

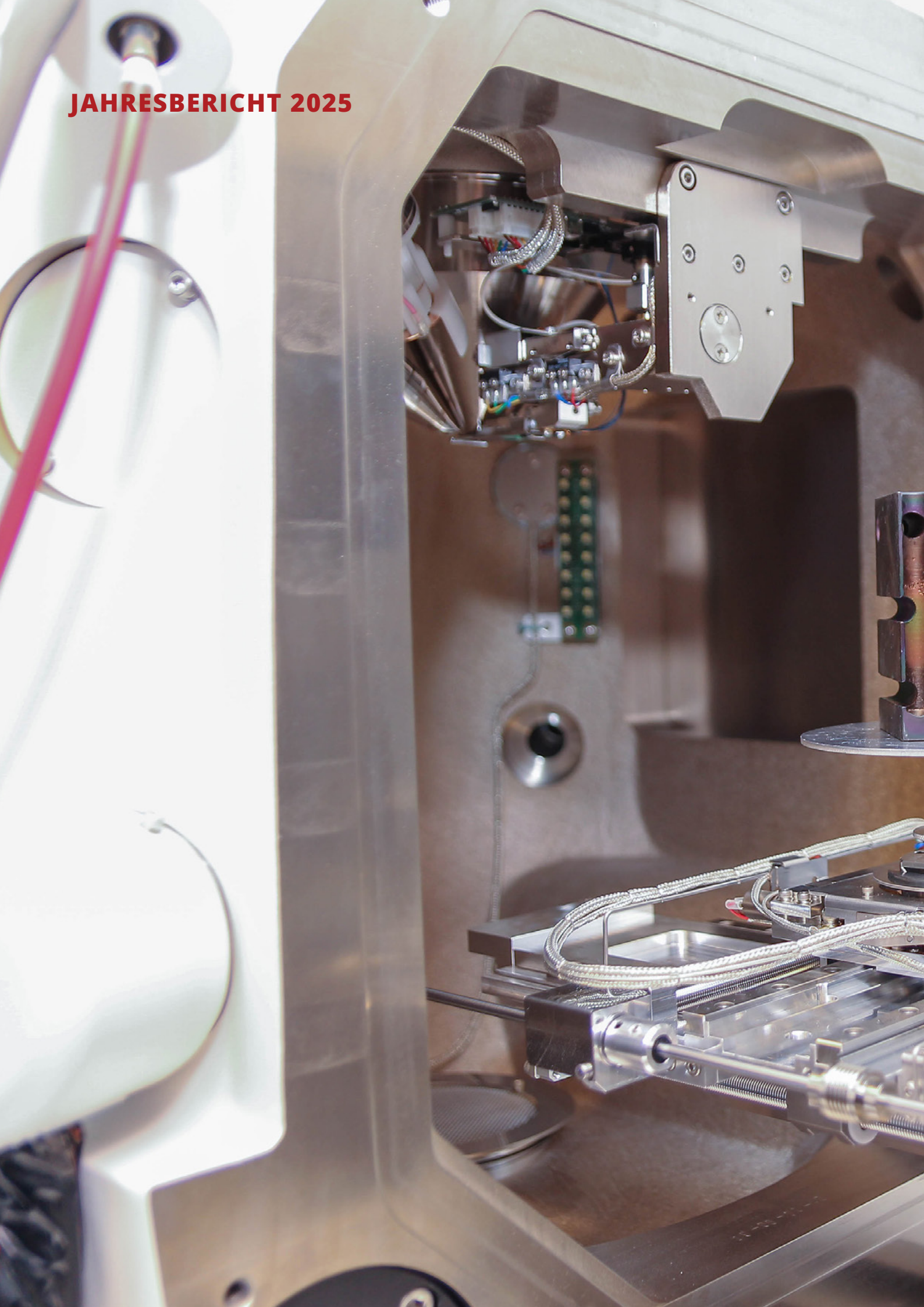
FORSCHUNG

INNOVATION

TECHNOLOGIE

NETZWERK

GEMEINNÜTZIGE KIMW FORSCHUNGS-GMBH
JAHRESBERICHT 2025



INHALT

| | |
|---|----|
| ALLGEMEINES | 4 |
| WISSENSCHAFTLICHE TÄTIGKEITEN | 10 |
| NETZWERK | 33 |
| AUSSTATTUNG | 38 |
| ÖFFENTLICHKEITSARBEIT UND WISSENSTRANSFER | 51 |
| NOTIZEN | 52 |

VORWORT

ERFOLGREICH IN HERAUSFORDERNDEN ZEITEN

Liebe Leserinnen und Leser,

das Jahr 2025 war für unsere Forschungsstelle geprägt von erfolgreicher Projektakquise, wachsender wirtschaftlicher Dynamik und den Herausforderungen einer insgesamt politisch unsicheren Weltlage. Besonders erfreulich ist, dass wir eine Vielzahl neuer Forschungsvorhaben initiieren konnten. Die Bewilligungsquote unserer eingereichten Projektanträge lag dabei mit über 80 % erneut auf einem beeindruckenden Niveau.

Auch unsere wirtschaftlichen Aktivitäten konnten wir weiter ausbauen. Insbesondere in den Bereichen der steuerlichen Forschungsförderung, der CVD-Prozessentwicklung, der Precursorsynthese sowie der Vermarktung unserer eigenentwickelten Feststoffförderung verzeichneten wir deutliche Zuwächse. Mit der Anmeldung eines zweiten Patents zur Feststoffförderung sowie der Erteilung eines Gebrauchsmusters als Vorstufe für einen dritten Patentanspruch konnten wir zudem unsere technologische Basis weiter stärken.

Fortschritt und Innovation durch zukunftsweisende Forschung

Die Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH hat im Jahr 2025 ihre Aktivitäten konsequent weiterentwickelt und auf zukunftsorientierte Themen ausgerichtet. Dazu gehören insbesondere die Energiegewinnung mittels Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien, die Energiespeicherung durch E-Batterien, Dual-Use Forschung sowie nachhaltige Material- und Prozessinnovationen. Diese Forschungsfelder leisten einen bedeutenden Beitrag zur Bewältigung der aktuellen und zukünftigen Herausforderungen.

Durch die konsequente Ausrichtung auf unsere technologischen Alleinstellungsmerkmale – darunter 3D-fähige Beschichtungsprozesse, Feststofffördersysteme und die Metalldirekteinspritzung – ist es uns gelungen, neben öffentlich geförderten Forschungsvorhaben auch richtungsweisende bilaterale Auftragsforschungsprojekte mit Industriepartnern zu akquirieren und zu starten. Diese erstrecken sich über die Bereiche Energieerzeugung, Energiespeicherung, Energieumwandlung sowie innovative Bauteilbeschichtungen.

Erfolgreiche Entwicklungsschritte in der Werkzeug- und Prozesstechnik

Auch in der Werkzeug- und Prozesstechnik konnten wir wesentliche Fortschritte erzielen. Mit dem Metalldirektein-

spritzen sind wir der Serienreife einen entscheidenden Schritt nähergekommen. Zudem gelang uns die Entwicklung einer selbstreinigenden Werkzeugentlüftung – ein bedeutsamer Innovationsschritt, der zeigt, wie wir Ideen in praxistaugliche Lösungen überführen.

Diese Beispiele verdeutlichen eindrucksvoll, wie wichtig es ist, unsere Kompetenzen kontinuierlich zu bündeln, weiterzuentwickeln und in interdisziplinären Kooperationen mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu vernetzen.

Starke Entwicklung und klare Zukunftsorientierung

Wir sind stolz darauf, dass unsere strategische Forschungsausrichtung auch im Jahr 2025 nachhaltig Wirkung gezeigt hat. Die erzielten Ergebnisse spiegeln die konsequente Umsetzung unserer Entwicklungsroadmap wider und wurden von unseren Kunden ausgesprochen positiv aufgenommen. Während wir uns vor fünf Jahren noch überwiegend mit spezifischen Fragestellungen rund um Kunststoffverarbeitungsprozesse beschäftigten, bilden heute neue, technologiegetriebene Forschungsfelder einen bedeutenden Anteil unserer Aktivitäten.

Mit diesem Jahresbericht möchten wir Ihnen einen umfassenden Einblick in unsere Forschungsarbeiten und deren Ergebnisse geben. Wir danken allen Partnern, Förderern und Mitarbeitenden herzlich für ihre Unterstützung, ihr Vertrauen und ihr Engagement. Gemeinsam werden wir auch in Zukunft innovative Lösungen entwickeln und einen nachhaltigen Beitrag für Wirtschaft, Gesellschaft und Technologie leisten.

Mit freundlichen Grüßen,

Udo Hinzpeter & Frank Mumme
- Geschäftsführer -

Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH



Udo Hinzpeter
- Geschäftsführer -



Frank Mumme
- Geschäftsführer -

Nur durch Innovationen und Kooperationen kann die unausweichliche Transformation der Kunststoffwirtschaft gelingen

Die Kunststoffbranche steht seit einiger Zeit massiv unter Druck: Hintergrund ist nicht nur die anhaltende Stagnation und konjunkturell bedingt schwache Nachfrage; tiefgreifende strukturelle und ökologische Herausforderungen sowie der gesellschaftliche Wertewandel summieren sich zu einem disruptiven Anpassungsdruck. Durch Innovationen und Kooperationen kann die unausweichliche Transformation der Kunststoffwirtschaft mit neuen Produkten, neuen Prozessen und neuen Geschäftsmodellen aber gelingen.

Für 2026 werden überwiegend **zurückhaltende Konjunkturaussichten** und eine Stagnation in Schlüsselbereichen wie der Verpackungsindustrie prognostiziert. Deutsche Unternehmen kämpfen mit hohen Energie- und Rohstoffpreisen, die weiterhin deutlich über dem Niveau von 2019 liegen. Zusätzlich führen geopolitische Unsicherheiten und instabile Märkte zu einer Zurückhaltung bei Investitionen in neue Produktionskapazitäten am Standort Europa.

Die Kunststoffbranche steht darüber hinaus unter starkem öffentlichen und regulatorischem Druck, ihre CO₂-Emissionen und Umweltbelastungen zu reduzieren. Die Herstellung von Neukunststoff auf Erdölbasis verursacht massive Treibhausgasemissionen. Der Fokus verschiebt sich daher verstärkt auf biobasierte Alternativen (z. B. PLA oder PBS). Die Vermeidung von Mikroplastik-Einträgen in die Umwelt bleibt ein kritisches Thema für Produktdesign und Produktion. Der **Umstieg von einer linearen auf eine zirkuläre Wirtschaft** ist die zentrale technologische Herausforderung für die gesamte Branche.

Die Kunststoffwirtschaft nutzt bereits die Chancen der **Digitalisierung** (ein Leitthema der Leitmesse K 2025) und **Künstlichen Intelligenz**, um Prozesse effizienter zu gestalten und die Rückverfolgbarkeit von Materialien im Kreislauf sicherzustellen. Die Implementierung dieser Technologien erfordert jedoch weiterhin hohe Anfangsinvestitionen und Fachkräfte.

Damit der Wandel zu einer vernetzten Kreislaufwirtschaft gelingt, müssen technologische, regulatorische und strategische Maßnahmen ineinandergreifen:

1. Ganzheitliches Circular Design: Die Transformation beginnt bereits bei der Produktentwicklung. Produkte müssen so konzipiert sein, dass sie am Ende ihres Lebenszyklus einfach zerlegt und hochwertig recycelt werden können.

- **Design for Recycling:** Verzicht auf Multimaterial-Verbunde und Einsatz von Monomaterialien, um die Sortenreinheit zu erhöhen.

- **Rezyklateinsatz:** Integration von hochwertigen Rezyklaten bereits in der Designphase, um die Nachfrage nach Sekundärrohstoffen zu sichern.

2. Technologische Innovationen und Digitalisierung: Moderne Technologien sind der Schlüssel, um die Effizienz der Kreislaufwirtschaft zu steigern.

- **Hochwertiges Recycling:** Ausbau von automatisierten Waschanlagen und chemischen Recyclingverfahren, um auch verunreinigte Abfälle wieder nutzbar zu machen.

- **Digitaler Produktpass:** Einsatz von KI und Tracking-Systemen (z. B. Chips oder QR-Codes an Mülltonnen), um Materialströme lückenlos nachzuverfolgen und die Sortierung zu optimieren.

- **Biobasierte Alternativen:** Verstärkter Einsatz von Kunststoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wie PLA oder PBS für spezifische Anwendungen (z. B. Textilien oder Verpackungen).

3. Regulatorischer Rahmen und politische Steuerung: Ein stabiler politischer Rahmen muss Anreize für nachhaltiges Handeln schaffen und Planungssicherheit bieten.

- **Stärkung des Rezyklatmarktes:** EU-weite Maßnahmenpakete (wie das „EU-Winterpaket“ 2026) zielen darauf ab, Märkte für Recyclingmaterialien durch Quoten und finanzielle Anreize zu fördern.

- **Erweiterte Herstellerverantwortung (EPR):** Unternehmen werden stärker für den gesamten Lebenszyklus ihrer Produkte, einschließlich Entsorgung, in die Pflicht genommen.

- **Globale Standards:** Bestrebungen für ein rechtsverbindliches UN-Plastikabkommen sollen internationale Standards für Produktion und Entsorgung etablieren.

4. Branchenübergreifende Zusammenarbeit: Da die Wertschöpfungsketten hochgradig vernetzt sind, kann die Transformation nur durch Kooperation und Innovationen gelingen.

Zusammenarbeit in konkreten Innovationsprojekten

Das **Werkstoffforum der Zukunft (WdZ)** entwickelt für und mit Unternehmen der kunststoffverarbeitenden Industrie **Wege zur nachhaltigen Werkstoffnutzung und**

GRUSSWORT

Kreislaufwirtschaft. Gleichzeitig stärkt es die Kunststoffregion NRW durch Vernetzung, eine ganzheitliche Herangehensweise und den Aufbau eines Kunststoff-Ökosystem. Die Konsortialpartner des WdZ sind: Das Kunststoff-Institut Lüdenscheid (KIMW), die REMONDIS Recycling GmbH Co. KG, das Wuppertal Institut, das Zentrum für Innovation und Technik in NRW (ZENIT) sowie die TechnoPark und Wirtschaftsförderung Schwerte (TWS), da das Projekt seinen Standort im Gewerbepark Schwerte hat und aus dem 5-Standorte-Programm des Bundes- sowie des NRW-Wirtschaftsministeriums gefördert wird. Weitere Informationen: www.werkstoff.forum/

Unterstützungsangebote der landesbeteiligten Transformationsagentur ZENIT

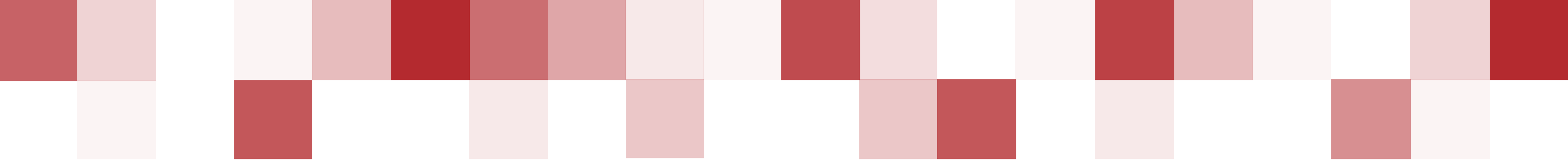
Im Auftrag der EU sowie verschiedener Bundes- und Landesministerien berät die ZENIT GmbH als **Transformationsagentur des Mittelstandes für NRW** Unternehmen weitgehend kostenlos bei der Entwicklung und Einführung neuer Produkte, neuer Prozesse und neuer Geschäftsmodelle in bestehende und neue Märkte. ZENIT befähigt Unternehmen im Technologietransfer durch Information, Beratung und in Forschungs- und Kooperationsprojekten insbesondere in den Themenfeldern Innovation, Digitalisierung, Nachhaltigkeit/Circular Economy, Internationalisierung sowie Fördermittel und Finanzierung. Weitere Informationen: www.zenit.de

In der Transformation der Kunststoffwirtschaft liegt die Chance, durch umfassende Veränderungen nicht nur eine ganze Branche innovativer und wettbewerbsfähiger aufzustellen, sondern auch einen substanziellen Beitrag für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft und Gesellschaft zu leisten. Packen wir es an!

Jürgen Schnitzmeier

Geschäftsführer
ZENIT GmbH





DIPL.-ING. MARKO GEHLEN

TECHNOLOGIESCOUT**ZWISCHEN TRANSFORMATION UND TECHNOLOGISCHEM FORTSCHRITT**

Auch 2025 war für Industrie und Wirtschaft von Unsicherheiten geprägt. Geopolitische Spannungen, hohe Kosten und eine weiterhin verhaltene Investitionsbereitschaft bestimmten vielfach die Gespräche auf Messen und Konferenzen. Gleichzeitig zeigte sich deutlich, dass Unternehmen verstärkt nach technologischen Lösungen suchen, um Prozesse robuster, effizienter und nachhaltiger zu gestalten.

Der Fokus der Aktivitäten lag daher erneut auf der Identifikation technologischer Trends, neuer Materialien und Fertigungsverfahren sowie deren Einordnung im Hinblick auf industrielle Anwendbarkeit, insbesondere für die Kunststoffverarbeitung und technischen Bauteile.

Im Kalenderjahr 2025 wurden zahlreiche Fachmessen, Kongresse und Tagungen besucht. Dazu zählten u. a. die CES, die PRSE, Control, Moulding Expo, Kuteno, Interzum, der Innovationstag Mittelstand des BMWK, die Laser World of Photonics, die Eurobike, die IFA, die all about automation, die EMO, das Car Symposium, die 11th NRW Nano Conference, die Fachtagung Folienhinterspritzen, der RhAlnland Day 2025, die COMPAMED sowie die formnext.

Zu den drei wichtigsten Messehighlights des Jahres zählten die K-Messe, die IAA Mobility und die SPS:



Abbildung 1: K-Messe 2025, Düsseldorf

Die K-Messe 2025 in Düsseldorf bestätigte ihre Rolle als weltweit führende Leitmesse der Kunststoffindustrie. Zentrale Themen waren die weitere Industrialisierung der Kreislaufwirtschaft, materialeitige Innovationen sowie Effizienzsteigerungen in der Verarbeitung. Auffällig war der hohe Reifegrad von Recyclingmaterialien, insbesondere bei technischen Thermoplasten, die zunehmend für anspruchsvolle Bauteile qualifiziert werden. Maschinenhersteller prä-

sentierten energieeffiziente Spritzgießlösungen, integrierte Prozessüberwachung und datenbasierte Optimierungsansätze. Darüber hinaus rückten Funktionsintegration, Leichtbau und Qualität stärker in den Fokus.

Auf der IAA Mobility lag der Schwerpunkt weiterhin auf der Transformation der Automobilindustrie. Es wurde deutlich, dass technische Kunststoffbauteile eine Schlüsselrolle bei der Integration von Elektronik, Sensorik und Thermomanagement spielen, insbesondere im Kontext von Elektromobilität und Software-defined Vehicles.

Die SPS in Nürnberg unterstrich die wachsende Bedeutung von Automatisierung und Digitalisierung für die Fertigung technischer Bauteile. Im Fokus standen modulare Automatisierungskonzepte, KI-gestützte Qualitätsüberwachung und vernetzte Produktionssysteme. Für die Kunststoffverarbeitung zeigten sich zahlreiche Lösungen zur Inline-Prüfung, zur Rückverfolgbarkeit von Bauteilen sowie zur flexiblen Automatisierung auch bei kleineren Losgrößen. Die zunehmende Verschmelzung von Maschinenbau, Sensorik und Software war deutlich sichtbar.

Für alle Veranstaltungen blieb die Steigerung von Effizienz ein zentrales Leitthema, sowohl durch neue Materialien und Prozesse als auch durch Automatisierung und Digitalisierung. Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit wurden dabei zunehmend gemeinsam gedacht und nicht mehr als Gegensätze betrachtet.

Ein weiteres übergreifendes Thema, das 2025 deutlich an Bedeutung gewonnen hat, ist der verstärkte Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) vor allem in Consumer-Produkten, wie er insbesondere auf der IFA und der CES sichtbar wurde. KI-Funktionen sind zunehmend nicht mehr nur softwareseitige Erweiterungen, sondern integraler Bestandteil der Produktkonzepte, etwa in Haushaltsgeräten, Wearables, Unterhaltungselektronik und Smart-Home-Anwendungen.

Der fachliche Austausch im Rahmen der Projekttreffen, die Präsentation der Messeberichte sowie die Diskussion der identifizierten Trends bildeten auch 2025 den Kern der Technologiescout-Aktivitäten und lieferten wertvolle Impulse für die teilnehmenden Unternehmen.

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
Werkzeugtechnik
Prozesstechnik
Materialentwicklung



Vanessa Reppel
M.Sc.
Beschichtungstechnik



Dipl.-Ing.
Marko Gehlen
Innovation
Strategie

WISSENSCHAFTLICHE, TECHNISCHE MITARBEITER UND BERATER



Dr. rer. nat.
Martin Ciaston



Sebastian Daute
B.Eng.



Patrick Engemann
M.Sc.



Martin Fuchs
B.Eng.



Jan-Ole Maras
M.Sc.



Dipl.-Ing. (FH)
Matthias Militsch



Gabriel Onyenso
M.Sc.



Alexander Paskowski
B.Eng.



Markus Pothmann
B.Eng.



Dr. rer. nat.
Jens Handelsmann



Prof. Dr.-Ing.
Andreas Ujma

ÜBERSICHT ÖFFENTLICH GEFÖRDERTER PROJEKTE 2025

BEREICH: BESCHICHTUNGSTECHNIK

Weitere Informationen:**Vanessa Reppel, M.Sc.****Tel.: +49 2351 6799-911****reppel@kunststoff-institut.de****3DMetoxcor**3D-fähige diffusionsfeste NiO/NiFe₂O₄ Schichten**Laufzeit:** 01.11.2023 bis 30.04.2026**Förderkennzeichen:** 49MF230024**Fördermittelgeber:** BMWK**Förderträger:** EURONORM GmbH**Förderprogramm:** INNO-KOM**Projektleiter:** Dr. rer. nat. Jens Handelsmann**e2c-antimik**

Entwicklung einer antimikrobiellen und leicht zu reinigenden PVD-Beschichtung durch Nutzung der photoassistierten katalytischen Reaktion von Titandioxid in der Modifikation Anatas zur Oberflächenveredelung von Kunststoff- und lackierten Bauteilen

Teilprojekt: Entwicklung eines Prüfverfahrens zur frühzeitigen Erkennung von Spannungsrissen sowie begleitende Analytik zur ständigen Weiterentwicklung der Oberflächenbeschichtung

Laufzeit: 01.08.2025 bis 31.10.2027**Förderkennzeichen:** KK5023124IE4**Fördermittelgeber:** BMWK**Förderträger:** AiF Projekt GmbH**Förderprogramm:** ZIM FuE-Kooperationsprojekt**Projektleiter:** Vanessa Reppel, M.Sc.**ECO-Zinc**

Energie- und kosteneffiziente Zink-Fittings: Nachhaltige Werkstofflösungen für Serienfertigung in der Sanitärbranche

Laufzeit: 01.10.2025 bis 30.09.2028**Förderkennzeichen:** EFRE20801327**Fördermittelgeber:** Land NRW / EU**Förderträger:** Projektträger Jülich**Förderprogramm:** GreenEconomy.IN.NRW**Projektleiter:** Dr. rer. nat. Martin Ciaston**VerHoEBEn**

Nachhaltige Verarbeitung von Hochtemperaturwerkstoffen für die Elektromobilität mittels quantitativer Bewertung eines durch spezifische Beschichtungssysteme optimierten Entformungsverhaltens

Teilprojekt: Präzise Eigenschaftseinstellung von Schichtsystemen mittels Veränderung des Ligandenfeldes und quantitative Beurteilung des Entformungsverhaltens

Laufzeit: 01.07.2025 bis 30.06.2027**Förderkennzeichen:** KK5023122EB4**Fördermittelgeber:** BMWK**Förderträger:** AiF Projekt GmbH**Förderprogramm:** ZIM FuE-Kooperationsprojekt**Projektleiter:** Gabriel Onyenso, M.Sc.

Die genannten Forschungsvorhaben werden unterstützt durch:

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



3DMETOXCOR

DR. RER. NAT. JENS HANDELMANN

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3D-FÄHIGE DIFFUSIONSFESTE NiO/NiFe₂O₄-BESCHICHTUNG

Die Entwicklung von leistungsfähigen Brennstoffzellen ist ein wichtiger Baustein in der Energiewende. Die Anforderungen an die Lebensdauer von Brennstoffzellen sind mit 40.000 Betriebsstunden enorm. Entscheidend für die Erreichung dieser langen Betriebsdauer ist es, die Alterung aller Bauteile stark zu reduzieren.

Das übergeordnete Ziel im Projekt 3DMetoxCor ist die Entwicklung und Optimierung eines Beschichtungsverfahrens zur Abscheidung von Korrosionsschutzschichten, die einerseits einen guten Korrosionsschutz und eine wirksame Diffusionsbarriere gegen Chrom (Cr) bieten und andererseits über die gesamte Lebensdauer der Brennstoffzelle eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Angestrebt wird, den Einsatz von günstigen, rostfreien Stählen in der Brennstoffzellentechnik zu ermöglichen.

Die Beschichtung geeigneter Demonstratorbauteile erfolgt mit dem MOCVD-Verfahren unter Verwendung der Feststofffördertechnik der KIMW-F. Um die Schichtstruktur und -zusammensetzung und damit auch die Schichtperformance zu optimieren, werden die beschichteten Bauteile kurzfristig bei 800 °C in einem nachgelagerten Anlassprozess getempert, um eine Phasenumwandlung zu einem multikristallinen System zu ermöglichen. Mittels XRD-Messungen konnte die Umwandlung der amorphen Beschichtung in eine kristalline Schicht aus Fe₂O₃ und NiFe₂O₄ Spinell nachgewiesen werden. Ausgewählte Probekörper konnten mithilfe der FIB-Schnitt Methode und Anfertigung einer cross section analysiert werden. Es wurden ungetemperte (Abbildung 1 oben) und getemperte (Abbildung 1 unten) Probekörper mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) und EDX-Messungen auf ihren Aufbau und die Elementverteilung hin untersucht. Mithilfe dieser Methodik konnten mehrere Effekte illustriert werden. An der ungetemperten Probe wurde beobachtet, dass der Schichtaufbau sehr homogen ist, sowie keine Anreicherung von Fehlelementen (Cr) in die NiFe₂O₄ Schicht während der Abscheidung stattfindet. Die Untersuchung der getemperten Probe zeigte eine deutliche Veränderung des Schichtaufbaus im Interface zwischen Substrat und applizierter Beschichtung. Da zur Abscheidung polierte Probekörper eingesetzt wurden, war das Interface im ungetemperten Zustand sehr glatt. Nach erfolgter Auslagerung bei 800 °C zeigt sich ein deutlich raueres Interface. Mittels EDX kann beobachtet werden, dass eine Anreicherung von Chrom an die Grenzfläche stattgefunden hat, welche als Korrosion beurteilt werden kann. Dies ist aufgrund der Zusammensetzung des verwendeten 1.4301 Stahl zu erwarten; das

zulegierte Chrom dient dem Korrosionsschutz dieses Stahls unter normalen Anwendungsbedingungen. Ebenfalls zeigt sich deutlich, dass die Chrom-haltige Schicht in etwa an dem Interface zwischen Stahlsubstrat und applizierter NiFe₂O₄ Schicht endet (gestrichelte Linie, Abbildung 1). Dies ist ein starkes Indiz für die Wirksamkeit der applizierten Spinell-Oxid Schicht als Diffusionsbarriere zur Zurückhaltung volatiler Cr-Ionen aus dem Stahlsubstrat, welche eine Beeinträchtigung der Bauteile im Brennstoffzeleinsatz zur Folge hätte. Diese sehr wichtige Eigenschaft der Schicht – ihre Wirksamkeit als Diffusionsbarriere – konnte somit demonstriert werden. Das Projekt läuft noch bis April 2026.

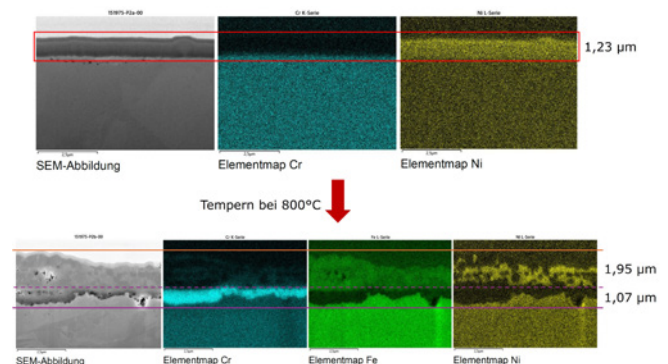


Abbildung 1: REM/EDX Aufnahmen der präparierten cross sections zweier beschichteter Probekörper

E2C-ANTIMIK**VANESSA REPPEL, M.SC.**

Gefördert durch:

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages**ENTWICKLUNG VON ANTIMIKROBIELLEN, EASY-TO-CLEAN PVD-BESCHICHTUNGEN**

Ein großer Teil von Krankheiten wird über die sogenannte Schmierinfektion übertragen; dabei werden Krankheitserreger (Bakterien und Viren) durch direkten Körperkontakt oder indirekt über die Berührung kontaminierter Gegenstände weitergegeben. Insbesondere im medizinischen Umfeld, in dem Produkte regelmäßig mit unterschiedlichen Keimen in Kontakt kommen, sind häufige Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen erforderlich. Das Forschungsprojekt setzt bei der Vermeidung solcher Übertragungswege sowie bei der Verbesserung der Reinigungsfähigkeit von Oberflächen an. Durch die Applikation einer neuartigen, antimikrobiell wirksamen Oberflächenbeschichtung soll die Übertragung von Krankheitserregern deutlich reduziert werden. Gleichzeitig bewirkt die applizierte Beschichtung durch eine gezielte Oberflächenmodifikation eine erleichterte Reinigung. Mikroorganismen haften weniger stark an der Oberfläche an und werden durch die bei der photoassistierten katalytischen Reaktion von Titandioxid (Modifikation Anatas) gebildeten reaktiven Hydroxylradikale oxidativ inaktiviert.

Ziel des Projekts ist die Weiterentwicklung der Beschichtung, sodass eine kontinuierliche photokatalytische Oberflächenreaktion ermöglicht wird und eine dauerhafte antimikrobielle Wirkung erzielt werden kann. Hierzu wird die Beschichtung gezielt weiterentwickelt und durch Dotierung während des Beschichtungsprozesses eine Aktivierung der katalytischen Reaktion unter Tageslichtbedingungen angestrebt. Durch entsprechende Prozess- und Materialentwicklungen wird die nachhaltige Beschichtung von Kunststoffbauteilen – etwa Lichtschaltern, Alltagsgegenständen und Medizinprodukten – sichergestellt. Zudem werden die Oberflächen gezielt modifiziert, unter anderem durch die Variation der Oberflächenstruktur. Dabei wird auch die Schichtapplikation auf lackierten und dekorierten Oberflächen realisiert sowie der Einfluss der Beschichtung auf Glanz, Farbe und Haptik untersucht und in der Folge angepasst. Darüber hinaus wird die Beschichtung materialsparend hergestellter, geschäumter Kunststoffbauteile analysiert.

Im Projekt kooperiert die Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH eng mit dem Kompetenzzentrum STAR der Hochschule Niederrhein sowie den Industriepartnern H & B Lackierwerk Bersenbrück GmbH & Co. KG und OMEGA Technology GmbH & Co. KG. Die zunächst experimentell entwickelte Beschichtung wird nach erfolgreicher Optimierung auf eine Industrieanlage übertragen.

In umfangreichen mechanischen, chemischen und klinischen Prüfungen werden die Beständigkeit, die Haftung sowie die Wirksamkeit der Beschichtung bewertet. Der frühzeitigen Erkennung von Spannungsrissen in der Beschichtung wird im Projekt durch den Einsatz angepasster Phased-Array-Ultraschalltechnik Rechnung getragen.

Innerhalb des Konsortiums wurden die technischen Herausforderungen, Projektziele und die geplante Vorgehensweise gemeinsam diskutiert und zusammengeführt. Derzeit werden der Umbau der Industrieanlage zur Applikation der Funktionsschicht sowie erste Beschichtungsversuche an Dummy-Bauteilen vorbereitet. Parallel dazu wird für die gezielte Analyse der Schichtperformance auf Kunststoffoberflächen ein Werkzeug zur Herstellung von Demonstratorbauteilen mit unterschiedlicher Oberflächenprägung entwickelt.

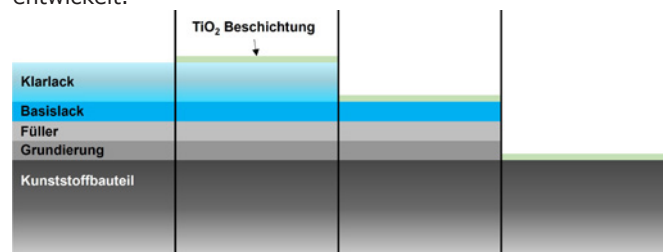
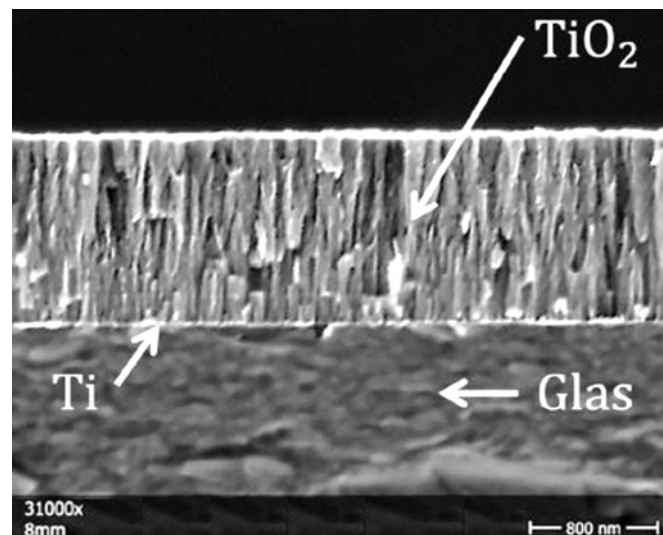


Abbildung 1: möglicher Schichtaufbau im Projekt

Abbildung 2: REM-Aufnahme einer TiO_2 -Beschichtung auf Glas (Quelle: HSNR)

ECO-ZINC



DR. RER. NAT. MARTIN CIASTON

NEUARTIGE ZINK-FITTINGS FÜR DIE SANITÄRBRANCHE

ECO-Zinc steht für einen zentralen Wandel in der Sanitärtechnik – hin zu ressourcenschonenden, energieeffizienten und wirtschaftlich herstellbaren Fittings. Das Projekt ist auf eine Laufzeit von drei Jahren ausgelegt und startete am 01.10.2025. Der offizielle Projektauftritt erfolgte im Rahmen eines Kick-off-Meetings am 29.10.2025, bei dem die inhaltlichen Schwerpunkte, Meilensteine und die Zusammenarbeit der Projektpartner besprochen wurden (Abbildung 1).



Abbildung 1: Kick-Off-Treffen am 29.10.2025

Im Projekt wird ein innovativer Zinkwerkstoff entwickelt, der klassische Messingfittings perspektivisch ersetzen kann und dabei ökologische Vorteile mit einer industriell skalierbaren Fertigung verbindet. Ein Vergleich der mechanischen Eigenschaften zwischen Messing und dem entwickelten Material ist in Abbildung 2 dargestellt.

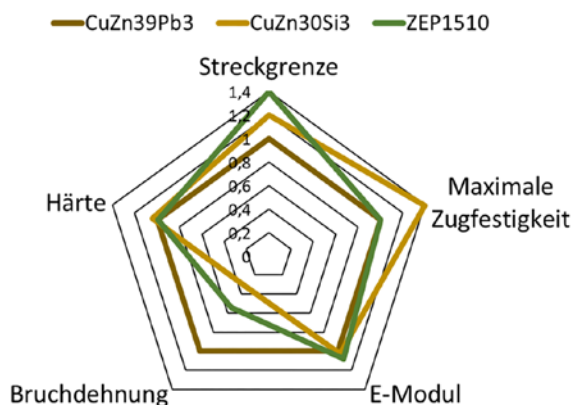


Abbildung 2: Mechanische Eigenschaften von Messing im Vergleich zum ZEP1510

Im Fokus steht die Entwicklung energie-, prozess- und kosteneffizienter ZEP-Fittings, die sämtlichen normativen Anforderungen entsprechen, die Trinkwasserhygiene sicherstellen und ein deutlich höheres Substitutionspotenzial gegenüber Messing ermöglichen. Dazu werden neue Wege in der Halbzeugherstellung, der Schmiede- und Füge-technik, der Beschichtung sowie in der Automatisierung der Gesamtprozesskette besprochen.

Um diese ambitionierten Ziele zu erreichen, werden die Zinkhalbzeuge sowohl geometrisch als auch werkstofftechnisch optimiert und auf eine materialeffiziente Strangpressroute ausgerichtet. Darauf aufbauend entstehen innovative Schmiede- und Fügeverfahren, die die Formgebung und Montierbarkeit der Komponenten sicherstellen. Mit dem Aufbau eines leistungsfähigen 3D-MOCVD-Beschichtungsprozesses wird zudem ein hochwirksamer Schutz gegen Korrosion, Diffusion und Abrieb geschaffen – eine essenzielle Voraussetzung für den dauerhaften Einsatz im Trinkwasserbereich.

Ergänzend werden automatisierte Einlege- und Fertigungsprozesse entwickelt, die eine reproduzierbare, wirtschaftliche Serienfertigung ermöglichen und gleichzeitig hohe Qualitätsstandards sichern. Marktanalysen sowie Energie- und CO²-Bilanzierungen begleiten das Vorhaben und bereiten die Übertragung auf eine breite Produktpalette vor.

ECO-Zinc schafft damit die Grundlage für eine nachhaltige, effizientere und zukunftsfähige Produktion moderner Sanitär-fittings – mit dem klaren Ziel, Messing langfristig durch innovative Zinkwerkstoffe zu ersetzen und einen neuen Industriestandard zu etablieren.

VERHOEBEN

GABRIEL ONYENSO, M.SC.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

OPTIMIERUNG DER VERARBEITUNG VON HT-KUNSTSTOFFEN

Ein optimiertes Entformungsverhalten ist entscheidend für eine nachhaltige und effiziente Verarbeitung von Hochtemperatur-Thermoplasten und Duroplasten. Diese Werkstoffe werden zunehmend in der Elektromobilität und anderen anspruchsvollen Anwendungen eingesetzt. Ihre Verarbeitung erfordert jedoch hohe Werkzeugtemperaturen, die häufig zu Anhaftungen, Belagbildung, erhöhtem Werkzeugverschleiß und verlängerten Zykluszeiten führen. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung von Werkzeugfertigungs- und Beschichtungslösungen, die diese Herausforderungen adressieren und eine zuverlässige sowie ressourceneffiziente Herstellung von Hochleistungskunststoffbauteilen ermöglichen. Zentrale Projektziele sind die Entwicklung chrombasierter Beschichtungen auf Basis modifizierter MOCVD-Precursoren zur Verbesserung des Entformungsverhaltens und zur Reduktion von Belägen, die Konzeption eines Hochtemperatur-Messwerkzeugs zur Erfassung von Entformungskräften bis 200 °C, die Anwendung und Validierung neuartiger Werkzeugstähle zur signifikanten Erhöhung der Standzeiten von Duroplast-Werkzeugen, die Implementierung optimierter Zerspanungsstrategien zur Verkürzung der Fertigungszeiten von Werkzeugeinsätzen sowie die Weiterentwicklung von Spritzgießprozessen durch reduzierte Entformungsschrägen, integrierte Messung der Auswerferkraft und erste Untersuchungen zum physikalischen Schäumen von Hochtemperatur-Thermoplasten. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit den Industriepartnern GHD Präzisions – Formenbau GmbH & Co. KG, PAN-PLAST Kunststoffverarbeitung GmbH und Böhm Plast-Technology GmbH durchgeführt.

Im Bereich der Precursorentwicklung wurde eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt, um geeignete metallorganische Precursoren für die Chromabscheidung zu identifizieren; die erforderliche Laborausrüstung wurde beschafft. Die Synthese der Precursoren ist für die nächste Projektphase vorgesehen. Parallel dazu arbeiten die Projektpartner an weiteren Arbeitspaketen: GHD entwickelt Isolationskonzepte für das Hochtemperatur-Sensorsystem, welches im Demonstratorwerkzeug zur Messung der Entformungskräfte bei der Verarbeitung von Hochtemperaturwerkstoffen zum Einsatz kommen wird. Zudem wurden vier neuartige Werkzeugstähle identifiziert, deren Zerspanbarkeit in den kommenden Monaten systematisch untersucht wird. PAN-PLAST prüft die Machbarkeit einer direkten Messung der Auswerferkräfte während des Spritzgießprozesses; ergänzend wird der Energieverbrauch der Prozesse erfasst und

Optimierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Energieeffizienz bewertet. Zur weiteren Optimierung des Spritzgießprozesses entwickelt Böhm Plast – Technology ein Vierfachkavitäten-Werkzeugkonzept mit rotierbarem Angussbaustein, das den simultanen Einsatz austauschbarer Formeinsätze mit unterschiedlichen Entformungsschrägen oder Beschichtungen ermöglicht und so eine gezielte Analyse ihres Einflusses auf die Entformungskräfte erlaubt.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten bilden die Grundlage für weitere Entwicklungsschritte hin zu einer nachhaltigeren und effizienteren Verarbeitung von Hochtemperatur-Thermoplasten und Duroplasten.



Abbildung 1: Schlenk-Linie für die Precursorsynthese in der KIMW-F

ÜBERSICHT ÖFFENTLICH GEFÖRDERTER PROJEKTE 2025

BEREICH: PROZESSTECHNIK

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Angelo Librizzi

Tel.: +49 2351 1064-134

librizzi@kunststoff-institut.de

BioLyCo

Biodegradable polymer fabric composite

Laufzeit: 01.01.2025 bis 31.12.2027

Förderkennzeichen: EFRE-20800592

Fördermittelgeber: Land NRW / EU

Förderträger: Projektträger Jülich

Förderprogramm: GreenEconomy.IN.NRW

Projektleiter: Patrick Engemann, M.Sc.

POLYWISE

Polymere für dielektrische Wellenleiter für innovative Sensorik und Signalübertragung

Laufzeit: 15.07.2025 bis 14.07.2028

Förderkennzeichen: EFRE-20800844

Fördermittelgeber: Land NRW / EU

Förderträger: Projektträger Jülich

Förderprogramm: Industrie.IN.NRW

Projektleiter: Martin Fuchs, B.Eng.

IoT4CO2

Entwicklung eines Systems zur Optimierung von CO₂-Footprints in der Kunststoffindustrie

Laufzeit: 01.07.2023 bis 31.12.2025

Förderkennzeichen: KK5023118GM2

Fördermittelgeber: BMWK

Förderträger: AiF Projekt GmbH

Förderprogramm: ZIM FuE-Kooperationsprojekt

Projektleiter: Dr. rer. nat. Martin Ciaston

RADAR

Reduzierung der Totzone von Radaren mithilfe innovativer Oberflächenstrukturierung der Radoms und wellenunterdrückender Mikrostreifentechnologie

Laufzeit: 01.06.2023 bis 31.05.2025

Förderkennzeichen: KK5023117KX2

Fördermittelgeber: BMWK

Förderträger: AiF Projekt GmbH

Förderprogramm: ZIM FuE-Kooperationsprojekt

Projektleiter: Patrick Engemann, M.Sc.

Die genannten Forschungsvorhaben werden unterstützt durch:

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BIOLYCO

PATRICK ENGEMANN, M.SC.

BIODEGRADABLE POLYMER FABRIC COMPOSITE

Mit dem Projekt BioLyCo wird das Ziel verfolgt, biologisch abbaubare Kunststoffe mit Naturfasergeweben zu verstärken, um hochfeste Kunststoffformteile realisieren zu können, die nach Ende der Produktlebenszeit auf nachhaltigem Wege entsorgt werden können. Darüber hinaus bietet die Verwendung von Thermoplasten als Matrixmaterial die Möglichkeit, ein stoffliches Recycling durchzuführen, wodurch ein mit Naturfasern verstärktes Rezyklat erzeugt werden kann. Um die Naturfasergewebe im Spritzgussprozess hinterspritzen zu können, müssen diese eine ausreichend hohe Bindung mit dem Polymer eingehen und einen Schutz vor Feuchtigkeit aufweisen. Hierzu muss im Rahmen des Projektes eine Ausrüstung der Gewebe entworfen werden, welche ein Hinterspritzen ermöglicht, ohne die biologische Zersetzung der Einzelkomponenten zu behindern. Um ein breites Anwendungsfeld zu erhalten, soll noch ein Flammenschutz eingebracht werden, der eine großflächige Anwendung in Innenräumen ermöglicht und die Zersetzung ebenfalls nicht beeinträchtigen oder Schadstoffe in der Umgebung hinterlassen darf. Zu den angestrebten Anwendungsbereichen gehören unter anderem Verkleidungselemente und Komponenten im Automobilsektor sowie im öffentlichen Nahverkehr.

Im Verlauf des Projektes erfolgte die Entwicklung unterschiedlicher Ausrüstungen für Naturfasergewebe, die an Jutegeweben untersucht wurden. In einem nachfolgenden Fertigungsschritt erfolgte das Hinterspritzen mit einem PLA ohne den Zusatz von Additiven. Die mit dem Werkstoffverbund durchgeführten Zugversuche belegen den positiven Einfluss der behandelten Naturfasern auf die mechanischen Eigenschaften. So konnte durch den biologisch abbaubaren Werkstoffverbund die maximale Zugspannung gegenüber dem Grundwerkstoff um 72 % und gegenüber einem unbehandelten Gewebe mit Kunststoff um 20 % gesteigert werden. Dabei wurde bei der Entwicklung der Ausrüstung für das Naturfasergewebe bereits ein entsprechender abbaubarer Flammenschutz vorgesehen und untersucht. Im weiteren Verlauf ist eine zusätzliche Optimierung der mechanischen Eigenschaften geplant, indem die Haftung des Gewebes an der Kunststoffmatrix weiter gesteigert wird. Darüber hinaus soll ein Additivieren des Kunststoffes mit einem Flammenschutz erfolgen, der seine Abbaubarkeit ebenfalls nicht beeinflussen darf.

Ergänzend zu den mechanischen Untersuchungen sollen in

den verbleiben zwei Projektjahren die angefertigten Proben hinsichtlich ihrer Abbaubarkeit unter unterschiedlichen Umweltbedingungen untersucht werden, um den notwendigen Nachweis zu erbringen. Seitens des Spritzgusswerkzeuges sind weitere Untersuchungen geplant, um der Belagbildung im Serienprozess entgegenzuwirken und die Haltbarkeit der Schneiden beim Stanzen der Gewebe zu verlängern. Zu diesem Zweck befindet sich ein Versuchsstand im Aufbau, an welchem unterschiedliche Modifikationen der Schneidvorrichtung für Spritzgusswerkzeuge erprobt werden können, die im Projektverlauf auf ein Spritzgusswerkzeug übertragen werden, um den Serienprozess in der Projektlaufzeit abbilden zu können. Der Belagbildung soll durch die Anwendung einer CVD-Beschichtung entgegengewirkt werden, um die notwendigen Reinigungsintervalle am Spritzgusswerkzeug zu verlängern.



Abbildung 1: Naturfasergewebe mit Kunststoff hinterspritzt für Zugversuche

IOT4CO2

DR. MARTIN CIASTON

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

CO₂-FOOTPRINT-OPTIMIERUNG IN DER KUNSTSTOFFPRODUKTION

Ziel des Vorhabens war die Entwicklung einer ganzheitlichen Lösung zur CO₂-Bilanzierung industrieller Prozesse mit Fokus auf Transparenz, Automatisierung und Optimierung des Product Carbon Footprints (PCF). Die gesetzten Projektziele wurden vollumfänglich erreicht.

Zu Beginn des Projekts wurden die Anforderungen an alle Systemkomponenten detailliert definiert. Für die Erfassung des Stromverbrauchs kam ein Messkonzept mit geeigneter Sensorik und MID-zertifizierten Zählern zum Einsatz, das eine präzise Erfassung der relevanten Verbraucher im Spritzgießprozess ermöglicht. Die Integration in bestehende Produktionsanlagen erfolgte über standardisierte Schnittstellen wie Modbus TCP, MQTT und OPC UA. Ein Edge-Device fungiert als IoT-Gateway, übernimmt die Vorverarbeitung der Daten und stellt eine sichere Übertragung in die Cloud sicher.

Die entwickelte Cloud-Plattform bildet das zentrale Element der Lösung. Sie verarbeitet die erfassten Mess- und Prozessdaten, berechnet automatisiert CO₂-Äquivalente und stellt die Ergebnisse in einem nutzerfreundlichen Frontend dar. CO₂e-Berichte können auf Knopfdruck erzeugt und für interne Auswertungen, Kundenanforderungen oder regulatorische Nachweise genutzt werden (Abbildung 1). Ein leistungsfähiges Backend gewährleistet die strukturierte Zuordnung der Daten gemäß DIN EN 61512, die sichere Speicherung sowie die Anbindung externer Datenbanken zur Ermittlung regionaler und zeitabhängiger Emissionsfaktoren. Die API-basierte Integration stellt sicher, dass stets aktuelle CO₂-Daten in die PCF-Berechnungen einfließen.



Abbildung 1: Dashboard und exemplarischer CO₂e-Bericht

validiert, darunter Thermoplast-, PUR- und Nasslackieranwendungen. Die Plattform erwies sich dabei als flexibel und erweiterbar, sodass neue Prozessparameter und Teilsysteme problemlos integriert werden konnten.

Ein wesentlicher Schwerpunkt lag auf der Entwicklung von Algorithmen des maschinellen Lernens. Diese analysieren Prozessparameter, bewerten deren Einfluss auf den CO₂-Ausstoß und identifizieren Optimierungspotenziale. Für den Spritzgießprozess werden konkrete Vorschläge für optimale Prozessparameter abgeleitet, die sowohl den Energieverbrauch als auch somit auch die CO₂-Emissionen reduzieren. Der Plug-and-Work-Ansatz ermöglicht zudem die Übertragbarkeit der Modelle auf Spritzgießmaschinen unterschiedlicher Hersteller.

Insgesamt stellt IoT4CO2 eine leistungsfähige und praxisnahe Lösung zur CO₂-Bilanzierung und Prozessoptimierung dar. Die Kombination aus präziser Messsensorik, IoT-Technologie und skalierbarer Plattform schafft die Grundlage für nachhaltigere Produktionsprozesse und unterstützt Unternehmen wirksam bei der Erreichung ihrer Klimaziele.



Abbildung 2: Exemplarische Darstellung auf der Monitoring-Plattform

Nach erfolgreichen Funktionstests unter Laborbedingungen wurde das System in reale Produktionsumgebungen überführt. Sensorik und Gateways wurden an Produktionsmaschinen installiert und in repräsentativen Prozessen

POLYWISE

MARTIN FUCHS, B.ENG.

DIELEKTRISCHE POLYMERWELLENLEITER FÜR SIGNALÜBERTRAGUNG

Der technologische Trend zu Betriebsfrequenzen von über 100 GHz ermöglicht zwar deutlich höhere Datenraten und vielfach präzisere Sensorik, stellt die Hardwareentwicklung jedoch vor Probleme. Insbesondere die praktische Umsetzung einfacher Bauteile wie Kabel erweist sich bei diesen hohen Frequenzen als technisch äußerst herausfordernd. Dielektrische Wellenleiter (DWG) können hierbei als alternative Transmissionsleitungsstruktur dienen. Ein entscheidender Vorteil besteht darin, dass herkömmliche Polymere für ihre Realisierung genutzt werden können.

Trotz dieser vielversprechenden Aussichten fehlt es an optimierten Materialien und Fertigungsstrategien, um das volle Potenzial der DWGs auszuschöpfen. Besondere Herausforderungen liegen dabei in der Permittivität und der Temperaturstabilität. Während die Permittivität eine entscheidende Rolle bei Sensoren spielt, müssen DWG-basierte Datenleitungen bspw. im Automobilsektor u. a. hohen Temperaturanforderungen von -40 °C bis 105 °C standhalten. Die Entwicklung und Anwendung von geeigneten Materialien sowie Fertigungstechniken sind daher entscheidend, um die vielversprechenden Möglichkeiten der dielektrischen Wellenleiter in der Hochfrequenztechnik vollständig zu realisieren.

Die Innovation besteht nicht nur in der Entwicklung von Materialherstellungs- sondern auch Verarbeitungskonzepten, die die Einführung eines optimierten Wellenleitertyps ermöglichen, um Signale bei Frequenzen von mehreren 100 GHz verlust- und dispersionsarm zu übertragen. Diese wegweisende Technologie hat das Potenzial, Leitungs- und Systemkonzepte in der Elektro- und Nachrichtentechnik für neuartige Sensoren und Kommunikationstechnologien zu revolutionieren.

Die parallel zu entwickelnden innovativen Materialien ermöglichen nicht nur die Herstellung und Verarbeitung in bekannten Standardprozessen, sondern auch das Recycling und die Wiederverwendung. Dadurch entsteht gleichwohl eine nachhaltige, kostengünstige und äußerst umweltbewusste Technologie, die zur Schonung der irdischen Ressourcen beiträgt, da auf begrenzt verfügbare Metalle wie z. B. Kupfer, welches zum Bau von Wellenleitern nach dem Stand der Technik benötigt wird, verzichtet werden kann.

Um ein breites Spektrum möglicher Anwendungen und Geometrien erschließen zu können, wird bereits bei der

Entwicklung besonderen Wert darauf gelegt, dass eine Verarbeitung des Kunststoffes über unterschiedliche Technologien möglich ist. Diese reichen von der Extrusion über den Spritzguss bis hin zum 3D-Druck für die Umsetzung von kundenspezifischen Bauteilen in kleiner und großer Stückzahl. Die nachfolgende Abbildung (Abbildung 1) zeigt schematisch zwei Anwendungsfelder, bei denen eine Kombination der Verfahren notwendig wird.

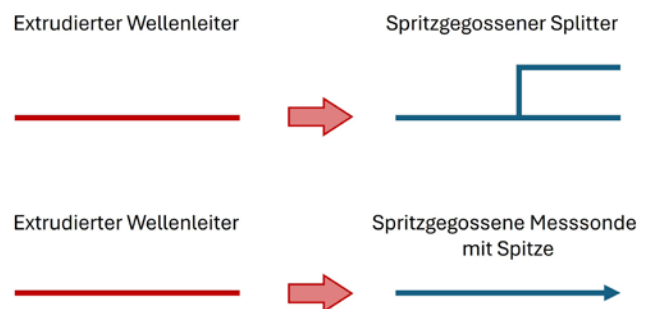


Abbildung 1: Extrudierte Wellenleiter mit spritzgegossenen Endstücken

Die zu entwickelnde Technologie integriert Ansätze aus verschiedenen Industriezweigen, um ein möglichst breites Anforderungs- und Anwendungsfeld vorauszusetzen und zeichnet sich durch die hohe Performance der möglichen Kommunikations- und Sensorsysteme aus. Dadurch wird sie zu einer hochgradig innovativen und umweltbewussten Lösung, die die Grenzen bisheriger Technologien überwindet und eine Vielzahl von Anwendungen in unterschiedlichen Branchen ermöglicht.

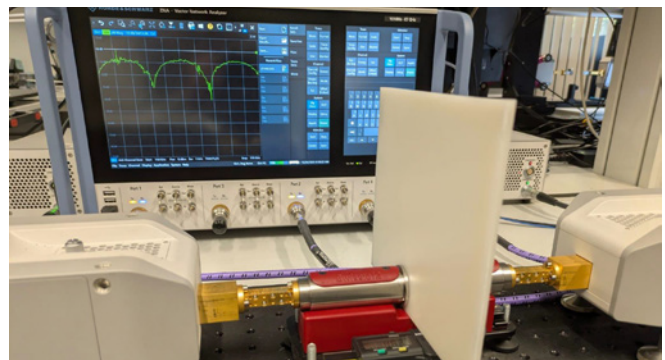


Abbildung 2: Messung der Permittivität und des Verlustwinkels (RUB)

RADAR

PATRICK ENGEMANN, M.SC.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

REDUZIERUNG DER TOTZONE BEI DER ENTFERNUNGSMESSUNG

Die Radartechnologie spielt eine zunehmend größere Bedeutung im industriellen als auch privaten Umfeld. Dies zeigt sich insbesondere im Hinblick auf das autonome Fahren im zukünftigen Straßenverkehr. Mit dem Projekt Radar hat sich die Projektgruppe das Ziel gesetzt, die Genauigkeit der Entfernungsmessung zu verbessern, indem die Totzone vor dem Radar minimiert wird. Die dafür zu entwickelnde Technologie reduziert Störsignale, welche bei Messungen von kurzen Abständen Störungen verursachen. Die Projektgruppe setzt sich aus der Firma Sondev GmbH, dem Präzisionsformenbau Gärtner GmbH, der Fachhochschule Südwestfalen und der Gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH zusammen.

Im Verlauf des Projektes konnte eine Radarplatine mit einem entsprechenden Gehäuse entwickelt und getestet werden. Das entwickelte Radom wird dabei über Schrauben mit der Gehäusehälfte fixiert und bietet damit einen geeigneten Schutz vor äußeren Einflüssen. Die Oberfläche des Radoms wurde mit einer konkaven Wölbung und einer wasserabweisenden Oberfläche versehen, um eine Beeinträchtigung der Messungen durch Kondenswasser zu verhindern. Der abweisende Effekt konnte dabei durch eine präparierte Kunststoffolie erzielt werden. Innerhalb des Gehäuses befindet sich eine strahlungsabsorbierende Folie, die ein Übersprechen von der Sende- auf die Empfängerantenne verhindert. Des Weiteren wurde im Verlauf des Projektes ein Antennendesign für den Nahbereich entwickelt und auf eine Platine für Untersuchungen übertragen. Das neu entwickelte Radar soll unter anderem in der Ermittlung des Füllstandes von Industriebehältern Anwendung finden. Damit tritt das Radar mit den unterschiedlichsten Medien in Kontakt, die bei der Entwicklung berücksichtigt werden mussten. Darüber hinaus wird eine Anwendung im Bereich des Automobils angestrebt, wodurch noch weitere Anforderungen an die Technologie gestellt werden.

Die im Projektverlauf gewonnenen Erkenntnisse – insbesondere im Bereich der Antennenentwicklung, Materialauswahl und Gehäuseintegration – bilden ein solides Fundament für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. In zukünftigen Arbeiten wird das Augenmerk verstärkt auf die Optimierung der Antennen geometrie und deren Fertigungsgenauigkeit gelegt, um eine stabilere Abstrahlcharakteristik zu gewährleisten. Parallel dazu erscheint eine Weiterentwicklung der Signalverarbeitung auf der Host-Ebene viel-

versprechend, um bei den aktuellen Hardwarebedingungen eine zuverlässigere Abstandsmessung zu ermöglichen. Ebenso sollen zukünftig alternative Ansätze zur Reduktion der Totzone – wie z. B. softwaregestützte Filtermethoden oder der Einsatz hybrider Absorbermaterialien – untersucht werden. Das Projekt hat gezeigt, dass die Kombination aus Kunststoffverarbeitung, Sensorik und Signaltechnik weiterhin erhebliches Innovationspotenzial birgt, das auch über das aktuelle Anwendungsszenario hinaus nutzbar ist.

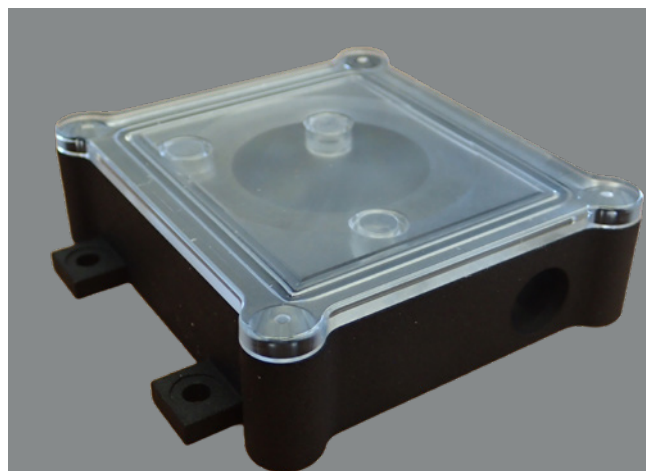


Abbildung 1: Radargehäuse

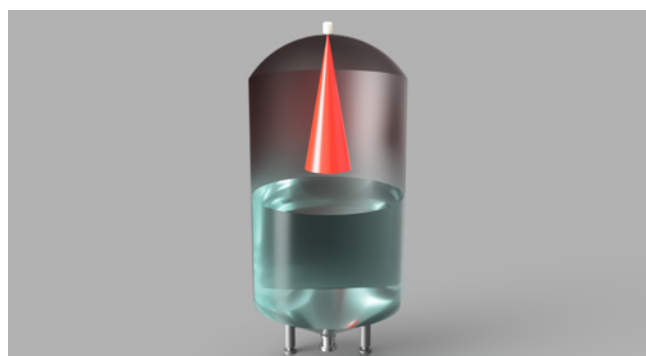


Abbildung 2: schematische Darstellung eines Füllstandensensors an einem Silo

ÜBERSICHT ÖFFENTLICH GEFÖRDERTER PROJEKTE 2025

BEREICH: MATERIALENTWICKLUNG

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Angelo Librizzi

Tel.: +49 2351 1064-134

librizzi@kunststoff-institut.de

BioDeCoat

Entwicklung eines Waschprozesses zum Entschichten von bedruckten und lackierten Kunststoffbauteilen und Textilien zur Herstellung von sortenreinen Rezyklaten

Laufzeit: 01.04.2024 bis 31.03.2027

Förderkennzeichen: EFRE-20800092

Fördermittelgeber: Land NRW / EU

Förderträger: Projektträger Jülich

Förderprogramm: GreenEconomy.IN.NRW

Projektleiter: Markus Pothmann, B.Eng.

MeRePoly

Entwicklung eines seriennahen Demonstrators zur zerstörungsfreien Messung der Restfeuchte von Polymeren

Laufzeit: 01.06.2024 bis 31.05.2027

Förderkennzeichen: EFRE-20800293

Fördermittelgeber: Land NRW / EU

Förderträger: Projektträger Jülich

Förderprogramm: Energie.IN.NRW

Projektleiter: Dipl.-Ing. (FH) Matthias Militsch

Die genannten Forschungsvorhaben werden unterstützt durch:



BIODECOAT



Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



MARKUS POTHMANN, B.ENG.

WASCHPROZESS ZUR ENTSCHICHTUNG VON BEDRUCKTEN KUNSTSTOFFBAUTEILEN & TEXTILIEN

Mit dem fortschreitenden Projekt BioDeCoat setzt die Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH gemeinsam mit ihren Partnern weiterhin neue Standards für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft. Die Ausgangslage für die Forschung bleibt von hoher Dringlichkeit: Beschichtete Kunststoffteile und Textilien stellen in der Entsorgung nach wie vor ein massives Problem dar, da sie oft nur thermisch verwertet werden können. Dieser Verlust wertvoller Rohstoffe und die damit verbundene CO₂-Freisetzung sind ökologisch nicht mehr tragbar. Unser Lösungsansatz fokussiert sich daher unverändert auf den Einsatz biobasierter und umweltfreundlicher Lösungsmittel (BBL). Substanzen wie Dihydrolevoglucosenon (Cyrene) oder Dimethylisoborbid (DMI) bilden das Herzstück der Verfahrensentwicklung der KIMW-F. Sie ersetzen nicht nur toxische, konventionelle Lösungsmittel und erhöhen damit die Arbeitssicherheit signifikant, sondern ermöglichen durch ihre spezifischen chemischen Eigenschaften erst die neuen, materialspezifischen Rückgewinnungsprozesse, die im vergangenen Jahr erfolgreich ausgearbeitet werden konnten. Ein besonderer technologischer Meilenstein gelang bei der Aufbereitung von **Polycarbonat (PC)**. Hier wurde der Prozess von einer reinen Oberflächenentschichtung zu einem umfassenden Recyclingverfahren weiterentwickelt. Das Substratmaterial wird dabei im biobasierten Lösungsmittel vollständig aufgelöst und anschließend in einem kontrollierten Prozess wieder ausgefällt. Dieser Schritt wirkt wie eine tiefe Reinigung des Materials auf molekularer Ebene. Durchgeführte Laboranalysen, insbesondere mittels Gelpermeationschromatographie (GPC), sowie umfangreiche mechanische Zugversuche belegen eindrucksvoll den Erfolg: Das so gewonnene, hochreine Rezyklat besitzt mechanische Eigenschaften, die nahezu identisch mit denen von Neumaterial sind. Dies eröffnet völlig neue Perspektiven für den Wiedereinsatz in anspruchsvollen Anwendungen und schließt den Kreislauf für PC effektiv. Bei der Materialkombination PC-ABS entstand die Herausforderung, widerstandsfähige PUR-Lacke zu entfernen, ohne das darunterliegende Bauteil zu zerstören. Hierfür wurde ein innovatives thermomechanisches Verfahren entwickelt. Durch die Unterstützung von Gleitschliffkörpern wird die Lackschicht unter Wärmeeinwirkung mechanisch abgetragen. Während dieser Abtrag bereits zuverlässig funktioniert, zeigt sich in der Praxis, dass die anschließende Prozesskette noch Optimierungsbedarf hat: Die saubere Separierung des Substratmaterials von den abgelösten Lackfragmenten und den Hilfsstoffen stellt aktuell eine verfahrenstechnische

Hürde dar, an deren Lösung das Konsortium mit Hochdruck arbeitet. Der Blick der Forschungsgruppe richtet sich zudem bereits auf die Erweiterung des Materialspektrums. Aktuell laufen Entwicklungsarbeiten, um Verfahrensroutinen für die Entschichtung von Polypropylen (PP) zu etablieren. Da PP aufgrund seiner chemischen Beständigkeit andere Anforderungen an das Lösemittel stellt als PC oder ABS, markiert dies den nächsten wichtigen Entwicklungsschritt. BioDeCoat beweist mit diesen Ergebnissen, dass der Weg von der thermischen Verwertung hin zur stofflichen Nutzung machbar ist. Gemeinsam mit fünf Partnern aus Industrie und Forschung, deckt das Konsortium die gesamte Wertschöpfungskette ab und schafft so nicht nur ökologische Vorteile durch Ressourcenschonung, sondern auch ökonomische Anreize durch die Reduzierung von Entsorgungskosten und den Zugriff auf hochwertige Sekundärrohstoffe.



Abbildung 1: Zerleinerte und entschichtete PC-ABS Kunststoff-Flakes (links), entschichteter Lack (rechts) (DTNW)



Abbildung 2: Zerleinerte und lackierte Kunststoff-Flakes in BBL im Laborreaktor (DTNW)

MEREPOLY

DIPL.-ING. (FH) MATTHIAS MILITSCH

MESSUNG DER RESTFEUCHTE IN POLYMERGRANULATEN

In der Kunststoffverarbeitung wirkt sich die Feuchte des zu verarbeitenden Kunststoffmaterials entscheidend auf die Produktqualität und die Prozesssicherheit aus. Insbesondere bei Polykondensaten führt ein erhöhter Feuchtigkeitsgehalt einerseits zur Beeinträchtigung mechanischer Eigenschaften, wie Festigkeit oder Elastizität und zum anderen zu einer instabilen Prozessführung durch eine unkontrollierte Reduzierung der Schmelzeviskosität. Die aus dem Verdampfen der Feuchtigkeit resultierende Schaumbildung kann zur Entstehung von Oberflächendefekten wie Schlieren sowie zum Auftreten mechanischer Schwachstellen durch Blasen führen. Somit verursacht ein erhöhter Feuchtegehalt minderwertige Formteile, die den gestellten Anforderungen nicht entsprechen. Kunststoffe müssen daher vor der Verarbeitung energieintensiv getrocknet werden.

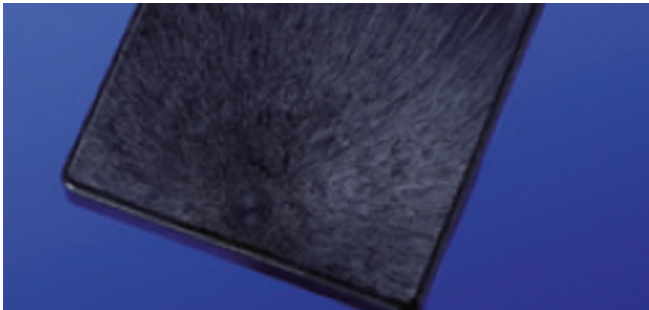


Abbildung 1: Feuchtigkeitschlieren an einem Bauteil

Zur Bestimmung der Trocknungsparameter (Temperatur und Dauer) werden, unabhängig vom tatsächlichen Restfeuchtegehalt, standardisierte Tabellenwerte der Trocknungsanlagenhersteller verwendet. Während des Trocknungsprozesses wird zyklisch wiederholend die Restfeuchte gemessen. Zur Messung der Restfeuchte existieren qualitative und quantitative Möglichkeiten, diese sind entweder Offline- oder Atline-Verfahren. Für manche Verfahren werden spezielle Chemikalien und qualifizierte Mitarbeiter benötigt. Diese klassisch angewandte, sich zyklisch wiederholende Messung der Restfeuchte führt dazu, dass der exakte Entnahmepunkt des Kunststoffs aus der Trocknungsanlage nicht bestimmt wird und die Polymere bevorzugt übertröcknet werden.

Folglich hat diese Prozessführung den gravierenden Nachteil, dass eine deutlich erhöhte Energiemenge für die Trocknung der Polymere aufgewendet wird. Zusätzlich führt die sogenannte Übertröcknung ebenfalls zu einer verminderten

Prozesssicherheit sowie zur Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften am späteren Bauteil. Somit ist in der Kunststoffverarbeitung die genaue Kenntnis der Restfeuchte der zugeführten Kunststoffgranulate insbesondere bei hygroskopischen Kunststoffen wie Polyamiden, die in vielen technischen Bereichen eingesetzt werden, von großer Bedeutung. Während eine Vielzahl von Offline-Messverfahren existieren, die zum Teil langwierig und zerstörend sind, fehlen Inline-Messverfahren, die eine präzise direkte Überwachung des Restfeuchtegehaltes im laufenden Prozess ermöglichen.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines neuartigen Demonstrators, der die Restfeuchte des Kunststoffgranulates kontinuierlich innerhalb der Produktionsumgebung prüfen kann und so eine zustandsabhängige Regelung des Trockners ermöglicht. In einem ersten Schritt werden dazu die Materialien charakterisiert und der Einfluss des Wassers auf die geplante Messumgebung simuliert. Parallel dazu werden Algorithmen entwickelt, die den Feuchtegehalt präzise ableiten. Das System soll zwei Messverfahren miteinander kombinieren, um die Ergebnisse abzusichern. Die ersten Messungen der Systeme liegen bereits vor und können unterschiedliche Feuchtegrade erkennen. Theoretische Ausarbeitungen der Messtechnik liegen ebenfalls vor. Im nächsten Schritt sollen die Technologien verfeinert und zusammengeführt werden.

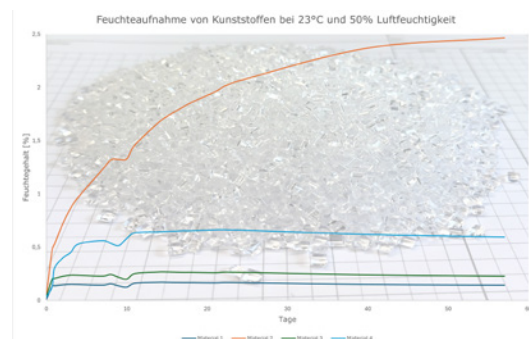


Abbildung 2: Feuchteaufnahme verschiedener Granulate

ÜBERSICHT ÖFFENTLICH GEFÖRDERTER PROJEKTE 2025

BEREICH: WERKZEUGTECHNIK

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Angelo Librizzi

Tel.: +49 2351 1064-134

librizzi@kunststoff-institut.de

FIDTS

Folienheizer in dynamisch temperierten Spritzgießwerkzeugen

Laufzeit: 01.04.2025 bis 31.03.2028

Förderkennzeichen: EFRE-20800756

Fördermittelgeber: Land NRW / EU

Förderträger: Projektträger Jülich

Förderprogramm: Energie.IN.NRW

Projektleiter: Sebastian Daute, B.Eng.

HoCoSeal

Entwicklung eines thermischen Dichtungssystems für Lacksysteme aus Polyurethan/Polyurea durch das Inmould-Coating

Laufzeit: 01.03.2024 bis 28.02.2026

Förderkennzeichen: 16KN097326

Fördermittelgeber: BMWK

Förderträger: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Förderprogramm: ZIM-Innovationsnetzwerke

Projektleiterin: Jan-Ole Maras, M.Sc.

MikrOHD

Entwicklung einer Heißkanaldirektanspritzung für mikrooptische Bauteile

Laufzeit: 01.02.2023 bis 31.01.2025

Förderkennzeichen: 16KN100533

Fördermittelgeber: BMWK

Förderträger: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Förderprogramm: ZIM-Innovationsnetzwerke

Projektleiter: Dipl.-Ing. (FH) Matthias Militsch

Sub-Mi-T

Sub-Micron-Tooling: Ein neues Verfahren zur Herstellung metallischer Werkzeuge mit Strukturauflösung im Nanometerbereich

Laufzeit: 01.10.2022 bis 30.09.2025

Förderkennzeichen: KK5023115KX2

Fördermittelgeber: BMWK

Förderträger: AiF Projekt GmbH

Förderprogramm: ZIM FuE-Kooperationsprojekt

Projektleiter: Dipl.-Ing. Marko Gehlen

VEPP

Entwicklung einer Verbundschicht aus EPP im One Shot

Laufzeit: 01.08.2023 bis 31.03.2026

Förderkennzeichen: 49MF220224

Fördermittelgeber: BMWK

Förderträger: EURONORM GmbH

Förderprogramm: INNO-KOM

Projektleiter: Markus Pothmann, B.Eng.

Die genannten Forschungsvorhaben werden unterstützt durch:

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



FIDTS

SEBASTIAN DAUTE, B.ENG.

FOLIENHEIZER IN DYNAMISCH TEMPERIERTEN SPRITZGIESSWERKZEUGEN

Im April 2025 ist das Forschungsprojekt FIDTS („Folienheizer in dynamisch temperierten Spritzgießwerkzeugen“) gestartet. Das Ziel ist die Entwicklung eines innovativen Heizkonzepts, mit dem sich Temperaturwechsel im Spritzgießwerkzeug effizienter und mit reduziertem Energieeinsatz an der Formteiloberfläche realisieren lassen.

Produzierende Unternehmen sehen sich zunehmend mit der Anforderung konfrontiert, Bauteile und Komponenten bei steigenden Qualitätsstandards gleichzeitig zu wettbewerbsfähigen Preisen bereitzustellen. In der Praxis führt dies häufig zu Zielkonflikten, die sowohl kundenseitig in Form von Qualitätseinbußen als auch produktionsseitig durch verlängerte Zykluszeiten sichtbar werden. Durch die Implementierung einer kosteneffizienten und schnell realisierbaren Lösung – der Integration einer dynamischen Temperierung in das Spritzgießwerkzeug – lassen sich jedoch signifikante Qualitätsverbesserungen erzielen, ohne dass die Zykluszeit maßgeblich erhöht wird.

Im Zentrum des Projektkonsortiums, bestehend aus der KIMW-F gGmbH, der Contura MTC GmbH und der Lauer Harz GmbH, steht die Weiterentwicklung eines kompakten Folienheizsystems, das eine hochpräzise und kurzfristige Erwärmung der Kavitätswand ermöglicht. Durch die äußerst nahe Positionierung des Heizelements an der Kontaktfläche zwischen Werkzeug und Formteil kann ein schneller Temperatursprung von 30 bis 40 Kelvin erzeugt werden – exakt in dem Bereich, der für den Spritzgießprozess von entscheidender Bedeutung ist.

Durch die partielle Erwärmung des relevanten Formteilbereichs können typische Oberflächenfehler wie Binde-nahtkerben, matte Hofbildungen oder Glanzunterschiede deutlich reduziert oder vollständig kaschiert werden. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund nachgelagerter Veredelungsprozesse – etwa des Galvanisierens, verschiedener PVD-Verfahren oder des Lackierens – von Bedeutung, da dort vorhandene Oberflächenfehler oftmals verstärkt in Erscheinung treten. Die dynamische Temperierung bietet in diesem Zusammenhang einen wesentlichen Vorteil: Die im Spritzgießprozess minimierten oder eliminierten Formteildefekte bleiben auch in den anschließenden Veredelungsschritten verborgen, wodurch die Gesamtqualität des Endprodukts nachhaltig verbessert wird.

Bereits bestehende Voruntersuchungen zur Folienheiztechnologie beschränkten sich bislang auf vergleichsweise kleine Anwendungsflächen und zielten überwiegend auf die partielle Vermeidung einzelner Binde-nahtbereiche ab. Im Rahmen des Projekts FIDTS soll nun ein skalierbares Heizsystem mit einer aktiven Fläche von etwa 70 × 70 mm entwickelt werden. Dadurch wird erstmals die Möglichkeit geschaffen, auch größere Bereiche eines Formteils dynamisch und energieeffizient zu temperieren und somit das Einsatzspektrum der Technologie wesentlich zu erweitern.

Die geplante Lösung verfolgt das Ziel, den Energieeintrag gezielt zu steuern, die Zykluszeiten zu optimieren und gleichzeitig die Oberflächenqualität der Bauteile signifikant zu erhöhen. Dabei liegt ein besonderer Schwerpunkt auf der Minimierung des Energieverbrauchs, um sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Effizienzpotenziale zu realisieren.

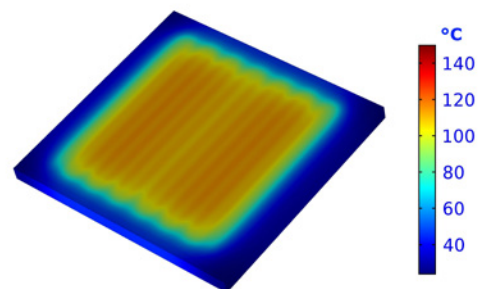
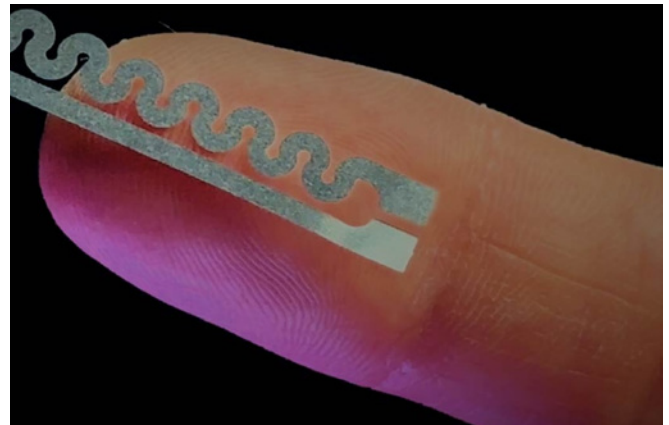


Abbildung 1: Skalierung der Heizfläche von partiell (30 × 5 mm²) auf flächig (70 × 70 mm²)

HOCOSEAL

JAN-OLE MARAS, M.SC.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ENTWICKLUNG NEUER DICHTSYSTEME FÜR DAS IN-MOULD COATING

Beschichtete Kunststoffbauteile nehmen in zahlreichen Anwendungsfeldern eine zunehmend zentrale Rolle ein. Neben der optischen Gestaltung müssen moderne Oberflächen zusätzliche funktionale Eigenschaften, wie erhöhte Abrieb- und Kratzbeständigkeit, reduzierte Schmutzanhaftung und Fingerabdruckresistenz, aufweisen. Zur prozessintegrierten Herstellung solcher Funktionsoberflächen wurde das In-Mould-Coating-Verfahren (IMC) etabliert. In diesem Verfahren erfolgt nach dem Spritzgießen des thermoplastischen Grundkörpers eine nachgeschaltete Beschichtung innerhalb desselben Werkzeugs, bei der ein niedrigviskoses Polyurethan-System in die Kavität eingebracht wird. Auf diese Weise lassen sich lackierte Kunststoffbauteile in einem kombinierten Fertigungsschritt herstellen. Die geringe Viskosität der eingesetzten Beschichtungsmaterialien stellt dabei eine wesentliche prozesstechnische Herausforderung dar. Aktuelle Werkzeugkonzepte nutzen eine gezielte Beaufschlagung des Bauteilrandes durch die Werkzeughälften, um ein unkontrolliertes Ausfließen des Beschichtungsmaterials zu unterbinden. Dies führt jedoch zwangsläufig zur Ausbildung einer ausgeprägten Randzone in Form einer Quetschkante, die insbesondere bei sicht- und dekorrelevanten Bauteilen als qualitätsmindernd einzustufen ist.

Ziel des Forschungsprojekts „HoCoSeal“, welches in Zusammenarbeit mit den Unternehmen Contura MTC GmbH, Formconsult Werkzeugbau GmbH und Bestenlehrer GmbH durchgeführt wird, ist es neue Dichtsysteme für das IMC zu entwickeln und die o. g. Quetschkante zu egalisieren.

Um die Einflussgrößen auf die Überspritzung beim PUR-Überfluten zu identifizieren, wurde ein Versuchsstand konstruiert. Hiermit sollen Überspritzungen am Demonstratorbauteil provoziert werden, um die Einflussparameter auf die Gratbildung zu identifizieren. In der Erstbemusterung des Versuchsstands wurden bereits Optimierungspotentiale festgestellt und daraufhin in das Versuchswerkzeug eingebracht. Hierbei handelt es sich um das Hinzufügen von Vakuum zur dichten Halterung im Werkzeug sowie der Optimierung der Oberflächenbeschaffenheit im Dichtbereich. Nachfolgend konnten in der nächsten Projektphase ausgiebige Überflutungsversuche stattfinden, in denen Parameter wie Materialtemperatur, Werkzeugtemperatur und Entlüftungszeiten variiert wurden.



Abbildung 1: Demonstrator mit provoziertem Überspritzungsbild

Durch die Versuchsreihen konnten weitere erhebliche Ansätze für Optimierungen am Versuchswerkzeug gewonnen werden, sodass in einer zweiten Optimierungsschleife weitere Weiterentwicklungen eingebracht werden konnten. Neben einer Geometrieänderung des Demonstratorbauteils zur Fließoptimierung des Polyurethans wurden verschiedene Heizkreise und eine konturnahe Temperierung eingebracht, wodurch in Zukunft verschiedene Heizkonzepte mit in die Parameteruntersuchungen einbezogen werden sollen. Im Anschluss an die Werkzeugoptimierungen sollen weitere Versuchsreihen durchgeführt werden, um die relevanten Einflussparameter der Gratbildung mit den oben genannten Heizkonzepten abzuprüfen, um so die Gratbildung zu reduzieren und schlussendlich ein thermisches Dichtsystem zu entwickeln.

MIKROHD

DIPL.-ING. (FH) MATTHIAS MILITSCH

ENTWICKLUNG EINER HEISSKANALDIREKTANSPRITZUNG FÜR MIKROOPTISCHE BAUTEILE

Die Heißkanaltechnik gewinnt in vielen Bereichen der Kunststofftechnik an Relevanz. Auch bei der Produktion von Mikrooptiken kommen zunehmend Heißkanalsysteme zum Einsatz. Dies hat einerseits mit den hohen Materialkosten für den Kunststoff zu tun, aber auch mit dem Thema Nachhaltigkeit, da bei einem mit einem Kaltkanal produzierten Bauteil sehr viel Angussabfall anfällt, der danach für optische Anwendungen nur schwierig wiederzuverwerten ist. Dieser Angussabfall kann das Formteilgewicht deutlich übersteigen, da hier großzügig dimensionierte Fließkanäle die Nachdruckübertragung gewährleisten sollen. Gerade bei größeren Stückzahlen, wie sie z. B. im Telekommunikationsmarkt benötigt werden, gibt es erhebliche Einsparpotentiale. Weitere Potentiale ergeben sich bei der aufwändigen und kostenintensiven Nacharbeit der Angusstrennung. Aktuell wird die Angusstrennung in den meisten Fällen noch manuell durchgeführt, wobei es immer wieder zu hohen Ausschussraten durch Beschädigungen der Optik kommt.

Ziel des Projektes ist es daher, ein Werkzeugkonzept zu entwickeln, bei dem man die Mikrooptiken direkt mit einem Heißkanal anbinden kann, um wie oben beschrieben einerseits die Materialkosten, aber auch den Aufwand der Nacharbeit und somit weitere Kosten zu reduzieren. Nach der Entwicklung einer Formteilgeometrie, einer kleinen dreieckigen Platte mit einem Gewicht von 0,1 g und der Festlegung des Anspritzpunktes in einer Ecke des Dreiecks, wurde ein Werkzeugkonzept erstellt und mittels verschiedener Simulationen geprüft und optimiert. Ziel dabei war die Bereitstellung gleicher Schmelzequalitäten für alle Formteile. Ein weiterer Punkt ist die Wärmeübertragung vom Heißkanal in das Formnest, die möglichst gering ausfallen soll, damit kurze Zykluszeiten und gleichmäßige Werkzeugwandtemperaturen ermöglicht werden. Weiterhin sind ebenfalls die Geometrie der Torpedespitzen und der des Schmelzevorraums hervorzuheben. Hier werden die Geometrien angepasst und durch Simulationen verifiziert. Ziel dieser Anpassungen ist eine geringe Belastung der Schmelze während des Einspritzens. Weiterhin werden die Kühlkanäle bestmöglich an die Heißkanaldüsen herangeführt, damit die Wärme der Schmelze nur einen geringen Einfluss auf die Kavität hat. Die Heizleistung der Düsen und des Verteilbalkens werden an die Erfordernisse der Schmelze und der zu erwartenden Zykluszeit angepasst. Nach der Fertigung des Werkzeugs wurde dies zunächst

einem Funktionstest unterzogen und anschließend wurde in verschiedenen Versuchsreihen der Einfluss der Verfahrensparameter mit einem DOE-Versuchsplan eruiert. Die Bauteile werden anschließend optisch in einem Durchlichtverfahren und per GPC-Analyse hinsichtlich der Molekülkettenlänge geprüft und basierend auf diesen Messergebnissen wird eine Arbeitspunktoptimierung durchgeführt, sodass die Bauteile auf ihre bestmögliche Qualität hin optimiert werden. Die GPC-Analyse ergab nahezu keinen Unterschied zu dem ursprünglichen Granulat, was auf eine sehr schonende Verarbeitung bei Verwendung des Heißkanalsystems hindeutet. Die weiteren optischen Auswertungen vergleichen den Spannungshaushalt der Bauteile und die visuelle Qualität. Auch hierbei wurde die schonende Verarbeitung bestätigt. Hinsichtlich der Energieeffizienz bietet der Heißkanal ebenfalls Vorteile: es muss nur das Material aufgeschmolzen und verarbeitet werden, welches nachher als Artikel zur Verfügung steht.



Abbildung 1: Formteil (links) und Granulatkörner (rechts) zum Größenvergleich

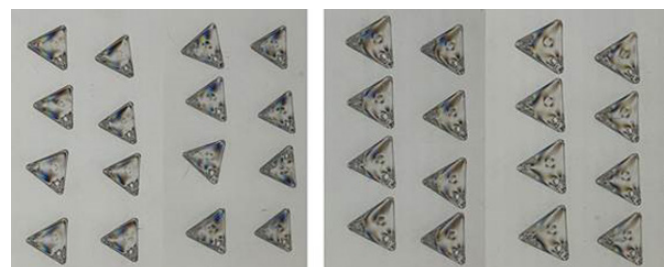


Abbildung 2: Polarisationsoptik mit inneren Spannungen, links: Lexan, rechts: Makrolon

SUB-MI-T

DIPL.-ING. MARKO GEHLEN

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

SCHNELLE REPLIKATION NANOSTRUKTURIERTER WERKZEUGEINSÄTZE

Werkzeugoberflächen mit Strukturen im Nano- und Submikrometerbereich eröffnen neue funktionale Möglichkeiten. Durch gezielte Oberflächentopografien lassen sich beispielsweise das Benetzungsverhalten beeinflussen, wie es beim Lotuseffekt bekannt ist, oder optische Eigenschaften transluzenter Bauteile gezielt steuern. In der Kunststoffverarbeitung, insbesondere beim Spritzgießen, werden solche Strukturen direkt von der Werkzeugoberfläche auf die Kunststoffbauteile übertragen und eignen sich damit für die reproduzierbare Herstellung großer Stückzahlen funktionalisierter Komponenten. Vor diesem Hintergrund wird im Projekt Sub-Mi-T ein neuer Ansatz zur Fertigung metallischer Werkzeugeinsätze mit hochauflösenden Oberflächenstrukturen verfolgt.

Der entwickelte Prozess (Abbildung 1) basiert auf einer mehrstufigen Replikationskette. Zunächst wird die strukturgebende Urform mithilfe der Zwei-Photonen-Polymerisation gefertigt, einem additiven Verfahren, das sich besonders für die Erzeugung feinsten Geometrien eignet. Diese Masterstruktur (Abbildung 2) wird anschließend über eine Silikonform in ein hochtemperaturbeständiges Quarzglas überführt. In einem weiteren Schritt dient die Glasstruktur als Matrize für die Übertragung der Oberflächengeometrie in ein Metall, entweder durch Gießen oder Prägen amorpher Legierungen. Auf diese Weise entsteht ein metallischer Werkzeugeinsatz, der direkt in ein Spritzgießwerkzeug integriert werden kann. Der Ansatz ermöglicht eine flexible und vergleichsweise schnelle Herstellung strukturierter Werkzeugeinsätze und bietet damit Potenzial zur Reduzierung von Entwicklungszeiten und Werkzeugkosten.

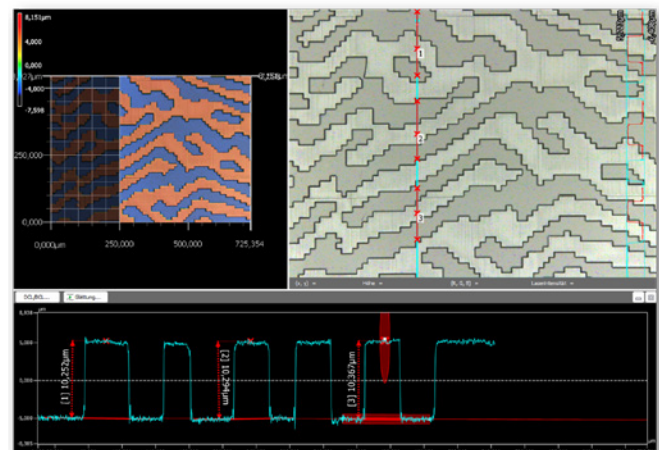


Abbildung 2: Profilanalyse Master DOE (KIMW-F)

Zur Bewertung der Replikationsgenauigkeit entlang der gesamten Prozesskette wird die konfokale Mikroskopie eingesetzt. Anhand z. B. eines diffraktiven optischen Elements (DOE) lassen sich charakteristische Punkte eindeutig identifizieren und über alle Prozessstufen hinweg vergleichen. Dadurch können Formgenauigkeit, Oberflächenqualität und funktionale Eigenschaften der Strukturen systematisch untersucht werden. Die konfokale Mikroskopie ermöglicht dabei reproduzierbare Messungen auch bei steilen Flanken und hohen Aspektverhältnissen, wie sie für optische Submikrometerstrukturen typisch sind.

Nach der Herstellung der Metalleinsätze werden diese in Spritzgießwerkzeuge integriert und zur Replikation der Strukturen in Kunststoffen eingesetzt. Die Versuche zeigen, dass reproduzierbare Kunststoffbauteile mit homogenen Submikrometerstrukturen hergestellt werden können. Gleichzeitig werden prozessbedingte Herausforderungen sichtbar, etwa Fließlinien und erhöhte Oberflächenrauheiten bei gegossenen Metalleinsätzen oder mechanische Beschädigungen beim Einbau in das Werkzeug. Dennoch konnte demonstriert werden, dass die feinen Strukturen im Spritzguss, beispielsweise mit Polycarbonat, grundsätzlich übertragen werden können.

Das entwickelte Verfahren bietet ein hohes Potenzial für die industrielle Herstellung nanostrukturierter Formeinsätze. Um die angestrebte Anwendungsreife zu erreichen, sind jedoch weitere Optimierungen der eingesetzten Materialien, der Werkzeugkonstruktion und der Prozessführung erforderlich.

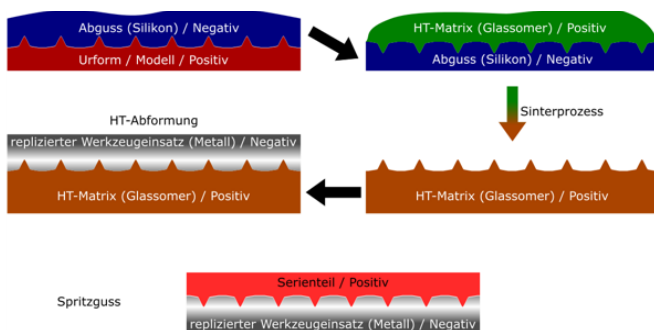


Abbildung 1: Schematischer Prozess (IMTEK, Uni Freiburg)

VEPP

MARKUS POTHMANN, B.ENG.

Gefördert durch:

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ENTWICKLUNG EINER VERBUNDSCHICHT AUS EPP IM ONE-SHOT

Angesichts der wachsenden Bedeutung von nachhaltigen Materiallösungen rückt der Leichtbau zunehmend als Schlüsseltechnologie in den Fokus. Das Forschungsprojekt VEPP verfolgt das Ziel, innovative Hybridbauteile zu entwickeln, die expandiertes Polypropylen (EPP) mit spritzgegossenen Außenschichten kombinieren. Dadurch sollen nicht nur die Anwendungsmöglichkeiten von EPP erweitert, sondern auch Materialverbrauch und Energieeinsatz deutlich reduziert werden. EPP, ein Partikelschaumstoff mit einem Luftanteil von 75 bis 98 %, überzeugt durch seine Leichtbaupotenziale, hervorragende Wärmedämmung und Stoßfestigkeit. Allerdings schränken seine poröse Oberfläche, begrenzten mechanischen Eigenschaften und energieintensiven Herstellungsverfahren den Einsatz bislang ein. Im Automobilbau wird EPP daher häufig in unsichtbaren Bereichen, etwa in Werkzeugfächern, eingesetzt. Durch die Kombination mit spritzgegossenen Außenschichten eröffnet das VEPP-Projekt neue Anwendungsfelder, darunter sichtbare Bauteile im Automobilsektor. Das Kernziel des VEPP-Projekts ist die Entwicklung eines innovativen „One-Shot“-Verfahrens, bei dem die Prozessschritte Schäumen und Spritzgießen in einem einzigen Werkzeug integriert werden. Diese Prozessintegration verspricht kürzere Zykluszeiten, geringeren Energieverbrauch und reduzierte Produktionskosten. Im Jahr 2025 wurde ein Meilenstein erreicht: die Entwicklung und der Bau eines 2K-Schiebetisch-Werkzeugs zur Herstellung von Spielzeug-Puzzleplatten. Diese Demonstratorbauteile bestehen aus einer thermoplastischen Außenschicht, die mit EPP-Material hinterspritzt wird. Das Werkzeugkonzept mit zwei Kavitäten ermöglicht die Herstellung von 2K-Bauteilen aus Thermoplast und EPP-Formteilen in einem Arbeitsgang und demonstriert die praktische Umsetzbarkeit des „One-Shot“-Verfahrens. Ein entscheidender Durchbruch konnte durch die Anwendung des Atecarma-Verfahrens der Firma Teubert erzielt werden. Das damit behandelte EPP-Rohmaterial wird auf einer konventionellen Spritzgussmaschine verarbeitet – ohne den sonst üblichen energieintensiven Heißdampfprozess. Stattdessen kommt eine variotherme Werkzeugbeheizung zum Einsatz, die eine gezielte Steuerung der Temperaturprofile ermöglicht. Diese Verfahrenskombination reduziert nicht nur den Energieverbrauch erheblich, sondern vereinfacht auch die Prozesskette und senkt die Investitionskosten für die Anlagentechnik. Um die mechanischen Eigenschaften und die Verbindungsqualität zwischen den Materialschichten zu optimieren, werden umfangreiche Versuchsreihen durchgeführt. Dabei

kommen verschiedene EPP-Sorten mit unterschiedlichen Schüttdichten und Partikelgrößen sowie diverse thermoplastische Materialien zum Einsatz. Diese systematischen Untersuchungen zielen darauf ab, die Haftungsmechanismen zwischen Thermoplast und EPP zu verstehen und materialspezifische Prozessparameter zu identifizieren, die eine stabile und dauerhafte Verbindung gewährleisten. Die Kombination zweier unterschiedlicher Materialien und Fertigungstechniken bringt weiterhin technologische Herausforderungen mit sich. Dazu zählen die Sicherstellung einer stabilen Verbindung zwischen den Materialien, die Vermeidung von Prozessfehlern wie unzureichender Verschweißung der EPP-Perlen und die Anpassung der Werkzeugtechnologie an komplexe Bauteilgeometrien. Die im Jahr 2025 gewonnenen Erkenntnisse aus den Materialkombinationen und der Prozessführung tragen wesentlich dazu bei, diese Herausforderungen systematisch zu adressieren. Das „One-Shot“-Verfahren für Hybridbauteile aus EPP bietet zahlreiche neue Einsatzmöglichkeiten. Denkbar sind Anwendungen in der Automobilindustrie für sichtbare Exterieur- und Interieurbauteile, in der Medizintechnik oder der Lebensmittelindustrie, wo Leichtbau, Funktionalität und ansprechende Optik gefragt sind. Die im Projekt entwickelten Spielzeug-Puzzleplatten demonstrieren exemplarisch das Potenzial für den Konsumgüterbereich, in dem Sicherheit, Haptik und Design gleichermaßen wichtig sind. Darüber hinaus eröffnet das Verfahren Potenziale für weitere Verfahrenskombinationen wie das Einbringen dekorativer Folien oder integrierter Elektronik. Das Projekt zeigt eindrucksvoll, wie innovative Fertigungstechnologien zu nachhaltigen Materiallösungen beitragen können. Durch die Übertragung bewährter Verfahren auf neue Anwendungsbereiche und die Integration ressourcenschonender Prozessvarianten wird nicht nur der Industriestandard weiterentwickelt, sondern auch ein wichtiger Beitrag zur Ressourcenschonung und Energieeffizienz in der Kunststoffverarbeitung geleistet.

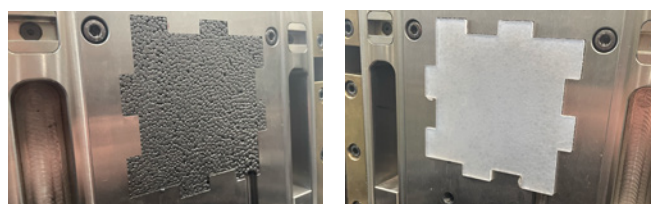


Abbildung 1: Fertiges 2K Bauteil aus Thermoplast, hinterspritzt mit EPP



ÜBERSICHT DER VORWETTBEWERBLICHEN EIGENFORSCHUNGSPROJEKTE

BEREICH: VORLAUFFORSCHUNG

Optimierung von Farbauswaschungen beim Folienhinterspritzen

Ermittlung von praktischen Grenzwerten und Abgleich mit der Spritzgießsimulation

Projektleiter: Sebastian Daute, B.Eng.

Patentierete Fördersysteme für Feststoffe

Know-how für Minimalmengenförderung

Projektleiter: Dipl.-Ing. Frank Mumme

Synthese von Wolfram-, Molybdän- und Chromhexacarbonyl

Gleichmäßige Beschichtung an komplexen Geometrien

Projektleiter: Dipl.-Ing. Frank Mumme

OPTIMIERUNG VON FARBAUSWASCHUNGEN BEIM FOLIENHINTERSPRITZEN

SEBASTIAN DAUTE, B.ENG.

ERMITTLUNG VON PRAKTISCHEN GRENZWERTEN UND ABGLEICH MIT DER SPRITZGIESSSIMULATION

Die KIMW-F befasst sich seit mehreren Jahren mit der Simulation von Spritzgießprozessen. Fortschreitende Entwicklungen wie physikalisches und chemisches Schäumen, dynamische Prozessführungen sowie optimierte Entlüftungskonzepte wurden dabei sukzessive in moderne Simulationsprogramme integriert.

Im Bereich der Folienhinterspritzung wird zur Abschätzung von Wash-Out-Effekten bislang häufig die Schergeschwindigkeit herangezogen, insbesondere im Bereich von Anspritzpunkten.

Verbindliche Referenzwerte existieren hierfür jedoch nicht, da Folienmaterialien, Pigmentierungen und funktionale Schichtaufbauten kundenspezifisch ausgelegt sind. Auf Basis von Erfahrungswerten von Folienherstellern und Anwendern wurden daher bislang maximale Schergeschwindigkeiten von etwa $1.000\text{--}4.000\text{ s}^{-1}$ während der Einspritzphase als Orientierungswerte genutzt. Diese Orientierungswerte können jedoch je nach Kunststoffgranulat und spezifischer Folien-/Farbmodifikation deutlich variieren und besitzen nur eingeschränkte Aussagekraft.

In der Simulationssoftware Moldex3D steht mit dem sogenannten Wash-Out Index ein Kennwert zur Verfügung, der zur Identifikation kritischer Einspritzsituationen und potenzieller Folienschädigungen dient.

Der Wash-Out Index soll dem Anwender eine differenzierte Betrachtung der Simulationsergebnisse liefern, um bisherige Annahmen über die Schergeschwindigkeit detaillierter prüfen zu können.

Berücksichtigt werden ausschließlich Zeitintervalle, in denen die lokale Schmelzetemperatur oberhalb der Erstarrungstemperatur liegt und somit eine mechanische Kopplung zwischen Schmelzefluss und Folie besteht. Hohe Wash-Out-Index-Werte weisen auf eine signifikante relative Verschiebungsneigung zwischen Schmelze und Folie hin. Der Wash-Out Index stellt somit keine materialgesetzliche Größe dar, sondern eine prozessintegrierte Bewertungsgröße, die zur vergleichenden Analyse unterschiedlicher Füllstrategien, Werkzeugkonzepte und Prozessparameter herangezogen wird.

Die praktische Validierung des Wash-Out Index erfolgte anhand eines Serienprojekts der Gigaset Technologies GmbH. Die Ergebnisse zeigen innerhalb der betrachteten Material- und Prozessgrenzen einen deutlichen Mehrwert des Wash-Out

Index zur simulationsgestützten Bewertung von Folien-/Farbeanspruchungen.

Untersucht wurde ein Frontgehäuseteil eines SL850H PRO DECT-Telefons aus PC-ABS mit rückseitig bedruckter Makrofolie der Covestro AG Deutschland. Aufgrund geometrischer Randbedingungen erfolgte die Anspritzung über einen Hilfssteg mit direktem Auftreffen der Schmelze auf die Folienrückseite. Während initiale Varianten maximale Schergeschwindigkeiten von bis zu 15.000 s^{-1} aufwiesen und deutliche Wash-Out-Effekte zeigten (Wash-Out Index 0,14), konnten diese durch Angussoptimierungen schrittweise reduziert werden. Bei 4.700 s^{-1} trat nur noch ein minimaler Effekt auf (Index 0,04), während bei 1.400 s^{-1} keine Beeinträchtigung mehr festgestellt wurde (Index 0,00).

Für die Praxis gilt, dass fehlerfreie Formteile angestrebt werden, wenn der Wash-Out Index in der Simulation gegen Null tendiert.



Abbildung 1: Formteile mit Auswaschung im silberfarbenen Bereich (links) und optimiert (rechts)

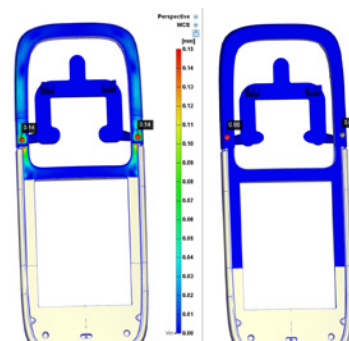


Abbildung 2: Formteile simuliert mit hohem Wash-Out-Wert (links) und optimiert (rechts)

PATENTIERTE FÖRDERSYSTEME FÜR FESTSTOFFE

DIPL.-ING. FRANK MUMME

KNOW-HOW FÜR MINIMALMENGENFÖRDERUNG

Die Forschungsstelle startete vor über zehn Jahren im Zuge der CVD-Prozessentwicklung mit dem Aufbau einer eigenständigen Fördertechnik und Verdampfung von pulverförmigen Präkursoren. Die Motivation lag in der Nutzung von industriellen Chemikalien für die Niedertemperatur-MOCVD-Schichtabscheidung. Eine damalige Marktrecherche ergab, dass keine Fördersysteme für derartige pulverförmigen Stoffe angeboten wurden.

Herausfordernd war von Beginn an die Kombination aus Lagerung, Förderung und Verdampfung spezifischer pulverförmiger Chemikalien. Der Betrieb sollte unter inerten Bedingungen, atmosphärisch oder im Vakuum möglich sein und die Verdampfung bis zu einer Temperatur von 260 °C ermöglicht werden. Aktuell sind zwei Förderkonzepte entwickelt worden, die durch zwei unabhängige Patente europaweit abgesichert wurden. Die Förderung erfolgt über ein Ein- oder Zweischneckensystem. Hierzu wurden unterschiedliche Patente und Gebrauchsmuster zur Lagerung/Förderung und kontaminationsfreien Verdampfung von pulverförmigen Feststoffen genehmigt;

- DE 102018133068B4
- EP3699320
- Gebrauchsmuster: 202025106904

Technische Schwierigkeiten, die es bei der Förderung zu vermeiden galt, wurden im Zuge einer permanenten Weiterentwicklung umgangen:

- Lagerung der Stoffe unter Umgehung der Brückenbildung von Partikeln in der Fördersäule
- Förderung der Feststoffe in einem Schneckengang unter Ausschluss der Blockade im Schneckengang
- Dosierung der Feststoffe über ein Düsensystem mit integrierter Steuerung der Fördermenge
- Förderung der pulverförmigen Stoffe im Gasstrom
- Spontane Verdampfung der Präkursoren und Zuführung in den Beschichtungsprozess

Aktuell stehen zwei Fördersysteme zur Verfügung: ein Einschnuckenextruder für Fördermengen von 0-10 g/h sowie ein Doppelschnuckenextruder für Mengen von 2-100 g/h. Die Förderung des Einschnuckenensystems basiert auf der Reibung des Fördermediums und den korrespondierenden Förderkomponenten. Das Zweischnuckenensystem bietet weiterhin den Vorteil der selbsttätigen Schnuckenreinigung, sodass eine Stockung der Förderung weitgehend inhärent ausgeschlossen werden kann.



Abbildung 1: Doppelschnuckenextruder mit sichtbaren Schnucken spitzen

Für die Förderung korrosiv wirkender Chemie ist eine Materialauswahl mit entsprechend beständigen Stählen und Legierungen möglich.

Sensorik für die Messung geförderter Pulvermengen

Für die Regelung des Fördervolumens wurde eine geeignete Sensorik entwickelt die zukünftig eine enge Toleranz der Fördermenge ermöglichen soll. Die aktuelle Toleranz von $\pm 5\%$ kann somit auf $\pm 0,5\%$ reduziert werden. Ein nachgelagertes Forschungsprojekt soll die Möglichkeiten einer KI-basierten Datenverarbeitung untersuchen, die eine Erkennung von Verschleißzuständen, Fördermenge und Art des Fördermediums ermöglichen soll.

Ziel ist es, verschiedenen interessierten Branchen ein Fördersystem zur Verfügung zu stellen, welches eine einzigartige Kombination an Eigenschaften aufweist:

- reproduzierbare Fördercharakteristik
- geregelte Fördermenge
- Betrieb unter atmosphärischen oder Vakuumbedingungen
- Förderung von Kleinstmengen
- Förderung von korrosiven Medien
- Dosierung ohne Einsatz von Lösemitteln

Optional besteht die Möglichkeit, die zu fördernden Stoffe über ein Gasleitungssystem weiterzuleiten und in einem nachgeschalteten Verdampfer spontan zu verdampfen. Diese Möglichkeit wird in der Forschungsstelle zur Abscheidung von Schichten im CVD-Prozess genutzt.

SYNTHESE VON WOLFRAM-, MOLYBDÄN- UND CHROMHEXACARBONYL

DIPL.-ING. FRANK MUMME

GLEICHMÄSSIGE BESCHICHTUNG AN KOMPLEXEN GEOMETRIEN

Für die MOCVD-Abscheidung von Wolfram-, Chrom- oder Molybdänschichten können die jeweiligen Metallcarbonyle als Precursoren verwendet werden. Verglichen mit der Synthese aus halogenierten Metallverbindungen, ist die Prozesstemperatur reduziert und korrosiv wirkende Reaktionsprodukte werden nicht in den Schichtaufbau integriert. Aufgrund der veränderten Weltlage und eingeschränkter Lieferketten, ist die Versorgung mit unterschiedlichen Rohstoffen sehr stark reglementiert oder nicht mehr gegeben. Dieses gilt auch für viele metallorganische Verbindungen der Metalle Wolfram und Molybdän. Die Forschungsstelle hat aus diesem Grund eine eigene Carbonylsynthese aufgebaut und damit begonnen die Versorgung der von der Forschungsstelle unterhaltenen Forschungsprojekte sicherzustellen.

Entwicklung einer elektrochemischen Prozesstechnologie

Für die Herstellung von Metallcarbonylen wurde in einen Hochdruckautoklaven und eine elektrochemische Niederdruckzelle investiert.

Die Hochdrucksynthese benötigt Prozessdrücke von ca. 100 bar wohingegen die elektrochemische Prozessführung bei Drücken <10 bar zu einer guten Ausbeute der jeweiligen Metallcarbonyle führt.

Die Entwicklung und Herstellung der entsprechenden Autoklaven- und elektrochemischen Technik wurde durch die KIMW-Forschungsstelle durchgeführt. Für eine sichere Betriebsführung, hohe Reinheit und Ausbeute waren langwierige und aufwendige Untersuchungen der Reaktionskinetik notwendig. Insbesondere wurde ein Verständnis für den Einfluss der Reaktorgeometrie und der dynamischen Reaktionsführung entwickelt, so dass eine Ausbringung von ca. 500 g Metallcarbonyl am Tag mit einer Ausbeute von > 90% realisiert werden kann.

Weiterentwicklung der Precursorsynthese

Für die Anpassung der Precursoren an die CVD- Prozessanforderungen werden zukünftig weitere Entwicklungen durchgeführt, die zu einer optimalen Verdampfung und verbesserten Schichtabscheidung an komplexen Geometrien beitragen sollen.



Abbildung 1: Autoklaven-Drehdurchführung für elektrochemische Herstellung von $M(CO)_6$



Abbildung 2: Precursorsynthese mittels Autoklaventechnik



ECO4LIGHT – INTELLIGENTE OPTIKEN UND SYSTEME FÜR EFFIZIENTES LICHTMANAGEMENT

ZIM-INNOVATIONSNETZWERKE

Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Angelo Librizzi

Tel.: +49 2351 1064-134

librizzi@kunststoff-institut.de

Das Vorhaben fokussiert sich auf die Erweiterung des ZIM-Innovationsnetzwerks „Eco4Light - Intelligente Optiken und Systeme für effizientes Lichtmanagement“. Es strebt die Entwicklung spezifischer Produkte und Verfahren an, um punktgenaue und bedarfsgerechte innovative Lösungen durch Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu realisieren. Die Relevanz der Beleuchtungstechnik erstreckt sich über eine Vielzahl von verschiedenen Anwendungsbereichen, von der Gebäudetechnik über den Straßenverkehr bis hin zur Automobilindustrie und Medizintechnik. Angesichts der aktuellen Energiekrise und der wachsenden Besorgnis über die sogenannte „Lichtverschmutzung“ wird effizientes Lichtmanagement zunehmend essenziell. Nachhaltige und effiziente Beleuchtungskonzepte, die beispielsweise nur punktgenau und bedarfsgerecht in der benötigten Stärke/Intensität zum Einsatz kommen, tragen zur deutlichen Reduzierung des Stromverbrauchs und damit auch zur Senkung des CO₂-Ausstoßes bei. Durch gezielten Einsatz von energieeffizienten Lichtquellen und intelligenten Lichtsteuerungssystemen lassen sich Ressourcen schonen und Umweltbelastungen minimieren.

Die KIMW-F ist im Rahmen des Netzwerks an folgenden Arbeitsgruppen beteiligt:

- Entwicklung einer flachbauenden Leuchtanzeige
- Entwicklung einer optimierten Systematik zur Realisierung von lichtstreuenden Strukturen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



HEALTH GO GREEN NACHHALTIGKEIT IN DER MEDIZINTECHNIK

ZIM-INNOVATIONSNETZWERKE

Weitere Informationen:

Vanessa Reppel, M.Sc.

Tel.: +49 2351 6799-911

reppel@kunststoff-institut.de

In einer Welt, in der das Umweltbewusstsein und die soziale Verantwortung eine immer wichtigere Rolle spielen, ist auch die Medizintechnikbranche mit der Herausforderung konfrontiert, nachhaltigere Produkte und Praktiken zu implementieren. Das übergeordnete Ziel des Netzwerks liegt deshalb in der Entwicklung und Produktion neuer nachhaltiger Medizinprodukte: Dabei geht der Weg weg von traditionellen Materialien, Produkten und Abläufen und hin zu zukunftsweisenden Innovationen, ohne dabei Kompromisse bei der Sicherheit und Qualität einzugehen. Neue Produkte aus Kunst- und Verbundstoffen, der Einsatz von Biokunststoffen, Medizinprodukte aus Recyclingmaterial, Müllvermeidung in Arztpraxen und Kliniken sowie effizientes Kunststoffrecycling stehen dabei im Fokus. Besonders die Materialauswahl, Design- und Konstruktionsprozesse, medizinische Validierungsprozesse, Fertigungstechniken und -abläufe, sowie die Qualitätssicherung werden näher beleuchtet.

Das internationale ZIM-Innovationsnetzwerk mit Portugal ist im November 2024 gestartet. Im Laufe der Phase 1, die noch bis 30.04.2026 läuft, konnten einige neue KMU und Forschungspartner sowie assoziierte Partnerfirmen hinzugewonnen werden; aktuell sind 36 Partner im Netzwerk vertreten. Der nahtlose Übergang in die Phase 2 wird derzeit vorbereitet. Nach dem gegenseitigen Kennenlernen und der Evaluation des Know-hows der Partner wurden Arbeitsgruppen zu den unterschiedlichen Themen gebildet, um Forschungsanträge auszuarbeiten. Die KIMW-F ist Teil der Arbeitsgruppe zum Life Cycle Assessment (LCA), der Lebenszyklusanalyse für Medizinprodukte, und wird sich hier im Bereich der Kunststoffe und der zur Bewertung notwendigen Parameter und Kennwerte engagieren.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages





H₂-KONKRET WASSERSTOFF IN DER KUNSTSTOFFTECHNIK

ZIM-INNOVATIONSNETZWERKE

Weitere Informationen:

Dr. rer. nat. Jens Handelsmann

Tel.: +49 2351 6799-925

handelsmann@kunststoff-institut.de

Das Innovationsnetzwerk „H₂-Konkret – Wasserstoff in der Kunststofftechnik“ soll die Entwicklung und Umsetzung von Wasserstoffanwendungen in der Kunststofftechnik vorantreiben. Das übergeordnete Ziel des Netzwerkes liegt in der Entwicklung nachhaltiger Produkte aus Kunststoff für die Erzeugung, den Transport und die Nutzung von Wasserstoff in Industrie, Infrastruktur, Produktion und Mobilität. Unter anderem werden die Dekarbonisierung der eigenen Produktion sowie Applikationen für die Gewinnung und Speicherung von Wasserstoff adressiert. Im Fokus steht dabei die Frage, in welchen Bereichen Kunststoffmaterialien eingesetzt werden können oder bereits vorhandene Lösungen zielführend substituieren können.

In der ersten Netzwerkphase wurde bereits ein Antrag für ein ZIM-Kooperationsprojekt unter Beteiligung von zwei Netzwerkpartnern und zwei weiteren Firmen, von denen eine aus Österreich stammt, im Rahmen der Ira-SME Richtlinie beim zuständigen Projektträger eingereicht.

Das ZIM-Innovationsnetzwerk wurde im Mai 2025 bewilligt und ist direkt mit 13 KMUs, vier FuE Einrichtungen und fünf assoziierten Partner-Unternehmen in die Phase 1 gestartet. Diese hat eine Laufzeit vom 01.04.2025 bis zum 31.03.2026. Die Beantragung der Phase 2, in der das Netzwerk international weitergeführt wird, ist in Bearbeitung. Phase 2 soll sich nahtlos an Phase 1 anschließen und hat eine Laufzeit vom 01.04.2026 bis zum 31.03.2029.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages





POLY4NATURE ALTERNATIVE ROHSTOFFE UND NATÜRLICHE POLYMERE

ZIM-INNOVATIONSNETZWERKE

Weitere Informationen:
Vanessa Reppel, M.Sc.
Tel.: +49 2351 6799-911
reppel@kunststoff-institut.de

Die Nutzung von biogenen Ressourcen zur Herstellung von alternativen Rohstoffen spielt eine Schlüsselrolle, um den CO₂ Eintrag in die Umwelt zu reduzieren. Im Fokus des ZIM-Innovationsnetzwerks steht deshalb die Verwendung neuer und alternativer Rohstoffquellen für die Herstellung natürlicher Polymere und deren Verarbeitung. Dabei werden auch eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft und der Aufbau neuer Wertschöpfungsketten adressiert sowie Potenziale natürlicher Polymere analysiert. Hauptsächlich sollen Bio-kunststoffe der 2. und 3. Generation zum Einsatz kommen. Diese werden aus Rohstoffen hergestellt, die nicht lebensmittelbasiert sind, aus Biomasse oder Abfällen aus der Land- und Holzwirtschaft oder aus einem side stream der Lebensmittelindustrie stammen bzw. auf bodenunabhängigen Kulturen wie Algen oder Pilzen basieren und damit keine Konkurrenz zum Anbau von Lebens- und Futtermitteln darstellen. Die Phase 2 läuft noch bis Ende März 2026. In der noch verbleibenden Zeit sowie in den 3 Jahren nach offiziellem Ende sollen und können noch Förderprojekte aus dem Netzwerk heraus beantragt werden. Die gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH wird sich gemeinsam mit Partnern aus der Industrie mit dem Einsatz nachhaltiger Polymere für Bauanwendungen beschäftigen. Bei der Entwicklung von Dämmstoffen sowie dem zum Schutz des applizierten Klebers aufgetragenen Liners aus nachhaltigem Material werden Ressourcen gebündelt und das finale Produkt ganzheitlich betrachtet. Die Recyclingfähigkeit sowie die Betrachtung des biobasierten Dämmstoffes als Kohlenstoffsenke stehen dabei im Vordergrund.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages





Ressourcenschonende Optikfertigung

RESSOPT - RESSOURCENSCHONENDE OPTIKFERTIGUNG

ZIM-INNOVATIONSNETZWERKE

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Militsch

Tel.: +49 2351 1064-105

militsch@kunststoff-institut.de

Ziel des internationalen ZIM-Innovationsnetzwerks RessOpt ist die Gründung und der systematische Aufbau eines starken Partnerverbunds zur Entwicklung innovativer Lösungen für eine ressourcenschonende Fertigung optischer Komponenten.

Unter dem Leitgedanken der „Schonung von Ressourcen“ werden Maßnahmen verstanden, die zur Einsparung von Material, Energie, Zeit und personellen Kapazitäten beitragen – ebenso wie die Etablierung effizienter Recyclingprozesse und die Reduktion des CO₂-Fußabdrucks in der Produktion. Die Umsetzung dieser Konzepte ermöglicht eine kostengünstigere, nachhaltigere Fertigung von optischen Produkten aus Glas oder Kunststoff und verschafft den beteiligten Unternehmen klare Wettbewerbsvorteile. Die Märkte für optische Komponenten wie Linsen, Spiegel oder Systemelemente sind international ausgerichtet – ebenso wie die wachsenden Anforderungen an Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz. In diesem Kontext gewinnt ein grenzüberschreitendes Innovationsnetzwerk wie RessOpt zusätzlich an Bedeutung.

Durch die im Rahmen des ZIM-Programms bestehende Möglichkeit, internationale Partner aktiv einzubinden, entsteht weiteres Potenzial für gemeinsame Forschung und Entwicklung. Für RessOpt wurde die Schweiz als Partnerland gewählt.

Innerhalb des Netzwerks werden unter anderem folgende technologische Schwerpunkte fokussiert:

- Abfallreduktion und Materialeinsparung bei der Herstellung von Linsen durch neue Fertigungstechnologien
- Energieeinsparung bei der Produktion von Kunststofflinsen sowie beim Schleifen und Polieren von Glasoptiken
- Digitalisierung der Produktionskette – u. a. durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IMPEDANZSPEKTROSKOPIE (EIS)

VANESSA REPPEL, M.SC.

UNTERSUCHUNG DER SCHICHTEIGENSCHAFTEN MITTELS EIS

Die elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) ist eine zerstörungsfreie Methode, um die Antwort eines Systems auf die angelegte Wechselstrombelastung zu untersuchen. Jedes System sowie jeder Vorgang in dem System kann mittels einer Kombination von Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten modelliert und beschrieben werden. Die EIS-Methode ermöglicht die Zustandsuntersuchung von festen Materialien (z. B. Porosität, Dielektrizität) oder elektrochemischen Systemen (Korrosion, Korrosionsschutz, Passivierung, Brennstoffzellen, Batterien etc.). Die Messstation für die EIS besteht aus einem Potentiostat/Galvanostat, einem Frequenzganganalysator sowie einer Steuer- und Auswertesoftware.

Die Probe, z. B. eine beschichtete Metallmünze, wird in einen flüssigen Elektrolyten getaucht, um die Korrosionsbeständigkeit der Beschichtung zu untersuchen. Kommt es zu einem Kontakt zwischen Elektrolytlösung und Substratmaterial, gehen Metallionen in die Lösung und freie Elektronen bleiben zurück. Bei Wechselstrom bauen sie aufgrund von Polarisationsprozessen einen Doppelschichtkondensator C_{dl} und parallel zu diesem einen Widerstand R_p auf (Abbildung 1 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 1 rechts). Das Impedanzspektrum kann als Nyquist- oder Bode-Diagramm dargestellt werden.

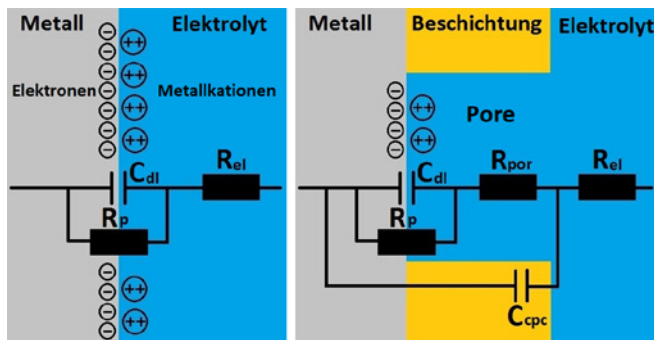


Abbildung 1: Metall/Elektrolyt und Metall/Schicht/Elektrolyt Modelle

Das zeitabhängige Verhalten eines Systems wird durch Messung der im Elektrolyt verbleibenden Probe detektiert. So können auch die Porosität der Schichten sowie deren Leitfähigkeit ermittelt werden. Das Gerät wurde 2024 um ein PAD4-HC Modul erweitert (Abbildung 2), welches die parallele DC- und EIS-Messung an in Reihe geschalteten Segmenten ermöglicht und somit Stack-Messungen und die Analyse von segmentierten Zellen ermöglicht. Mit der Erweiterung können Brennstoffzellen und Elektrolyseur-Stacks charakterisiert werden.

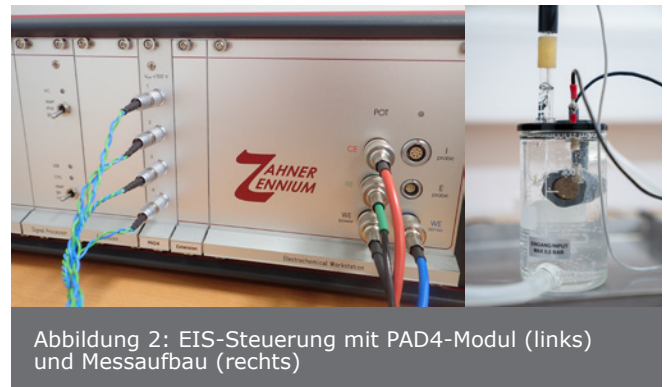


Abbildung 2: EIS-Steuerung mit PAD4-Modul (links) und Messaufbau (rechts)

Technische Charakteristika der EIS-Messstation an der KIMW-F:

- 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 Modi: potentiostatic, galvanostatic, pseudo-galvanostatic, rest potential, off
- Umgebungstemperatur: $+10$ °C bis $+30$ °C
- Luftfeuchtigkeit: < 60 % ohne Derating

Frequenzgenerator & Analysator:

- Frequenzbereich: 10 μ Hz – 4 MHz
- Genauigkeit: < 0.0025 %
- Auflösung: 0,0025 %
- 10K steps/decade

KALOTTENSCHLIFFGERÄT

VANESSA REPPEL, M.SC.

MESSUNG VON SCHICHTDICKE UND VERSCHLEISSBESTÄNDIGKEIT



Das Kalottenschliffgerät ermöglicht in Kombination mit der Licht-/Digitalmikroskopie eine Schichtdickenmessung auf ebenen Probekörpern. Mittels einer Stahlkugel und Schleifsuspension wird eine Kalotte in die Schicht bis zum Grundmaterial geschliffen. Die Auswertung erfolgt mit einem Lichtmikroskop anhand der Durchmesser der entstandenen Kreisringe. Die resultierende Schichtdicke wird errechnet. Auf diesem Wege können auch Multilayer-Schichten untersucht und die Schichtdicke der einzelnen Layer ausgewertet werden. Zusätzlich kann die Verschleißbeständigkeit von Schichten bestimmt werden. In diesem Fall wird die Kalotte mit definierter Geschwindigkeit und Schleifdauer nur in die Schicht geschliffen. Auch hier wird die entstandene Kalotte mikroskopisch ausgewertet und anschließend das spezifische Abtragungsvolumen ermittelt.

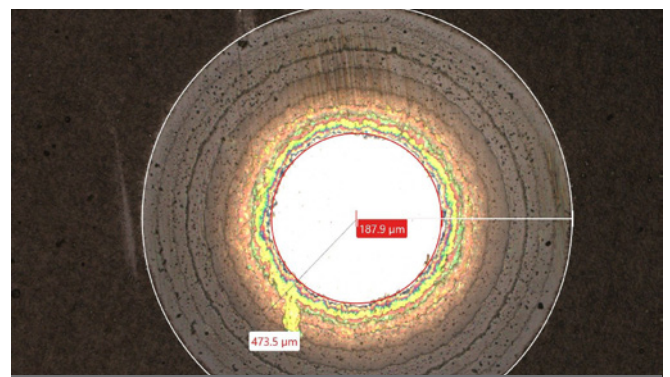


Abbildung 1: Analyse der Schichtdicke

LEUCHTDICHTEMESSUNG

DIPL.-ING. (FH) MATTHIAS MILITSCH

ERMITTLUNG DER LEUCHTDICHTE AN SYMBOLBELEUCHTUNGEN UND LEUCHTFLÄCHEN

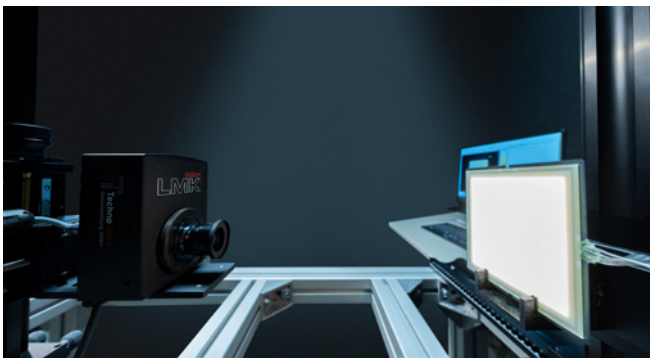


Abbildung 1: Leuchtdichtemesskamera LMK5-5 Color mit einer OLED

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

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 auch 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.

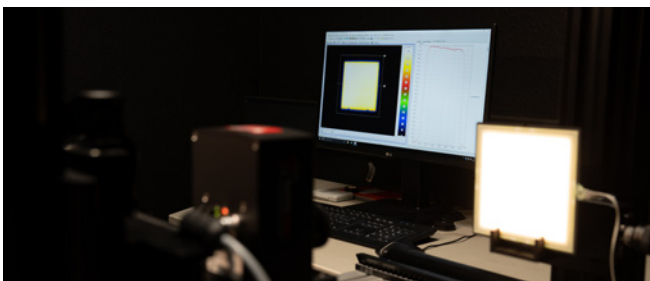


Abbildung 2: Softwareauswertung einer vermessenen OLED

Die Auswertung erlaubt es, mittels verschiedener Darstellungen die Ergebnisse zu visualisieren (logarithmische Skalierungen, Falschfarben und 3D Darstellungen). Die Auswertung der Ergebnisse kann mithilfe von Regionen erleichtert werden. Es stehen ebenfalls zahlreiche statistische Tools zur Verfügung. Die Ergebnisse werden anschließend in eine Berichtsdatei (.docx, .xlsx, .pdf) exportiert.

LICHTMIKROSKOP

VANESSA REPPEL, M.SC.

DIGITALMIKROSKOPIE IN IHRER ANWENDUNG

Die Digitalmikroskopie ermöglicht zwei- und dreidimensionale Hell- und Dunkelfeld- Bildaufnahmen, u. a. zur Qualitätssicherung und -kontrolle, Fehleranalyse oder Schichtdickenbestimmung nach dem Kalottenschliffverfahren. 101- bis 1010-fache optische Vergrößerungen lassen sich realisieren. Mit dem bloßen Auge nicht erkennbare Korrosionsstellen an beschichteten, nichtlegierten Stahlprobekörpern (wie z. B. 1.0330) oder der Oberflächenangriff durch Trockenätzprozesse mit Chlor (vgl. Abbildung 1) lassen sich so unkompliziert und schnell feststellen und analysieren.

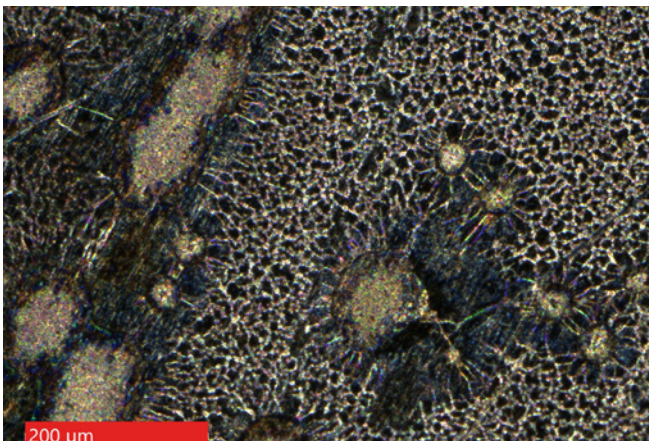


Abbildung 1: durch Chlortrockenätzung veränderte Stahloberfläche

Durch das schwenkbare Objektiv lassen sich Bilder bis zu einem Neigungswinkel von $\pm 45^\circ$ aufnehmen (vgl. Abbildung 2). So sind auch seitliche Bauteilbereiche ohne Fixieraufwand scharf darstellbar.

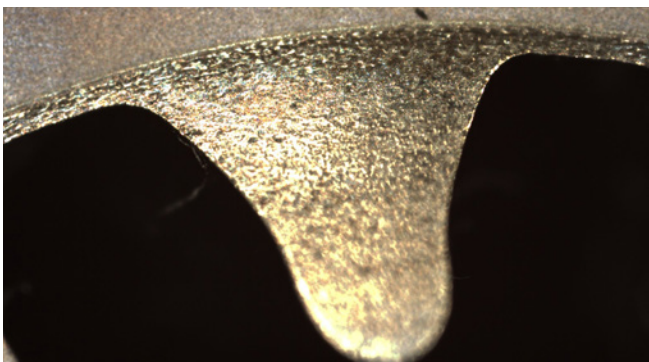


Abbildung 2: Beschichtetes Zahnrad

Zusätzlich können Höhenprofilmessungen und 3D-Aufnahmen durch die verfahrbare Z-Achse realisiert werden (vgl. Abbildung 3). Dazu werden in wählbaren Abständen, die die Auflösung definieren, Einzelbilder aufgenommen und durch einen Rechenprozess zu einem 3D-Bild zusammengesetzt. Verschiedene Messtools erlauben eine detailliertere Analyse der Oberfläche direkt im Programm.

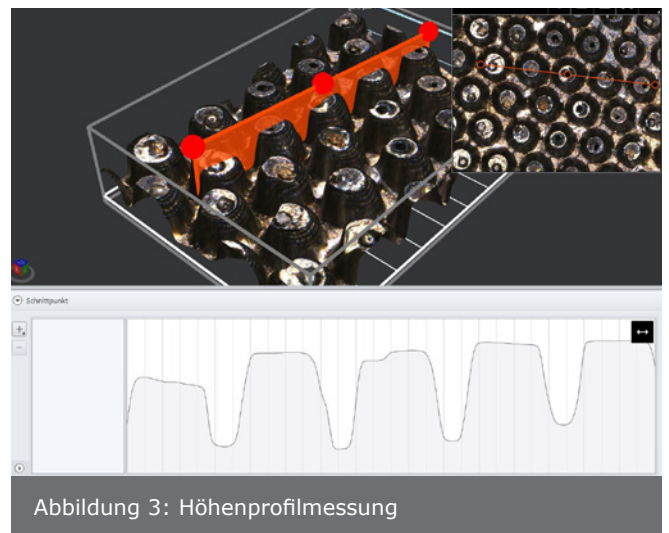
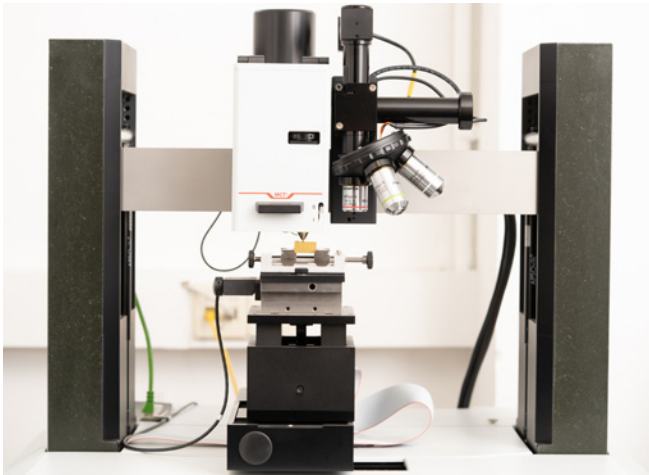


Abbildung 3: Höhenprofilmessung

MCT – MIKRO-COMBI-TESTER

VANESSA REPPHEL, M.SC.

MIKRO-/NANO-MECHANISCHES MESSGERÄT



Das Mikro-/Nano-mechanische Messgerät ist mit einem universellen Messkopf zur vollständigen mechanischen Charakterisierung von Beschichtungen und Schüttgutproben ausgestattet, wobei Mikrohärtetester (MHT), Mikroscratchtester (Ritztest, MST) und Mikrotribologietester (MTT) in einem vereint sind. Daher wird das Gerät auch Mikro-Combi-Tester genannt.

Mittels MHT ist die Untersuchung der Härte und des Elastizitätsmoduls von dünnen Schichten (ab ca. 1 μm , abhängig von der Schichthärte) möglich. Mit der Messspitze kann auch die Härte von Kunststoffoberflächen ermittelt werden.

Darüber hinaus kann die Schichthaftung mittels MST untersucht werden. Dazu wird ein Diamantstift (100 μm Radius) mit konstanter, stufenweiser oder steigender Last über die Schicht gezogen und die entsprechende kritische Last, bei der die Schicht vom Substrat abplatzt, ermittelt. Durch Verwendung einer feineren Messspitze von nur 50 μm Radius können nun auch Dünnschichten auf keramischen Substraten besser untersucht werden. Zudem bringt der kleinere Spitzenradius eine höhere Punktlast auf die Probe, wodurch Unterschiede zwischen versch. Beschichtungen einfacher zu erkennen sind. Durch die Aufnahme von Postscans nach einem erfolgten Scratch können die Rückstellung bei Polymeren oder auch das sogenannte Self-Healing bei Lackierungen oder Beschichtungen analysiert und ihre elastischen und plastischen Eigenschaften quantifiziert werden. Auf diese Weise kann die Ausheilung von erzeugten Kratzern in PUR-Beschichtungen auf Kunststoffbauteilen zeitlich nachvollzogen werden.

Der MTT ermöglicht neben der Bestimmung der Reibungskoeffizienten und damit der tribologischen Untersuchung von z. B. Gleitbeschichtungen auch die Analyse von Verschleiß auf Oberflächen, wenn bei linearer Belastung ein kugelförmiger Gegenkörper genutzt wird.

Technische Spezifikationen

Lastbereich: 10 mN – 30 N
Mikroskop und Okulare: 200, 800 und 4000-fache Vergrößerung (optisch + digital)

Diamantspitze (Indenter): Vickers
Berkovich
Rockwell (Sphärokonische Indenter, 100 μm Radius, 50 μm Radius)

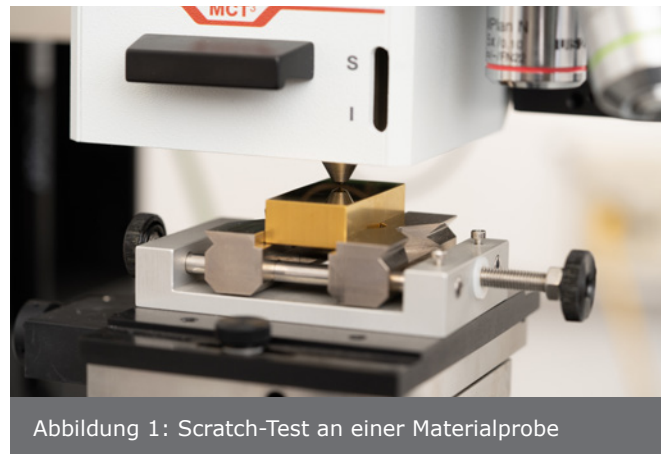


Abbildung 1: Scratch-Test an einer Materialprobe



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

RASTERELEKTRONENMIKROSKOP

VANESSA REPPEL, M.SC.

REM-EDX IN DER SCHICHT- UND MATERIALANALYTIK

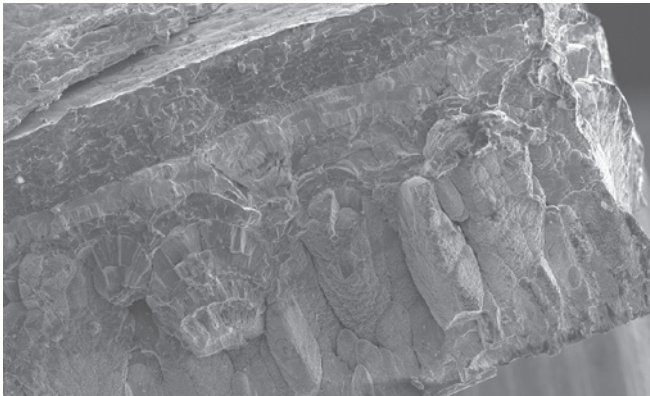


Abbildung 1: Bruchkante einer Multischicht, SE-Bild

Das Rasterelektronenmikroskop (REM) ist ein vielseitiges Analysegerät, welches die Aufnahme von Oberflächen und Bruchkanten mit hoher Auflösung von 3 nm (bei 30 kV) und Vergrößerungen bis zu 100.000-fach ermöglicht. Durch die zur Verfügung stehenden Detektoren (SE, BSE, UVD) wird eine umfangreiche Analyse verschiedenster Proben möglich. Mit dem Sekundärelektronen-Detektor (SE) kann die Topographie der Proben (siehe Abbildung 1) und mittels BSE-Detektor der Materialkontrast analysiert werden.

Dadurch lassen sich Partikel und Bereiche mit unterschiedlicher Zusammensetzung sehr gut sichtbar machen (siehe Abbildung 2). 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. Zur besseren Analyse von Bruchkanten lässt sich der Probenstisch kippen.

Die hochauflösende Betrachtung der Oberfläche elektrisch leitfähiger und elektrisch isolierender Proben ist möglich. Durch den Einsatz eines UVD-Detektors im Niedervakuum ist die Besputterung (mit Gold oder Graphit) von elektrisch isolierenden Proben nicht notwendig. Eine störende Überbelichtung der Probenoberfläche und Aufladungserscheinungen durch den Elektronenstrahl werden bei dieser Messanordnung vermieden.

Mit der Energiedispersiven Röntgenspektroskopie (EDX) kann orts aufgelöst die Materialzusammensetzung einer Probenoberfläche analysiert werden, was für die Schichtcharakterisierung oder die Schadensanalyse hilfreich ist. Dabei können Punkt-, Linien- und Flächenmessungen realisiert

werden. Durch ein Elementmapping können so Verunreinigungen identifiziert sowie Korngrenzen und Elementverteilungen analysiert werden.

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 stehende Detektoren: SE, BSE, UVD, EDX

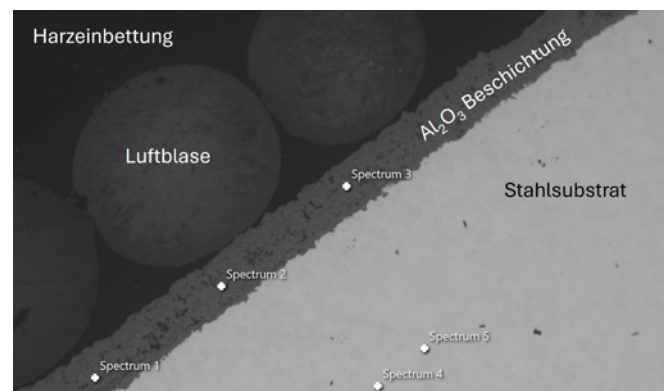


Abbildung 2: EDX-Analyse (Punktmessungen) an einem Querschliff



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

RESTGASANALYSATOR (RGA)

VANESSA REPPEL, M.SC.

ANALYSE DER GASE MITTELS QUADRUPOL-MASSENSPEKTROMETER

Das Massenspektrometer ermöglicht die Detektion und Analyse der Zusammensetzung von Restgasen/Dämpfen in einem Vakuumsystem sowie die Echtzeitüberwachung von Partialdrücken in Gasgemischen. Im Hochvakuum ist meist ein Faraday-Cap-Detektor ausreichend, für Ultrahochvakuum werden oft Sekundärelektronenvervielfacher (EM, Electron Multiplier) als Detektoren eingesetzt.

Der Restgasanalysator (RGA) hat eine exzellente Empfindlichkeit für Helium und Argon. Dadurch kann er auch für die Lecksuche an Vakuumbeschichtungsanlagen eingesetzt werden.

Das Massenspektrometer in der KIMW Forschungs-gGmbH ist als mobile Messstation mit einem eigenen Vakuumsystem ausgestattet (Abbildung 1). Der RGA wird über einen PC gesteuert und die Messergebnisse (z. B. als Massenspektren (Abbildung 2)) können in Echtzeit vor Ort oder durch Integration des Gerätes in ein Netzwerk auch vom Schreibtisch aus überwacht werden.

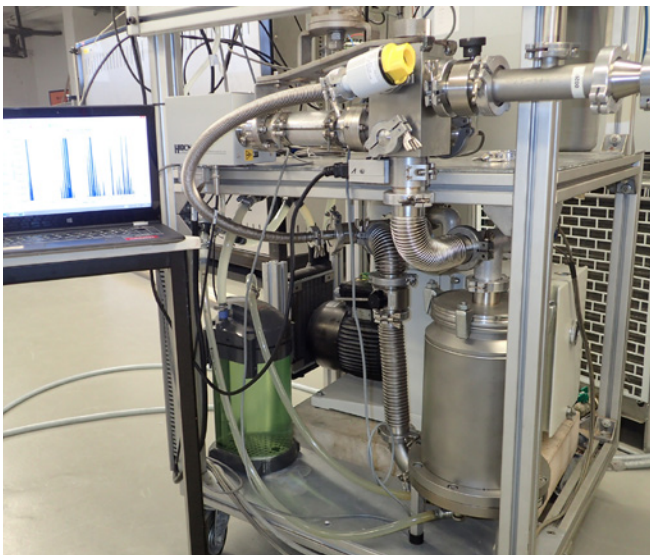


Abbildung 1: RGA mobile Messstation

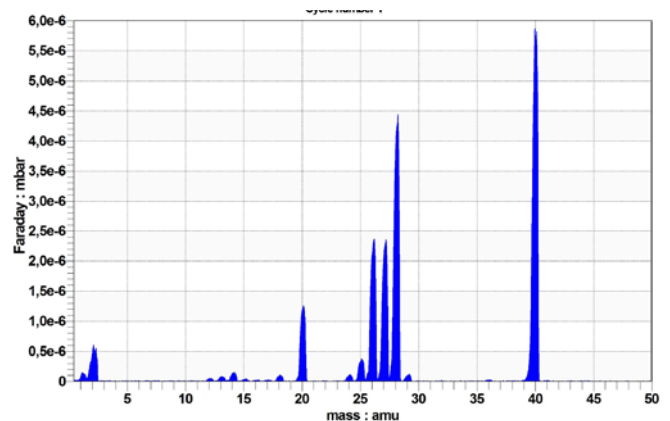


Abbildung 2: Darstellung eines Gas-Massenspektrums

Technische Charakteristika des RGAs der KIMW Forschungs-gGmbH:

| | |
|---|--|
| Massenbereich: | 1-300 amu |
| Detektor: | EM/Faraday |
| Betriebsdruck max.: | |
| Faraday: | 1×10^{-4} mbar |
| EM: | 1×10^{-5} mbar |
| Max. Messgeschwindigkeit: | 650 Messungen/sec |
| Minimaler nachweisbarer Partialdruck: | |
| mit Faraday-Detektor: | 1×10^{-11} mbar |
| mit EM: | 2×10^{-13} mbar |
| Kathode: | Iridium, Y ₂ O ₃ -beschichtet |
| Ausheiztemperatur des Analysators ohne Elektronik: | max. 250 °C |

RÖNTGENFLUORESZENZANALYSE

VANESSA REPPEL, M.SC.

ZERSTÖRUNGSFREIE MATERIAL- UND SCHICHTDICKENANALYSE

Die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) ermöglicht die Elementaranalyse von Metallen, Keramiken und anderen Materialien sowie eine zerstörungsfreie Messung von Schichtdicken galvanisierter Kunststoffe und beschichteter Werkzeugoberflächen. Mit dem Silizium-Drift-Detektor lassen sich auch dünnste Schichten gut analysieren. Zudem lässt sich bei aus mehreren Elementen bestehenden Schichten gleichzeitig die Schichtdicke und der prozentuale Anteil der einzelnen Elemente darstellen. So ist z. B. der Phosphoranteil in funktionellen NiP-Schichten direkt bestimmbar.

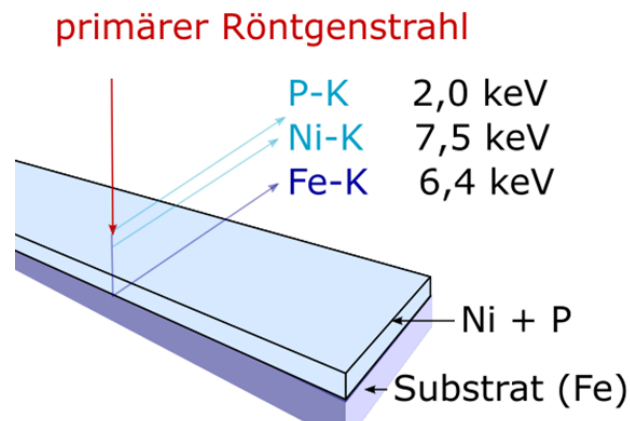


Abbildung 1: direkte Bestimmung des P-Anteils in NiP-Schichten

Die Einhaltung von Grenzwerten für Blei, Cadmium, Quecksilber, sechswertiges Chrom und polybromierte Biphenyle/ polybromierte Diphenylether (Pb, Cd, Hg, Cr-VI, PBBE/ PBDE) wird durch die EU-Richtlinie 2011/65/EG von den Gesetzgebern gefordert. Eine geeignete Methode zur Überprüfung der Einhaltung dieser Anforderungen ist das Screening mittels Röntgenfluoreszenzanalyse. Diese Analysemethode ist besonders praktikabel und schnell, bietet aber gleichzeitig auch eine kostengünstige Möglichkeit für Einzelmessungen.

Durch wechselbare Primärfilter und Blenden lassen sich für jede Messung ideale Bedingungen schaffen. Zudem können individuelle und auf das Substrat und die Oberflächenbeschichtung zugeschnittene Messprogramme erstellt und verwendet werden.

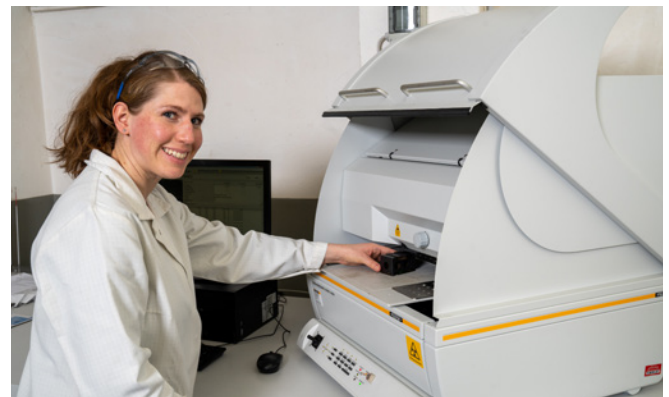


Abbildung 2: Röntgenfluoreszenzanalysegerät

| | |
|----------------------|---|
| 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 |
| Kleinsten Messfleck: | Ø 0,25 mm |
| Max. Probengröße: | 300 x 350 x 140 mm |
| Max. Probenmasse: | 25 kg |

BESCHICHTUNGSTECHNIK

DIPL.-ING. FRANK MUMME, VANESSA REPPEL, M.SC.

FUNKTIONELLE BESCHICHTUNGEN MITTELS MOCVD TECHNOLOGIE

Die Forschungsstelle verfügt 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.

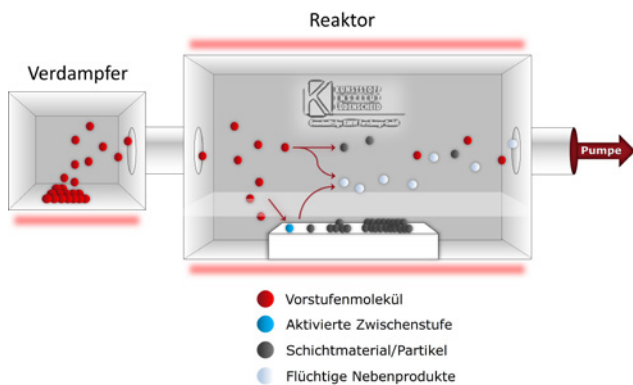


Abbildung 1: Darstellung eines CVD Heißwandreaktors mit Verdampfer

Die Peripherie wurde gezielt an die Reaktoren und die abzuschneidenden Schichten angepasst. Neben metalloxidischen Keramikbeschichtungen unterschiedlicher Morphologie und Kristallstruktur, können in der Gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH auch metallische Kupfer- oder Nickelschichten sowie Hartstoffschichten auf Basis von Wolfram- oder Chromcarbid abgeschieden werden. Tribologisch wirksame Schichten (WS_2) werden für Hochtemperatur-Anwendungen genutzt.

Durch den Einsatz von metallorganischen Vorläuferverbindungen (den sogenannten Precursoren), welche im Verdampfer in die Gasphase überführt werden und sich im Reaktor zersetzen (vgl. Abbildung 1), 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 zur Schichtabscheidung notwendigen Reaktionspartner werden über geeignete Minimalmengen-Dosiergeräte, die zum Teil an der KIMW-F entwickelt wurden, zugeführt. Es

werden vor allem gas- und pulverförmige Medien eingesetzt. Die Schichteigenschaften (Schichtdicke, Kristallinität, Phase, Dichte) hängen von den Prozessparametern ab. Der Precursorzufluss, der Reaktanzufluss, die Gaszufuhr, der Druck und die Temperatur im Reaktor sowie die Verdampfer-temperatur 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. Durch den Einsatz von Reaktivgasen und die Zufuhr von Lösemitteln (Wasser, Ethanol, Toluol) kann die Schichtzusammensetzung und die Morphologie der Beschichtungen beeinflusst werden. Es steht eine Auswahl an unterschiedlichen Beschichtungsanlagen zur Verfügung. Kennzeichnend ist hier die unterschiedliche Größe des Rezipienten.

Anlagenabmessungen

| Type | Abm. Ø x Länge [mm] |
|------|---------------------|
| 0 | 40x50 |
| 1 | 210x1300 |
| 2 | 100x2000 |
| 3 | 450x1000 |
| 4 | 210x1800 |

CVD 0

Der kleinste der fünf CVD-Reaktoren dient in erster Linie der Schichtneuentwicklung und Erprobung der Schichtabscheidung. 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 Precursorsystem bewertet werden. Eine gezielte Zufuhr von Reaktionsgas macht eine direkte Reaktion mit den Precursorpulvern möglich.

CVD 1

Im Heißwandreaktor der CVD 1 werden diverse oxidische Schichtsysteme auf metallische Substrate appliziert. Der Reaktor hat ein Gesamtvolumen von 70 Litern. Die Vorläuferverbindungen werden in flüssiger Form vorgelegt und mittels Schlauchpumpe oder Flüssigkeitsreglern dosiert. Im Rezipienten kann durch eine Dreizonenheizung ein Temperaturgradient eingestellt werden. Durch eine integrierte Steuerung wird eine alternierende Ansteuerung der Flüssig-

keitsregler ermöglicht. Auf diesem Weg können Monolagen- und Multilagenbeschichtungen vollautomatisiert realisiert werden. Durch modularen Umbau der Anlage wird alternativ auch die Prozessierung mit festen Precursorverbindungen und die Handhabung des Minimalmengen-Fördersystems möglich (siehe Abbildung 2). Dazu wurde die Peripherie der Anlage angepasst und eine neue Verdampfeinheit aufgebaut. Diese ersetzt modular den Verdampfer für die Flüssigprecursoren. So ist ein schneller Wechsel zwischen der Verwendung von flüssigen und festen Precursorsystemen möglich.

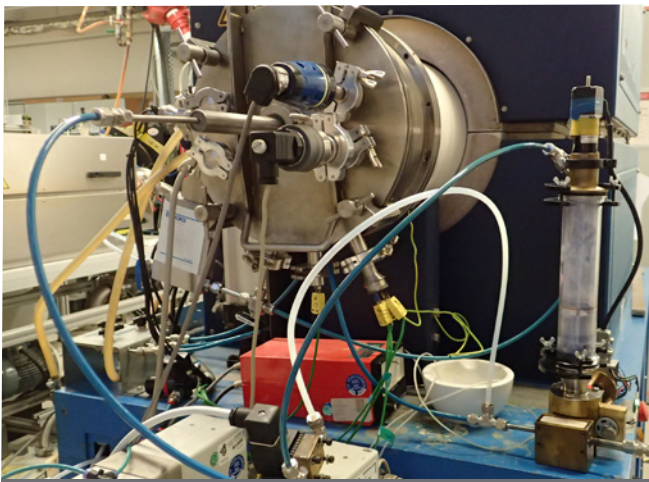


Abbildung 2: CVD 1 mit installiertem System zur Prozessierung von Feststoffprecursoren

CVD 2

In dieser Anlage werden neue Beschichtungen entwickelt und kleinere Werkzeuge beschichtet. Die Beschichtungstemperatur liegt zwischen 200 °C und 500 °C. Auch hier können durch drei separat steuerbare Heizzonen Temperaturgradienten innerhalb des Reaktors realisiert werden. Die eingesetzten, festen Precursoren werden mit dem in der Gemeinnützigen KIMW Forschungs-GmbH entwickelten Pulverfördersystem dosiert. Durch Installation einer Steuereinheit kann die Pulverdosierung zentral geregelt werden. Eine Implementierung der Druck und Gasflussregelung in diese Steuerung ist für die Zukunft vorgesehen.



Abbildung 3: Zentrale Steuereinheit für die Precursor-dosierung an der CVD 2

CVD 3

Für die Abscheidung von Schichten im industriellen Maßstab steht eine Beschichtungsanlage mit einem Kammervolumen von 230 Litern zur Verfügung (Abbildung 4). In dieser können auch größere Formabmessungen (z. B. 380 mm x 380 mm x 500 mm) beschichtet werden. Die Anlage soll für alle im Vorfeld entwickelten Schichten eingesetzt werden. Dabei setzt die Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH auf die Pulverförderung mittels Miniextrudern, welche für höhere Durchsatzmengen angepasst wurden. An dieser Anlage wurde die Steuerung aller Prozessparameter in eine zentrale Steuereinheit implementiert. So können automatisiert komplexe Beschichtungsprogramme realisiert und dabei zwischen verschiedenen Precursoren und Gasen gewechselt werden. Zusätzlich ist eine Protokollierung der Prozessparameter über den gesamten Beschichtungsprozess möglich. Aktuell wird an der Anlage ein Messverfahren erprobt, um die Fördermenge der Miniextruder gezielt messen und regeln zu können.



Abbildung 4: Reaktor der CVD 3 mit angeschlossenem Pumpenstand

CVD 4

Die Steuerung der Anlage, dessen Rezipient mit fünf unabhängig arbeitenden Heizzonen ausgestattet ist, erfolgt computerbasiert. Über diverse Regler lassen sich Gaszufuhr, Kühlwasser, Vakuumpumpe und Ofen ansteuern. Zur Dosierung der pulverförmigen Precursoren kommt die bewährte Extrudertechnik zum Einsatz. Die Steuerung für die Precursor- und Gaszufuhr sowie die Temperaturregelung der in die Anlage integrierten Verdampfeinheit wurden durch die Gemeinnützige KIMW Forschungs-GmbH aufgebaut und gezielt für die Anlage angepasst. Durch den Umbau des Flansches auf der Abgasseite wird das Öffnen der Türe sowie die Platzierung der Substrate für die Beschichtung vereinfacht und die Absaugung erfolgt nicht mehr zentral durch die Türe, sondern durch zwei Anschlüsse im Flanschring. Aufgrund ihrer Bauform ist die Anlage besonders für die Beschichtung von langen Bauteilen mit geringem und mittlerem Durchmesser geeignet. Auch Innenbeschichtungen von Rohren sind in der Anlage umsetzbar. Um eine bessere Prozessfähigkeit zu gewährleisten, wurde die Verdampfeinheit überarbeitet und in Verlängerung des Reaktorraumes installiert (Abbildung 5). Um in Zukunft auch größere Bauteile beschichten zu können, wurde ein neues Inlay für

den Reaktor gefertigt und die Peripherie für die Gaszufuhr und die zentrale Einleitung des Precursors in den Reaktorraum optimiert.

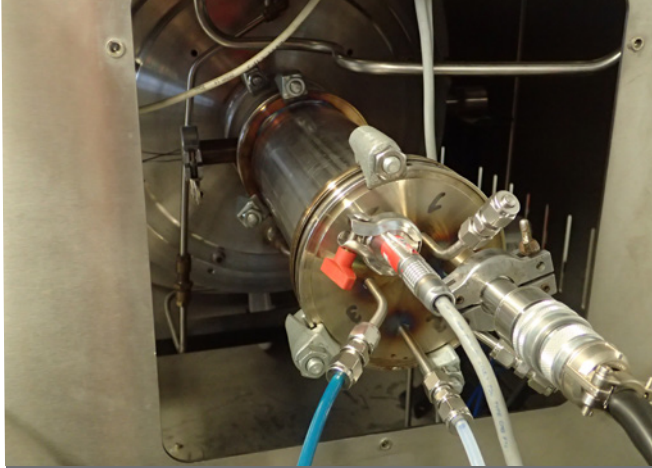


Abbildung 5: Anschluss der Verdampfereinheit am Reaktor der CVD 4

Durch die Implementierung der CVD-Anlagen in das Maschinennetz ist auch die zentrale Anzeige und Überwachung der Prozessparameter der Anlagen über einen separaten PC möglich. Durch das Monitoring der Parameter vom Büroarbeitsplatz aus wird eine effizientere Arbeitsweise ohne unnötige Vorort-Prüfung der Prozessparameter an den Anlagen sowie ein frühzeitiges Eingreifen bei Parameterabweichungen möglich.



Abbildung 6: Überwachung der Prozessparameter

EXTRUDER

MARKUS POTHMANN, B.ENG.

KUNSTSTOFFVERARBEITUNG MITTELS EXTRUSIONSTECHNOLOGIE

Zur Aufbereitung und Compoundierung von Kunststoffmaterialien betreibt die KIMW-F einen Doppelschnecken-Laborextruder. Mit einer verfahrenstechnischen Schneckenlänge von 1,2 m und sieben individuell regelbaren Heizzonen bietet die Anlage ein breites Prozessfenster. Dies ermöglicht eine exakte Steuerung der Temperaturführung und Scherenergie, sodass eine Vielzahl von thermoplastischen Kunststoffen – von Standardkunststoffen bis hin zu Hochleistungspolymeren – effizient und materialschonend verarbeitet werden können. Ein entscheidender Vorteil der Anlage ist die Ausstattung mit einer präzisen gravimetrischen Dosierwaage. Sie gewährleistet eine exakte und konstante Zuführung von Granulaten, Pulvern und Additiven, was insbesondere für die Reproduzierbarkeit von Versuchsreihen im Forschungsbetrieb unerlässlich ist. Dadurch lassen sich auch Materialmischungen mit komplexen Zusammensetzungen zuverlässig im Labormaßstab compoundieren. Neben der Einarbeitung klassischer Füllstoffe wie Glas- oder Kohlefasern liegt eine Stärke der Anlage in der homogenen Dispergierung von funktionalen Additiven, um maßgeschneiderte Materialeigenschaften gezielt einzustellen. Im Jahr 2025 lag der technologische Fokus auf nachhaltigen Werkstoffkonzepten und der Kreislaufwirtschaft. Im Rahmen des Forschungsprojekts BioDeCoat wurde der Extruder zur Validierung von Recyclingprozessen für entsichtete Polymere genutzt. Eine besondere verfahrenstechnische Herausforderung stellte dabei die stark variierende Schüttdichte und Rieselfähigkeit der Eingangsmaterialien dar. Es gelang im Rahmen des Projekts BioDeCoat erfolgreich, sowohl ausgefalltes, sehr feines Polycarbonat-Pulver als auch grobkörniges, gemahlenes PC-ABS prozesssicher zu verarbeiten. Der Extrusionsprozess wurde dabei so optimiert, dass eine vollständige Homogenisierung der Rezyklate erreicht und eventuelle Restflüchtigkeiten sicher entgast wurden. Das Ziel, diese Sekundärrohstoffe wieder in ein qualitativ hochwertiges Granulat zu überführen, wurde erreicht, wodurch das Potenzial entsichteter Kunststoffe als wertvolle Rohstoffquelle eindrucksvoll bestätigt werden konnte.

Für die Konfektionierung schließen sich an den Extruder eine Zerkleinerungsanlage sowie variable Kühlstrecken an, die wahlweise luft- oder wassergekühlt betrieben werden. Diese Peripherie erlaubt eine flexible Anpassung an die Erstarrungseigenschaften verschiedener Materialsysteme und sorgt für eine kontrollierte Abkühlung des Strangs. Durch die nachgelagerte Granulierung werden die neu

entwickelten Rezepturen oder – wie im Projekt BioDeCoat – die aufbereiteten Rezyklate direkt in eine für die Weiterverarbeitung optimierte Form überführt. Das resultierende Granulat weist Industriestandard auf und steht unmittelbar für Spritzgussversuche oder die Herstellung von Prüfkörpern zur Verfügung. Mit diesem Extruder verfügt die KIMW-F über eine leistungsfähige Forschungs- und Entwicklungsplattform, die als Bindeglied zwischen Laborversuch und industrieller Fertigung fungiert. Dank der umfassenden Steuerungsmöglichkeiten eröffnet die Anlage neue Perspektiven für interne Innovationsprojekte sowie kundenspezifische Materialentwicklungen – insbesondere vor dem Hintergrund steigender Anforderungen an Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz.



Abbildung 1: Laborcompounder im Extrudertechnikum



Abbildung 2: Dosierwaage des Laborcompounders

PUBLIKATIONEN UND FACHVORTRÄGE

1. Pothmann, M.: Metaldirekteinspritzung im 2K Prozess.
In: Kunststoffe 01/2025, Seite 23-25

2. Reppel, V.: BiPPMoldCoat - Spritzgießwerkzeug für Bipolarplatten. In: Der Stahlformenbauer 02/2025, Seite 49

3. Reppel, V.: Mit der richtigen Analytik zum passenden Kunststoff (FaeBS). In: K-Zeitung, Ausgabe 9, Seite 14

4. Gehlen, M.; Reppel, V. et. al.: Sub-Micron-Tooling: Process for manufacturing metallic tools with structural resolution in the nanometer range. In: NRW-Nano Conference, 30.09.-01.10.2025, Dortmund

5. Militsch, M.; Göhring, K.: Optimierung von Folienauswaschungen in der Praxis. In: Fachtagung Folienhinterspritzen, 05.-06.11.2025, Lüdenscheid

6. Militsch, M.: TemPor – Optimierte Entlüftung von Spritzgießwerkzeugen durch zyklisch hochtemperierte poröse Werkzeugeinsätze. In: TECHNOMER 2025, 06.-07.11.2025, Chemnitz

Schutzrechtanmeldungen

1. Gebrauchsmusterschrift DE202025106904U1:
„Einrichtung zum Erfassen der in eine Trägerfluidleitung eingebrachten Menge eines pulverförmigen Stoffes“

TÄTIGKEITEN IN DER LEHRE

1. Vorlesungsveranstaltung „Oberflächentechnik Kunststoff“ im Verbundstudiengang Bachelor Kunststofftechnik an der Fachhochschule Südwestfalen (FH-SWF); Durchführender: **Dr.-Ing. Angelo Librizzi**

GEMEINNÜTZIGE KIMW FORSCHUNGS-GMBH

Lutherstraße 7, 58507 Lüdenscheid

Telefon +49 (0) 23 51 67 99 9- 0
Fax +49 (0) 23 51 67 99 9- 66
E-Mail mail@kunststoff-institut.de
Website www.kimw-f.de

