

## USING BIOMASS FOR MATERIALS

### Sources and Substrates

The sustainable development of products from renewable resources and biobased by-products represent a main focus of the biopolymer research at Fraunhofer IAP. Based on years of experience in derivatization of industrially produced biopolymers (such as cellulose, hemicellulose, lignin, starch, pectin, chitin and chitosan, hyaluronic acid, protein) methods of physical, chemical or enzymatic modification of renewable raw materials are developed. The biomass used for each application in question may originate from various agricultural and silvicultural stages as well as chemical processing steps (eg. straw, oat husks, sugar beet pulp, black liquor). Besides the quest for new possibilities to utilize industrial by-products, the selection of suitable biobased materials for special applications plays an important role. The final product properties are then essentially defined by the biomass composition, the kind of modification, and the processing technology employed.

### Modification and Synthesis

For the modification of biomass in the development of products with defined molecular composition and tailor-made properties the following methods are used:

#### Physical methods

- dispersing and dissolving
- precipitation processes (varied pH)
- extraction
  - aqueous solvents
  - organic solvents
  - various temperatures
  - varied pH

#### Chemical reactions (heterogeneous/homogeneous)

- etherification
- esterification
- polyol formation
- graft copolymerization
- cross-linking
- oxidation
- acid hydrolysis

#### Enzymatic treatment

- substance-specific hydrolysis
- cross-linking

#### Combination of various derivatization procedures

### Analytics and Characterization

- Determination of composition: kind of substitution, degree and distribution of substituents, molecular weight distribution, degree of polymerization, associated ingredients analysis
- Characterization of solutions: determination and characterization of dissolved fractions, viscosity, Staudinger index, flow behavior as a function of concentration, additives, temperature, time, solution state, gelation, simplexes, crosslinking
- Characterization of melts: melt flow index, DSC, TGA, flow behavior, dynamic rheology
- Properties of solids: morphology, crystallinity, crystallite size, particle size distribution, pore geometry and determination of specific surface, water vapor sorption, swelling and solubility, sedimentation, thermal stability, mechanical characterization (tensile, compression, bending, impact), thermo-mechanical characterization (DMA)

### Designed Functionality

#### Development of

##### Bulk polymers

- thermoplastics
- thermosets
- aerogels
- hydrogels

##### Particles from nanometer to micrometer range

- nanocellulose
- microstructures
- beads
- capsules
- porous structures

##### Adhesives

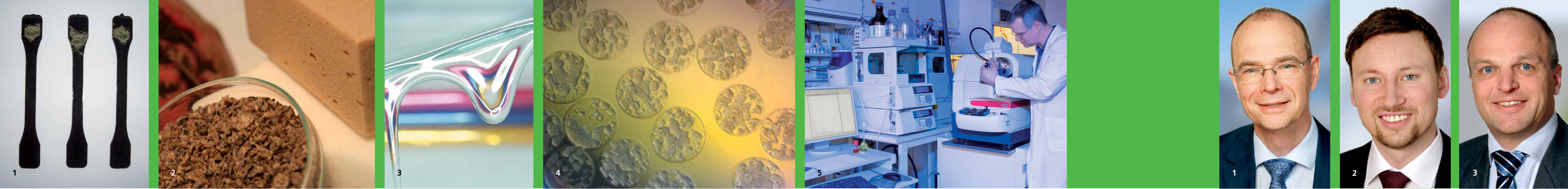
- dispersion glue
- melt adhesive
- glues

##### Dispersions and solutions optimized for

- solubility, viscosity
- structure formation
- simplexes
- gelation
- hydrophobicity, hydrophilicity, amphiphilicity
- tensid properties
- interaction with additives

- 1 Wood.
- 2 Potato starch granules.
- 3 Lödige reactor.
- 4 Reaction scheme for preparing starch mixed esters.
- 5 Cellulose beads.





## STOFFLICHE VERWERTUNG VON BIOMASSE

### Rohstoffe und Substrate

Die nachhaltige Entwicklung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen sowie Nebenprodukten, die bei der Aufbereitung und Verarbeitung der Rohstoffe anfallen, stellt einen Schwerpunkt der Biopolymerforschung am Fraunhofer IAP dar. Ausgehend von den Erfahrungen in der Modifizierung von industriell erzeugten Biopolymeren (wie z.B. Cellulose, Hemicellulose, Lignin, Stärke, Pektin, Chitin, Chitosan, Hyaluronsäure, Proteine) werden Verfahren zur physikalischen, chemischen und enzymatischen Stoffumwandlung entwickelt. Die genutzte Biomasse entstammt, je nach der angestrebten Anwendung, sowohl verschiedenen land- und forstwirtschaftlichen als auch chemischen Verarbeitungsstufen (z.B. Stroh, Haferspelzen, Rübenschnitzel, Schwarzlauge). Neben der Suche nach Verwertungsmöglichkeiten für industrielle Reststoffe wird die gezielte Auswahl geeigneter biogener Materialien für Spezialanwendungen als wesentliche Zielstellung definiert. Dabei bestimmen Modifizierungsart, Verfahrenstechnologie und Zusammensetzung der Biomasse die gewünschten Endprodukteigenschaften.

- 1 *Lignin based thermosets.*
- 2 *PUR foam based on sugar beet pulp.*
- 3 *Two percent aqueous solution of a starch derivative.*
- 4 *Symplexes from cellulose sulfate and poly(DADMAC).*
- 5 *Analysis laboratory.*

### Modifizierung und Synthese

Für die Modifizierung von Biomasse zur Entwicklung von Produkten mit definierter stofflicher Zusammensetzung und vorgegebenen Eigenschaftsprofilen dienen:

#### Physikalische Methoden

- Dispergieren und Lösen
- Fällprozesse (verschiedene pH-Werte)
- Extraktion
  - wässrige Lösemittel
  - organische Lösemittel
  - verschiedene Temperaturen
  - verschiedene pH-Werte

#### Enzymatische Behandlungen

- substanzspezifische Hydrolyse
- Vernetzung

#### Chemische Methoden (heterogen/homogen)

- Veretherung
- Veresterung
- Polyolherstellung
- Pfropfcopolymerisation
- Vernetzung
- Oxidation
- Säurehydrolyse

#### Kombination verschiedener Derivatisierungsverfahren

### Analytik und Charakterisierung

- Untersuchungen zur Zusammensetzung: Substitutionsart, -grad und Verteilung der Substituenten, Molmassenverteilung, Polymerisationsgrad, Gehalte von Restreagenzien, Begleitstoffanalytik
- Charakterisierung von Lösungen: Bestimmung und Charakterisierung von gelösten Anteilen, Viskosität, Staudinger-Index, Fließverhalten in Abhängigkeit von Konzentration, Additiven, Temperatur, Zeit, Lösungszustand, Gelierung, Symplexbildung, Vernetzung
- Charakterisierung von Schmelzen: Schmelzflussindex, DSC, TGA, Fließverhalten, dynamische Rheologie
- Eigenschaften von Festkörpern: Morphologie, Kristallinität, Kristallitgrößen, Partikelgrößenverteilung, Ermittlung von Porengeometrie und spezifischer Oberfläche, Wasserdampfsorption, Quellbarkeit und Löslichkeit, Sedimentationsverhalten, thermische Stabilität, mechanische Prüfung (Zug-, Druck-, Biegeexperimente, Schlagzähigkeit), thermomechanische Charakterisierung (DMA)

### Maßgeschneiderte Funktionalität

#### Entwicklung von

- #### Bulkpolymeren
- Thermoplaste
  - Duroplaste
  - Aerogele
  - Hydrogele

#### Partikeln im Nano- bis Mikrobereich

- Nanocellulose
- Mikrostrukturen
- Perlen
- Kapseln
- Poröse Strukturen

#### Klebstoffen

- Dispersionskleber
- Schmelzkleber
- Leime

#### Dispersionen und Lösungen optimiert nach

- Löslichkeit, Viskosität
- Strukturbildung
- Symplexbildung
- Gelbildungsverhalten
- Hydrophobie, Hydrophilie, Amphiphilie
- Tensideigenschaften
- Wechselwirkung mit Additiven

### Ausgewählte Expertisen

- Herstellung thermoplastischer Composite aus biobasierter Matrix und anorganischen oder biobasierten Füll- und Verstärkungskomponenten
- Herstellung duroplastischer Composite aus biobasierter Matrix und anorganischen oder biobasierten Verstärkungskomponenten
- Darstellung und Derivatisierung hochporöser sphärischer Cellulosepartikel als Trenn- und Trägermaterial
- Synthese von biokompatiblen Symplex-Kapseln auf der Grundlage von Cellulosederivaten
- Gerinnungshemmende Additive für die Medizin
- Entwicklung maßgeschneiderter Viskositätsregulatoren auf Grundlage von Stärke- und Cellulosederivaten
- Herstellung viskositätsstabiler Dispersionen
- Hydrogele als Wasserspeicher
- Optimierung von Papierhilfsmitteln zur wet-end-Anwendung und Oberflächenleimung
- Flockungsmittel für die Papierindustrie und Abwasserreinigung
- Anti-Graffiti-Schutzschichten
- Filmbildung/Beschichtung mit Barrierewirkung
- Entwicklung von Klebstoffen
- Charakterisierung und Modifizierung mikrobiell erzeugter Polysaccharide
- Modifizierung von Proteinen

### Examples of expertise

- preparation of thermoplastic composites with biobased matrix and inorganic or biobased fillers or reinforcing fibers
- preparation of thermoset composites from biobased matrix and inorganic or biobased reinforcing components
- preparation and derivatization of highly porous spherical cellulose particles as separation and carrier materials
- synthesis of biocompatible symplex capsules based on cellulose derivatives
- anticoagulant additives for medicine
- development of customized viscosity regulators based on starch and cellulose derivatives
- manufacture of viscosity stable dispersions
- hydrogels for water storage
- optimization of paper additives for wet end applications and surface sizing
- flocculants for the paper industry and waste water treatment
- anti-graffiti coatings
- film formation/coating with barrier qualities
- development of adhesives
- characterization and modification of microbially generated polysaccharides
- modification of proteins

### Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research IAP

Potsdam-Golm Science Park  
Geiselbergstr. 69  
D-14469 Potsdam-Golm

#### Contact

**1 Prof. Dr. Johannes Ganster**  
Division Director  
Phone +49 331 568-1706  
johannes.ganster@iap.fraunhofer.de

**2 Dr. Jens Buller**  
Dep. Starch Modification/Molecular Properties  
Phone +49 331 568-1478  
jens.buller@iap.fraunhofer.de

**3 Dr. Bert Volkert**  
Dep. Lignocellulose  
Phone +49 331 568-1516  
bert.volkert@iap.fraunhofer.de

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

