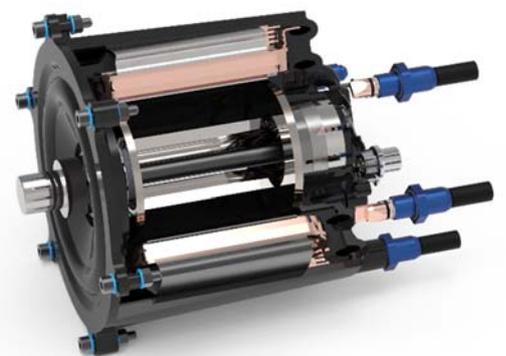


**FAKUMA 2018**

**FRIEDRICHSHAFEN, HALLE B2, STAND B2-2104**

**THEMEN UND EXPONATE**



**Redaktion**

**Dr. Stefan Tröster, Pressesprecher** | Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie, ICT | Telefon +49 721 4640-392 |  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7 | 76327 Pfinztal | [www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de) | [stefan.troester@ict.fraunhofer.de](mailto:stefan.troester@ict.fraunhofer.de) |

## **MATERIALIEN DER NÄCHSTEN GENERATION**

---

VORBERICHT ZUR FAKUMA  
September 2018 || Seite 1 |

---

**HOCHLEISTUNGSSCHAUMSTOFFE  
VON DER MATERIALENTWICKLUNG IN DIE ANWENDUNG IM BAUTEIL**

**„DIE LUFT IST REIN“  
GERUCHS- UND EMISSIONSREDUZIERUNG BEIM COMPOUNDIEREN**

**BIOPOLYMERE FÜR TECHNISCHE BAUTEILE**

**HOCHLEISTUNGSPOLYMERE FÜR DEN 3D-DRUCK  
FASERVERSTÄRKTE KOMPOSITE ERLAUBEN ANSPRUCHSVOLLE  
ANWENDUNGEN IN DER LUFTFAHRT UND IM MOTORRAUM**

**UNIVERSELLE HELFER  
KOMPOSITE BIETEN MEHR FUNKTIONALITÄT (LICHT UND  
BEWEGUNGSANZEIGE)**

## **IM FOKUS: SPRITZGIEßEN**

**AUTOMOBIL – LEICHTBAU  
FERTIGUNG AM BEISPIEL EINER AUTOSITZLEHNE**

**DUROMER-SPRITZGIEßEN  
DIREKTGEKÜHLTER ELEKTROMOTOR MIT INTEGRALEM LEICHTBAUGEHÄUSE**

**DUROMER-SPRITZGIEßEN  
ELEKTRISCHER VERDICHTER MIT GEHÄUSE IN SPRITZGIEß-NASSPRESS  
HYBRIDBAUWEISE**

**HYBRIDISIERUNG: 3D SKELETT WICKELTECHNIK  
GEWICKELTE STRUKTUREN ZUR LOKALEN VERSTÄRKUNG VON  
THERMOPLASTBAUTEILEN**

**DIREKTER VERBUND, DER HÄLT  
HOHE FESTIGKEIT DURCH NANOPORÖSE HAFTSCHICHT FÜR METALL-  
KUNSTSTOFF-VERBUNDE**

## HOCHLEISTUNGSSCHAUMSTOFFE

### VON DER MATERIALENTWICKLUNG IN DIE ANWENDUNG IM BAUTEIL

Auf der FAKUMA demonstrieren wir die aktuellen Entwicklungen im Bereich Schäumtechnologien und deren Übertragung in die Anwendung.  
Dargestellt werden:

- Weiterentwickelte Isolationsmaterialien mit verbesserten Isolationseigenschaften, die eine effizientere Wärmedämmung von Gebäuden mit geringerem Materialeinsatz ermöglichen;
- Schäume für Strukturanwendungen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit, die gezielten Leichtbau in Verbindung mit faserverstärkten Kunststoffen ermöglichen und zum Beispiel an hochbelasteten Stellen als Sandwichkernmaterial eingesetzt werden können;
- Halogenfreier Flammenschutz für Schäume
- Bio-Schäume auf Basis nachwachsender und/ oder bio-abbaubarer Rohstoffe, die als Partikel- und Extrusionsschäume hergestellt werden können, zur Vermeidung der Nutzung von fossilen Rohstoffen
- Schäume mit höherem Temperatureinsatzbereich erweitern die Anwendungsfelder von Kunststoffschäumen unter erhöhten Temperaturen
- Partikelschäume als Prozesshilfe zur Umformung von Preforms



*Fotos Fraunhofer ICT*

links: Thermoforming über Partikelschaum

rechts: Preforming mittels Partikelschaum

---

**KONTAKT:**

Dipl.-Ing. Christoph Mack | Fraunhofer ICT – Polymer Engineering | Gruppenleiter Schäumtechnologien  
[Christoph.mack@ict.fraunhofer.de](mailto:Christoph.mack@ict.fraunhofer.de) | Telefon: ++49 721 4640-721

## „DIE LUFT IST REIN“

### EMISSIONS- UND GERUCHSREDUZIERUNG VON KUNSTSTOFFEN, INTEGRIERT IN DEN COMPOUNDIERSCHRITT

**Forscherinnen und Forschern am Fraunhofer ICT ist es gelungen, mit nur geringen Änderungen an Produktionsanlagen eine erhebliche Verbesserung in der Emissions- und Geruchsreduzierung zu erreichen. Zur Aufreinigung der Materialien eignen sich prinzipiell alle thermoplastischen Polymere, die durch Compoundieren verarbeitet werden können.**

Kaufentscheidungen von Kunden fallen oftmals unbewusst. Dazu gehören auch Gerüche von Kunststoffen, die im Neuwagen als hochwertig oder in Produkten als minderwertig empfunden werden können. Auch von Gesetzgebern verfügte Grenzwerte über flüchtige Substanzen in Polymeren werden kontinuierlich verschärft und auf weitere Anwendungen erweitert. Es liegt daher im Interesse von Kunststoffverarbeitern und Compoundeuren, Emissionen und Gerüche von Kunststoffen zu reduzieren.

Um die Emissionen und den Geruch von Compounds zu reduzieren, hat das Fraunhofer ICT ein Verfahren entwickelt, bei dem in nur einem Verarbeitungsschritt der Geruch verringert wird. Dazu wird während des laufenden Compoundierprozesses mit schleppmittelunterstützter Entgasung oder extraktiver Extrusion die Emission aus der Kunststoffschmelze entfernt. Das Verfahren lässt sich, abhängig von der zu entfernenden Kontamination und dem Materialsystem, sehr einfach in eine bestehende Compoundieranlage integrieren. Mit der am Fraunhofer ICT verfügbaren Technologien können die Forscher schnell das Optimierungspotenzial für jede Anwendung identifizieren und Mustermengen im Pilotmaßstab herstellen.



*Foto Fraunhofer ICT*  
Geruchsprüfung, Vergleichsmaßstab -  
Prüfstand zum Probandentraining mit  
variierenden Acetonkonzentrationen

---

**KONTAKT:**

Daniel Just | Fraunhofer ICT – Polymer Engineering | Produktbereich Compounding und Extrusion  
[Daniel.Just@ict.fraunhofer.de](mailto:Daniel.Just@ict.fraunhofer.de) | Telefon: ++49 721 4640-407

## BIOPOLYMERE FÜR TECHNISCHE BAUTEILE

### PRIORITÄT IN DER FORSCHUNG HABEN BIOBASIERTE POLYMER-COMPOUNDS FÜR HOCHWERTIGE SPRITZGIEßPRODUKTE

**In den letzten Jahren erfahren Biopolymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe, wie beispielsweise Polymilchsäure (PLA), Polyhydroxyalkanoate (PHA) oder Polybutylensuccinate (PBS), ein stetig wachsendes Interesse und werden mittlerweile auch für den Einsatz in technischen Bauteilen oder Gebrauchsgütern stark nachgefragt. Ermöglicht wurde dies durch eine kontinuierliche Werkstoffoptimierung, die werkstoffliche Nachteile wie eine reduzierte Schlagzähigkeit oder eine niedrige Wärmeformbeständigkeit erfolgreich überwinden konnte.**

Gemeinsam mit unseren Partnern entwickeln wir Rezepturen zur Herstellung von maßgeschneiderten Biopolymersystemen oder sogar Polymerisationen. Die Entwicklung der Rezepturen beschränkt sich hierbei nicht nur auf die Verarbeitung im Spritzgießverfahren, auch spinnfähige, schäumbare und extrudierbare Rezepturen wurden entwickelt und ihre Einsatzfähigkeit im Automobil- und Bausektor sowie der Textilbranche erfolgreich nachgewiesen.

In unterschiedlichen Kombinationen ergeben sich Möglichkeiten von selbst verstärkten Biocompositen oder kompletten biobasierten Sandwichstrukturen. Zur FAKUMA zeigen wir den aktuellen Stand der Biopolymeranwendungen, von 2K-spritzgegossenen Teilen über Fasern, Schäume, Profilbauteile, Folien und Sandwichbauteilen.



*Foto Fraunhofer ICT*  
Erfahrene Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer ICT entwickeln Rezepturen auf Basis von PLA, PHB, TPS oder PBS zur Herstellung von spritzgegossenen Bauteilen für den Einsatz in technischen Anwendungen.

---

**KONTAKT:**

M.Sc. Kevin Moser | Fraunhofer ICT – Polymer Engineering | Gruppe Compounding/Extrusion  
[kevin.moser@ict.fraunhofer.de](mailto:kevin.moser@ict.fraunhofer.de) | Telefon: ++49 721 4640-533



## UNIVERSELLE HELFER

### KOMPOSITE MIT MEHR FUNKTIONALITÄT BRINGEN LICHT UND ZEIGEN DIE NÄHE EINES BEWEGTEN KÖRPERS AN

**Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer ICT bieten Expertise in der Herstellung elektrisch leitfähiger Komposite und ihrer Verarbeitungstechnik. Da die Leitfähigkeit der hergestellten Bauteile oder der elektrisch leitfähigen Pfade in Bauteilen von den Verarbeitungsparametern abhängt, ist bei der Fertigung Fingerspitzengefühl gefragt.**

Der Einsatz elektrisch leitfähiger thermoplastischer Komposite erlaubt die Integration von elektrischen Leitungen in den Herstellungsprozess von Bauteilen. Insbesondere in Verbindung mit modernen FDM-Methoden (Fused Deposition Modeling) kann so zum Beispiel der Betrieb von Leuchtdioden in Gehäusen oder Armaturentafeln realisiert werden. Ferner ist auf diesem Wege auch die Herstellung elektrisch leitfähiger Strukturen mit Sensorfunktionen, wie z.B. Feuchtemessung, Füllstandsmessung in Behältern, Deformationsdetektion oder Näherungsdetektion möglich.

Der elektrische Kontakt der gedruckten oder spritzgegossenen Leiterbahnen an den metallischen Kontakt von Leuchtdioden oder anderen elektrischen Verbrauchern bzw. der Stromquelle kann direkt durch das Erstarren des schmelzflüssigen Thermoplastes auf der metallischen Oberfläche erfolgen. Auch Steckkontakte zwischen einem polymeren Leiter und metallischen Buchsen wurden bereits realisiert.

Auf der FAKUMA wird eine Anordnung gezeigt, in der elektrisch leitfähige Polymere als Sensoren eingesetzt werden, deren Signale zur Steuerung von elektrischen Funktionen Verwendung finden.



*Foto Fraunhofer ICT*

Light-Stick: Demonstrator aus elektrisch leitfähigem Komposit mit inline kontaktierter LED

---

#### KONTAKT:

Dr.-Ing. Christof Hübner | Fraunhofer ICT – Polymer Engineering | Gruppenleiter Funktionale Komposite  
[christof.huebner@ict.fraunhofer.de](mailto:christof.huebner@ict.fraunhofer.de) | Telefon: ++49 721 4640-458

## **AUTOMOBIL - LEICHTBAU**

### **OPTIMIERUNG IN DER FERTIGUNG AM BEISPIEL EINER AUTOSITZLEHNE**

**Im BMBF Verbundprojekt „MoPaHyb“ ist es gelungen, die Fertigungskosten für komplexe Hybridkomponenten zu senken. Erreicht wurde dies durch die Entwicklung einer modularen und schnell wandelbaren Produktionslinie.**

Die „Multi-Material-Bauweise“ ist einer der vielversprechendsten Ansätze für strukturelle Leichtbauanwendungen in der Automobil- und Luftfahrtbranche. Aktuelle Losgrößen, Variantenvielfalt und Anlageninvestitionskosten für einzelne Produkte erschweren jedoch die ökonomische Fertigung und damit die Serieneinführung.

Innerhalb des Verbundprojektes entwickelten vierzehn Partner aus Industrie und Forschung eine modulare und rekonfigurierbare Produktionsanlage, die eine einfache Anpassung an ein breites Spektrum verschiedener Hybridkomponenten ermöglicht. Der Schlüssel hierbei ist eine „Plug & Work“-Architektur, welche Produktionsmodule mit einer Basissteuereinheit verbindet. Dabei werden vereinheitlichte Kommunikations-Protokolle und -Schnittstellen sowie Statusmodelle verwendet.

Zur Demonstration der neuen Anlagengeneration wurde eine Referenzproduktionsanlage am Fraunhofer ICT in Pfinztal aufgebaut, welche die innovativen Leichtbau-Technologien thermoplastisches Tapelegen, Pressformen, Langfaser-Direkt-Spritzguss sowie Metallbearbeitung, -bereitstellung und Qualitätskontrolle umfasst.



*Foto Fraunhofer ICT*  
Hybride Sitzlehne, gefertigt auf einer modularen Produktionsanlage

---

#### **KONTAKT:**

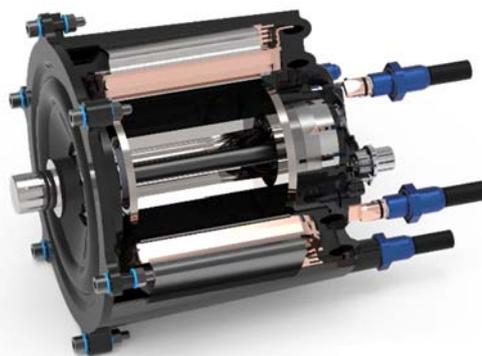
M.Sc. Tobias Joppich | Fraunhofer ICT – Polymer Engineering | Gruppe Thermoplastverarbeitung  
Tobias.Joppich@ict.fraunhofer.de | Telefon: +49 721 4640-529

## **DUROMER-SPRITZGIEßEN:**

### **DIREKTGEKÜHLTER ELEKTROMOTOR MIT INTEGRALEM LEICHTBAUGEHÄUSE**

**Das zentrale Element einer nachhaltigen und umweltfreundlichen Mobilität bildet der elektrische Antriebsstrang. Zur gleichzeitigen Optimierung von Leistungsdichte, Effizienz und Kosten wurde in einem Gemeinschaftsprojekt mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ein neuer Ansatz erarbeitet, der sich durch eine Kunststoffbauweise in Kombination mit einer direkten Kühlung von Stator und Rotor auszeichnet.**

Das Kernstück des Motors bildet ein Stator aus zwölf segmentierten Einzelzähnen, welche mit einem Flachdraht hochkant bewickelt sind. Durch die Verwendung des Flachdrahts wird zwischen zwei benachbarten Statorzähnen ein Freiraum gebildet, der zur Ausformung eines Kühlkanals genutzt wird. Durch das gewählte Kühlkonzept wird die Verlustwärme direkt im Motor nahe zu ihrem Ort der Entstehung abgeführt, wodurch der Einsatz von Kunststoffen in strukturellen Motorkomponenten ermöglicht wird. Die elektrische Auslegung des Motors wurde dabei auf die Anforderungen der Kunststoffbauweise angepasst. Die gesamte Statorbaugruppe, bestehend aus den bewickelten und elektrisch verschalteten Einzelzähnen sowie mehreren Temperatursensoren, wird im Transfer-Molding-Verfahren mit einer wärmeleitfähigen Epoxidharz-Formmasse umspritzt, wobei die Kühlkanäle durch Werkzeugkerne gebildet werden. Zur Gewährleistung der strukturellen Integrität des Motors wird die umspritzte Statorbaugruppe in ein spritzgegossenes Gehäuse aus einer strukturellen Phenolharz-Formmasse montiert, in welchem zusätzlich die Lagerung des Rotors und die Abdichtung des Kühlkreislaufs realisiert wird.



*Bild Fraunhofer ICT*  
Elektromotor in Kunststoffbauweise  
für Traktionsanwendungen

---

#### **KONTAKT:**

M.Sc. Robert Maertens | Fraunhofer ICT – Polymer Engineering | Gruppe Duromerverarbeitung  
[Robert.Maertens@ict.fraunhofer.de](mailto:Robert.Maertens@ict.fraunhofer.de) | Telefon: ++49 721 4640-304

## **DUROMER-SPRITZGIEßEN:**

### **ELEKTRISCHER VERDICHTER MIT VERDICHTERGEHÄUSE IN SPRITZGIEß-NASSPRESS HYBRIDBAUWEISE**

**Anhand eines Verdichtergehäuses für einen elektrischen Verdichter demonstrieren die Forscher am Fraunhofer ICT den Kunststoffeinsatz im direkten Umfeld des Verbrennungsmotors.**

Das gewählte Verdichtergehäuse besitzt zwei umlaufende Hinterschnitte, sodass ein dreiteiliger Aufbau gewählt wurde. Zwei der Bauteile wurden im Spritzgießen aus einer duromeren Phenolharz-Formmasse hergestellt, eines im Nasspressverfahren aus kohlenstofffaserverstärktem Epoxidharz.

Durch diese Materialauswahl soll eine zentrale Herausforderung für ein Verdichtergehäuse – der Berstschutz – erfüllt werden. Im Fall eines Versagens des Verdichterlaufrads dürfen keine Bruchstücke das Gehäuse durchschlagen. Die langen, quasiisotrop angeordneten Kohlenstofffasern im Nasspress-Bauteil sollen ausreichend Schlagzähigkeit bieten, um diese Anforderungen zu erfüllen.

Die geometrische Komplexität wurde gezielt in die Spritzgießbauteile verlegt, da dort präzise und maßhaltige Bauteile hergestellt werden können. Beide Fertigungsverfahren sind großserienfähig und zeichnen sich durch ein hohes Potenzial zur Automatisierung aus.



*Bild Fraunhofer ICT*  
Verdichtergehäuse in dreiteiliger  
Kunststoffbauweise bestehend aus  
Nasspress- und Spritzgießbauteilen

---

#### **KONTAKT:**

M.Sc. Robert Maertens | Fraunhofer ICT – Polymer Engineering | Gruppe Duromerverarbeitung  
[Robert.Maertens@ict.fraunhofer.de](mailto:Robert.Maertens@ict.fraunhofer.de) | Telefon: ++49 721 4640-304

## HYBRIDISIERUNG: 3D SKELETT WICKELTECHNIK

### GEWICKELTE STRUKTUREN ZUR LOKALEN VERSTÄRKUNG VON THERMOPLASTBAUTEILEN

*Mit roboterbasiertem Wickelprozess zur lokalen Endlosfaserverstärkung*

Gewickelte Hybridrovinge ermöglichen eine belastungsorientierte Endlosfaserverstärkung in hochbelasteten Bereichen eines Bauteils. Durch die geschlossene Schlaufenstruktur können Verbindungselemente und Krafteinleitungspunkte so integriert werden, dass die Kräfte direkt auf die Fasern im Bauteil eingeleitet werden. Die Fasern befinden sich dabei idealerweise entlang der Lastpfade, um das volle Potenzial von Endlosfaserverstärkungen in strukturellen Spritzgießbauteilen zu erreichen. Durch einen robotergestützten Wickelprozess können die Verstärkungsstrukturen auch in hohen Stückzahlen bei gleichbleibender Qualität hergestellt werden. Im Rahmen der Prozessentwicklung wurden nun die Erkenntnisse aus den Grundlagenuntersuchungen auf ein generisches 3D Strukturbauteil übertragen, bei dem 3D Skelettstrukturen im Spritzgussprozess umspritzt werden können.



*Fotos Fraunhofer ICT*

links: Generisches Strukturbauteil für gewickelte Endlosfaserverstärkungen  
rechts: Automatisierte Imprägnier- und Wickelstation

---

**KONTAKT:**

M.Sc. Björn Beck | Fraunhofer ICT – Polymer Engineering | Gruppe Thermoplastverarbeitung  
[bjorn.beck@ict.fraunhofer.de](mailto:bjorn.beck@ict.fraunhofer.de) | Telefon: ++49 721 4640-593

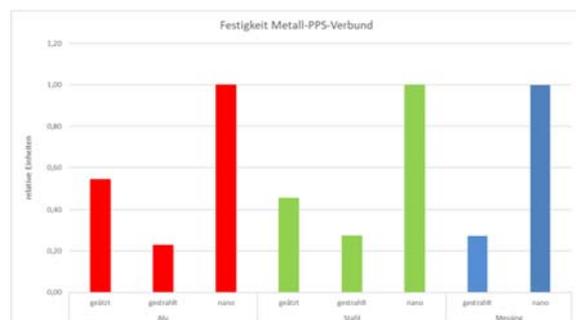
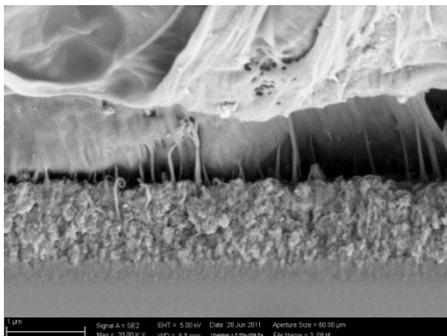
## DIREKTER VERBUND, DER HÄLT

### HOHE FESTIGKEIT DURCH NANOPORÖSE HAFTSCHICHT FÜR METALL-KUNSTSTOFF-VERBUNDE

**Die Grenzfläche zwischen Metall und Polymer zeigt sich oft als Schwachstelle in Hybridbauteilen. Dabei ist der Einsatz unterschiedlicher Materialien eine Grundvoraussetzung für leichte und leistungsfähige Bauteile. Entscheidend für die Eigenschaften des gesamten hybriden Bauteils sind die Oberflächeneigenschaften der unterschiedlichen Werkstoffe, die dauerhaft und zuverlässig verbunden sein müssen.**

Technisch und ökonomisch wünschenswert wäre ein Verfahren, das es ermöglicht, den Kunststoff direkt auf das Metallbauteil zu applizieren ohne aufwendige Oberflächenvorbehandlung und ohne zusätzlichen Klebstoff. Ein solches Verfahren hat das Fraunhofer ICT entwickelt.

Der Prozess nutzt das Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition Verfahren (PECVD), um eine dünne poröse Haftschiicht auf der Metalloberfläche abzuscheiden. Die Haftwirkung der nano-porösen Schicht beruht auf der Infiltration flüssiger Polymere in die Poren. Erstarrt das Polymer durch Abkühlung oder Vernetzung in den Poren, führt die daraus resultierende Verzahnung zu sehr hohen Haftwerten. Untersuchungen zur Grenzflächenfestigkeit von PPS-Metall-Hybriden zeigten eine um 270% gesteigerte Haftzugfestigkeit durch den Einsatz der nanoporösen Beschichtung.



Fotos Fraunhofer ICT

links: Kohäsiver Bruch des Polymers bei einem Metall-Polymer-Verbund mit nano-poröser Schicht  
 rechts: Vergleichstest, veranschaulicht an einem Demonstrator: Erstarrt das Polymer durch Abkühlung oder Vernetzung der Poren, führt die daraus resultierende Verzahnung zu sehr hohen Haftwerten.

#### KONTAKT:

Dr. Rudolf Emmerich | Fraunhofer ICT – Polymer Engineering | Gruppenleiter Mikrowellen und Plasma  
[Rudolf.Emmerich@ict.fraunhofer.de](mailto:Rudolf.Emmerich@ict.fraunhofer.de) | Telefon: ++49 721 4640-460