



Reinigung von Dilactid durch Schmelzkristallisation

Getränkebecher aus Zucker

MANFRED STEPANSKI
MANFRED WÄCKERLIN
SULZER CHEMTECH

Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen gewinnen zunehmend an Bedeutung. Inzwischen sind Biokunststoffe erhältlich, die ähnliche Eigenschaften haben wie die auf Erdölbasis hergestellten Kunststoffe. Ein solcher Biokunststoff ist Polylactid (PLA), das meist durch eine Polymerisation von Lactid hergestellt wird. Der Ausgangsstoff hierfür ist Milchsäure, die durch Fermentation von Zucker gewonnen wird. Sulzer Chemtech hat ein Verfahren entwickelt, mit dem die Lactide durch Schmelzkristallisation gereinigt werden. Ein großer Vorteil von PLA ist seine Vielfalt, da dieses Material wahlweise so hergestellt werden kann, dass es schnell biologisch abbaubar ist oder auch jahrelang funktionsfähig bleibt.

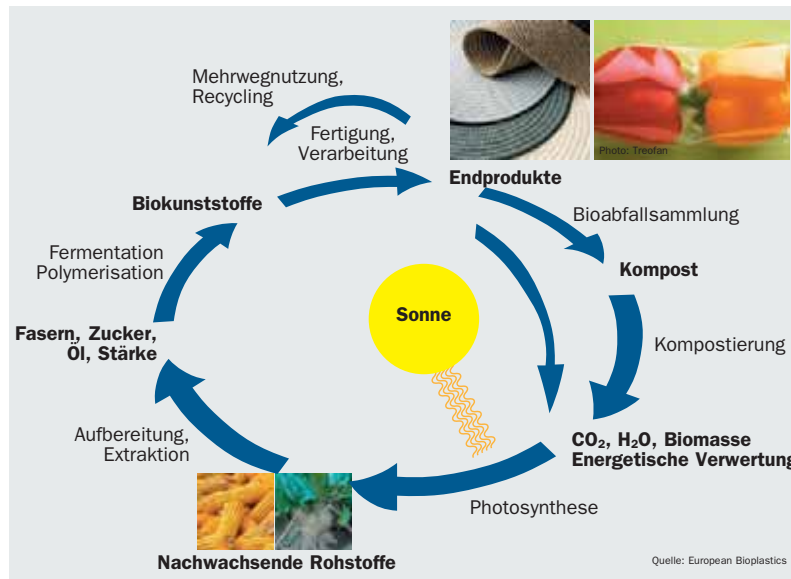
► Biokunststoffe sind eine vergleichsweise neue Klasse von Materialien, die aus nachwachsenden Rohstoffen, wie z.B. Zucker oder Mais, erzeugt werden. Herstellung, Nutzung und Verwertung von Biokunststoffen bilden einen nahezu CO₂-neutralen Kreislauf (Bild 1).

Erdöl ersetzen

Kunststoffe werden heute überwiegend aus Erdöl hergestellt. Weltweit werden pro Jahr rund 250 Mio. t Kunststoffe aus Erdöl produziert, das entspricht rund 5% des Gesamtölverbrauchs. Nach Branchenschätzungen können Biokunststoffe zukünftig etwa 5–10% des heutigen Kunststoffmarktes abdecken, wobei ihr Marktanteil heute noch bei deutlich unter 1% liegt. Da das technische Potenzial dieser neuen Materialien bei weitem nicht ausgeschöpft ist, wird für die nächsten Jahre ein starkes Wachstum prognostiziert (Bild 2). Für die Entwicklung des Marktes sind vor allem 2 Gründe wichtig: der hohe Erdölpreis und die Verpflichtung, den CO₂-Ausstoß zu verringern. Von Bedeutung ist, dass die Mengen der auch als Nahrungsmittel eingesetzten Rohstoffe, die für das prognostizierte Wachstum benötigt werden, lediglich etwa 1,5% der Gesamtproduktion ausmachen.

Großes Potenzial

Im medizinischen Bereich hat sich PLA bereits seit vielen Jahren bewährt. Zur Stabilisierung von Knochenbrüchen werden Schrauben, Nägel, Implantate und Platten aus PLA eingesetzt, die vom menschlichen Körper resorbiert werden können. Inzwischen ist

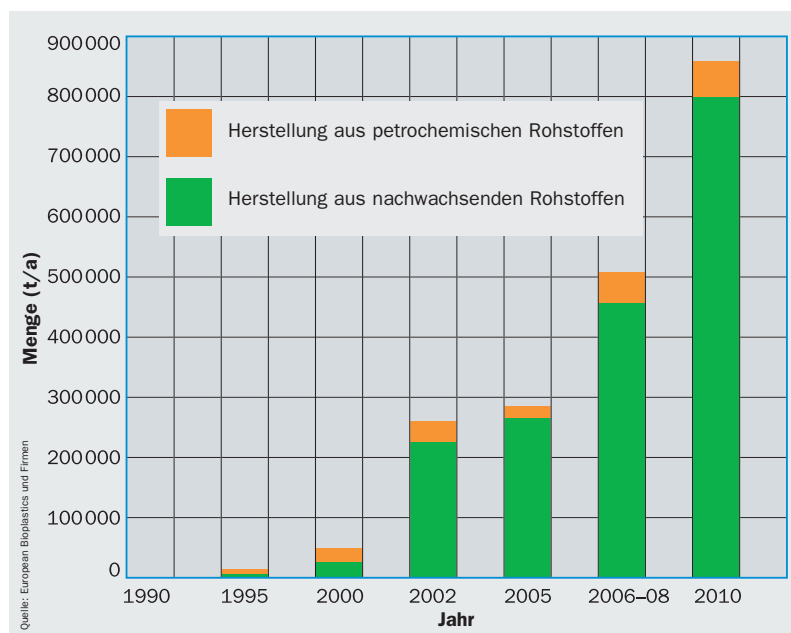


1 Nutzungskreislauf von Kunststoffen aus Biomasse. Technik von Sulzer Chemtech ermöglicht die Herstellung von hochreinem Lactid, dem Ausgangsstoff für Polylactid (PLA), einen verbreiteten Biokunststoff.

das durchsichtige PLA ein bereits weit verbreiteter Biokunststoff. Es hat ähnliche Eigenschaften wie konventionelle thermoplastische Massenkunststoffe und kann deshalb auch in vorhandenen Anlagen verarbeitet werden. Vor allem für kurzlebige Verpackungen, wie Getränkebecher oder Nahrungs-

mittelschalen, hat der Rohstoff großes Potenzial (Bild 3). Ein Nachteil des Materials ist seine geringe Hitzebeständigkeit mit einem Erweichungspunkt bei etwa 60°C. Durch neuartige Verfahren, an denen zurzeit auch Sulzer Chemtech gemeinsam mit führenden Industriepartnern arbei-

2 Weltweite Produktionskapazität von Biokunststoffen. Nachwachsende Rohstoffe sind das wichtigste Ausgangsmaterial.



tet, kann PLA auch mit größerer Temperaturstabilität hergestellt werden. Das Material ist dann auch für Trinkbecher für Heißgetränke oder als Kunstfaser für Kleidung und Heimtextilien (Tepiche) geeignet.

Industrieller Prozess

Für die Herstellung von PLA aus Glukose (Zucker) über die Zwischenschritte Milchsäure und Dilactid existieren bereits kontinuierliche Verfahren (Bild 4). Auch Sulzer Chemtech arbeitet an der Entwicklung eines solchen industriellen Polymerisationsprozesses, mit dem sich PLA mittelfristig wettbewerbsfähig gegenüber konventionellen Kunststoffen produzieren lässt. In den USA wird bereits eine ähnliche Anlage mit einer Kapazität von 140 000 t/a betrieben. Bei diesem Verfahren wird PLA durch Polymerisation von Lactid, einem ringförmigen Zusammenschluss von 2 Milchsäuremolekülen, gewonnen (Bild 5).

Reine Ausgangsstoffe sind eine wichtige Voraussetzung für die Herstellung eines hochwertigen Polymers, also eines transparenten Kunststoffs mit hoher Molekülmasse und Festigkeit. Milchsäure lässt sich durch Fermentation von Glukose mit Hilfe geeigneter Bakterien herstellen. Die Milchsäure muss dann von den Fermentationsrückständen abgetrennt werden, damit sie als hochreiner Rohstoff für die Polymerisation zur Verfügung steht.

Keine Lösungsmittel

Mit der Schmelzkristallisation von Sulzer Chemtech wird die Lactidmischung ohne Einsatz von Lösungsmitteln gereinigt. Dabei werden Verunreinigungen entfernt, die durch andere Verfahren nicht abgetrennt werden können. Hohe Reinheit und Produktausbeute werden durch die Kombination der von Sulzer Chemtech entwickelten Verfahren der statischen Kristallisation und der Fallfilm-

kristallisation erreicht. Der Fallfilmkristallisor enthält vertikale Rohre, die unter kontrollierten Bedingungen gekühlt werden. Im Rohrrinnern bildet sich durch die Kühlung aus einem herabrieselnden Schmelzfilm eine Schicht aus Lactidkristallen. Verunreinigungen werden von den Kristallen abgestoßen und konzentrieren sich in der verbleibenden Schmelzflüssigkeit. Durch Erwärmen bis knapp unter den Schmelzpunkt der Lactidkristalle werden nach der Kristallisation die in der Schicht verbliebenen Verunreinigungen entfernt. Dieser Schritt wird auch als Schwitzen bezeichnet. Nach dem Schwitzen wird die Temperatur erhöht, um die Kristalle zu schmelzen (Bild 6). Durch mehrere Stufen dieses Vorgehens kann Lactid mit einer Reinheit von über 99,9% gewonnen werden. Die Kristallisatoren haben sich bereits bei der Reinigung von Chemikalien für konventionelle Kunststoffe wie z.B. Polycarbonate und

3 Eine von vielen Anwendungen für Kunststoffe aus organischen Rohstoffen: Getränkebecher aus dem Biokunststoff PLA.



Photo: Huhtamaki



Photo: Treofan



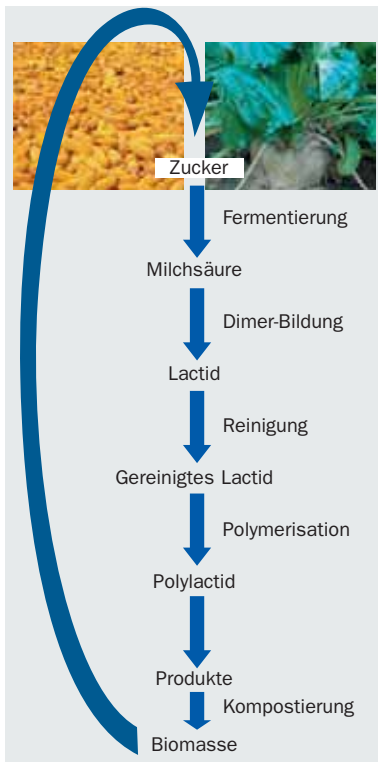
Photo: Nature Works



Photo: Platz



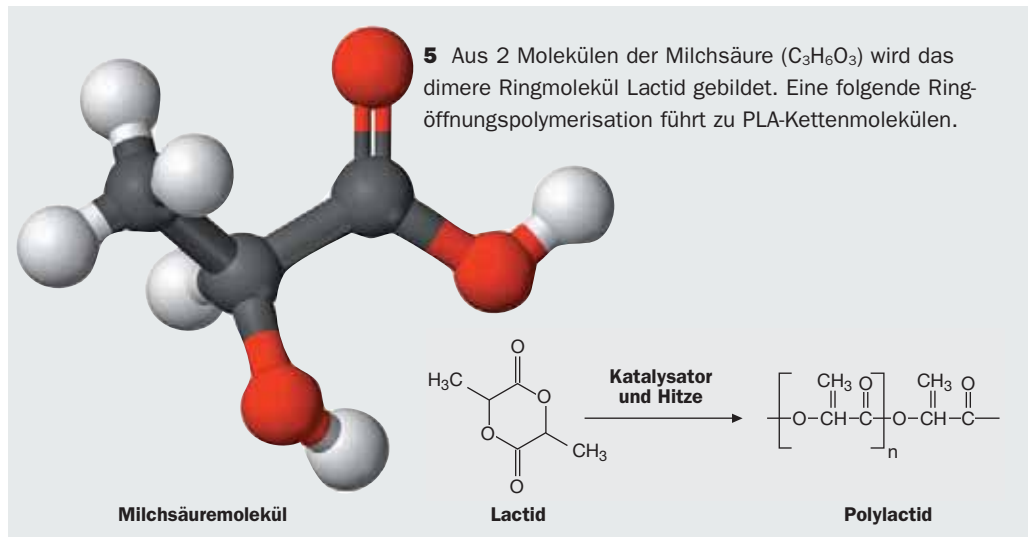
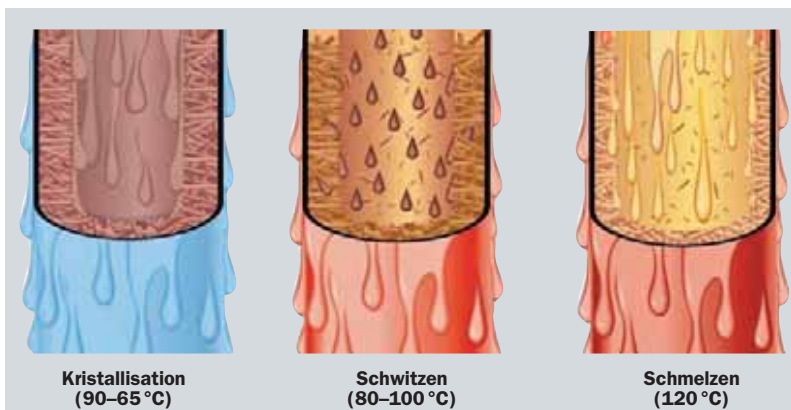
Photo: Nature Works



4 Polylactid-Kreislauf: Durch gezielte Mischung von Lactiden aus linksdrehenden D(-) und rechtsdrehenden L(+) Milchsäuremolekülen lassen sich die Eigenschaften des Polymers einstellen.

Polyurethane bewährt. Sie enthalten keine bewegten Teile, wie Rührwerke oder Filter, wodurch die Anlagen sehr zuverlässig sind. Wegen der vergleichsweise niedrigen Betriebstemperatur ist auch der Energiebedarf für den Reinigungsprozess gering.

6 Ablauf der Schmelzkristallisation: Kristallisierung, Reinigung durch Schwitzen und Schmelzen des gewünschten Produkts.



Anlage in Betrieb genommen

Eine erste Lactid-Kristallisationsanlage von Sulzer Chemtech ist bereits seit mehreren Jahren in Betrieb. Angesichts der steigenden Nachfrage rechnet die Division mit dem weiteren Ausbau von Produktionskapazitäten für Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen.

Dabei bietet sich die Schmelzkristallisation als umweltschonende Reinigungsmethode bei der Herstellung von «grünem» Kunststoff förmlich an.

Auch für andere Verfahrensschritte bei der Herstellung von Biokunststoffen treibt Sulzer Chemtech Entwicklungen voran.

Weitere Verfahren

Neben der Schmelzkristallisation bietet Sulzer Chemtech zahlreiche weitere innovative Produkte für die Herstellung von Biokunststoff an. Destillationskolonnen, die mit der Hochleistungspackung MellapakPlus ausgerüstet sind, werden bei der Herstellung von Milchsäure oder Lactid eingesetzt. MellapakPlus erlaubt hohe Produktdurchsätze bei außergewöhnlich geringem Druckverlust und garantiert so eine äußerst schonende Behandlung von temperaturempfindlichen Produkten. Außer dem Einsatz von destillativen Trennverfahren für Milchsäure entwickelt Sulzer Chemtech gemeinsam mit Industriepartnern Verfahren für die Polymerisation von PLA in Mischreaktoren. ◀

Kontakt

Sulzer Chemtech AG
 Manfred Stepanski
 Sulzer-Allee 48
 8404 Winterthur
 Schweiz
 Telefon +41 52 262 37 86
 Fax +41 52 262 00 68
 manfred.stepanski@sulzer.com