

Biobasierte Kunststoff-Verpackungen – von der Forschung in die Praxis

16. April 2024

Bio2Bottle - Neuartige biologisch abbaubare Flaschen aus Biokunststoffen

Fraunhofer Institut UMSICHT, Dr. Philip Mörbitz

Recycling von PLA – Technologieoptionen und Ökobilanzierung

Agenda

- Das Fraunhofer UMSICHT
- Abteilung »Zirkuläre und biobasierte Kunststoffe«

- Bio2Bottle
 - Herausforderungen
 - Lösungsansätze
 - Ergebnisse

Bio2Bottle

Wegbereiter in eine
nachhaltige Welt

Fraunhofer UMSICHT

Vier Forschungsthemen

Nachhaltiger Umbau von Wirtschaft und Gesellschaft: Zirkulär, klimaneutral, wirtschaftlich



Circular Economy

Materialien und Verfahren für eine zirkuläre Nutzung von Ressourcen: Vom Labor- bis zum Industriemaßstab



Carbon Management

Nachhaltige Nutzung von Kohlenstoff



Green Hydrogen

Materialien und Verfahren zur elektrochemischen Herstellung, Nutzung und Speicherung von grünem Wasserstoff



Local Energy Systems

Konzepte und Technologien für die Transformation der Energieversorgung von Quartieren und Industrie



Circular Economy



Materialien und Verfahren für eine zirkuläre Nutzung von Ressourcen:
Vom Labor- bis zum Industriemaßstab

Circular Economy

Entwicklung von Materialien und Verfahren für eine zirkuläre Nutzung von Ressourcen



© Fraunhofer UMSICHT

Wasserkreisläufe

- Aufbereitung und Recycling von Prozesswasser
- Rückgewinnung von Wertstoffen und Nährstoffen aus Abwässern



© Fraunhofer UMSICHT/Mike Henning

Nachhaltigkeitsbewertung

- Systemische Bewertung von Prozessen und Produkten
- Circular Design von Materialien und Produkten

Circular Economy

Entwicklung von Materialien und Verfahren für eine zirkuläre Nutzung von Ressourcen



Zirkuläre Materialien: Kunststoff

- Entwicklung biobasierter Kunststoffe und Rezyklat-Kunststoffe
- Bioabbau von Polymeren und Kunststoffprodukten



Chemisches Recycling: Pyrolyse

- Pyrolyse von Kunststoffen und Verbundstoffen
- Pyrolyseprodukte als Basis für Chemikalien, Fuels oder Kunststoffe



Materialentwicklung

Abteilung »Zirkuläre und biobasierte Kunststoffe«

Gruppe | Polymertechnologie

Vom Monomer zum Polymer

Entwicklung von Polymeren auf Basis nachwachsender Rohstoffe

- Polyaddition, Polykondensation
- gezieltes Design der Polymerstruktur

Entwicklung von Funktionsadditiven

- Kunststoffe (Weichmacher, Impact Modifier)
- Klebstoffe
- Schmierstoffe

Polymercharakterisierung

- Untersuchung der Struktur-/Eigenschaftsbeziehungen



© Fraunhofer UMSICHT/Christian Bohnenkamp

Gruppe | Kunststoffentwicklung

Vom Polymer zum Werkstoff

Werkstoffentwicklung

- physikalische Funktionalisierung von biobasierten Kunststoffen
 - Blending und Additivierung
 - reaktive Verarbeitung und Kompatibilisierung in der Schmelze

Untersuchung und Optimierung der Verarbeitungseigenschaften

- Spritzgießen, Folienextrusion (Blasfolien/Flachfolien), Schäumung
- naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK)

Werkstoffcharakterisierung

- rheologische Eigenschaften der Schmelze
- mechanische, thermische, optische und physikalische Werkstoffcharakterisierung

Untersuchung des Abbauverhaltens

- Boden, Kompost und Süßwasser



© Fraunhofer UMSICHT/Christian Bohnenkamp

Gruppe | Musterproduktion und Materialprüfung

Vom labor- bis in den industriellen Maßstab

Kunststofftechnikum

- Heiß-/Kaltmischer
- Labor-Walzwerk
- Labor-Pressen
- Doppelschneckenextruder (Labor- bis Industriemaßstab)
- Einschneckenextruder mit nachgeschalteten Flach- und Blasfolieneinheiten (Labormaßstab)
- Spritzgießanlagen (1K und 2K)

Musterproduktion

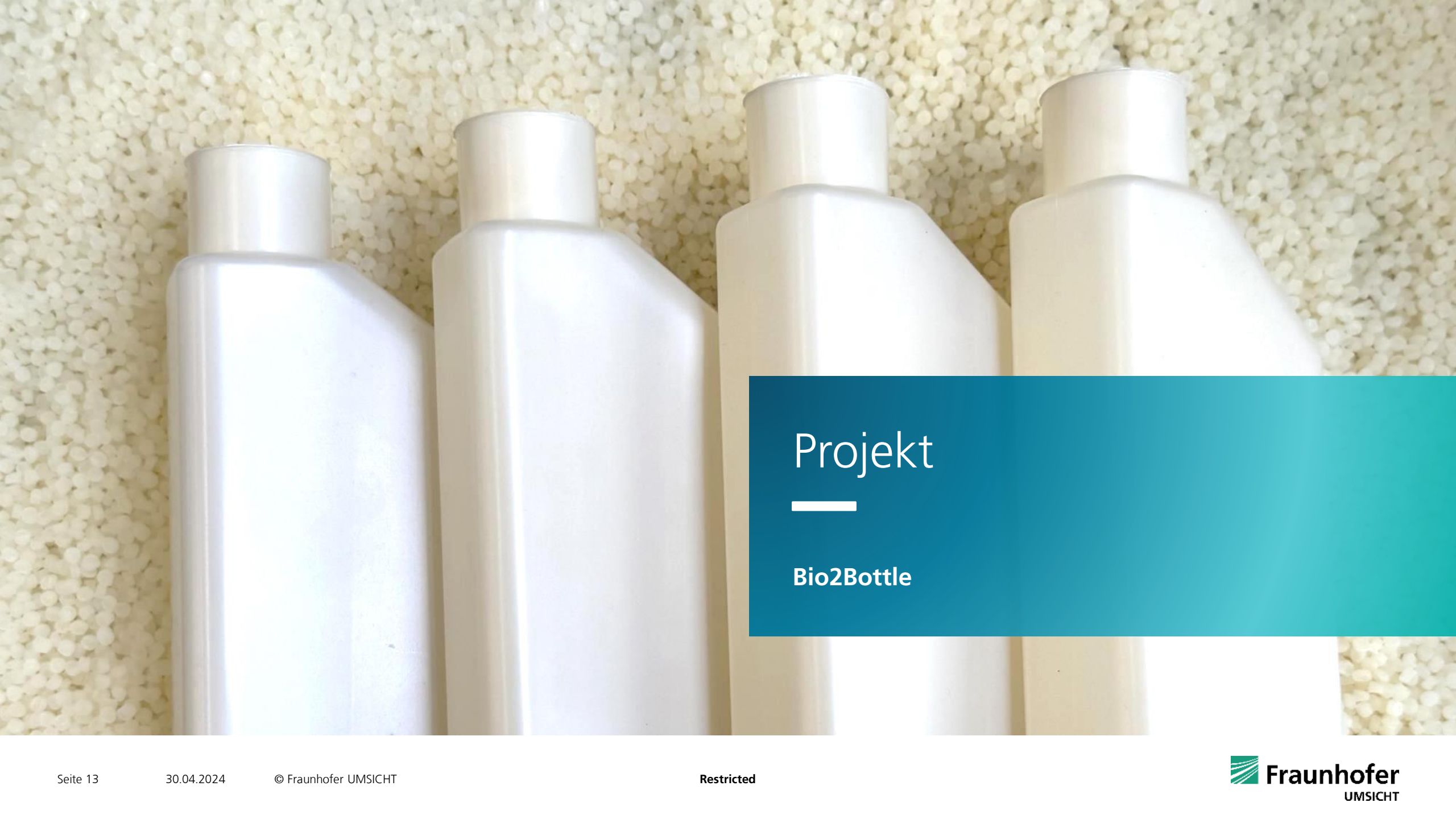
- Pilot- und Kleinserienfertigung von Compounds und Produkten auf industriellen Anlagen (400 kg/h)

Charakterisierung von Materialproben und Bauteilprüfung

- Qualitätssicherung
- Eigenschaften
- Struktur



© Fraunhofer UMSICHT/Christian Bohnenkamp



Projekt



Bio2Bottle

Bio2Bottle: Neuartige Flaschen aus Biokunststoffen mit hohem biobasiertem Anteil und hoher Barriere

Eingereicht: Förderprogramm »Nachwachsende Rohstoffe

Gefördert durch: BMEL / FNR

Start: 01. Oktober 2020, 3 Jahre

Partner: cleaneroo GmbH, UnaveraChemLab GmbH, FKUR Kunststoff GmbH, Fraunhofer UMSICHT

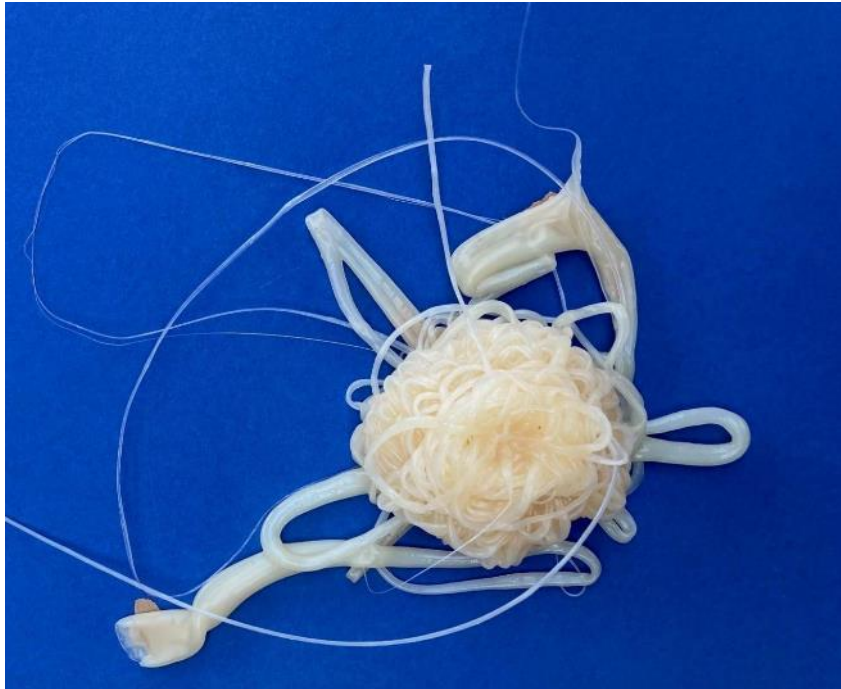
Projektkoordinator: Fraunhofer UMSICHT



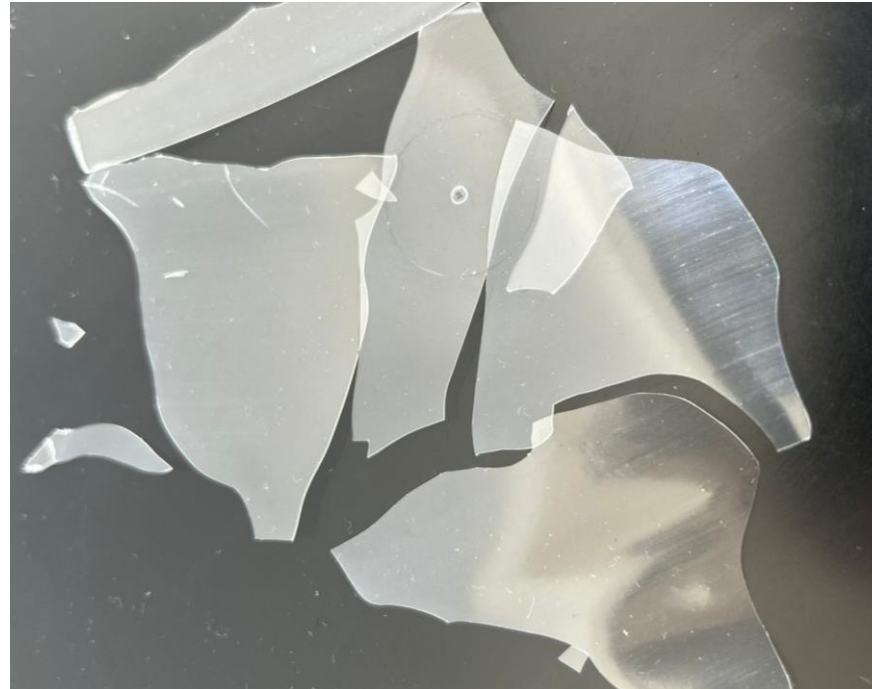
Herausforderungen

Bio2Bottle

Herausforderungen Kunststoffflaschen



Verarbeitbarkeit



Mechanische Belastbarkeit



Barrierewirkung



Lösungsansatz

Bio2Bottle

Lösungsansatz

Variation der Seitenketten

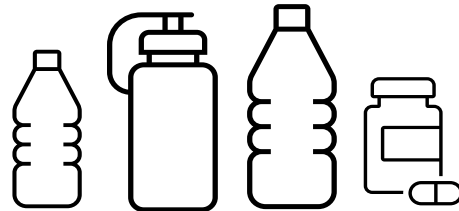


Schmelzeviskosität

Zusatz Polyester basierender Additive



Mechanische Belastbarkeit



Abbaubare Polyester

Prozessgesteuerte Einstellung
des Kristallisationsverhaltens

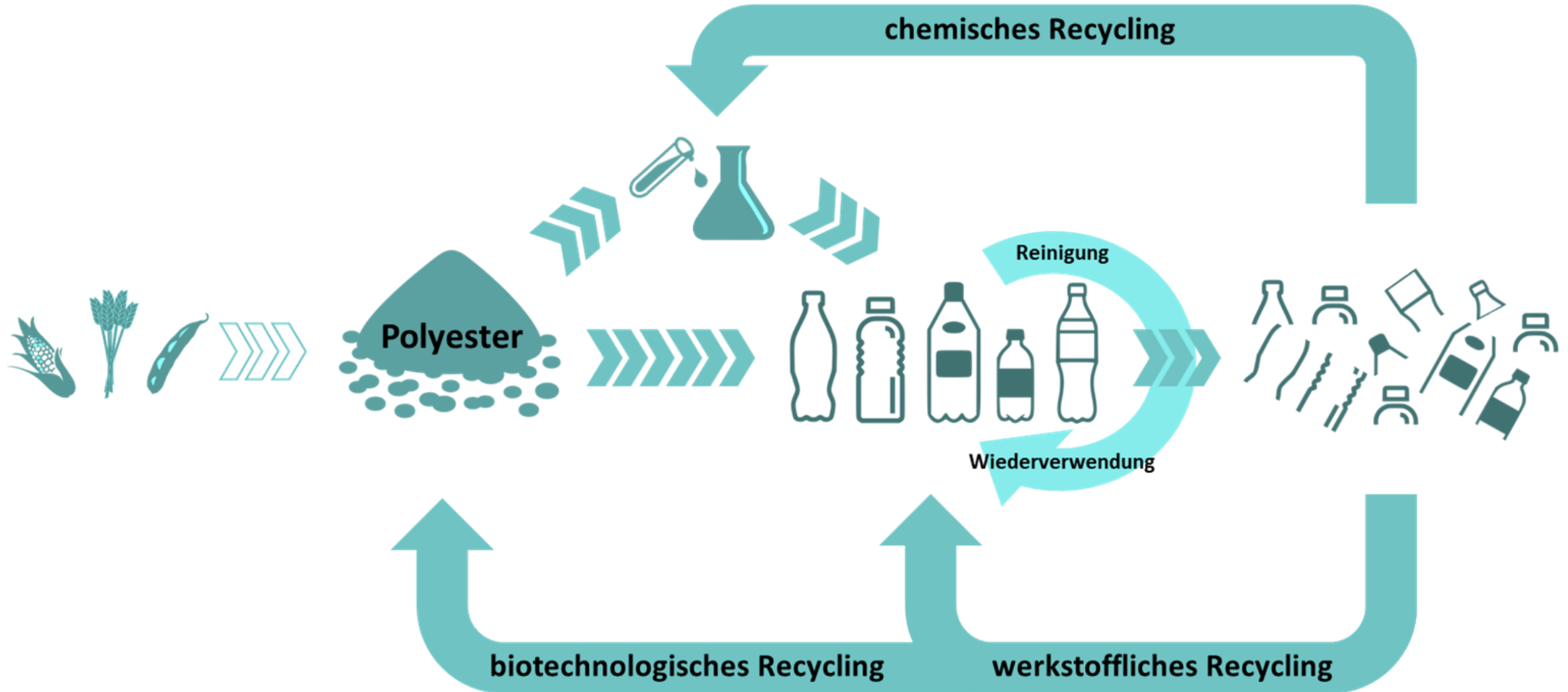


Barriereeigenschaften

Herausforderung: Zirkuläre Wirtschaftsweise



Bio2Bottle - zirkulär



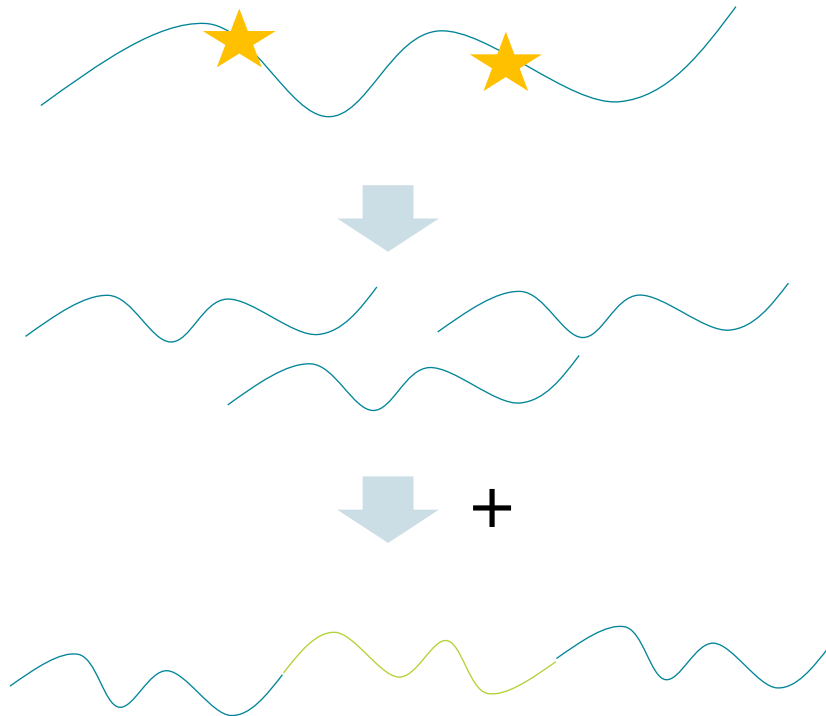


Ergebnisse

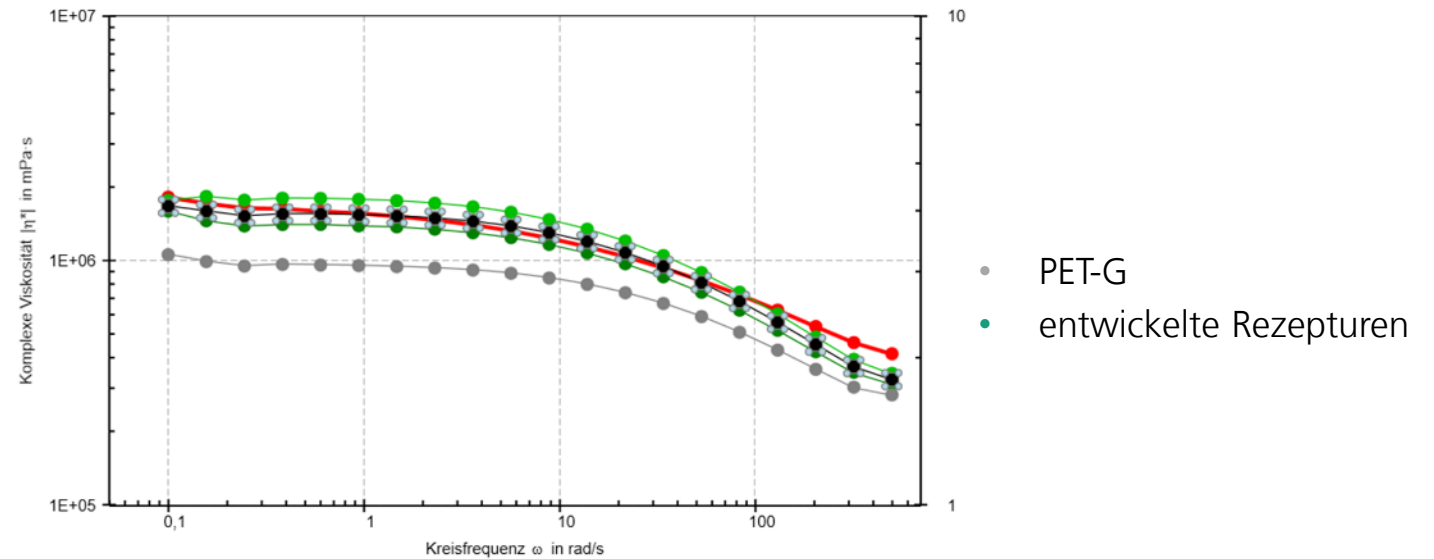
Bio2Bottle

Ergebnisse

Polyester basierte Additive



Funktionsadditive konnten die Kerbschlagzähigkeit verzehnfachen (22 kJ/m²)
Rheologische Untersuchungen zeigten ähnliches Verhalten wie PET-G

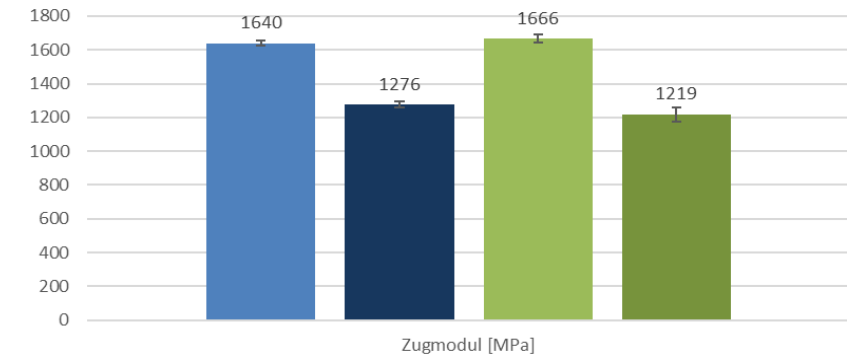
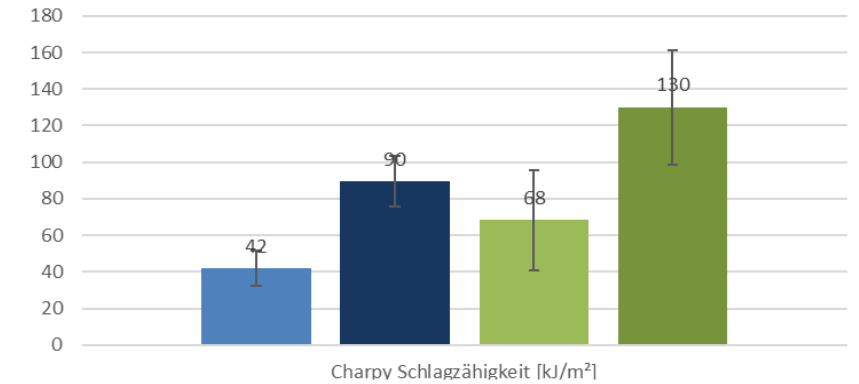


Aber: keine ausreichende Schmelzefestigkeit für Extrusionsblasformprozess

Ergebnisse

Compoundierung

- Variation der Seitenketten
- Verwendung von mineralischem Füllstoff
- Einsatz von Nukleierungsmittel
- Zusatz von Prozessadditiven

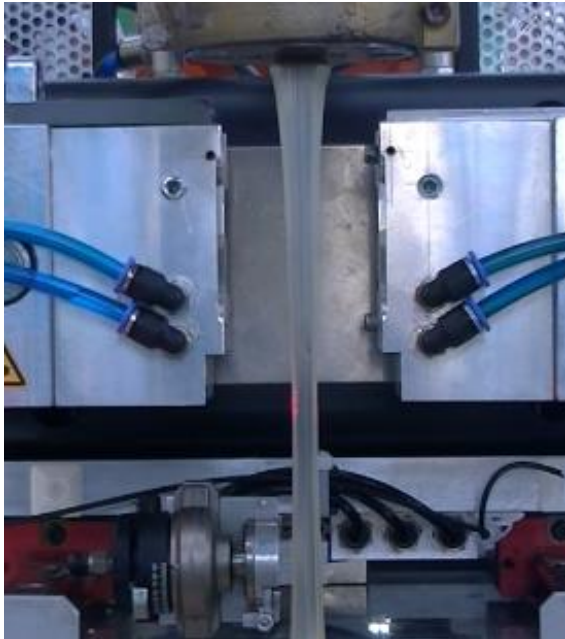


Ergebnisse

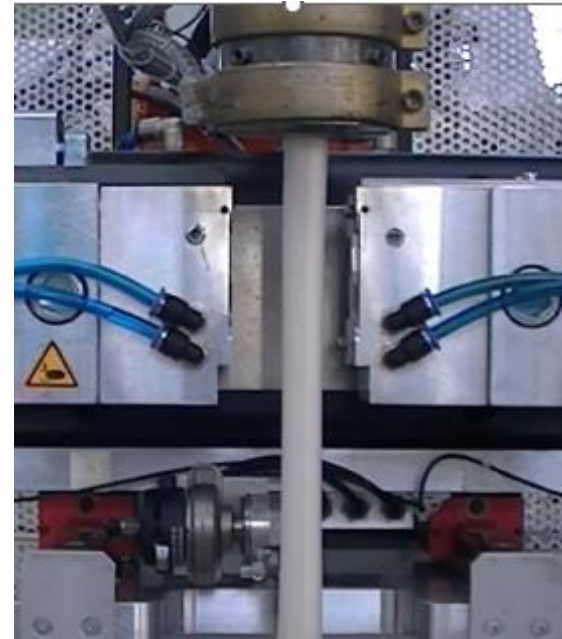
Blasformextrusion

Produktion von Hohlkörpern über Extrusionsblasformprozess

Neue Polyeste Rezeptur trotz ähnlicher Rheologie zu geringe Schmelzefestigkeit



- Keine Schlauchausbildung
- Verklebung der Schmelze (adhäsiv wie Heißkleber)
- Optik/ Haptik gut



- Optimierte Rezeptur deutlich besseres Verhalten
- Schlauchausbildung möglich
- Kleine Hohlkörper konnten hergestellt werden
- Optik/ Haptik ausbaufähig (Füllstoff)
- Immer noch klebrig und langsame Aushärtung

Ergebnisse

Blasformextrusion

Optimierung von Hohlkörpern über Extrusionsblasformprozess

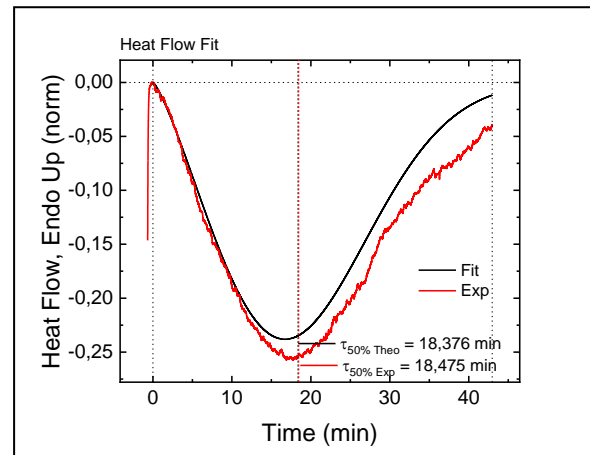
Aushärtung deutlich zu langsam für industrielle Herstellung von Flaschen

Thermische Auskristallisation nicht ausreichend

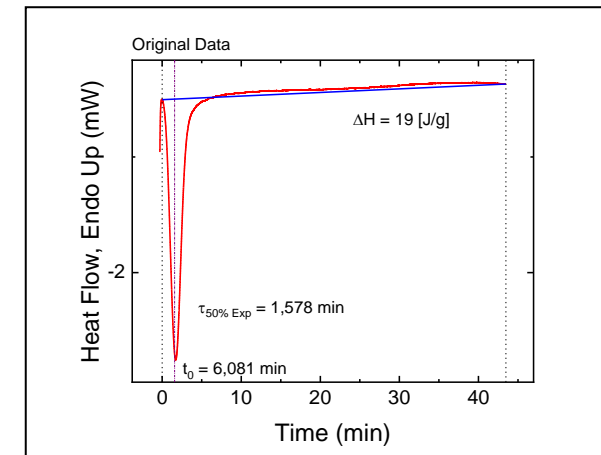
Nukleierung beschleunigt messbar die Kristallisation



Thermische Auskristallisation



Isotherme Kristallisation Basisrezeptur



Isotherme Kristallisation nukleierte Rezeptur

Ergebnisse

Blasformextrusion

Produktion von Flaschen über Extrusionsblasformprozess

Optimierte Rezeptur konnte im technischen Maßstab automatisch verarbeitet werden

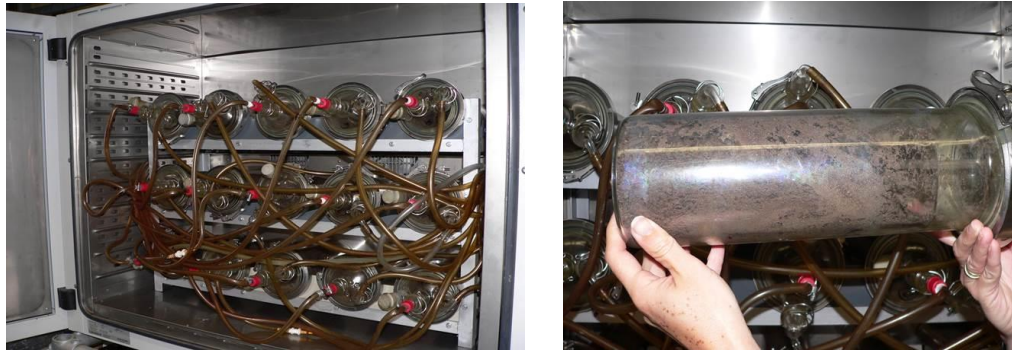


Barriereuntersuchungen zur finalen Rezeptur laufen noch

Anwendungstest mit Wasserfüllung zeigen jedoch deutliche Verbesserung gegenüber dem Status-Quo

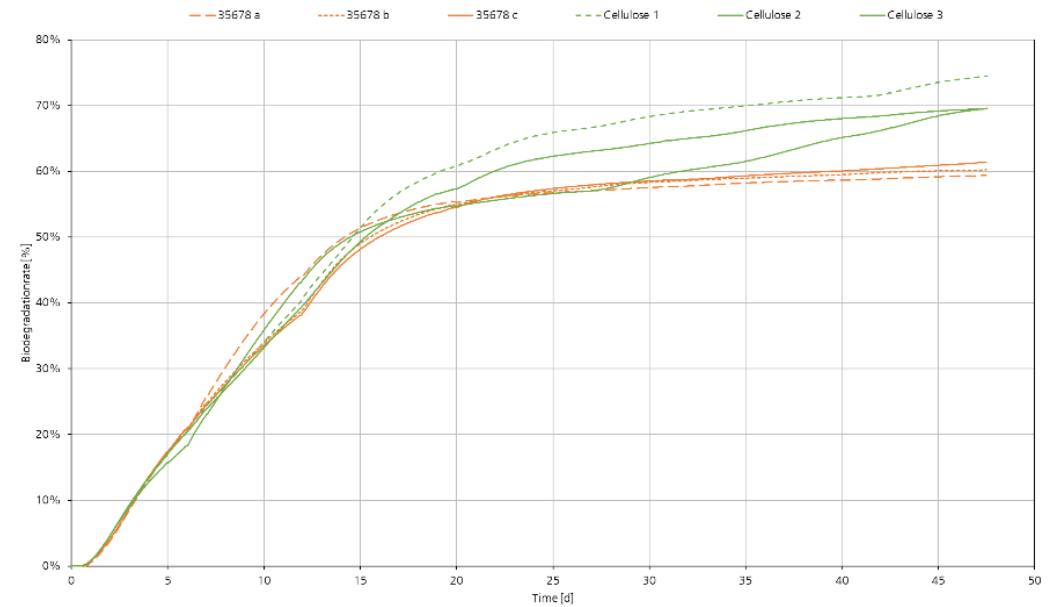
Ergebnisse

Abbaubarkeit

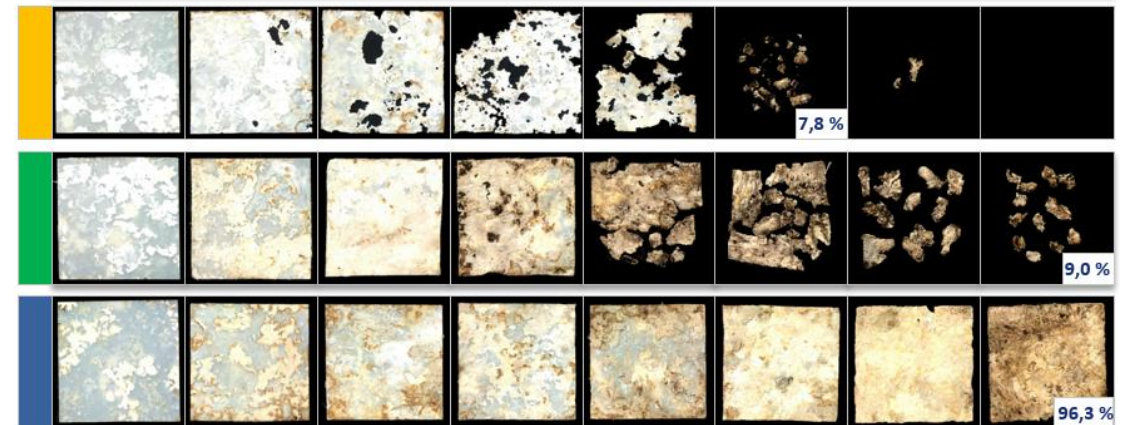


Entwickeltes Material nach DIN EN ISO 14855-1
kompostierbar

Desintegration bei 28 °C im Kompost



Week 1 >> Week 4 >> Week 6 >> Week 8 >> Week 10 >> Week 15 >> Week 20 >> Week 26



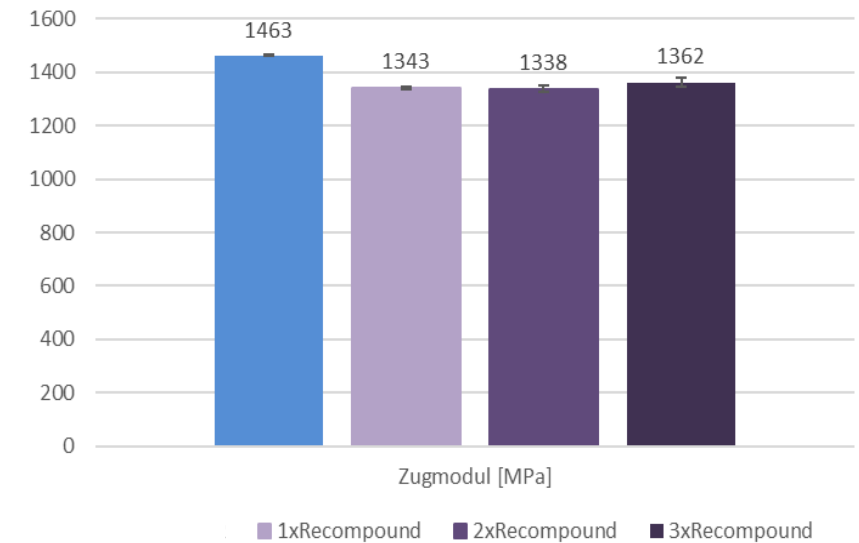
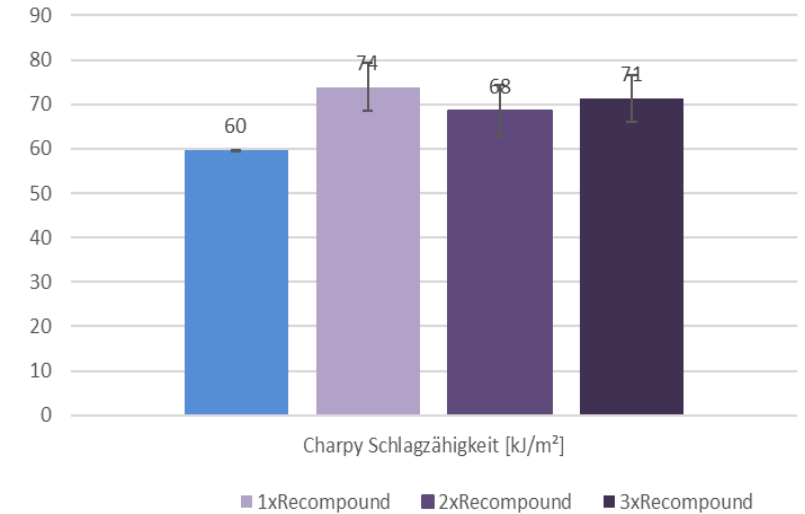
Ergebnisse

Recycling

Chemisches Recycling zu Funktionsadditiven (✓)

Biotechnologisches Recycling (✓)

Mechanisches Recycling (✓)



Ergebnisse

Zusammenfassung

Entwicklung einer Materialrezeptur, die:

- industriell zu Flaschen verarbeitet werden kann
- hohe Schlagzähigkeit aufweist
- Verbesserte Wasserdampfbarriere besitzt
- biologisch abbaubar ist
- sowohl chemisch, biotechnologisch als auch werkstofflich recyclingfähig ist

Kontakt

Dr. Philip Mörbitz
Zirkuläre und Biobasierte Kunststoffe
Tel. +49 208 8598-1514
Fax +49 208 8598
philip.moerbitz@umsicht.fraunhofer.de

Fraunhofer UMSICHT
Osterfelder Str. 3
46047 Oberhausen
www.umsicht.fraunhofer.de



Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik
UMSICHT