



## Entwicklung von stereokomplexen PLA-Formulierungen

# Temperaturbeständige Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe

Neue biobasierte Polymerformulierungen verfügen über das Potential etablierte petrobasierte Kunststoffe mittel- und langfristig zu substituieren und aufgrund ihrer besseren CO<sub>2</sub>-Bilanz dem Klimawandel entgegenzuwirken. In der Gruppe der Biopolymere verfügt das Polymer der Milchsäure (PLA) mit großem Abstand die größten Produktionskapazitäten und damit auch die beste Verfügbarkeit. Darüber hinaus wird PLA auch in Europa produziert und bietet damit in Zeiten problematischer Rohstoffverfügbarkeit eine höhere Versorgungssicherheit.

### Problemstellung

Insbesondere für den Einsatz in technischen Bauteilen ist PLA durch seine guten mechanischen Eigenschaften von großem Interesse. Ein großer Nachteil und damit ein Hindernis bei der Erschließung neuer Anwendungen ergibt sich jedoch aufgrund seiner niedrigen Temperaturbeständigkeit. Zur Überwindung dieser Einschränkung entwickeln Forscher am Fraunhofer ICT neue, maßgeschneiderte Polymerformulierungen. Eine bereits erprobte und praxistaugliche Entwicklungsrouten für die Erhöhung der Temperaturbeständigkeit von PLA stellt die gezielte Stereokomplexierung (Kristallisation zwischen PLLA und PDLA Molekülketten, s.g. sc-PLA) dar (Abb. 1).

Eine ausschließliche Erzeugung von stereokomplexen PLA-Kristallen und die dadurch notwendige Vermeidung von weniger temperaturstabilen alpha-Kristallen ist technisch sehr anspruchsvoll. Für das Erreichen einer hohen Temperaturbeständigkeit ist eine reine Erzeugung von stereokomplexen Kristallen jedoch zwingend notwendig.

Zur Lösung dieses Problems entwickelt das Fraunhofer ICT neue Konzepte zur ökonomischen und skalierbaren Herstellung von rein stereokomplexen PLA-Formulierungen, die den besonderen Anforderungen der Kunststoffverarbeitenden Industrie gerecht werden.

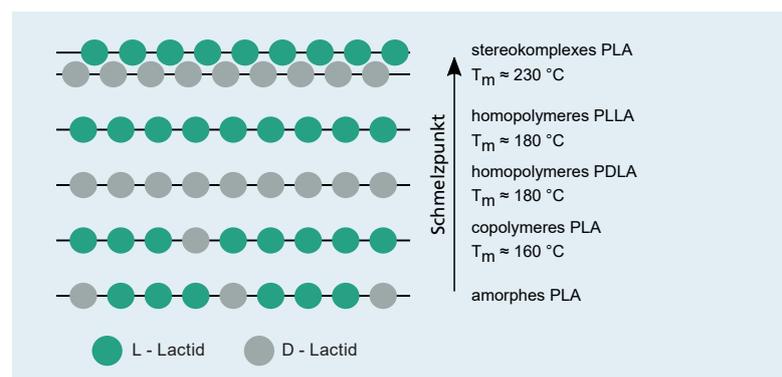


Abb. 1: verschiedene PLA Modifikationen

## Unser Entwicklungsansatz

Um die Skalierbarkeit und ökonomische Herstellung zu gewährleisten, entwickelt das Fraunhofer ICT neue Rezepturen, welche auf polymerspezifischen Nukleierungsmitteln basieren.

Diese sogenannten selektiven Nukleierungsmittel steigern insbesondere die stereokomplexe Kristallisation und erlauben somit, rein stereokomplexe, hochtemperaturbeständige PLA Werkstoffe mittels Spritzgießen herzustellen (Abb. 2).

## Beispielhafte Ergebnisse

In Abbildung 3 ist die Analyse des Kristallisations- und Schmelzverhaltens verschiedener PLLA und PDLA Compounds mit speziellen Nukleierungsmitteln zu sehen. Dabei konnte auf kostengünstige Screening Versuche im Labor zurückgegriffen werden. Nukleierungsmittel NA-5 und NA-6 (Abb. 3) zeigen das gewünschte Aufschmelzverhalten mit einem monomodalen Schmelzpeak, bei 220 °C. Dieser deutet auf reine Stereokomplexität hin (mit Röntgendiffraktometrie bestätigt). Mit den positiven Laborergebnissen konnte die Herstellung von sc-PLA erfolgreich auf Doppelschneckenextruder und Spritzgießanlagen in den Technikumsmaßstab skaliert werden. Abbildung 4 zeigt die Untersuchung der Wärmeformbeständigkeit anhand spritzgegossener Proben. Dabei wurde die Kristallinität durch unterschiedliche Werkzeugtemperaturen beeinflusst. Während mit kalten Werkzeugtemperaturen (führt zu niedriger Kristallinität) auch mit den Nukleierungsmitteln NA-5 und NA-6 nur geringe Wärmeformbeständigkeiten erreicht werden konnten, wurden mit Werkzeugtemperaturen von über 110 °C Wärmeformbeständigkeiten größer 160 °C erreicht. Für die höchste Werkzeugtemperatur wurden Temperaturbeständigkeiten von über 180 °C gemessen.

## Unsere Dienstleistungen

- Beratung von interessierten Personen und Unternehmen über die Einsatzmöglichkeiten von Biopolymeren
- Entwicklung von neuen maßgeschneiderten Polymerrezepturen nach Kunden-Spezifikation
- Charakterisierung und Evaluierung der Einsatzfähigkeit von Biopolymeren im Einsatzgebiet
- Abmusterung von Biopolymerformulierungen in der Folienextrusion, im Thermoformen, im 3-D-Druck sowie im Spritzgießen zur Bewertung der Verarbeitungseigenschaften und Bauteilqualität

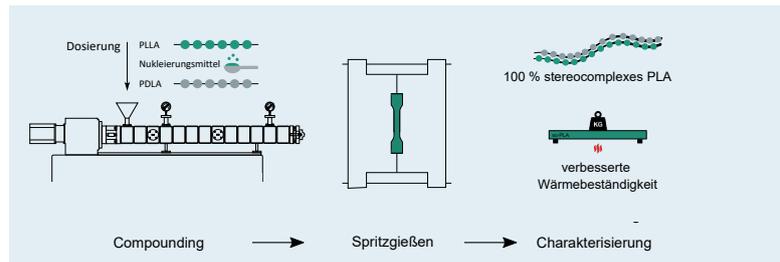


Abb. 2: Herstellungs-konzept von rein sc-PLA des Fraunhofer ICT

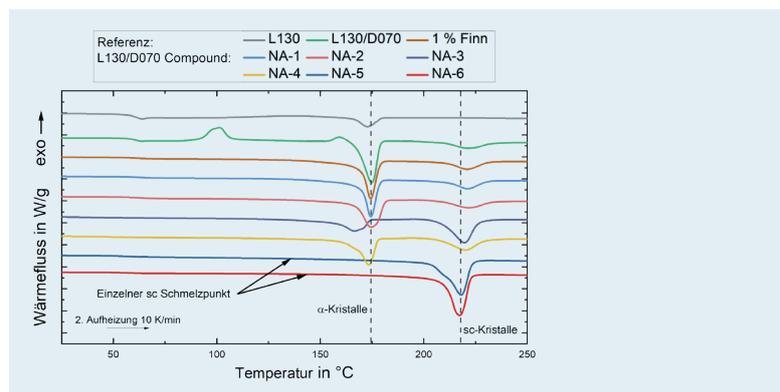


Abb. 3: DSC Untersuchung PLLA/PDLA Compounds

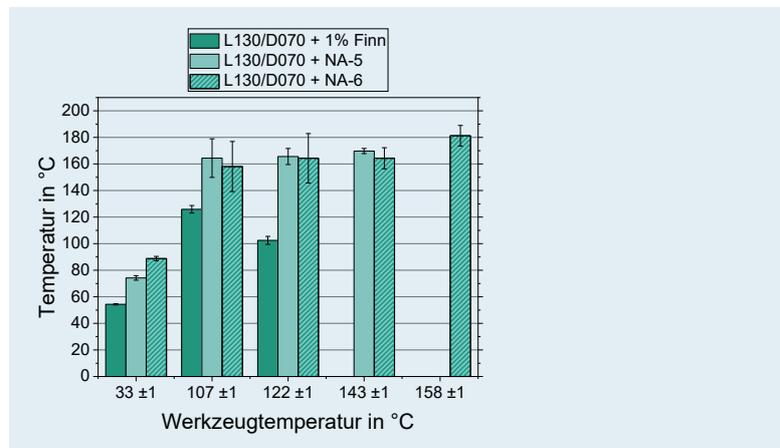


Abb. 4: HDT-B Messung an spritzgegossenen Prüfkörpern

## Kontakt

Sebastian Körber  
Tel. +49 721 4640-830  
sebastian.koerber@  
ict.fraunhofer.de

Fraunhofer ICT  
Joseph-von-Fraunhofer Str. 7  
76327 Pfinztal  
www.ict.fraunhofer.de