

Biokunststoffe

Erste Werkstoffe aus Polymeren natürlichen Ursprungs wie Celluloid oder Casein wurden bereits vor ca. 150 Jahren als Ersatz für kostbare natürliche Materialien wie beispielsweise Elfenbein, Perlmutter oder Horn hergestellt. Doch erst durch das Aufkommen der erdölbasierten Kunststoffe ab dem Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Unterscheidung zwischen künstlichen Polymeren und Biopolymeren als Werkstoffe relevant. Erdölbasierte Kunststoffe schufen durch ihre hervorragende Formbarkeit in allen Lebensbereichen neue Gestaltungsmöglichkeiten und traten so einen ungebrochenen Siegeszug an, der die traditionellen Biowerkstoffe überflügelte und teilweise ersetzte. Im Zuge der Abfall- und Energiediskussionen seit der zweiten Hälfte des 20. Jhd. treten inzwischen jedoch wieder vermehrt biobasierte Polymere in den Vordergrund. Sie sollen möglichst bioabbaubar oder sogar kompostierbar sein und die Umwelt möglichst nicht belasten.

Biokunststoffe, auch Biopolymere genannt, bilden jedoch keine einheitliche Produktklasse. Primär werden sie zumeist in biobasierte (Rohstoffquelle), bioabbaubare/kompostierbare (Funktionalität) und biokompatible (Verträglichkeit) Werkstoffe eingeteilt. Bioabbaubare Kunststoffe erlauben eine kurzfristige (1 bis 10 Jahre), aber zum Teil auch längerfristige Zersetzung, abhängig von Biokunststoff und Umgebung. Dabei können auch besondere Organismen und künstliche Umweltfaktoren, die in speziellen Anlagen geschaffen werden können, nötig sein. Daher ist die Bioabbaubarkeit eines Kunststoffs nicht gleichzusetzen mit einer Kompostierbarkeit, bei der das Material unter Einfluss von Luftsauerstoff mit Hilfe von Bakterien und Pilzen abgebaut wird. Oft ist jedoch eine etwas breitere Definition von Biokunststoffen sinnvoll, die eine Kombination der ersten beiden Aspekte erlaubt, so dass Biokunststoffe in drei Arten unterteilt werden können: 1) biobasiert und bioabbaubar (z.B.: Polyhydroxyalkanoate (PHA), Polymilchsäure (PLA)); 2) Erdöl-basiert und bioabbaubar (z.B.: Polycaprolacton) und 3) biobasiert aber nicht bioabbaubar (z.B.: Bio-Polyethylene).

Die „neuen“ Polymere sind für den Verbraucher kaum oder gar nicht von ähnlichen erdölbasierten Materialien zu unterscheiden. Die Anwendungsbereiche von Biokunststoffen reichen von Catering-Produkten (z.B.: Besteck, Trinkbecher) über die Medizin (z.B.: Kapseln, Nahtmaterial) bis hin zu Agrarwirtschaft und Gartenbau (z.B.: Mulchfolien, Anzuchttöpfe). In den Bereich der Automobilindustrie haben die Biopolymere ebenfalls bereits Einzug gehalten und werden dort vermehrt in der Innenausstattung, aber auch zur Verkleidung genutzt.

Die erfolgreichsten Vertreter der Biokunststoffe sind Stärkeblends und Stärkederivate, deren Produkte den größten Absatzmarkt bilden. Sie zeichnen sich durch relativ geringe Kosten und eine zum Teil sehr gute biologische Abbaubarkeit aus. Typischerweise werden sie neben den genannten Bereichen auch in der Textilindustrie eingesetzt. Bei den Stärkeblends handelt es sich um eine Mischung aus Stärke-Kunststoff und anderen Kunststoffen, die die Festigkeit regulieren und Kosten reduzieren können. Die Verarbeitung solcher Rohstoffgemische kann teilweise auch analog zu Mineralöl-basierten Kunststoffen geschehen. Biopolyester wie PLA, PHA und Celluloseester sind sowohl biobasierte als auch zumeist bioabbaubare Werkstoffe. PLA, gewonnen aus Maisstärke oder Molke, wird derzeit insbesondere für Kunststoffverpackungen, wie beispielsweise Joghurtbecher, verwendet. Die Einsetzbarkeit von reinem PLA ist aufgrund des niedrigen Erweichungspunkts (60 °C) eingeschränkt, kann jedoch ebenfalls durch Blends verbessert werden. Der bekannteste Vertreter der Polymerfamilie der PHA ist Polyhydroxybutyrat (PHB), welches ähnliche Eigenschaften wie Polypropylen (PP) aufweist. Diese Kunststoffe werden unter anderem als Fasern, Klebstoffe und in der Medizin verwendet. Derzeit wird PHB hauptsächlich mikrobiell hergestellt, eine Produktion aus transgenen Pflanzen oder Algen ist allerdings auch denkbar. Weithin bekannt sind zudem Celluloseester, die als Celluloid und Cellophan seit Jahrzehnten im Handel erhältlich sind. Aufgrund ihrer antistatischen

Eigenschaften eignen sie sich insbesondere auch für kleinere Elektronikanwendungen. Neben den genannten Biokunststoffen gehört aber auch Bio-Polyethylen (bio-PE), das über mehrere chemische Reaktionen aus Bio-Ethanol hergestellt werden kann, zu den biobasierten Werkstoffen. Der erhaltene Kunststoff weist keinen Unterschied zu Erdöl-basiertem PE auf und ist auch nicht bioabbaubar. Umgekehrt ist aus fossilen Quellen erzeugtes Polycaprolacton ein biologisch abbaubarer Kunststoff, der vor allem im medizinischen Bereich als Klebstoff, für Medikamentenkapseln und orthopädische Abdrücke verwendet wird. Obwohl gerade auch der Umweltschutz immer wieder als Argument für die Nutzung von Biokunststoffen angeführt wird, ist die Diskussion in dieser Hinsicht differenzierter zu betrachten. Für die Herstellung fast aller biobasierten Kunststoffe ist der Einsatz von Pflanzen nötig, entweder als direkter Rohstofflieferant oder als „Futtopflanze“ für biotechnologisch optimierte Mikroorganismen. Die sich hieraus ergebende Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion kann jedoch durch eine vernünftige Anbaupolitik vermieden werden, indem beispielsweise wie in Brasilien Zuckerrohr als Nähr- und/oder als Industriepflanze genutzt werden kann, oder lediglich Pflanzenabfallstoffe genutzt werden. Des Weiteren sind die Möglichkeiten für das Recycling von bio-abbaubaren Biokunststoffen noch unzureichend und viele dieser Kunststoffe müssen, wenn sie nicht kompostierbar sind, getrennt gesammelt und recycelt werden.

Eine wichtige Schlüsseltechnologie für die weitere Entwicklung der Biowerkstoffe stellt die Biotechnologie dar, die sowohl in der Industrie als auch in der Abfallwirtschaft und Landwirtschaft entscheidende Beiträge liefern können wird. Für die weltweite Biokunststoffindustrie wird weiteres Wachstum erwartet, insbesondere aufgrund steigender Nachfrage in den Schwellenländern. Limitiert wird die Zunahme der Nutzung von Biowerkstoffen vor allem durch die jeweils aktuellen Produktionskapazitäten.

Dr. Diana Freudendahl