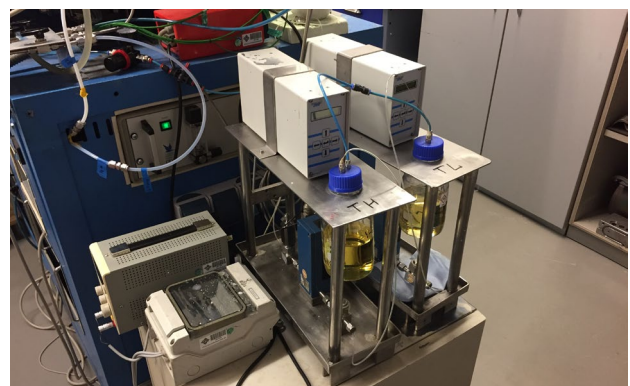


Abbildung 4: Flüssigkeitsregler inkl. Steuereinheit an der CVD 1

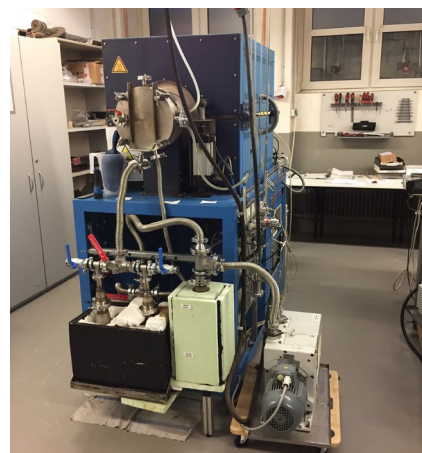


Abbildung 5: Reaktor und Peripherie der CVD 1, Abgasseite mit Kühlfallen und Vakuumpumpe

CVD 2

Der Heißwandreaktor CVD 2 hat einen Durchmesser von 90 mm. In dieser Anlage werden neue Beschichtungen entwickelt und kleinere Werkzeuge beschichtet. Die Beschichtungstemperatur beträgt zwischen 200°C und 500°C. Auch hier können durch drei separat steuerbare Heizzonen Temperaturgradienten innerhalb des Reaktors realisiert werden. An diesem Reaktor kommen feste Precursoren zum Einsatz. Die metallorganischen Vorläuferverbindungen werden in Pulverform über einen Gasstrom in den Verdampfer überführt und dort in die Gasphase gebracht. Die Dosierung erfolgt mittels kleiner Extruder (Abbildung 6), welche an der KIMW-F entwickelt, gebaut und optimiert wurden. Geregelt werden die Extruder softwarebasiert.

Neben verschiedenen Gasen können auch Lösemitel wie z.B. Wasser und Ethanol in den Reaktor gefördert werden, um eine gezielte Abscheidung der Beschichtungsmaterialien zu realisieren.

An dieser Anlage werden oxidkeramische Beschichtungen (u. a. diverse Zirkoniumoxid-Modifikationen, Chromoxid, Kupferoxid und Aluminiumoxid) sowie metallische Beschichtungen (elementares Kupfer) und Hartstoffbeschichtungen (Chrom- und Wolframcarbid) realisiert.

Das Vakuum im Reaktor wird durch die Kombination einer Drehschieberpumpe und einer Turbomolekularpumpe erzeugt und durch ein Schmetterlingsventil geregelt. Die Abgasreinigung erfolgt über einen Kartuschenfilter und verbleibende Lösemitel aus dem Prozess werden auskondensiert und aufgefangen.

Weitere Informationen:

Vanessa Frettlöh, M.Sc.

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

frettlloh@kunststoff-institut.de

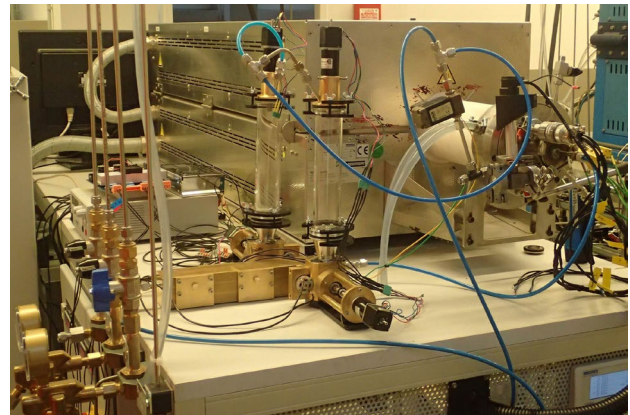


Abbildung 6: Einlasstrakt der CVD 2 mit Extrudern zur Förderung und Dosierung der festen Vorläuferverbindungen

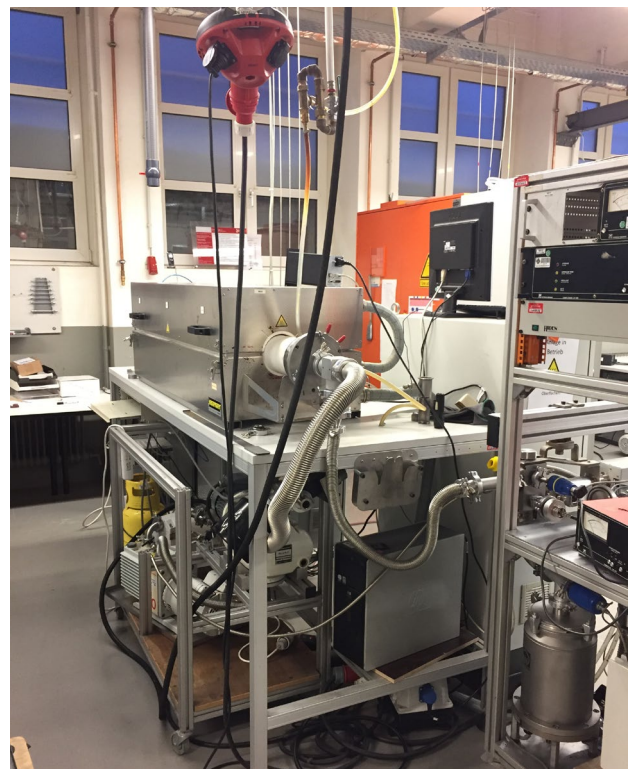


Abbildung 7: Reaktor und Peripherie der CVD 2, mit angeschlossenem Gasanalysator

CVD 3

Für die Abscheidung von Schichten im industriellen Maßstab steht eine Beschichtungsanlage mit einem Kammervolumen von 230 Litern zur Verfügung (Abbildung 8 und 9). In dieser können auch größere Formabmessungen (z.B. 380x380x500mm) beschichtet werden. Die Anlage soll für alle im Vorfeld entwickelten Schichten eingesetzt werden. Dabei setzt die KIMW-F auf die Pulverförderung mittels Miniextrudern, welche für höhere Durchsatzmengen angepasst werden.

Die Anlage wurde neben der für die Beschichtung notwendigen Grundperipherie auch mit einer speziell angepassten Heizplatte zur Temperierung der Substrate ausgestattet (Abbildung 11).

Die Fronttür der Reaktorkammer, in die das Verdampfersystem integriert ist, wurde zudem für die Ansprüche der KIMW-F angepasst und mit entsprechenden Strom- und Thermoelementdurchführungen ausgestattet.

Die hochspezifischen Umbauten erfolgten dabei in der Werkhalle der KIMW-F in Eigenleistung. Um auch schwere Substrate im Reaktor positionieren zu können, wurde der Tray mit hitzebeständigen Rollen ausgestattet. Zudem dienen verschiedene Aufbauten im inneren des Reaktors einer optimierten Gasströmung und Beschichtung der Substrate. Ein besonderes Augenmerk wurde bei der Anlage auch auf die Automatisierung der Prozessführung gelegt. Mit einer zentralen Steuerung können die Beschichtungsparameter eingestellt sowie über den gesamten Beschichtungsprozess aufgezeichnet und damit nachverfolgt werden. Auch ist eine online-Überwachung der Anlage möglich.

Im Zuge eines BMBF Projektes wird der Rezipient der CVD 3 zukünftig mit zwei unterschiedlichen Plasmaquellen ausgerüstet. Hierdurch soll eine Aktivierung der Substratoberfläche und eine Erhöhung der Schichtbildungsrate erzielt werden. Das für die Beschichtung notwendige Vakuum wird durch eine Drehschieberpumpe kombiniert mit einem Roots-Gebläse erzeugt.

Weitere Informationen:

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



Abbildung 8: Reaktor der CVD 3 mit angeschlossenen Pumpenstand

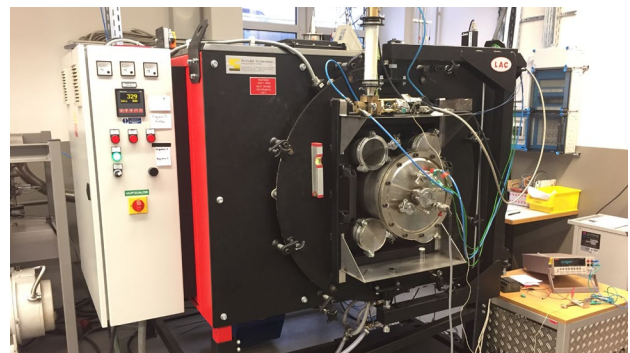


Abbildung 9: CVD 3, umgebaute Fronttür inkl. Extruder zur Precursorförderung



Abbildung 10: CVD 3, Fronttür von innen mit Gas- und Precursor-Injektion

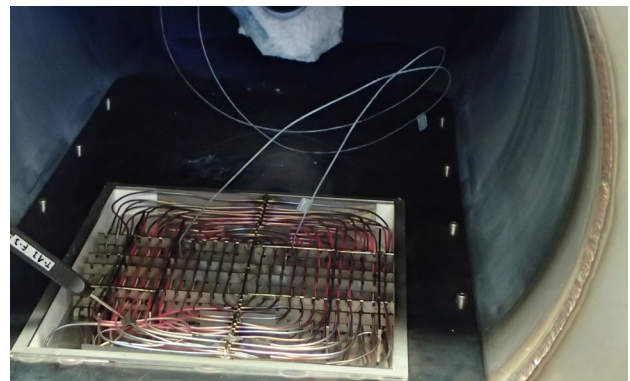


Abbildung 11: maßgefertigte Heizplatte für die Temperierung großer Werkzeuge in der CVD 3

CVD 4

Die im letzten Quartal 2020 an der KIMW-F installierte Anlage CVD 4 ist ein Heißwandreaktor mit einem Vakuum-Quarzglas-Retortenofen, der für Temperaturen bis 1200°C ausgelegt ist. Die Anlage ist bereits mit einer Vakuumpumpe und einem Gasmesssystem ausgestattet. Die Steuerung der Anlage ist computerbasiert. Über diverse Regler lassen sich Gaszufuhr, Kühlwasser, Vakuumpumpe und Ofen zentral ansteuern. Die Anlage entspricht mit 220 mm Durchmesser dem Maß der Retorte der CVD 1; die beheizbare Reaktionskammer ist jedoch mit 1800 mm deutlich länger. Die bewährte Feststoffförderung mittels Extrudertechnik soll auch an der CVD 4 zum Einsatz kommen.

Weitere Informationen:

Vanessa Frettlöh, M.Sc.

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

frettlloh@kunststoff-institut.de



Abbildung 12: Einlass-Seite der CVD 4 inkl. PC-basierter Steuerung

Beratung

InnoLab – Alles über Förderung KIMW-F baut neuen Service rund um Fördermittelberatung auf

InnoLab ist eine zentrale und branchenoffene Anlaufstelle für Unternehmen zur Beratung, Auswahl und Beantragung von Fördermaßnahmen. Zusätzlich wird die Unterstützung während der Projektlaufzeit sowie die anfallende administrative Projektabwicklung angeboten. Die kundenseitigen Vorteile sind zum einem die Reduzierung des anfallenden Arbeitsaufwands und zum anderen die resultierende finanzielle Unterstützung.

Unternehmen in Deutschland können auf einem Pool von mehreren tausend verschiedenen Förderprogrammen zugreifen. Diese große Auswahl an Förderprogrammen führte zur Etablierung des Begriffs „deutscher Förderdschungel“. Das Kunststoff-Institut Lüdenscheid bewegt sich seit 30 Jahren erfolgreich durch diesen Dschungel. Dabei hat es inzwischen mehr als 100 internationale und nationale Förderprojekte umgesetzt. In dieser Zeit konnte ein großes Netzwerk mit den wichtigsten Akteuren innerhalb der Förderlandschaft aufgebaut werden. Dieser Mehrwert steht Unternehmen jetzt unter dem Namen „InnoLab“ zur Verfügung.

Die Förderlandschaft in Deutschland ist im internationalen Vergleich herausragend ausgestattet. Trotzdem scheuen sich insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) vor der Beantragung von Fördermitteln. Insbesondere der anfallende Beantragungsaufwand für Fördermittel im Bereich der Forschung und Entwicklung (F&E) ist ein Hemmnis, obwohl genau dieser Bereich die meisten finanziellen Mittel bereitstellt. Weiterhin kann die Zurückhaltung der Unternehmen damit begründet werden, dass letztlich der finanzielle Vorteil im Bereich der F&E nicht immer direkt ersichtlich ist. Plastischer hingegen ist die Investitionsförderung, hier sind die finanziellen Vorteile schnell und deutlich erkennbar. Die fehlende Erfahrung der Unternehmen ist zusätzlich ein entscheidender Hemmnisfaktor. Dies führt dazu, dass die technischen Sachverhalte in der Projektbeschreibung nur mit großen Aufwand formuliert werden können. Die hierfür benötigte Zeit ist meistens jedoch nicht vorhanden. InnoLab setzt auf eine strategische Vorgehensweise und un-

terstützt Unternehmen dabei diese Hemmschwellen zu überwinden.

Die Vorgehensweise von InnoLab

Das Vorgehen von InnoLab ist in Module gegliedert, um eine größtmögliche Transparenz zu bieten.

Modul „Erstgespräch“:

Dieses Modul beginnt mit einem kostenfreien Initialgespräch. Ziel dieses Gespräches ist die genaue Erfassung des geplanten Projekts. Falls die Möglichkeit besteht, kann eine Ersteinschätzung seitens InnoLab bezüglich der Förderfähigkeit des Projekts gemacht werden. Zusätzlich nutzt InnoLab dieses Gespräch zur Ideengenerierung. Besonders der deutsche Mittelstand beherbergt eine Fülle von Innovationen. Oftmals werden besonders die alltäglichen Innovationen im Unternehmen nicht wahrgenommen, weil diese im Tagesgeschäft untergehen. InnoLab unterstützt Unternehmen genau in diesem Punkt und identifiziert die Innovationspotenziale. Zusätzlich steht InnoLab im ständigen Austausch mit einem Netzwerk von über 500 Unternehmen aus den unterschiedlichsten Branchen. Dieses Wissen kann zur Ideengenerierung genutzt werden, denn oftmals lassen sich Trends und Lösungen aus einer Branche in eine weitere transferieren. Das Netzwerk bietet zudem die Möglichkeit gezielt Projektkonsortien entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu initiieren.

Die ausgetauschten Informationen zwischen den Unternehmen und InnoLab werden natürlich mit größter Diskretion behandelt, falls es gewünscht ist, kann eine Geheimhaltungsvereinbarung getroffen werden.

Modul „Schnellcheck“:

In diesem Modul recherchiert InnoLab eine Auswahl an geeigneten Förderprogrammen für das geplante Vorhaben. Zusätzlich kann eine erste Abschätzung der möglichen Förderung getroffen werden. Abhängig vom Förderprogramm kann eine Hilfestellung für die Beantragung gegeben werden. Diese Hilfestellung kann Tipps zur Formulierung des Förderantrags oder eine Unterstützung zur Abgrenzung der förderfähigen Kosten umfassen.

Modul „Individuelle Unterstützung“:

In diesem Modul übernimmt InnoLab, abhängig vom Kundenwunsch, den kompletten Aufwand für

die Fördermittelbeantragung und die administrative Projektbearbeitung. Der Prozess beginnt mit der Aufstellung eines Projektplans, in dem die Meilensteine und der zeitliche Rahmen des Projekts festgehalten werden. Anschließend beginnt die Zusammenstellung der notwendigen Projektunterlagen, dies können zum einen Daten aus dem antragstellenden Unternehmen sein oder bereits erste Angebote für projektbezogene Dienstleistungen. Diese Datenbasis ermöglicht die Ausarbeitung der Projektbeschreibung. Nachdem die Projektbeschreibung freigegeben wurde, kann der Projektantrag beim Projektträger eingereicht werden. Nach der Projektbewilligung unterstützt InnoLab bei der Zusammenstellung sowie Ausarbeitung der notwendigen Nachweise und Mittelabrufe. Zusätzlich erstellt InnoLab den Zwischen- und Schlussverwendungsnachweis.

Die Fördermöglichkeiten

Die große Anzahl an Förderprogrammen führt dazu, dass der Überblick verloren geht. Eine kompakte Übersicht ist aufgrund der Komplexität nicht möglich. InnoLab sucht bedarfsgerecht für Unternehmen die richtige Förderung heraus. Wichtig zu wissen sind für Unternehmen letztlich nur die jeweils passenden Fördermöglichkeiten.

Forschungsförderung:

Mit Hilfe der Forschungsförderung können sich Unternehmen die Kosten für Forschung und Entwicklung anteilig fördern lassen. Abhängig vom Förderprogramm können neben den Personalkosten auch Investitionen und Sachmittel mitberücksichtigt werden.

Beratungsförderung:

Mit Hilfe der Beratungsförderung können Sie sich entstehende Kosten für Beratungsdienstleistungen fördern lassen. Die verschiedenen Beratungsförderprogramme unterscheiden sich durch die Fokussierung auf verschiedene Fachbereiche (z.B. Digitalisierung, Material und Ressourceneffizienz).

Investitionsförderung:

Die Investitionsförderung ist ebenfalls eine spezifische Förderung. Die Spezifikation kann sich auf den Wirtschaftszweig des Unternehmens, die Region des Unternehmenssitzes, die Unternehmensgröße oder den Investitionsbestand (z.B. Umweltschutz) beziehen.

Vorteile durch Förderungen

Mithilfe der finanziellen Unterstützung erhalten die Fördermittelempfänger eine finanzielle Absicherung (nichtrückzahlbarer Zuschuss) für das jeweilige Vorhaben. Hierdurch werden die wirtschaftlichen Risiken deutlich reduziert. Zusätzlich wird oft die anschließende Markteinführung der Innovationen gefördert. Das übergeordnete Ziel der meisten Förderprogramme ist insbesondere die Unterstützung von KMU's für risikobehaftete FuE-Vorhaben. Teilweise gibt es jedoch auch Förderprogramme, die auch für große Unternehmen (GU) zugänglich sind.

Weitere Informationen erhalten Sie auf unserer Landingpage: <https://www.innolab-kimw.de/>



Weitere Informationen:

Christian Rust, M.Eng.
Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-25
rust@kunststoff-institut.de

Administration von Förderprojekten

Software für die Planung und das Controlling von Förderprojekten

Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die Förderprojekte bearbeiten, stehen vor der Herausforderung geltende Förderrichtlinien einzuhalten. Dies zieht insbesondere bei parallellaufenden Projekten ein hohes Maß an administrativen Aufwand nach sich. Hierzu muss das eingesetzte Personal, die zu leistenden Projektarbeitsstunden mit dazugehörigen Stundenerfassungsbögen, Terminüberwachungen sowie Mittelabrufe kontinuierlich geplant und intern kontrolliert werden. Für diese Tätigkeiten bietet die KIMW-F ein datenbankbasiertes Softwaretool an. Durch den hohen Digitalisierungsgrad wird der Anwender in die Lage versetzt:

- ☐ Projektverlaufspläne zu erstellen
- ☐ Unternehmens- und Personalstammdaten anzulegen
- ☐ Personalressourcen zu planen
- ☐ Kostenkalkulationen durchzuführen
- ☐ Zeiterfassungen und Mittelabrufe zu dokumentieren
- ☐ Projekt- und Terminübersichten zu erstellen
- ☐ Soll-Ist-Vergleiche zu Projektarbeitsstunden durchzuführen
- ☐ Soll-Ist-Vergleiche zwischen bewilligten und abgerufenen Fördermitteln durchzuführen
- ☐ Kontinuierlich Personal- und sonstige Kosten zu erfassen und zu kontrollieren.

Die Software bietet die Möglichkeit der zentralisierten und schnellen Verfügbarkeit von tagesaktuellen Projektinformationen.

Lese- und Schreibberechtigungen können dabei individuell mit hierarchischer Rechtevergabe angelegt werden.

Weitere Informationen:

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

Multi-Physik-Simulation

Durch Simulation schneller zum Ziel

Simulationen helfen bei der Berechnung und Visualisierung komplexer Systeme und Sachverhalte und unterstützen bei der kostenreduzierenden Optimierung und Fehlerbeseitigung. Durch gezielte Auswahl der Rand- und Startbedingungen können simulierte Modelle der Realität entsprechend aufgebaut werden, so dass eine Übertragung der Simulationsergebnisse auf die realen Gegebenheiten gewährleistet ist. Die von der KIMW-F eingesetzte Software Comsol Multiphysics® bietet den Vorteil, dass mehrere physikalische Probleme gleichzeitig in einem Simulationsmodell gekoppelt werden können.

Der KIMW-F stehen folgende Module zur Verfügung: Structural Mechanics, CFD (Fluidströmung), AC/DC, Heat Transfer (Wärmeübertragung) und Chemietechnik. Mit dem multi-physikalischen Ansatz können die Simulationen die Realität noch besser abbilden. Als Beispiel für eine Multiphysik Simulation im Bereich CFD und Heat Transfer ist in Abbildung 1 und Abbildung 2 ein CVD Reaktor zu sehen. In diesem ist es nun möglich, große Bauteile zu beschichten. In dem Beispiel ist ein Werkzeug mit einer Kantenlänge von 350mm in dem Reaktor platziert. Die Gasströmung im Reaktor und durch das Werkzeug ist in Abbildung 1 dargestellt. Gas wird durch die zentrale Düse und Ringdüsenelassen geleitet, um das Werkzeug zu umspülen. Mit Hilfe der Simulation ist es möglich, die Prozessparameter vorab auszuloten, um im gezeigten Beispiel eine gleichmäßige Gasgeschwindigkeit bzw. Beschichtung im Reaktor zu erreichen.

Die Temperaturverteilung spielt eine wichtige Rolle im CVD Prozess, da sowohl die Dichte als auch die Durchströmungsgeschwindigkeit von diesem Parameter abhängig sind.

In der Abbildung 2 wird die Temperaturverteilung im Reaktor und Werkzeug gezeigt. Das Werkzeug wurde von der unteren Seite mit Hilfe einer Heizplatte aufgeheizt und die Reaktorwand wurde auf eine bestimmte Temperatur gesetzt. Mit diesen Kenntnissen konnte die Zeit, die zum Aufheizen des Werkstückes benötigt wird, ermittelt werden. Die Temperaturverteilung wird dabei zeitgleich mit der Durchströmung des Gases simuliert. Zurzeit arbeitet die KIMW-F an einer Erweiterung

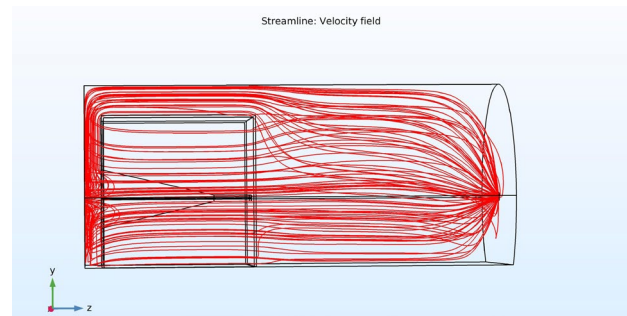


Abbildung 1: Gas-Strömung-Streamlines durch das Werkzeug und den Reaktor

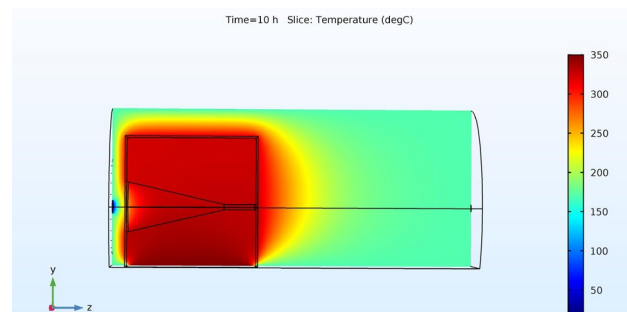


Abbildung 2: Temperaturverteilung durch das Werkzeug und den Reaktor

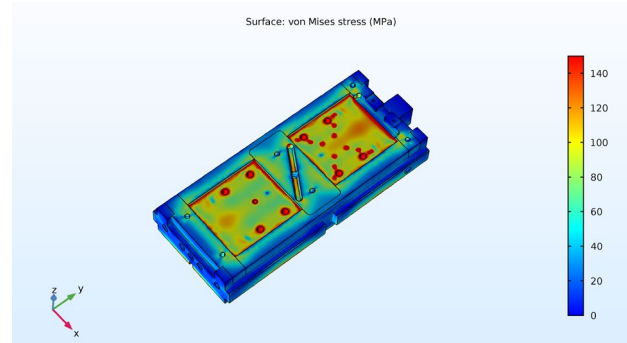


Abbildung 3a: Spannungsverteilung im Spritzgießwerkzeug

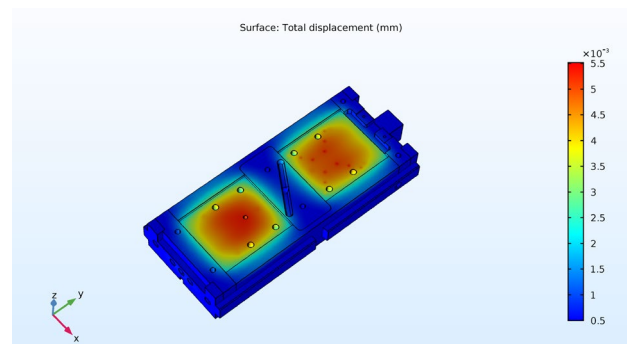


Abbildung 3b: Verformung im Spritzgießwerkzeug durch den Forminnendruck

der Strömungssimulation von komplizierten Werkzeugen, um auch die Beschichtungsrate vorherzusagen zu können.

Des Weiteren hat die KIMW-F die Möglichkeit linear elastische FEM Berechnungen durchzuführen und damit die Festigkeit und Steifigkeit von verschiedenen Werkzeugen im Betrieb zu analysieren.

Als Beispiel ist in den Abbildungen 3a und 3b ein Spritzgießwerkzeug dargestellt. Für die Berechnung ist die Unterseite der Platte als fest angenommen und die Oberseite mit einem Druck beaufschlagt, um die Spannungsverteilung (Abbildung 3a) im Spritzgießprozess nachzustellen und die Verformung (Abbildung 3b) der Platte zu evaluieren.

Ist die Streckgrenze des Materials bekannt, kann aufgrund der Spannungswerte der Verformung auf eine elastische oder oberhalb der Streckgrenze auf eine plastische Verformung geschlossen werden.

Mit COMSOL Multiphysics® können alle zuvor erwähnten Physik-Kombinationen genutzt werden, um mit Hilfe der Simulationen die angestrebte Realität nachzubilden. Zum Beispiel wurden Mäanderstrukturen mit einer Multiphysik-Kopplung zwischen Heat Transfer, Structural Mechanics und AC/DC-Modul simuliert. Um auftretende Oberflächenfehler und Bindenähte optisch zu kaschieren oder gänzlich zu beseitigen, ist eine optimierte Temperaturverteilung im Werkzeug erforderlich. Durch die Verwendung einer Widerstandsheizung mit Mäanderstruktur im Werkzeug kann kurzfristig eine erhöhte Temperatur in das Werkzeug eingebracht werden.

Mit Hilfe dieser Simulation konnten Wärme-Hotspots und Schwachstellen im Einsatz erkannt und durch gezielte Parameteroptimierungen vermieden werden (Abbildung 4b).

Weitere Informationen:

Ameya Kulkarni, M.Sc.

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

kulkarni@kunststoff-institut.de

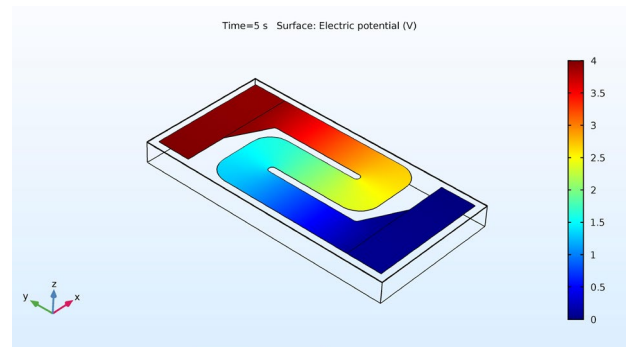


Abbildung 4a: Elektrische-Spannungsverteilung im Mäander

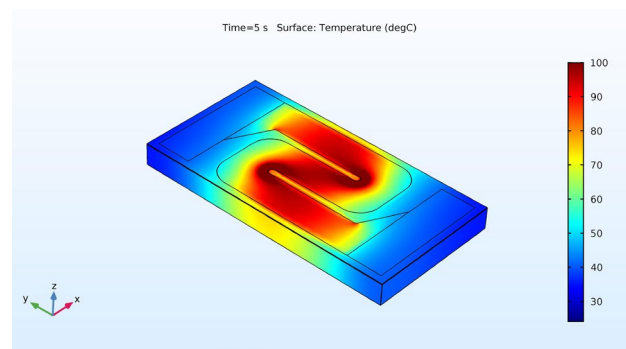


Abbildung 4b: Temperaturverteilung im Mäander

Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer

Lehre und Publikationen

- ▢ Tätigkeiten in der Lehre
- ▢ Publikationen

Lehre und Publikationen

Im Jahr 2020 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 2020 in Zusammenarbeit mit Hochschulen Tätigkeiten in der Lehre durchgeführt.

Tätigkeiten in der Lehre

- ☒ Vorlesungsveranstaltungen „Oberflächentechnik Kunststoff“ im Verbundstudiengang Bachelor Kunststofftechnik an der Fachhochschule Südwestfalen; Durchführender: Dr.-Ing. Angelo Librizzi
- ☒ Vorlesungsveranstaltungen „Spritzgussimulation“ im Verbundstudiengang Master Angewandte Kunststofftechnik an der Hochschule Schmalkalden; Durchführender: Dr.-Ing. Ruben Schlutter
- ☒ Laborveranstaltung „Werkstofftechnikum“ im Verbundstudiengang Master Angewandte Kunststofftechnik an der Hochschule Schmalkalden; Durchführender: Dr.-Ing. Ruben Schlutter
- ☒ Vorlesungsveranstaltungen „Spritzgussimulation“ im Zertifikatsstudiengang Produktionsmanager Kunststofftechnik an der Hochschule Schmalkalden; Durchführender: Dr.-Ing. Ruben Schlutter
- ☒ Laborveranstaltung „Werkstofftechnikum“ im Zertifikatsstudiengang Produktionsmanager Kunststofftechnik an der Hochschule Schmalkalden; Durchführender: Dr.-Ing. Ruben Schlutter
- ☒ Vorlesungsveranstaltungen „Konstruieren mit Kunststoffen“ im Verbundstudiengang Master Maschinenbau und Management an der Hochschule Schmalkalden; Durchführender: Dr.-Ing. Ruben Schlutter
- ☒ Vorlesungsveranstaltungen „Werkstoffkunde der Kunststoffe“ im Verbundstudiengang Bachelor Kunststofftechnik an der Fachhochschule Südwestfalen (FH-SWF); Durchführender: Dr. rer. nat. Andreas Balster
- ☒ Praktikum „Schadensanalyse der Kunststoffe“ im Verbundstudiengang Bachelor Kunststofftechnik an der Fachhochschule Südwestfalen;

Durchführender: Dr. rer. nat. Andreas Balster

- ☒ Vorlesungsveranstaltungen „Werkstoffe der Kunststofftechnik für PED“ im Präsenzstudiengang Produktentwicklung und Technisches Design der Fachhochschule Frankfurt; Durchführender: Dr. rer. nat. Andreas Balster
- ☒ Vorlesungsveranstaltung „Methoden, Prozesse und Organisationsstrukturen – Sensorik“ im Verbundstudiengang Projektmanager (FH) für Werkzeug- und Formenbauer an der Hochschule Schmalkalden; Durchführender: Alexander Paskowski, B.Eng.

Publikationen und Fachvorträge

1. Ciaston, M.: Funktionalisierung von Werkzeugoberflächen. In: EFDS Fachausschusssitzung FAFK, Dresden, 05.02.2020
2. Frettlöh, V.: Applikation von Hartstoffschichten mittels 3D-fähiger Niedertemperatur-CVD. In: EFDS Workshop, Multifunktionale Schutzschichten für Werkzeuge und Komponenten, Chemnitz, 26.02.2020
3. Gehlen, M.: AbraCoat - Entwicklung von Hartstoffschichten für den Verschleißschutz von 3D-Formkonturen. In: K-Impulse, 03/2020
4. Gehlen, M.: AbraCoat. In: Magazin der IHK Hagen, 03/2019
5. Prammer, K.: Prozessintegrierte Ausbildung dekorativer Oberflächen. In: K-Impulse, 03/2020
6. Gehlen, M.: SUCRE Beschichtung mit reduzierter Stärke. In: K-Impulse, 03/2020
7. Figge, T.: Funktionen direkt im Bauteil abgebildet. In: K-Impulse, 03/2020
8. Frettlöh, V.: Keramische MOCVD Beschichtungen für den Einsatz in Spritzgießwerkzeugen zur Beeinflussung von thermischen und Entformungseigenschaften. In: HTM - J. Heat Treatm. Mat., 04/2020
9. Schlutter, R.: Reduction of demoulding force through innovative surface modification. In: SPE ANTEC, 04/2020
10. Schlutter, R.: Development of innovative bio-cidal Nanoparticles for use in plastics technology. In: SPE ANTEC, 04/2020
11. Schlutter, R.: Biozide Beschichtungstechnologien. In: Kunststoffe in der Medizintechnik, Carl Hanser Verlag, 05/2020

12. Engemann, P.: HybridTemp. In: Form und Werkzeug, 06/2020
13. Figge, T.: Metaldirekt Antenne. In: plastverarbeiter, 06/2020
14. Balster, A.: BIOPLAQUE - Neue Strategien gegen Biokorrosion. In: Der Stahlformenbauer, 06/2020
15. Schreiner, J.: FlamZation – Flammschutz. In: K-Impulse, 09/2020
16. Rust, C.: InnoLab- Forschung muss nicht viel kosten. In: K-Impulse, 09/2020
17. Mahmoud, M.: InfraSurf: Infrastruktur kann weiter ausgebaut werden, In: K-Impulse, 09/2020
18. Balster, A.: BIOPLAQUE - Neue Strategien gegen Biokorrosion. In: K-Impulse, 09/2020
19. Rust, C.: GLIM: Neue Hybridwerkstoffe im Visier. In: K-Impulse, 09/2020
20. Schlutter, R.: Anwendung biozid wirkender Werkstoffe in der Kunststofftechnik. In: Institutskolloquium des. Institut für Kunststofftechnologie und recycling e. V., Weissandt-Gölsau, 09/2020
21. Schlutter, R.: Biozide Oberflächen in der Kunststofftechnik. In: Fachtagung - Innovative Oberflächen. Lüdenscheid 09/2020
22. Frettlöh, V.: Werkzeugbeschichtungen - Gezielter Schutz für erhöhte Standzeiten und verlängerte Wartungsintervalle. In. #Spotlight – Online Seminar, 10/2020
23. Kulkarni, A.: Maßgeschneiderte Simulationsmodelle. In: K-Aktuell, 12/2020

Schutzrechanmeldungen

1. Gebrauchsmusterschrift DE 20 2018 105 767 U1: „Flüssigmetall-Spritzguss-Vorrichtung sowie Verschlusseinheit für eine solche Vorrichtung“
2. Patent DE 10 2018 133 068 B4: „Dosiervorrichtung zum Dosieren eines pulverförmigen Stoffes“

Betreute Abschlussarbeiten

1. „Untersuchung von mittels MOCVD erzeugten Beschichtungen für den Einsatz als Korrosionsschutz in Temperierkanälen von Spritzgießwerkzeugen“ von Florian Dietrich an der Fachhochschule Südwestfalen, Betreuer: Patrick Engemann, M.Sc.

Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH

Tel.: +49 (0) 23 51.6 79 99-0 | Fax: +49 (0) 23 51.6 79 99-66
Lutherstraße 7 | 58507 Lüdenscheid
www.kunststoff-institut.de | mail@kunststoff-institut.de
