

# Recycling von Polycarbonaten durch Pyrolyse

Dr. Philipp Rathsack, Dr. Jörg Kleeberg,  
Prof. Martin Gräbner

Im Projekt »PC2Chem« wird am Fraunhofer IKTS gemeinsam mit dem Projektpartner Covestro AG ein Verfahren zum chemischen Recycling von Polycarbonaten (PC) entwickelt. Hierfür wird am Standort Freiberg in der Gruppe »Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien« ein Pyrolyseverfahren optimiert, dessen Produkte durch Covestro AG aufgereinigt werden, um diese wieder für Neusynthesen einzusetzen.

## Mechanisches Recycling ist nicht immer möglich

Nicht alle Kunststoffe können durch mechanisches Recycling wiederverwertet werden. Zu diesen Kunststoffen zählt Polycarbonat (PC), ein technischer Thermoplast. Dieser wird in zahlreichen Anwendungen mit besonderen mechanischen oder optischen Anforderungen eingesetzt, z. B. als Gehäuse von elektronischen Geräten, in verschiedenen Bauteilen von Kraftfahrzeugen oder als transparente Scheiben. Wird PC aus Abfallströmen mechanisch recycelt, verliert es durch die thermische Belastung bei wiederholter Extrusion die geforderten Eigenschaften. Dadurch sinken Materialqualität und Anwendbarkeit signifikant. Gemäß der Abfallhierarchie werden daher alternative Verfahren gesucht, um die unter Energie- und Ressourcenaufwand synthetisierten Strukturen weitestgehend zu erhalten.

Durch Pyrolyse, die thermische Zersetzung unter Sauerstoffausschluss, werden die chemischen Bindungen in Polymeren gebrochen. Bei Kondensationspolymeren, zu denen Polycarbonat zählt, entstehen die Bindungsbrüche bevorzugt an funktionellen Gruppen und es werden Gemische der ursprünglichen Monomere oder strukturell eng verwandter Moleküle erzeugt. Bei geeigneter Prozessführung entstehen hinreichend einfache Gemische mit hohen Ausbeuten dieser werthaltigen Moleküle. Der Ansatz steht im Gegensatz zur Verölung, bei der Kunststoffe pyrolytisch in Gemische von Kohlenwasserstoffen aufgespalten werden. Für die Neusynthese von Kondensationspolymeren wie PC müssten die funktionellen Gruppen dann aber in mehreren Syntheseschritten wieder neu eingeführt werden. Daher ist der Weg über die Monomere für diese Art von Polymeren effizienter und der Recyclingkreislauf gemäß der Forderung der Abfallhierarchie kleiner. Somit können Energie und wertvolle stoffliche Ressourcen eingespart werden.

## Upscaling der Pyrolyse

Im Projekt »PC2Chem« wird die Pyrolyse von PC-Blends mit Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) untersucht, da diese eine große PC-Abfallfraktion darstellen. Der Pyrolyseprozess erlaubt es nun, aus diesem Material die Monomere Phenol und Bisphenol-A aus PC und Styrol aus ABS herzustellen. Diese chemischen Verbindungen stellen werthaltige Ausgangsstoffe für die Polymerproduktion oder andere Produkte der chemischen Industrie dar.



*Bild 1: Pyrolyse-Drehrohrofen im Technikumsmaßstab mit eigens konzipierter und gebauter Kondensationsanlage im Vordergrund.*

Ziel ist die detaillierte Untersuchung der Pyrolyse verschiedener Polycarbonate im Technikumsmaßstab. Hierfür werden experimentelle Untersuchungen in einer Labor-Pyrolyse-Anlage und in einem kontinuierlich arbeitenden Pyrolyse-Drehrohrofen durchgeführt, um die Prozessparameter für eine maximale Ausbeute an werthaltigen Produkten zu ermitteln. Die Experimente im Pyrolyse-Drehrohrofen werden im Maßstab von einigen Kilogramm pro Stunde durchgeführt. Um die flüssigen Produkte zu gewinnen, wurde im Rahmen des Projekts eine Kondensationsanlage konzipiert und aufgebaut. In mehreren Versuchsfahrten konnten erfolgreich Pyrolyseöle hergestellt werden. Diese nutzt der Projektpartner Covestro AG zur Entwicklung des Downstream-Verfahrens.