



Zusammenfassung der Ergebnisse der fachlichen Diskussion

[Rundgespräch „Zukunft der Polymer-
forschung in der DFG-Perspektive“, Teil II]

Ulrich S. Schubert

Laboratory of Organic and Macromolecular Chemistry (IOMC)
Jena Center for Soft Matter (JCSM)
Friedrich-Schiller-Universität Jena, Germany

ulrich.schubert@uni-jena.de; www.schubert-group.com



- 1) Makromolekulare und Supramolekulare Chemie
- 2) Polymerphysik, Soft Matter
- 3) Polymermaterialien
- 4) Von der Kunststoffverarbeitung zu komplexen Materialien
- 5) Synthetische und biologische Makromoleküle – Polymere in der Biologie und Medizin
- 6) Aufklärung von Struktur und Dynamik: skalenübergreifend
- 7) Von der Polymerforschung zu Advanced Materials



- Zukunft der Polymerwissenschaften
- Identität Polymerforschung in Deutschland
- Entwicklungen des Fachs *vs.* Entwicklungen außerhalb der Polymerwissenschaften
- Mögliche koordinierte Programme
- Zentrale wissenschaftliche Entwicklungen
- Einordnung in die DFG Perspektive
- Deutsche Polymerwissenschaften international?



1) Makromolekulare und Supramolekulare Chemie

Herausforderungen in der Synthese:

- Precise Control of Heterogeneity and Multiple Functionality
- Complex Architectures, Multi-component Systems
- Self-Replicating/Templating with Error Correction, Dynamic
- Molecular Recognition and Self-Assembly, CO_2

Herausforderungen aus der Biologie:

- Virus-Cell Adhesion
- Monovalent and Multivalent Competition

Herausforderungen für Polymerarchitekturen:

- Kontrolle der 1D, 2D und 3D Strukturen
- Komplexe System, konjugierte Systeme

→ Macromol. BioScience (Polymerforschung & org. Materialsyst.)



2) Polymerphysik, Soft Matter

Classical generic models, Scaling concepts:

- Search for critical exponents, scaling, simulations

Role of "new" chemistry, functional systems:

- Essential role of theory and simulation
- Links to bio related methodologies/models
- Hierarchical assemblies, new characterization techniques

Glasses:

Polyelectrolytes (theory, simulation & characterization):

Polymer electronics:

Function and Morphology – Processing:

If you are in equilibrium - you are dead (P. Pincus)



3) Polymermaterialien

Status:

- Produktionsvolumen Polymermaterialien > Stahl
- Enorme Fortschritte bei Polymerisationsverfahren („Click“)
- Signifikante Fortschritte bei der Charakterisierung
- Neue Verarbeitungstechniken & neuen Eigenschaften

Bestehende Herausforderungen:

- Monodisperse synthetische Polymere, Sequenzkontrolle
- Materialien mit gezielt selbstheilenden, schaltbaren, erkennenden und selbstreplizierenden Eigenschaften
- Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, „Sequenzierung“

Impact Polymermaterialien:

- Zentraler Innovationslieferant für die Mega-Trends
- „Added Value“ durch neue Eigenschaften/Funktionen



4) Von der Kunststoffverarbeitung zu komplexen Materialien

Retrodesign:

Multikomponentenmatrices, smart additives:

Upscaling (inkl. *in situ* Charakterisierung):

Neudefinition Polymertechnologie notwendig:

- Advanced Materials
- Neue Verarbeitungstechnologien (Kombinationen)
- Rheologie hochkomplexer Systeme

Herstellungsverfahren on demand:

- 3D Druck



5) Synthetische und biologische Makromoleküle – Polymere in der Biologie und Medizin

Chemical Biology:

Nano-Bio-Interface:

- Verschiedene Längenskalen durch Polymerarchitekturen und Verfahren zugänglich
- Verschiedene Anwendungen möglich (Nano-diagnostics & nano-therapeutics), Implantate, bioanalytische Devices
- Neue Analytik ("medical grade analytic")

Macromolecular Biology:

- Polymere Therapeutika
- DNA-Origami
- Neuen Materialien auf nachwachsenden Rohstoffen



6) Aufklärung von Struktur und Dynamik:
skalenübergreifend, Rolle der Charakterisierung bei der
Entwicklung neuer Materialien

Interplay of Structure and Dynamics (auch Oberflächen):

Multi-Technique Approach:

- Functional Materials require Multi-Technique Approach
- Neue Herausforderungen durch komplexe Materialien, unerwünschte Komplexität, mehr Modellmaterialien
- Inhomogenität über große Zeit- und Längenskalen
- Neue Methoden (auch online) / (lokale) Analysetechniken

Modelle für „ideale“ Ansätze zur Materialentwicklung:

Analytik-Zentren



Lehre & Ausbildung:

- Sicherung Lehre an den Universitäten, gemeinsames Curriculum (siehe Technische Chemie Dechema)
- Lehrbücher?
- Fachausbildung vs. Interdisziplinarität
- Nachwuchsausbildung (Habilitanden etc.)

Forschungsförderung:

- Erhaltung und Stärkung des wissenschaftlichen Kerns (über DFG), koordinierte Programme, Packetanträge, Vernetzung
- Sichtbarkeit in Preisen (Leibnitz etc.)

Rolle Polymerwissenschaften:

- Polymerwissenschaften als zentrale Keimzelle neuer Entwicklungen, Treiber von Mega-Trends, Belegung „Soft Matter“



- Polymere Materialien für digitale Fertigungsverfahren von der nm bis zu m Skala
- „Vom (Makro)Molekül über das Material zum System unter relevanten Bedingungen“
- Additivierung
- Polymere als Aktuatoren
- Adaptive Materialien für technische Anwendungen
- Polymere für bionische Materialien
- Nachwachsende Rohstoffmischungen
- Bioinspirierte Polymermaterialien mit speziellen Eigenschaften
- Neue Polymermaterialien für individualisierte Fertigungsverfahren
- Integrierte Prozesse für Polymermat. (geschlos. Lebenszyklen)
- Chemie im Werkzeug
- Chemie an der Grenzfläche (von Nanopartikeln/Fasern)
- Skalenübergreifende Polymerforschung