

## Abschluss der CAP Projekte

Nach etwas mehr als drei Jahren gemeinsamer Forschung mit Forschungs- und Industriepartnern aus Deutschland und Frankreich liefen im ersten Quartal 2022 die Vorhaben zum Thema „Coatings and Particles for plastics“ – kurz CAP – auf deutscher Seite aus. Die Zusammenarbeit an den Themen thermische Barrierschicht und Korrosionsschutzschichten wird in Kooperation der Forschungsgruppen aus Toulouse und Lüdenscheid aktuell schon fortgesetzt.

Biozide Oberflächen – in Zeiten von erhöhter Hygiene im täglichen Leben – ein gerne gesehenes Hilfsmittel im Kampf gegen Viren und Bakterien, wurden im Rahmen des **CAP-BNP** Projektes entwickelt und ihre keimreduzierende Wirkung in klinischen Prüfungen verifiziert.

Die im Projekt erfolgreich zum Einsatz gekommenen Ceroxid-Nanopartikel wurden in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Tremel an der Universität Mainz entwickelt und auch in größeren Mengen für die Verwendung in Compounds und Lacken hergestellt. Die Granula Polymer GmbH compoundingierte die Ceroxid Nanopartikel in PVC- und ABS- Materialien. Diese wurden im Spitzgussprozess zu Probekörpern verarbeitet und der Einfluss der Nanopartikel auf die mechanischen und thermischen Eigenschaften der Bauteile an der KIMW-F evaluiert. Zudem wurden in Lüdenscheid aus den gefertigten Platten kleinere Proben gefertigt, die spezifischen Analysen hinsichtlich der bioziden Wirkung sowie der Biokompatibilität an der Klinik für Hautkrankheiten am Universitätsklinikum Jena unterzogen wurden. Die Lacolor Lackfabrikation GmbH stellte verschiedene Lacksysteme mit den Ceroxid Partikeln her und brachte sie auf Probekörper auf, um die bioziden Eigenschaften der so erhaltenden Oberfläche ebenfalls an der Klinik für Hautkrankheiten in Jena prüfen zu lassen.

Sowohl die hergestellten Compounds als auch die lackierten Oberflächen wiesen eine hohe biozide Wirkung gegenüber verschiedenen Bakterien und Hefen auf. Die Biokompatibilität der hergestellten Proben konnte durch Tests mit menschlichen Hautzellen an der Hautklinik in Jena nachgewiesen werden.

Die optimierten Compounds und Lacke kamen in den Anwendungsfällen „Telefongehäuse“ der Gigaset Communications GmbH sowie in modifizierten „Fußbodenpaneelen“ der Gerflor Mipolam GmbH zum Einsatz. Auch diese Demonstratoren sorgten in den Prüfungen auf biozide Wirkung für einen Erfolg.

Ein effektiver Schutz von Formen und Werkzeugen vor Korrosion erhöht die Standzeiten der teuren Komponenten und trägt zu Einsparungen im Anlagenbau und der Produktion bei. Im Projekt **CAP-CPC** wurden sowohl die wässrige Korrosion im Kühlkanal als auch die Heißgaskorrosion in der Kavität betrachtet. Als besonders hilfreiches Instrument für die Bewertung der Korrosionsschutzwirkung der Schichten stellte sich die

Impedanzspektroskopie heraus. Die Technologie wurde an der Fachhochschule Dortmund sowie an der KIWM-F aufgebaut und jeweils an die im Projekt betrachteten Probenoberflächen angepasst. Von Seiten der KIMW-F wurden zwei Schichtsysteme für den Einsatz in korrosiver Umgebung weiterentwickelt: eine Multilagenbeschichtung auf Basis von Zirkoniumoxid und eine Schicht aus Aluminiumoxid und Chromoxid. An der Ruhr-Universität Bochum in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Devi wurden parallel Präkursorverbindungen für die MOCVD Technologie entwickelt. Hierbei handelte es sich um metallorganische Zirkonium-, Yttrium- und Aluminiumverbindungen, die eine hohe Flüchtigkeit aufweisen und teilweise auch bei den Projektpartnern aus Toulouse für die Applikation der Schichten zum Einsatz kamen.

Die Schichten wurden auf Demonstratoren appliziert, die durch den Werkzeugbau Oelfke bereitgestellt wurden. Die Schichten wurden mit durch den Projektpartner A+S im PVD und PaCVD Verfahren applizierten, konventionellen Schichten verglichen. Die Prüfung der Schichten im Serienprozess erfolgte bei Kisico im Spritzgießprozess. Dabei kam ein PFA Kunststoff zum Einsatz, der bei hohen Temperaturen verarbeitet wird und durch den Fluorgehalt eine signifikantes Korrosionspotential erzeugt. Mit einem Kühlkanaldemonstrator konnten die Schichten effizient im wässrigen Medium auf ihre Korrosionsschutzwirkung geprüft werden. Hier schnitt die AlOCrO-Schicht sehr gut ab und schützte die Oberfläche des verwendeten 1.2311 Stahls weitestgehend vor korrosivem Angriff. Für den Einsatz in der Kavität zeigten sowohl die AlOCrO-Schicht als auch die Multilagenbeschichtung auf Zr-Basis sehr gute Ergebnisse.

Eine kurzfristig wirkenden Funktionsschicht, die den Wärmetransport von der Kunststoffschmelze in den Werkzeugstahl während des Spritzgießprozesses verzögert, stand im Mittelpunkt des Vorhabens **CAP-TBC**. Dazu optimierte die KIMW-F eine keramische  $ZrO_2$ -Schicht, die, appliziert auf den Werkzeugoberflächen, das Fließverhalten der Kunststoffschmelze verbessern und Oberflächendefekte reduzieren soll. Die thermische Isolierfähigkeit wurde durch eine erhöhte Schichtporosität gesteigert und dabei gleichzeitig die Abriebbeständigkeit der Beschichtung verbessert. An der Ruhr-Universität Bochum in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. von Keudell wurden in einem kleineren Reaktor ebenfalls Beschichtungen auf Zirkoniumoxidbasis abgeschlossen. Hier kam zusätzlich ein Remote-Plasma zum Einsatz, welches die Abscheiderate bei niedrigen Temperaturen steigerte und Einfluss auf die Kristallinität der Beschichtungen nahm. Auch die Forschungspartner aus Toulouse applizierten  $ZrO_2$  Schichten auf Silizium- und Stahlsubstraten. Dazu kam der an der RUB entwickelte Präkursor zum Einsatz.

Die Charakterisierung der Wärmeleitfähigkeit der Beschichtungen erfolgte mit dem Temperaturleitfähigkeitsprüfstand der KIMW-F als auch mit dem an der RUB aufgebauten 3-Omega-Prüfstand. Mit letzterem wurde nachgewiesen, dass die amorphen  $ZrO_2$  Beschichtungen, die durch eine niedrigere Prozesstemperatur realisiert werden, eine im Vergleich zu den kristallinen Schichten deutlich reduzierte Wärmeleitfähigkeit (Faktor 2-5) zeigen. Auch der Einfluss der Beschichtung auf die Morphologie der Substratoberfläche wurde mittels kleiner, strukturierter Winkel aus verschiedenen Werkzeugstählen analysiert. Durch die applizierten hohe Schichtdicken wird die Werkzeugoberfläche leicht

in Ihrer Rauigkeit und ihrem Glanz verändert. Hochglanzoberflächen können jedoch sehr gut nachpoliert werden. Im Projekt entwickelte und gefertigte Demonstratorwerkzeugeinsätze mit unterschiedlichen Oberflächen (poliert, erodiert) des Projektpartners Formconsult Werkzeugbau GmbH sowie ein genarbter Werkzeugeinsatz der MöllerTech Engineering GmbH wurden an der KIMW-F mit unterschiedlichen Schichtdicken ausgestattet und bei den Projektpartnern bemustert. Es konnte ein leichter Einfluss auf die Fließfähigkeit und die Oberflächenqualität der gefertigten Kunststoffbauteile erzielt werden.

*Besonderer Dank gilt dem Projektträger Jülich für die Förderung. Die diesen Ergebnissen zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 03INT505AA, 03INT505BA und 03INT505CA gefördert.*

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**Weitere Infos:**

Vanessa Frettlöh, M.Sc.  
+49 (0) 2351.67 99-911  
frettloeh@kunststoff-institut.de

Dipl.-Ing. Frank Mumme  
+49 (0) 2351.10 64-139  
mumme@kunststoff-institut.de