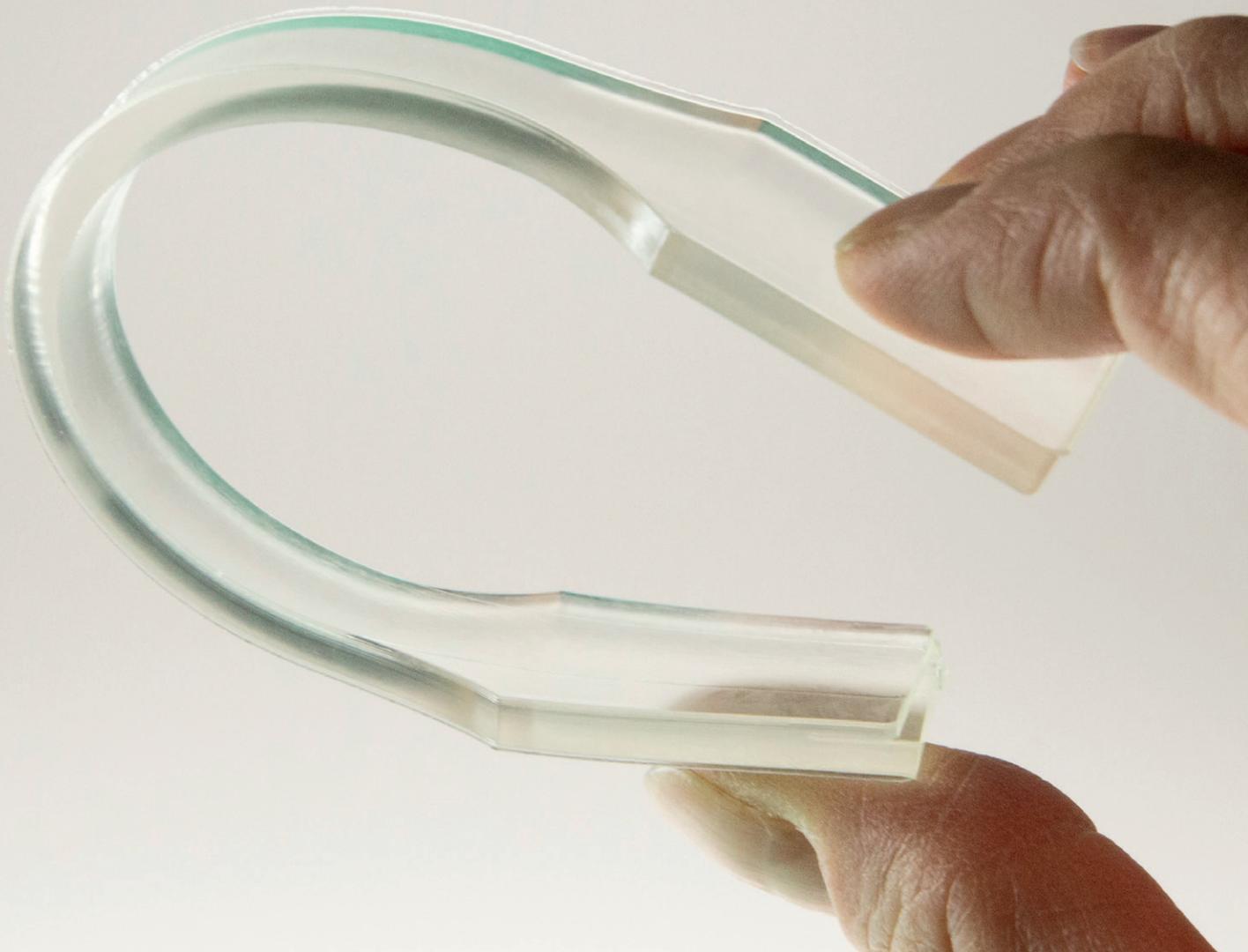


# UMWELT ENGINEERING – POLYMERE UND ADDITIVE



# BEGLEITUNG AUF DEM WEG VOM ROHSTOFF ZUM PRODUKT UND ZURÜCK ZUM ROHSTOFF

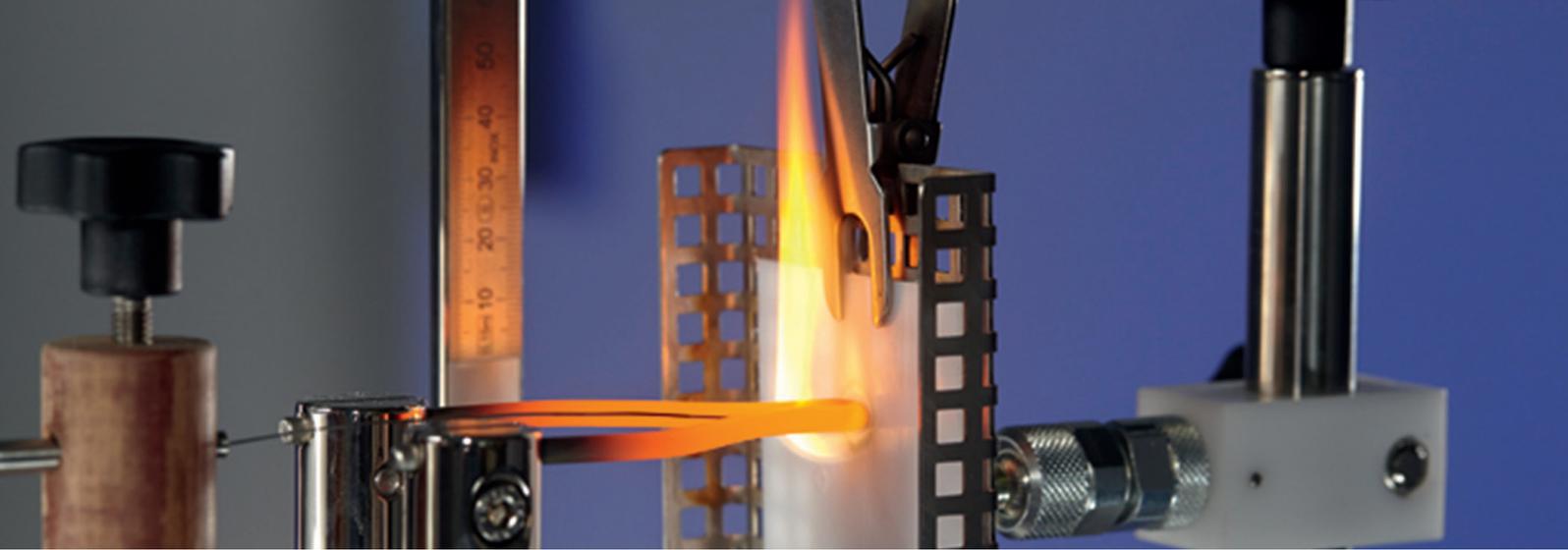
Nachhaltiger und effizienter Umgang mit Ressourcen ist ein Schwerpunkt der aktuellen Forschung, unterstützt von der Politik und zunehmend nachgefragt von der Wirtschaft. Produkte und Produktionsprozesse sollen möglichst ökonomisch und ökologisch effizient und nachhaltig gestaltet werden. Dabei spielt die stoffliche Verwertung von Produktnebenströmen und Biomassen derzeit eine besondere Rolle. In der Projektgruppe »Polymere und Additive« des Produktbereichs Umwelt Engineering am Fraunhofer ICT werden Komponenten für moderne Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen und Produktnebenströmen gewonnen, untersucht und für verschiedene Produktanwendungen getestet. Darüber hinaus werden technische Polymerprodukte chemisch recycelt um sie auf der höchsten Wertschöpfungsebene, der stofflichen Wiederverwertung, einsetzen zu können. Ziel ist es, neue und nachhaltige Komponenten und Prozesse für Polymerprodukte zu entwickeln.

## MONOMERE UND ADDITIVE

Die Nutzung von Biomassen als Ausgangsmaterial für Polymerprodukte ist ein wichtiger Baustein im verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit Ressourcen. Um maßgeschneiderte Monomere und Additive zu erhalten, werden organisch-chemische Synthesen untersucht und technische Reaktionsverfahren im Labormaßstab getestet. Am Fraunhofer ICT wurden bereits verschiedenste biobasierte Moleküle zu Monomeren und Additiven umgesetzt darunter Fettsäuren (FS) und FS-Derivate (unter anderem aus Tallöl, Suberin und Pflanzenölen), Hydroxymethylfurfural und Fermentationsprodukte. Die erzielten Synthesebausteine sind meist mehrfach funktionale Ester, Amine, Alkohole oder Carbonsäuren, welche als Monomere für die Herstellung von Biopolymeren dienen oder zur Herstellung von biobasierten Additiven, wie Weichmacher, Tenside, Schmierstoffe oder Vernetzungsmittel. Auf diese Weise können verschiedenste biogene Komponenten maßgeschneidert synthetisiert werden, welche in unterschiedlichen Produktformulierungen Verwendung finden. Dabei wird auf klassische, moderne und teilweise maßgefertigte Synthesemethoden und Reaktionstechnologien zurückgegriffen.

### Konkrete Beispiele aus Projekten

- Gewinnung und Aufreinigung von Betulinolen und Suberin FS aus Birkenrinde
- Oxidation von Furandicarbonsäure (FDCA) aus Hydroxymethylfurfural (HMF)
- Metathese von Fettsäuren (FS, zum Beispiel Tallöl-FS und Ölsäure) zu langkettigen bifunktionalen Estern und verschiedenen Folgederivaten
- Quantitative Spaltung von FS zu Azelainsäure und Perlagonsäure mittels Ozonolyse
- Synthese von FDCA-Ester und FS-Ester als Weichmacher für Thermoplaste
- Synthese von FS basierte Vernetzungsmittel über Diels-Alder Addition
- Aminierung und reduktive Aminierung sind aktuelle Forschungsgebiete des Fraunhofer ICT



## FLAMMSCHUTZ

Die Entwicklung und Testung von neuen Flammschutzmitteln, die toxikologisch für Mensch und Umwelt ungefährlich sind, ist ein wichtiges Thema für viele Produkte. Neben der Flammschutzwirkung spielt auch die Materialkompatibilität eine wichtige Rolle. Aufgrund ihrer toxischen und mutagenen Eigenschaften werden halogenhaltige Flammschutzmittel (FSM) zunehmend vom Markt genommen und eine gesetzliche Reglementierung von der EU evaluiert. Derzeit industriell verwendete Flammschutzmittel wie Melamin oder ATH zeigen im Vergleich mit halogenhaltigen Flammschutzmitteln einen weit geringeren Wirkungsgrad, welcher durch höhere Beladungen ausgeglichen werden muss. Dies verändert jedoch die mechanischen Eigenschaften der zu verarbeitenden Stoffe. Deshalb werden in der Projektgruppe neue effektive und kompatible Flammschutzmittel erforscht.

### Konkrete Beispiele aus Projekten

- Einarbeitung und Testung von Cyclophosphazentrimeren als Additive in PU-Weichschäumen und PA 6 im thermoplastischen RTM-Verfahren
- Synthese phosphorhaltiger und polymerer FSM und Testung Ihrer Materialkompatibilität und Flammschutzwirkung

## CHEMISCHES RECYCLING

Das Recycling von polymeren Nebenprodukten gewinnt in der Gesellschaft und Industrie stetig an Bedeutung. Eine besondere Herausforderung in der aktuellen Forschung ist das Recycling von Verbundwerkstoffen und komplexen Polymerformulierungen. Die Projektgruppe »Polymere und Additive« ist in verschiedenen industrienahen Projekten erfolgreich unterstützend tätig, um Polyester- und Polyurethanprodukte in Recyclate umzusetzen, welche als Rohstoffe für neue Polymerprodukte verwendet werden. Eine besondere Herausforderung im Recycling ist die Aufbereitung und Wiederverwertung von heterogenen bzw. verunreinigten Kunststoffabfallströmen. Untersucht werden Verfahren zur Depolymerisation, Recyclat-Aufreinigung und Wiederverwertung.

### Konkrete Beispiele aus Projekten

- Gewinnung von farblosen hochreinen Recyclaten aus bunten PET-Flakes
- Gewinnung von Recyclaten und Flammschutzmitteln aus PUR-Schaumprodukten
- Einsatz von Recyclaten zur Herstellung neuer Produkte

### FOTOS

*Glühdraht-Test an einem thermoplastischen Demonstrator (oben) und maßgeschneiderter Aufbau eines Glasreaktors (rechts).*





## BIOPOLYMERE UND POLYMERPRODUKTE

Biobasierte Polymere können aus verschiedensten Substanzen von Biomassen gewonnen werden. Die Erschließung neuer Stoffströme auf Basis nachwachsender Rohstoffe erfordert unter Anderem die Synthese und Charakterisierung von Biopolymeren sowie Prozessentwicklung und Testung von Biopolymeren in der Anwendung bzw. im Endprodukt. In den vergangenen Jahren wurden am Fraunhofer ICT eine Vielzahl an Biopolymeren synthetisiert und untersucht. Zielpolymere sind bisher vornehmlich Polyester, Polyamide, Polyurethane und deren Copolymere, welche aus biobasierten Monomeren hergestellt und je nach Projektziel zu verschiedenen Polymerprodukten weiter verarbeitet wurden, zum Beispiel zu duromeren Beschichtungen und Schäumen sowie zu thermoplastischen Kunststoffen. Ein Schwerpunkt ist die Synthese von biobasierten Komponenten für Polyurethansysteme und deren Testung in verschiedenen Applikationen. Dabei werden die synthetisierten Komponenten mit Standardmethoden untersucht, charakterisiert und in Formulierungen eingearbeitet. Am Fraunhofer ICT wurden bereits thermoplastische PUR, PUR-Schäume, PUR-Beschichtungen und PUR-Schaumbeschichtungen aus biobasierten Polyolen hergestellt, welche teilweise aus ebenfalls eigener Produktion stammen.

### Konkrete Beispiele aus Projekten

- Entwicklung »Grüner« PUR-Schaumpolster für Flugzeugsitze, ein biobasierter Weichschaum mit etwa 22 Gewichts-% rein biogener Rohstoffe
- Synthese thermoplastischer Polyester und Polyamide aus FDCA
- Synthese thermoplastischer Polyester, Polyesterpolyole, Polyamide, Polyurethane und co-polymere Strukturen basierend auf mittel- und langkettigen FS-Derivaten
- Entwicklung dünner Polyurethanschaumbeschichtungen

## LEISTUNGEN

- Machbarkeitsstudien
- Auftragssynthesen
- Katalysator- und Parameterscreening
- Reaktions- und Prozessoptimierungen im Labormaßstab
- Unterstützung bei Produktqualifizierung und Formulierungsentwicklung
- Einarbeitung und Testung von neuen und bekannten Flammenschutzmitteln nach UL 94, FMVSS 302, DIN 4102B, DIN 4589, FAR 25.853, Oxygen Index, Glow Wire Test.
- Partnerschaft in bilateralen (unter GHV, Rahmenverträge) und öffentlich geförderten Projekten

### FOTO

*Granulat und Zugstäbe aus biobasierten Polyamiden.*

**Fraunhofer-Institut für  
Chemische Technologie ICT**

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal (Berghausen)

Institutsleiter:  
Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner  
Telefon +49 721 4640-0

**Kontakt**

Dr. Davide Pico  
Telefon +49 721 4640-867  
Fax +49 721 4640-111  
[davide.pico@ict.fraunhofer.de](mailto:davide.pico@ict.fraunhofer.de)

[www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de)