

# **PRODUKTE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN**



# **PRODUKTE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN**

Vor dem Hintergrund einer rasant wachsenden Weltbevölkerung und knapper werdender Ressourcen ist es von enormer Wichtigkeit, das Potential nachwachsender Rohstoffe sinnvoll, effizient und nachhaltig nutzbar zu machen.

Die Abteilung Umwelt Engineering des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie ICT forscht seit Jahren an der Fraktionierung verschiedenster nachwachsender Rohstoffe, die nicht in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion stehen. Das übergeordnete Ziel ist, die einzelnen Komponenten zu gewinnen und zu hochwertigen Basischemikalien und chemischen Produkten sowie Polymeren weiterzuverarbeiten.



## FRAKTIONIERUNG VON HOLZ

Die drei Hauptkomponenten von Holz sind

- Cellulose,
- Polyosen (Hemicellulosen)
- und Lignin.

Für die Fraktionierung von Holz bzw. Holzabfällen und lignocellulosehaltiger Biomasse wurde am Fraunhofer ICT der Ethanol-Wasser-Organosolv-Aufschluss entwickelt, der im Gegensatz zum gängigen Kraft-Prozess einer Papierfabrik ohne schwefelhaltige Chemikalien auskommt und somit ein schwefelfreies Produktspektrum liefert. Dieses Verfahren kann je nach Zielfraktion hinsichtlich einer hohen Ausbeute an schwefelfreiem Lignin und ligninärmer Cellulose optimiert werden. Nach Abtrennung dieser beiden Fraktionen bleiben in der wässrigen Fraktion die Polyosen (Hemicellulosen) in Form monomerer und oligomerer Zucker zurück, die als Kohlenstoffquelle für Fermentationen dienen können.



## PRODUKTE AUS CELLULOSE UND POLYOSEN (HEMICELLULOSE)

Sowohl das Polysaccharid Cellulose als auch die Polyosen können durch chemische sowie enzymatische Hydrolyse zu monomeren Kohlenhydraten aufgeschlossen werden. Bei Cellulose entsteht fast ausschließlich Glukose. Hemicellulosen ergeben neben Hexosen wie Glukose, Mannose und Galactose vorwiegend Pentosen, vor allem Xylose und in kleinen Mengen Arabinose. Ausgehend von Glukose und anderen Hexosen bzw. Pentosen können am Fraunhofer ICT mittels unterschiedlicher Verfahren Plattformchemikalien als Ausgangsstoffe für unterschiedliche Polymerprodukte gewonnen werden, zum Beispiel:

■ **Olefine für Polyolefine** | Aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugte Glukose kann durch Fermentation zum Beispiel zu Ethanol, Isopropanol oder Butanol umgesetzt werden. Aus diesen Alkoholen werden durch katalytische Dehydratisierung in einer eigens dafür konzipierten Hochdruckversuchsanlage die entsprechenden Alkene hergestellt. Diese sind wichtige Plattformchemikalien für die Herstellung von Kunststoffen. Wichtigste Vertreter sind die Plattformchemikalien Ethylen und Propylen. Daraus können unter anderem Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und eine Vielzahl chemischer Zwischenerzeugnisse hergestellt werden.



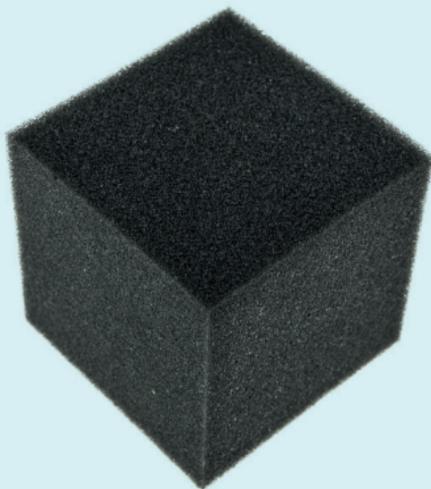
■ **Zuckeralkohole als Polyole für Polyurethane** | In einem kontinuierlich betriebenen Rohrreaktor können Glukose und auch andere Zucker wie zum Beispiel Xylose oder Fruktose zu den Zuckeralkoholen Sorbit bzw. Xylit oder Mannit/Sorbit hydriert werden. Die so gewonnenen Zuckeralkohole konnten bereits erfolgreich als Bestandteile in Formulierungen für harte Polyurethanschäume eingesetzt werden.

■ **Furanderivate für Polyester und Polyamide** | Hexosen, insbesondere Fruktose, lassen sich zu Furanverbindungen wie 5-Hydroxymethylfurfural (5-HMF) umwandeln. Am Fraunhofer ICT wurde außerdem ein Verfahren entwickelt, das 5-HMF quantitativ zu Furandicarbonsäure (FDCA) umsetzt. FDCA wird derzeit als Alternative zur Terephthalsäure gehandelt und kann als Säurekomponente für die Herstellung von Polyethylenfuranoat (PEF) und auch für Polyfuranamide eingesetzt werden. PEF kann vollständig aus biogenen Rohstoffen gewonnen werden und ist das biobasierte Pendant zu dem Polyester PET. Xylose, die aus den Holz-Polyosen gewonnene Pentose, kann zu Furfural umgewandelt werden, das als wichtige Plattformchemikalie für die Herstellung von Furanverbindungen, Thermoset-Harzen, Kunststoffen, organischen Lösungsmitteln, Lacken, Pestiziden u. v. m. große industrielle Bedeutung hat.



■ **Wasserstoff und/oder Alkane** | Sowohl im Batch-Betrieb als auch im kontinuierlich betriebenen Rohrreaktor wurde die Erzeugung von Wasserstoff und Alkanen aus Zuckern, speziell Zuckeralkoholen, mittels Reformierung in wässriger Phase (aqueous phase reforming, APR) gezeigt. Je nach Reaktionsbedingungen und eingesetztem Katalysator kann die Reaktion in Richtung der Wasserstoffentstehung oder auch die Gewinnung von Alkanen (wie zum Beispiel Butan, Pentan) gelenkt werden.

■ **Produkte aus Lignin** | Lignin ist ein aus phenolischen Bausteinen aufgebautes aromatisches Makromolekül. Das macht es als natürliche Aromatenquelle chemisch interessant. Am Fraunhofer ICT wird die basenkatalysierte Spaltung von Lignin (BCD) verfolgt. Die damit gewonnenen Ligninspaltprodukte können in Formulierungen für Spezialanwendungen (Kleber, Anstrichfarben, Bremsbeläge, Schleifscheiben, duroplastische Werkstoffe, Schäume) eingearbeitet werden und dadurch erdölbasierte Komponenten teilweise oder vollständig ersetzen. Weiter wird derzeit untersucht, ausgewählte Verbindungen selektiv herzustellen und eine noch höhere Wertschöpfung zu erzielen.



## PRODUKTE AUS ÖLEN

Als weitere Rohstoffquelle dienen pflanzliche Öle und Fette, welche vorzugsweise aus Produktnebenströmen industrieller Prozesse gewonnen werden und nicht zum Verzehr geeignet sind, wie bspw. Tallöle aus der Holzindustrie.

Bisher wurden am Fraunhofer ICT verschiedene Verfahren zur Herstellung von Polymerbausteinen für Polyester, Polyamide und Polyurethane untersucht und entwickelt. Besonders mittel- und langkettige Polymerbausteine wie 1,9-Nonandisäure, 1,18-Octadecandisäure und ihre Derivate wurden weitgehend untersucht und bereits für viele unterschiedliche Polymerprodukte getestet. Die langkettigen Polyester eignen sich für elastische thermoplastische Kunststoffprodukte. Außerdem sind sie auch für den Einsatz als Folien, Beschichtungen und Heißkleber geeignet. Weiterhin wurden biobasierte Polyesterpolyole hergestellt und für Polyurethan-Schaum-Formulierungen sowie thermoplastische Polyurethane eingesetzt. Darüber hinaus wurden Fettsäuren zu biobasierten Additiven wie Weichmachern (meist in Kombination mit Kohlenhydraten und Derivaten wie FDCA) und Vernetzungsmitteln umgesetzt und in Polyurethanprodukten getestet.

# KONTAKT

**Fraunhofer-Institut für  
Chemische Technologie ICT**  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal (Berghausen)

Institutsleitung:  
Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner

## **Ansprechpartner**

Sarah Böringer  
Telefon +49 721 4640-660  
Fax +49 721 4640-111  
sarah.boeringer@ict.fraunhofer.de

Rainer Schweppe  
Telefon +49 721 4640-173  
Fax +49 721 4640-800173  
rainer.schweppe@ict.fraunhofer.de

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