

Fachinformationstag Land Steiermark – Recycling von Kunststoffen im Automotivesektor

SusMat4CarLight – nachhaltige, rezyklierbare Werkstoffverbunde für zukünftige Autoscheinwerfer

Elisabeth Rossegger

Polymer Competence Center Leoben GmbH, A - 8700 Leoben



www.pccl.at



- ZKW Lichtsysteme GmbH



- Montanuniversität Leoben:
Lehrstuhl für Chemie der Kunststoffe
Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung



- Polymer Competence Center Leoben GmbH



- Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH:
MATERIALS - Institut für Sensorik, Photonik und Fertigungstechnologien



Produktion der Zukunft - 41. Ausschreibung

Verschiedene Nachhaltigkeitsaspekte

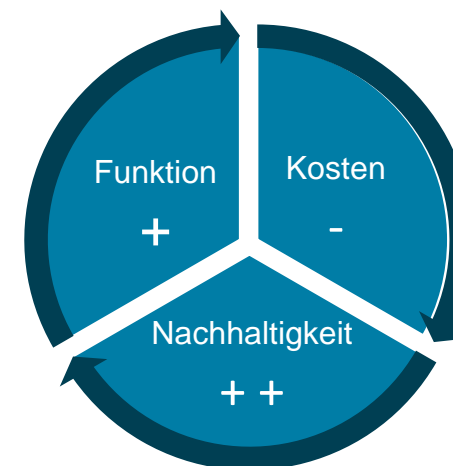
werden berücksichtigt

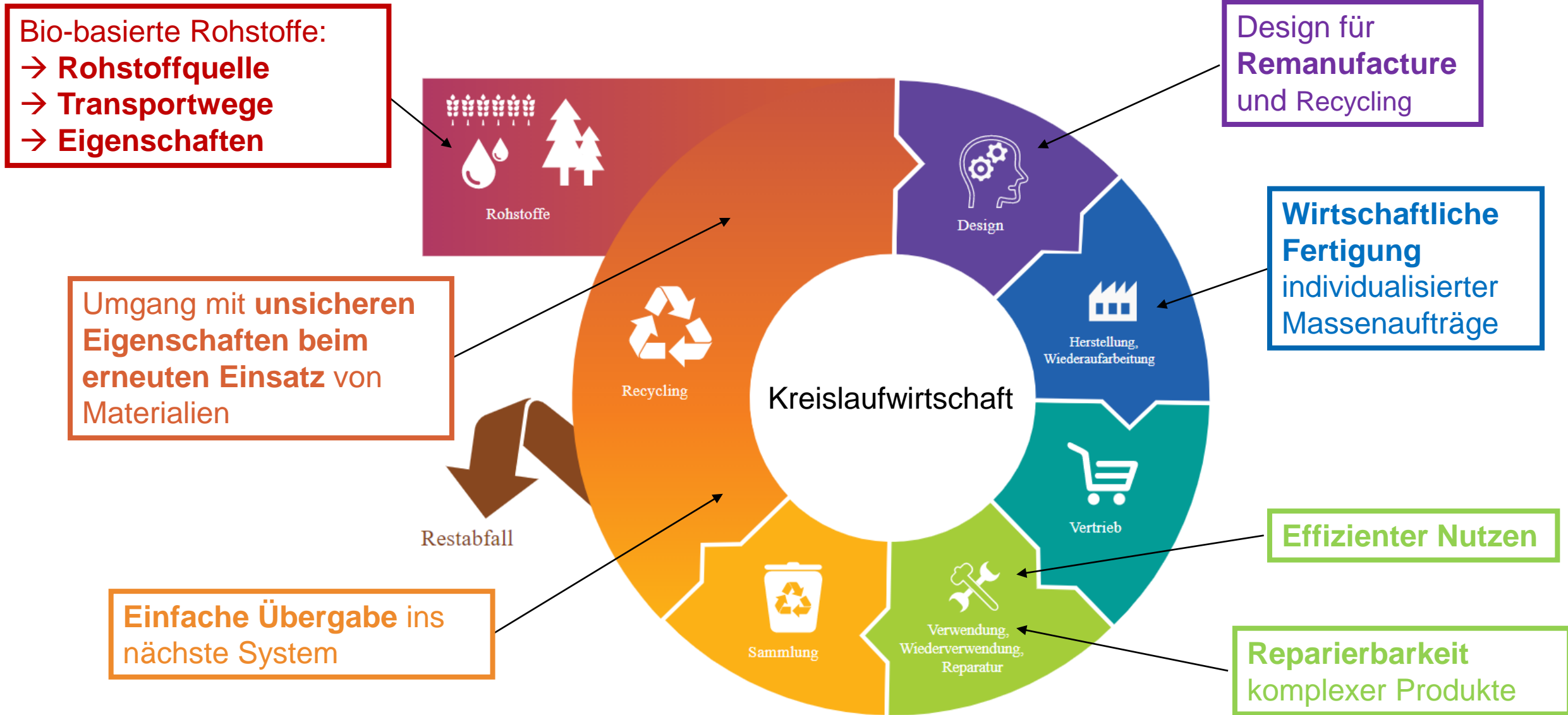
Charakteristik von Scheinwerfern:

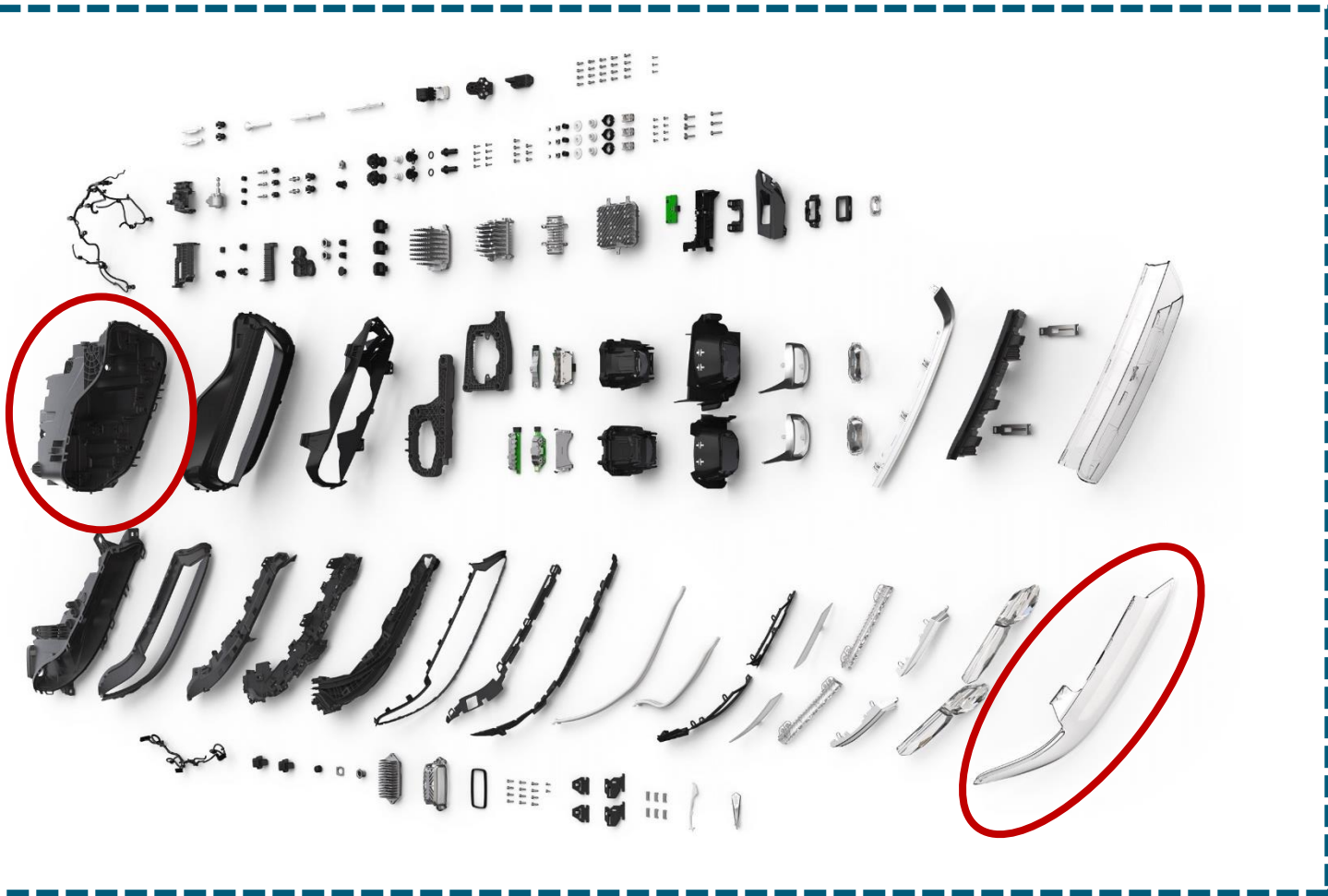
- Lange Nutzungsphase (9-15 Jahre)
- Komplexes Systemprodukt zusammengesetzt aus unterschiedlichsten Materialien und vielen Einzelteilen (100-300), die unter anspruchsvollen Bedingungen interagieren müssen, um die hohe optische Güte langfristig zu gewährleisten

Produktentwicklung: Kritisches Anforderungs-Dreieck

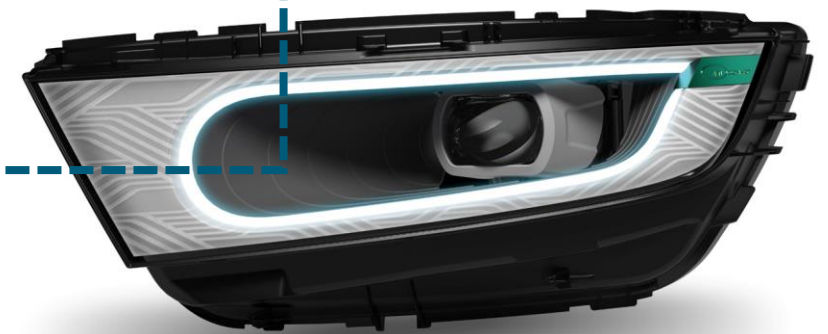
- Steigende Funktionalität,
- Kostenreduktion und
- Nachhaltigkeitserfordernisse

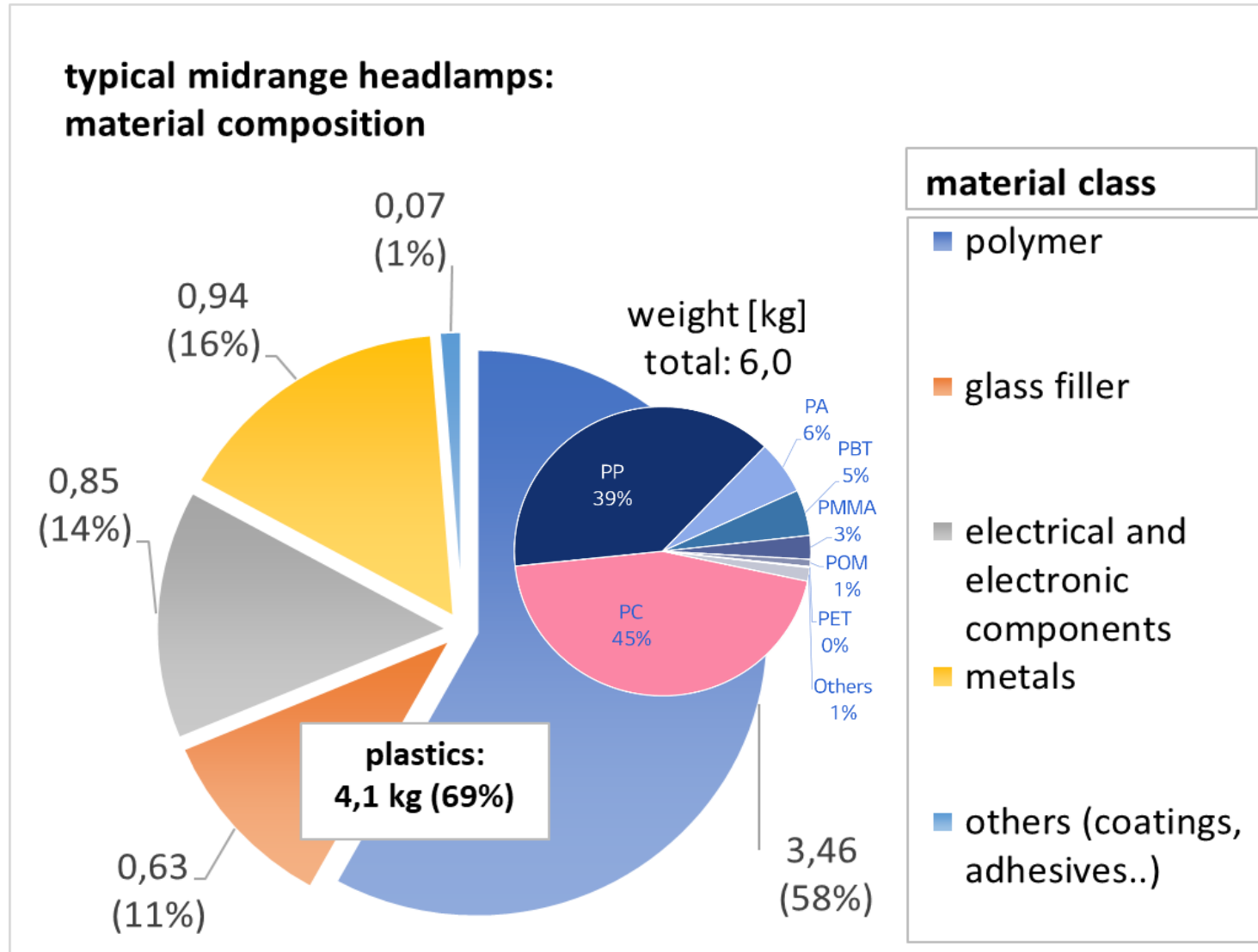






- 100 – 300 Einzelteile
- Komplexes System
- Unterschiedlichste Materialien
- Direkte Verklebung von Gehäuse (PP) und Abdeckscheibe (PC)





Größten Anteil:
Verkleidung (PP) &
Abdeckscheibe (PC)

Größten CO₂ impact:
Al-Kühlkörper

- Hauptziele:** **Gewichtsreduktion** und **Wiederverwendbarkeit/-verarbeitung** ermöglichen
Vereinfachung und **Modularisierung** der Komponenten
Neue, teilweise generative **Prozesse**
Nutzbarkeit/Beherrschbarkeit **biobasierter Materialien/Rezyclaten**
- Evaluierung:** Multimodale System-Lebenszyklusanalyse
LCA auf Komponentenebenen
- Technologien:** Reversibles Kleben von Standardelementen
Compoundierung
Spezielle Oberflächenmodifikationen
→ Reinigungsfähige Verschleißschutzbeschichtung für Abdeckscheibe
- Materialaspekte:** Einsatz von Rezyclaten und Biopolymeren
Entwicklung geeigneter Verbundwerkstoffe → Monomaterial-Verstärkung
Entwicklung reversibler Klebesysteme

Hauptziele:

Forschungsschwerpunkte seitens PCCL

arbeitung ermöglichen

ten

en/Rezyclaten

Evaluierung:

Technologien:

Reversibles Kleben von Standardelementen

Compoundierung

Spezielle Oberflächenmodifikationen

→ Reinigungsfähige Verschleißschutzbeschichtung für Abdeckscheibe

Materialaspekte:

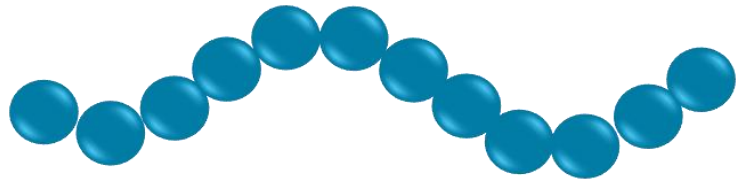
Einsatz von Rezyclaten und Biopolymeren

Entwicklung geeigneter Verbundwerkstoffe → Monomaterial Verstärkung

Entwicklung reversibler Klebesysteme

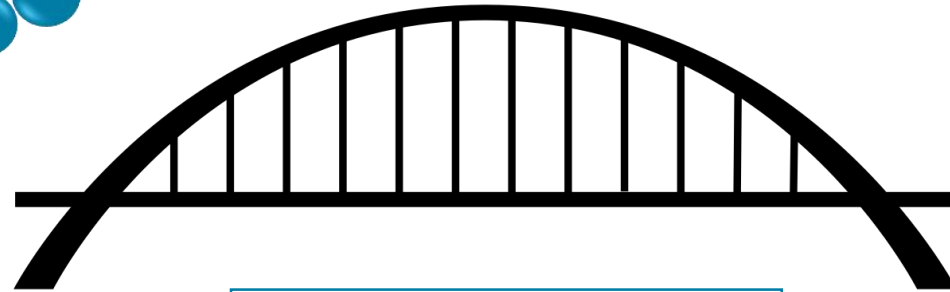
Forschungsschwerpunkt seitens PCCL

Entwicklung rezyklierbarer/umformbarer Duromere

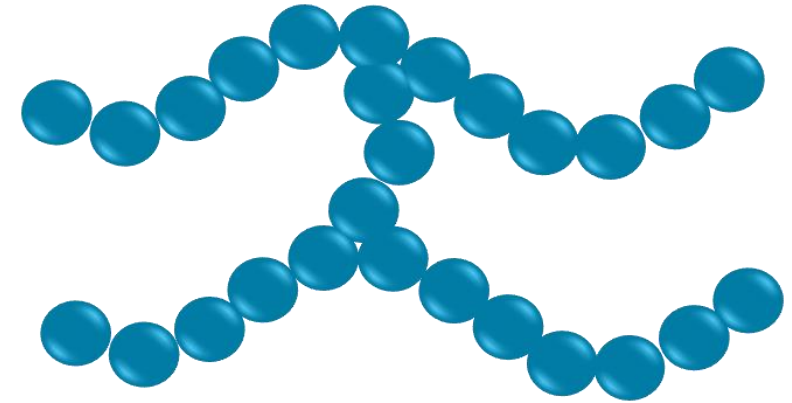
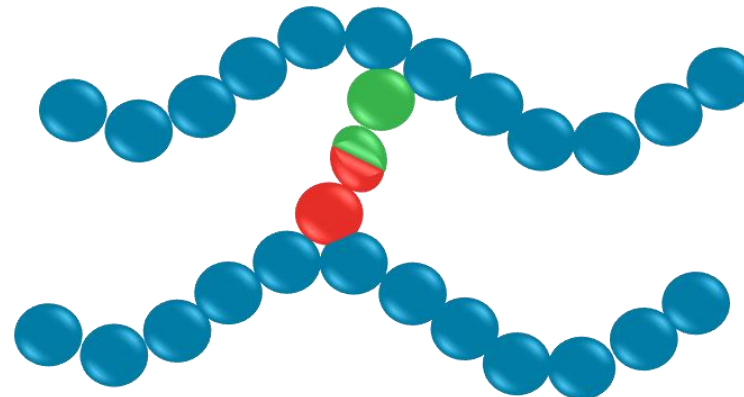


Thermoplasten

- Schmelzen
- Wiederverarbeitung
- Verschweißen
- Reparierbar
- Umformen
- Rezyklierbar



Vitrimere

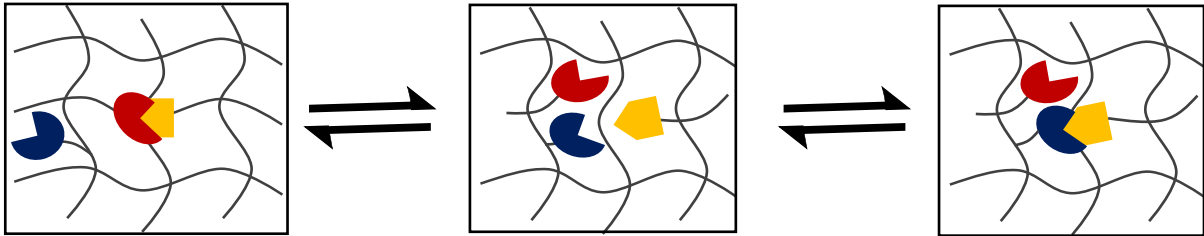


Duromere/Elastomere

- 3D – Netzwerke
- Robust/steif
- Temperatur-resistent
- Chemikalien-resistent
- Unschmelzbar
- Unlöslich

Dissoziative:

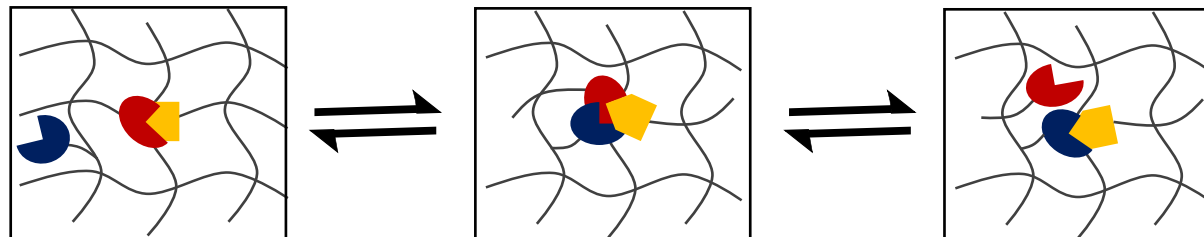
→ **Alte Bindung** geht auf bevor **neue Bindung** geschlossen wird



z.B.: Cycloadditionen
→ Temporäre Abnahme der Netzwerkdicke

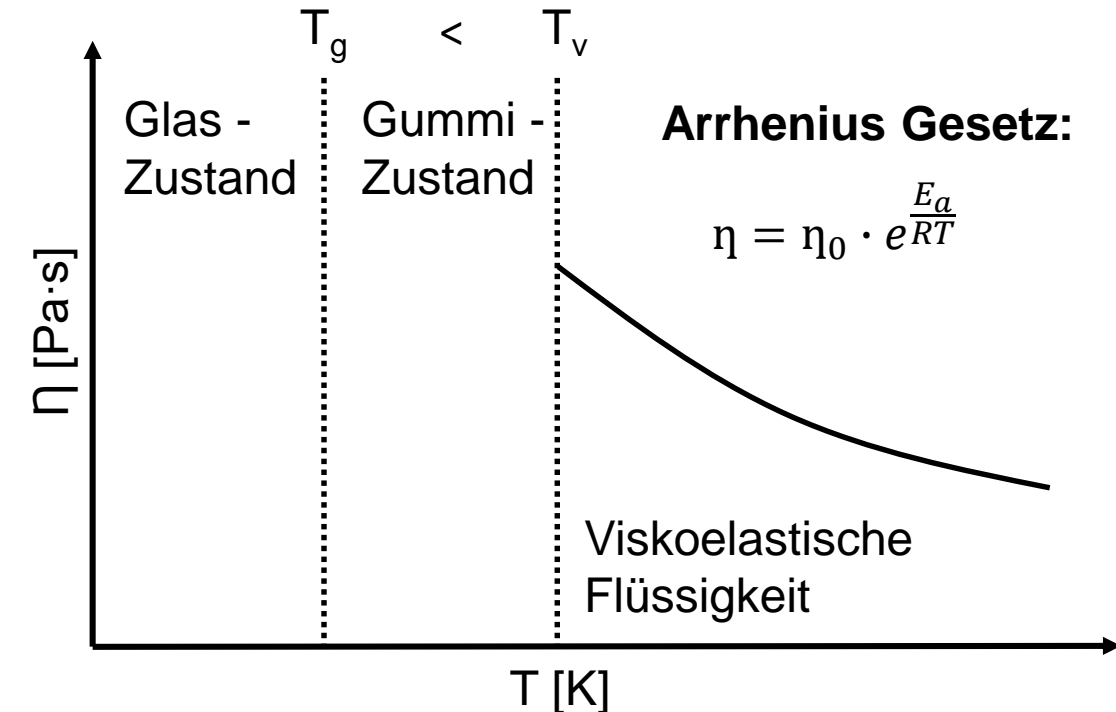
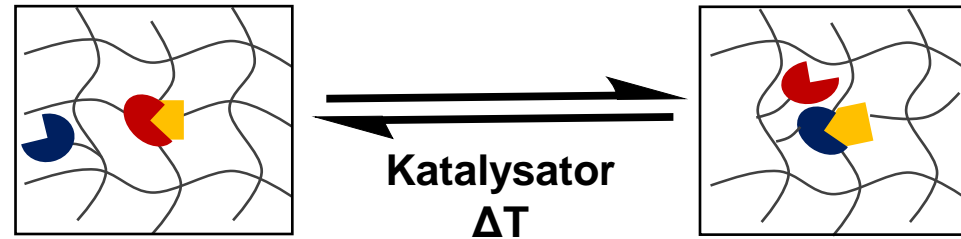
Assoziative:

→ **Neue Bindung** wird gebildet bevor **alte Bindung** aufgeht



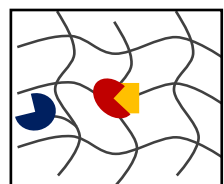
z.B.: Umesterungen
→ Durchschnittlich konstante Netzwerkdicke

Assoziative Austauschreaktionen:

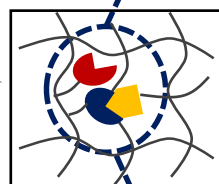


Vorteile:

- Viele verschiedene Möglichkeiten
- Kann einfach in technische Materialien eingeführt werden
- T_v kann gut eingestellt werden über Netzwerkdesign, Katalysatorwahl und Verfügbarkeit funktioneller Gruppen



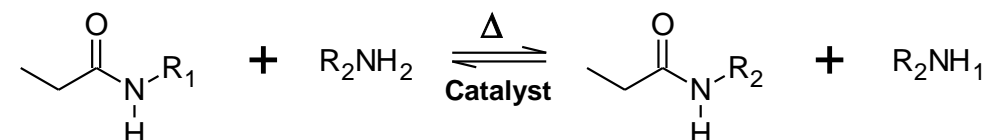
Katalysator
 ΔT



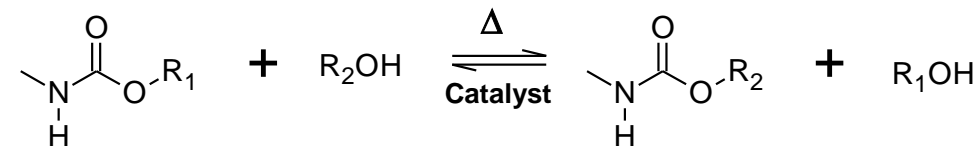
Umesterung



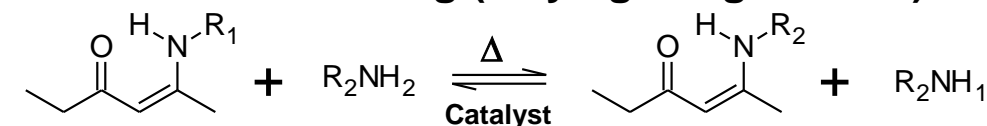
Transamidierung



Transcarbamoylierung



Transaminierung (vinyloghaltige Amide)

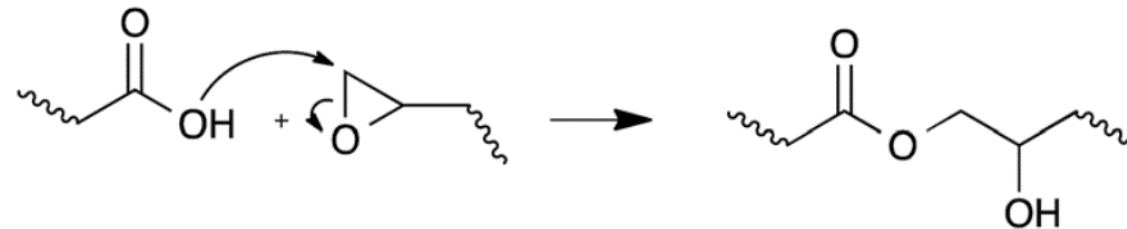


Transaminierung (vinylhaltige Urethane)

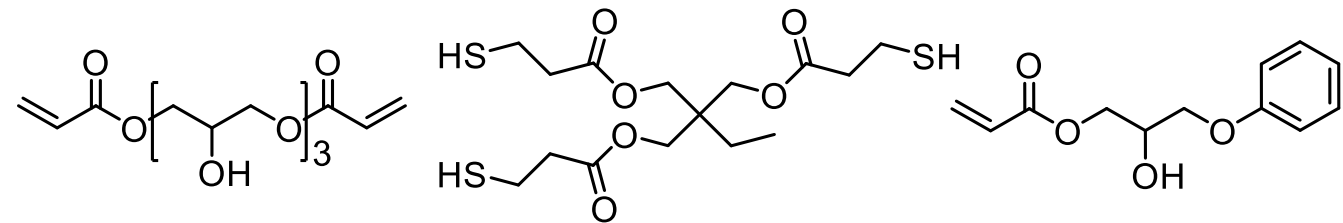


Netzwerke mit OH- und Ester-Funktionalitäten

1.) Aushärtung von **Epoxiden** mit **Anhydriden oder Carbonsäuren**



2.) **(Thiol-)Acrylat Netzwerke** mit Hydroxyl- und Ester Gruppen



Zugabe eines Katalysators um Austauschreaktion zu beschleunigen



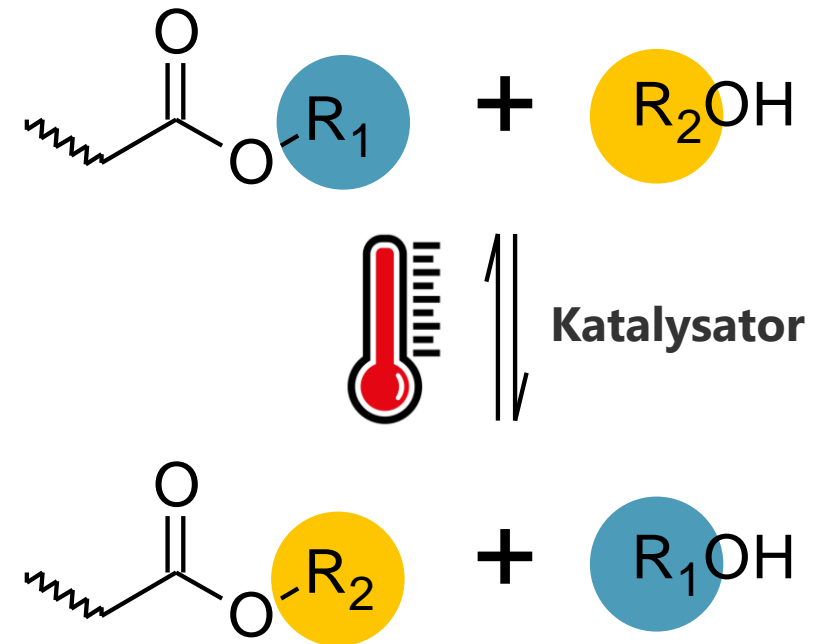
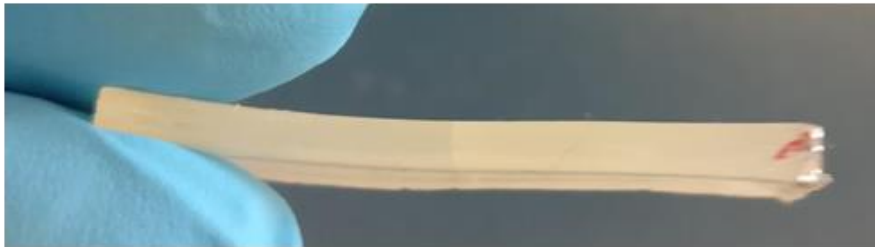
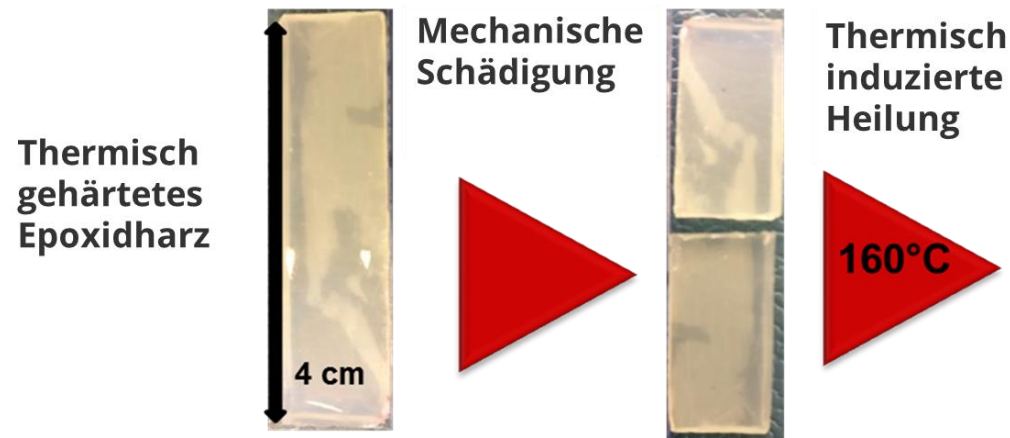
Vorteile:

- Viele verschiedene Ausgangsmaterialien kommerziell erhältlich
- Viele unterschiedliche Katalysatoren kommerziell erhältlich
- Katalysatoren und Edukte sind günstig
- Katalysatoren sind nicht giftig
- Netzwerkeigenschaften können gezielt eingestellt werden

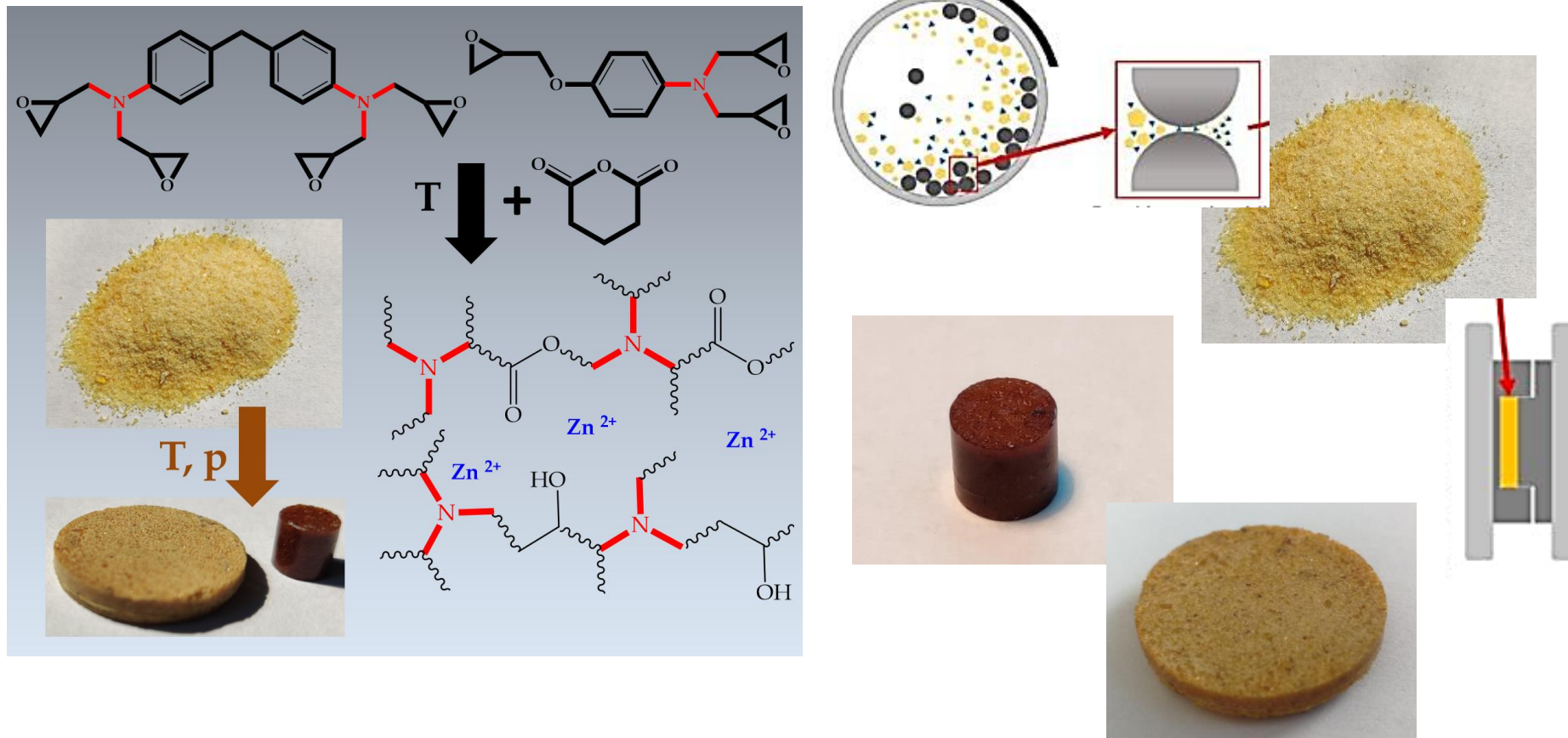
Nachteile:

- Sehr polare Netzwerke
- Hydrolyse
- Oxidation

Beispiel 1 – Selbstheilung und Verschweißen von Epoxid-Duromeren



Beispiel 2 – Mechanisches Rezyklieren von Epoxid-Duromeren



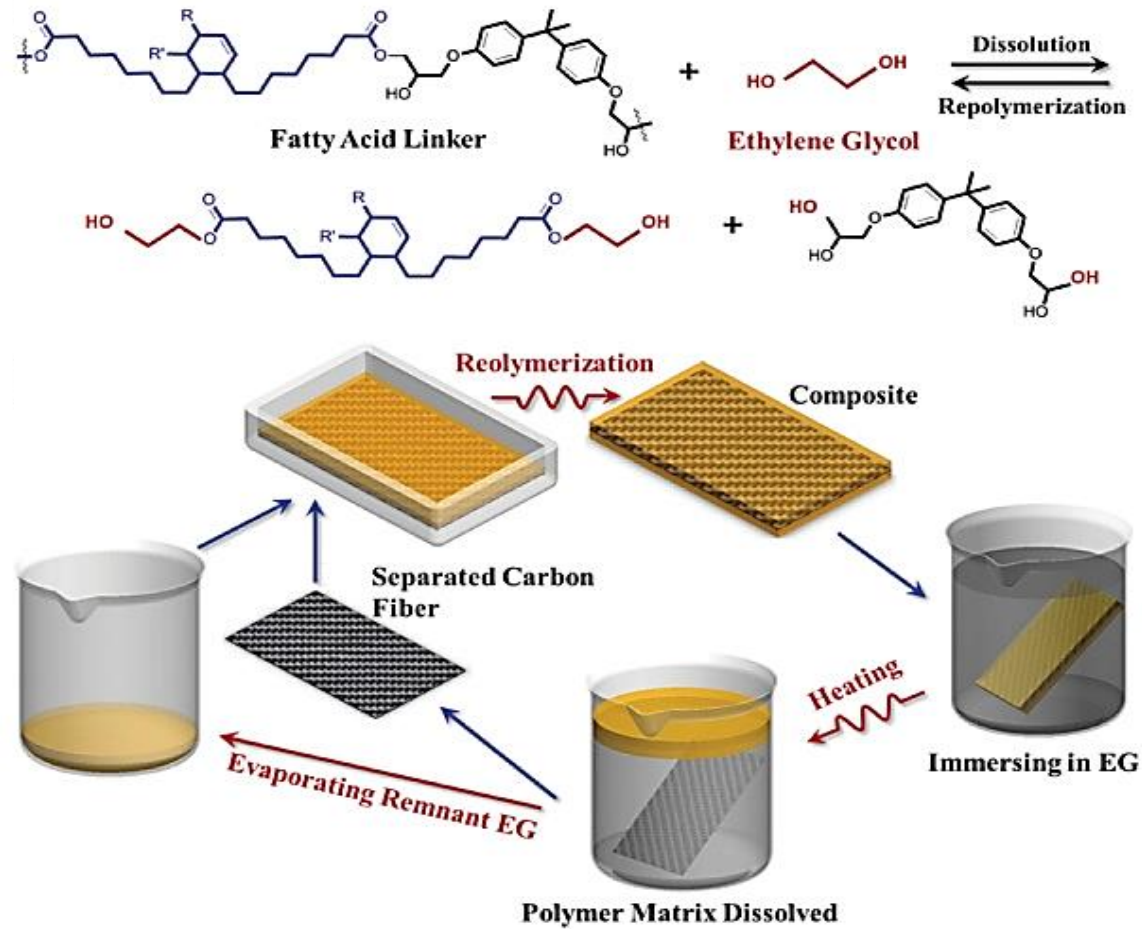
The diagram illustrates the mechanical recycling process of epoxy resins. It shows the chemical reaction of an epoxy resin with a cyclic carbonate under heat (T) to form a prepolymer. This prepolymer is then ground into a powder, which is used to form a new resin. The diagram includes chemical structures, a grinding process illustration, and photographs of the resulting powder and resin.

Chemical Reaction: An epoxy resin reacts with a cyclic carbonate under heat (T) to form a prepolymer. The prepolymer structure shows the presence of Zn²⁺ ions and hydroxyl (OH) groups.

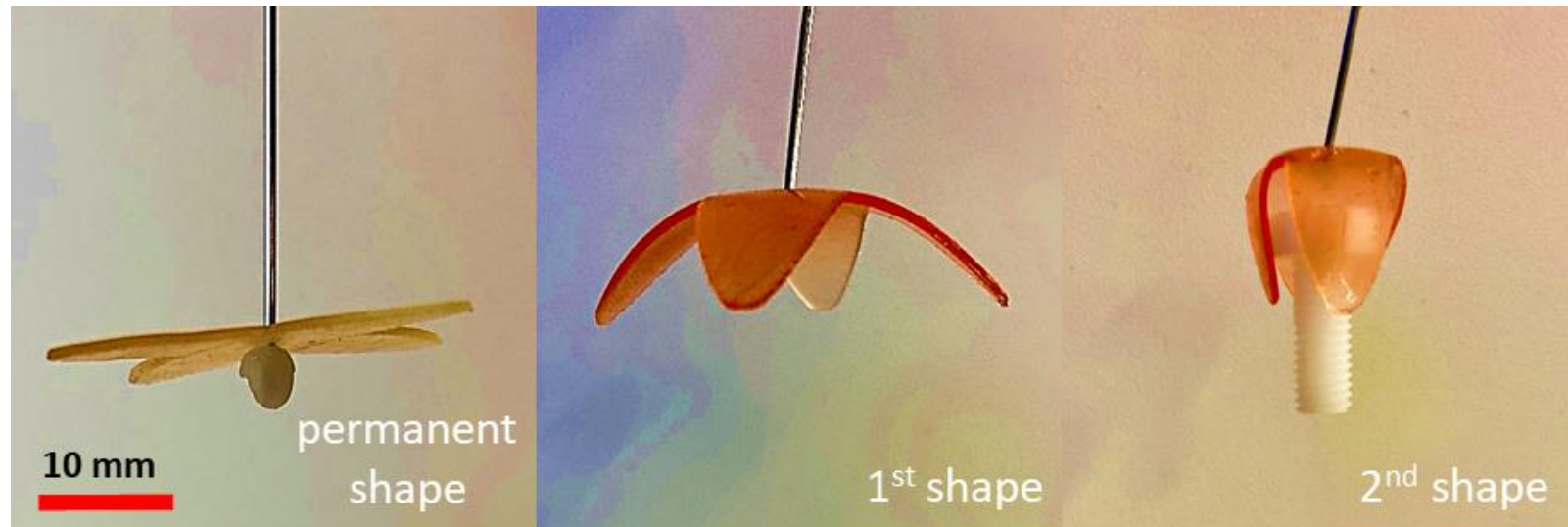
Grinding Process: The prepolymer is ground into a powder, as shown in the top right illustration and photograph.

Resin Formation: The powder is used to form a resin, as shown in the bottom right photograph and schematic.

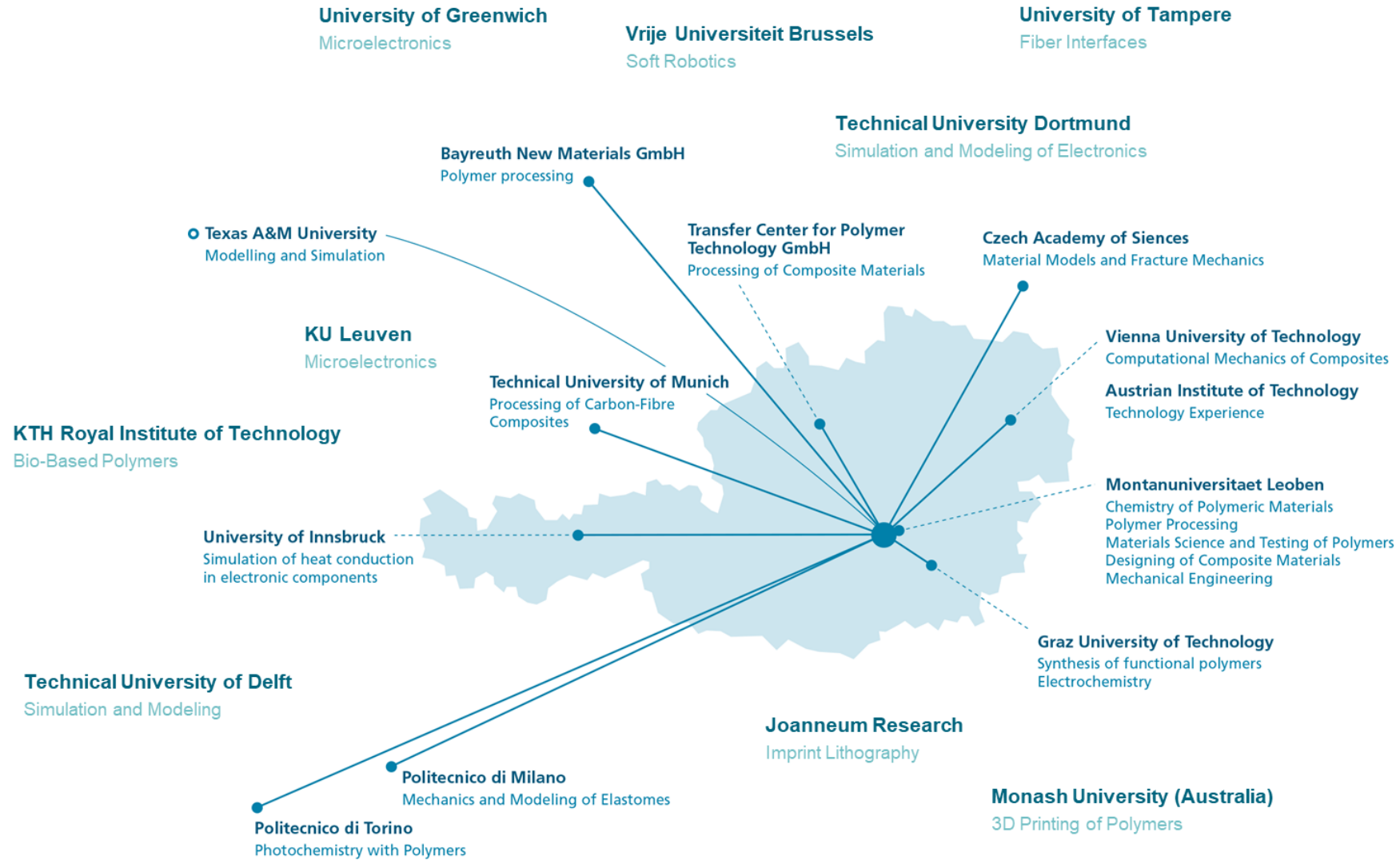
Beispiel 3 – Chemisches Rezyklieren von Verbundwerkstoffen



Beispiel 4 – Umformung von Thiol-Acrylat Duromeren









Unser Angebot:

- **Langfristige F&E-Projekte** mit der Industrie (auch unter Einbeziehung der Kompetenzen weiterer wissenschaftlicher Partner)
- Zugang zu **öffentlichen Förderprogrammen** (z. B. über das COMET-Programm oder andere öffentlich finanzierte Projekte)
- **Vertragliche Forschung**
- **Dienstleistungen** (Simulation, Materialcharakterisierung, Analyse, etc.)

DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT!

The research work of this paper was performed at the Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL, Austria) within the framework of the COMET-program of the Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology and the Federal Ministry of Economy, Family and Youth with contributions by Montanuniversitaet Leoben. The PCCL is funded by the Austrian Government and the State Governments of Styria, Lower Austria and Upper Austria.

