



1 Gleichläufiger Doppelschneckenextruder im Pilotmaßstab.

2 Doppelschneckenextruder im Betrieb.

3 Stärke basierte Materialien aus der Reaktivextrusion.

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal (Berghausen)

Ansprechpartner

Simon Kemmerling
Telefon +49 721 4640-774
simon.kemmerling@ict.fraunhofer.de

Aleksandra Buczko
Telefon +49 721 4640-361
aleksandra.buczko@ict.fraunhofer.de

www.ict.fraunhofer.de

REAKTIVEXTRUSION

KONTINUIERLICHE POLYMERISATION / POLYMERMODIFIKATION IM ZWEISCHNECKENEXTRUDER

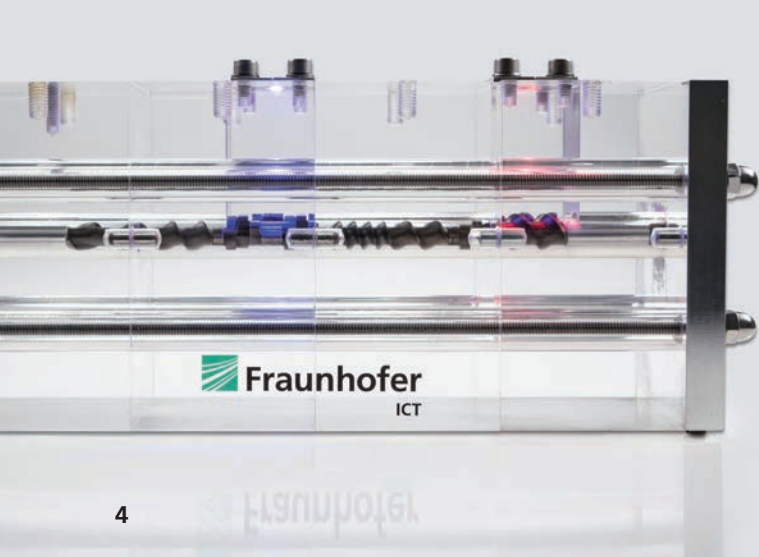
Reaktivextrusion ist die kontinuierliche, chemische Polymermodifikation bzw. die Polymersynthese im Extruder, wobei diese häufig unter Verzicht auf Lösungsmittel durchgeführt werden können. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Polymere unmittelbar nach der Modifikation direkt weiter zu verarbeiten, mit anderen Polymeren zu mischen (blenden) oder durch einen Spritzgussprozess direkt zum Bauteil zu verarbeiten.

Vorteile der Reaktivextrusion

- Verzicht auf Lösungsmittel
- Handhabung sehr hoher Viskositäten bis zu 10^6 Pa-s.
- Optimale Misch- und Wärmeübertragungsbedingungen, einstellbar durch Schnecken- und Zylinderkonzepte
- Kosten- und Energieeinsparung durch das Einsparen von Prozessschritten
- Verbesserte Materialeigenschaften durch minimierte thermische Belastung des Materials

Reaktivextrusion: Erfahrungen und Anwendungen am Fraunhofer ICT

- 1) Massepolymerisation aus dem Monomer bzw. Oligomer
→ zum Beispiel Ringöffnungspolymerisation von PLA, Polykondensation von PGA, Repolymerisation von PET Rezyklat, Additionspolymerisation von TPU
- 2) Funktionalisierung und Pfropfreaktionen von Monomeren und Oligomeren an der Hauptkette
→ zum Beispiel radikalische Pfropfung von Anhydriden an verschiedene Polymere



4



5

- 3) Co-Polymerisation von zwei oder mehr Polymeren
 - zum Beispiel Modifikation thermoplastifizierter Stärke durch Co-Polymerisation mit Anhydrid-modifizierten Polymeren
- 4) Kopplung- oder Verzweigung mit polymerem Reagenz zur Steigerung der Kettenlänge
 - zum Beispiel PET Kettenverlängerung mit bifunktionellem Anhydrid
- 5) Abbaureaktionen zur Reduktion des Molekulargewichts
 - zum Beispiel Abbau von PET zum Recycling, Devulkanisation von Elastomeren

- flexible Dosiereinrichtungen für Granulate, Pulver, Fasern, Flüssigkeiten und (überkritische) Gase in breitem Durchsatzbereich
- Vakuumanlagen
- Nachfolgeeinrichtungen zum Granulieren, Schäumen, zur Formgebung uvm.

Online Analytik

Zur effektiven Charakterisierung der reaktiven Extrusion stehen am Fraunhofer ICT unter anderem Online-Viskosimetrie und Multi-Position-Online-NIR (Nah-Infrarot Spektroskopie) zur Verfügung. Insbesondere für Reaktionen, die mit einer großen Änderung der Viskosität einhergehen, ist die Online-Viskosimetrie eine vielseitige Messmethode zur Bewertung der Prozesseffizienz. Die Multipositions-NIR Technologie ermöglicht ein sehr detailliertes Prozessverständnis im frühen Entwicklungsstadium. Zu einem späteren Entwicklungszeitpunkt kann die NIR Spektroskopie zur Überwachung der Mischungszusammensetzung und zur schnellen und einfachen Qualitätskontrolle eingesetzt werden.

Am Fraunhofer ICT verfügbare Anlagentechnik

- Kleinstmengenextruder (Chargenverfahren):
 - konische Doppelschnecken mit integriertem Rückflusskanal,
 - Kapazität: ca. 6-10 g,
- Kleinmengenextruder (begrenzte Flexibilität):
 - Schneckendurchmesser: 12-16 mm,
 - Durchsatz: < 2 kg/h
- Technikumsmaßstab Extruder (flexible Prozessanpassung):
 - Schneckendurchmesser: 18, 27 und 32 mm,
 - Prozesslänge: 36-60 L/D
 - Durchsatz: 0,2-100 kg/h, abhängig vom Materialsystem

Unser Leistungsangebot

- Anpassung des Reaktionssystems und der Rezeptur unter Berücksichtigung zu treffender Sicherheitsmaßnahmen
- Optimierung der Prozessführung
- Analytik und Quantifizierung der Reaktion, Charakterisierung der Materialien
- Entwicklung der Prozesskette von der Materialauswahl und -dosierung bis zur Werkstoffverarbeitung und Zertifizierung

4 Gläserner Extruder – Veranschaulichung optischer Messtechniken.
 5 Schneckenelemente von Labor- bis Industriemaßstab.