

Applikationsbericht

Auszug aus **G·news** Oktober 2013



F&E im Bereich Biopolymere am Beispiel von Polylactid (PLA)

Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP)

Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Biopolymere bilden einen strategischen Schwerpunkt im Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP), wobei dem synthetischen Biopolymer Polylactid (PLA) eine herausgehobene Stellung zukommt. PLA ist ein sowohl bio-basiertes als auch bioabbaubares semikristallines Polymer auf Basis von Milchsäure. Es stellt gegenwärtig innerhalb der synthetischen Biopolymere den Werkstoff mit dem größten Mengenpotential dar. Bereits heute sind PLA-Typen für Anwendungen insbesondere im Verpackungsbereich erfolgreich im Markt eingeführt. In der Medizintechnik wird PLA als Naht- und Implantatmaterial schon seit Jahrzehnten angewendet, wobei die Tatsache ausgenutzt wird, dass das Polymer in-vivo abgebaut wird.

Die Arbeiten am IAP fokussieren auf die Optimierung und Verbreiterung des Eigenschaftsprofils von PLA, um diesem Polymer neue Applikationsfelder erschließen zu können. Dies betrifft die Erhöhung der Wärmeformbeständigkeit ebenso wie die Anpassung der mechanischen Eigenschaften oder der Abbaubarkeit im Hinblick auf bestimmte Anwendungen. Ein wesentlicher Parameter in diesem Zusammenhang ist die optische Reinheit des PLA. Milchsäure ist ein optisch aktives Molekül, das in den isomeren Formen L- oder D-Milchsäure vorliegen kann. Das Verhältnis von L- zu D-Milchsäure-Einheiten im PLA hat einen erheblichen Einfluss auf dessen Eigenschaften. Beispielsweise kristallisiert PLA nur, wenn es überwiegend aus lediglich einem der beiden Isomere aufgebaut ist und der Anteil des anderen Isomeren unter 5% liegt, so

dass eine Steuerung der Polyeigenschaften über die Isomerenzusammensetzung möglich ist. Weitere Stellschrauben sind z.B. die gezielte Einstellung der Molmasse der PLA-Typen, die kontrollierte Einführung von Verzweigungen, die Synthese spezieller Copolymere oder die Entwicklung von sogenannten PLA-Typen der 2. Generation. Unter diesen



Abb. 2: Miniplant-Anlage und Team am IAP

Begriff fallen sowohl PLA-Hybridtypen – Blockcopolymere von PLA mit technischen Kunststoffen – als auch Stereokomplexe und Stereoblockpolymere. Um all die genannten Parameter – die wiederum nur eine Auswahl darstellen – in Richtung auf ein gewünschtes Endprodukt beeinflussen zu können, muss die Möglichkeit gegeben sein, an allen Stellen des hochkomplexen Herstellungsprozesses von PLA gezielt eingreifen zu können. Aus diesem Grund wurde im Technikum des IAPs eine PLA-Miniplant-Anlage aufgebaut.

Alle industriellen Prozesse zur Herstellung von PLA verlaufen als Ringöffnungspolymerisation (ROP) der zyklischen Di-Ester der Milchsäure (Dilactide), die über Vorstufen aus der Milchsäure in Büchi-Batch-Reaktoren synthetisiert werden. Die aufeinanderfolgenden Prozessstufen bestehen aus der Entwässerung der Milchsäurelösungen und

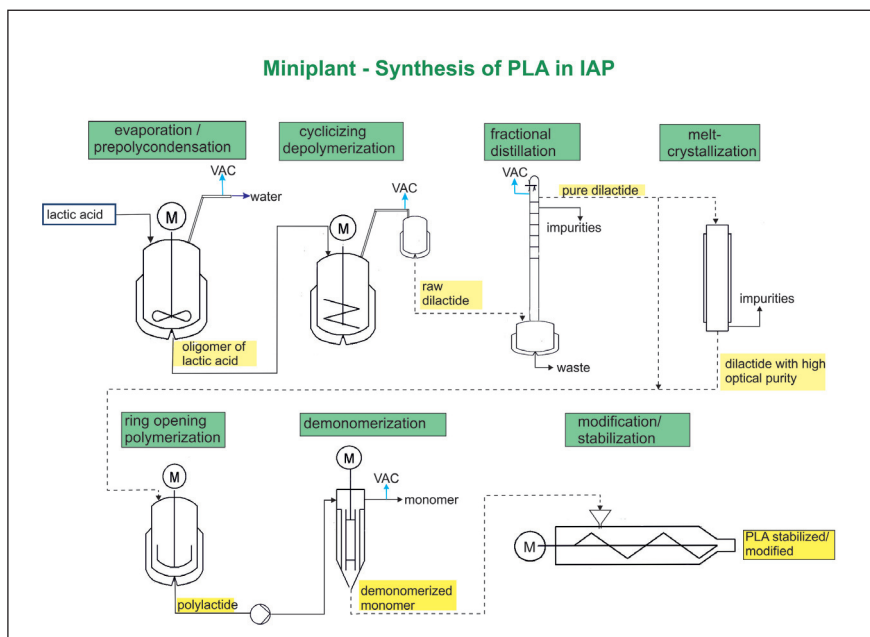


Abb. 1: Schematische Übersicht zu Prozess und Miniplant-Anlage

Kondensation zu Oligomeren in einem 25L Büchi-Glasreaktor, der zyklisierenden Depolymerisation zum Dilactid im 7,5L KiloClave unter Verwendung des Destillationsaufbaus, der fraktionierten Vakuumdestillation und der Ringöffnungspolymerisation im 1,5L oder 7,5 L KiloClave, sowie der Entmonomerisierung und Stabilisierung. Die PLA-Miniplant am IAP bildet alle Stufen innerhalb des thermischen Prozesses ab und bietet mit der Schmelze-Kristallisation zusätzlich die Möglichkeit zur Synthese hochisomerenreiner Lactide bzw. PLA-Typen.

- 25L Glas-Reaktor (ChemReaktor bestehend aus emailliertem Untertopf, Glashaube und Glasaufbau mit Büchi-Flex Verbindungen für gutes, lang-haltendes Vakuum)
- 1,5L KiloClave (Druckreaktor im komfortablen Gestell mit Hebe-Senk- und Schwenkvorrichtung; Reaktor ist mit einer 12 Nm Magnetkupplung und einem speziell am Bodenablass angeflanschten Kugelhahn versehen.)
- 7,5L KiloClave (Druckreaktor im komfortablen Gestell mit Hebe-Senk- und Schwenkvorrichtung; Reaktor ist mit einer 36 Nm Magnetkupplung und einem speziell am Bodenablass angeflanschten Kugelhahn versehen.)

Die Anlage ist mit der Zielstellung konzipiert, eine breite Vielfalt an unterschiedlichen PLA-Typen mit für verschiedene Anwendungen optimierten Eigenschaftsprofilen unter den Bedingungen technisch umsetzbarer Prozesse und in einem Maßstab synthetisieren zu können, der über übliche Labormengen hinausgeht.

Ansprechpartner:

Dr. Antje Lieske

Antje.Lieske@iap.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. (FH) André Gomoll

Andre.Gomoll@iap.fraunhofer.de