

Eine bunte und nachhaltige Lösung

Mit bioabbaubaren Farbkonzentraten einfärben

Verpackungen aus Kunststoffen zählen zu den Hauptverursachern des weltweiten Abfallaufkommens. Um eventuelle Umweltprobleme zu vermeiden, werden zunehmend abbaubare Biokunststoffe für diese Anwendung eingesetzt. Doch was passiert bei deren Additivierung oder Einfärbung? Ein Masterbatchhersteller gibt Antwort.

Mit bioabbaubaren Masterbatches eingefärbte Anwendungen aus biobasiertem PHA
(Bilder: Akro-Plastic)



Kunststoffanwendungen, hergestellt aus biobasierten Kunststoffen, begegnen uns im Alltag, ohne dass wir es bemerken. Einwegtragetaschen, Abfallbeutel und Müllsäcke sind derzeit die häufigsten Anwendungen für Biokunststoffe. Im Bereich der Lebensmittelverpackungen finden auch eingefärbte Biokunststoffe Anwendung, beispielsweise bei der Herstellung von Fleischschalen oder Einwegbestecken. Die Anwendungsbereiche für Biokunststoffe sind vielfältig und entsprechen dabei den durch die Lebensmittelindustrie gestell-

ten Anforderungen gemäß des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) oder der Food and Drug Administration (FDA).

Farbmittel und Grenzwerte

Die Einfärbung von Biokunststoffen gewinnt zunehmend an Bedeutung und erfolgt heute fast ausschließlich mithilfe von Farb-Masterbatches, die aus polymeren Trägermaterialien und entsprechenden Farbstoffen aufgebaut sind.

Die Schwierigkeit bei der Herstellung von Farb-Masterbatches liegt in der Erzie-

lung einer kleinstmöglichen Restpartikelgröße der eingesetzten Farbstoffe ohne Einsatz zusätzlicher Dispergierhilfsmittel. Besonders bei Folienanwendungen ist höchste Dispergierqualität gefordert. Werden herkömmliche, nicht petrobasierte und bioabbaubare Trägermaterialien verwendet, erfolgt nach vollständiger Zersetzung des eingefärbten Biopolymers die Freisetzung von Mikropartikeln in die Umwelt. Das Ausmaß ist zwar im Vergleich zu jenem der Mikropartikel auf die Menge bezogen etwa um den Faktor 100 kleiner, dennoch muss diese Frage-

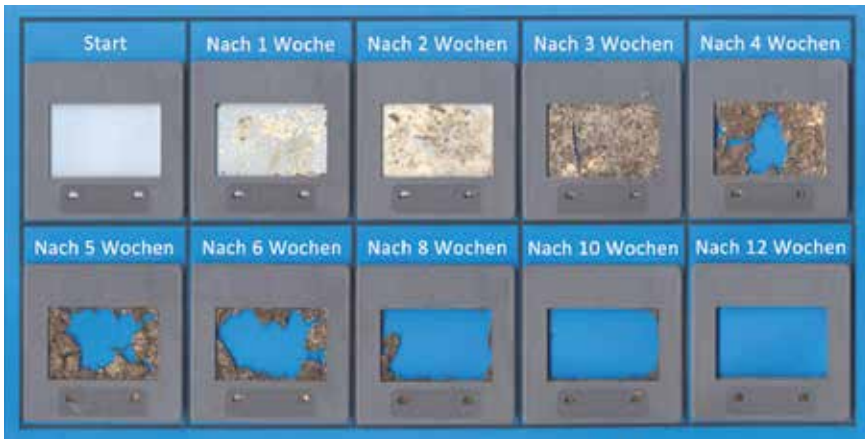


Bild 1. Die PHA-Trägermatrix wird innerhalb von 12 Wochen vollständig abgebaut: Die Bilder zeigen den Abbau einer 100 µm-Folie (Einwegtragetaschen haben üblicherweise eine Dicke von ca. 50 µm)

Element	Konzentration im Endartikel [ppm]
Zink	150
Kupfer	50
Nickel	25
Cadmium	0,5
Blei	50
Quecksilber	0,5
Chrom	50
Molybdän	1
Selen	0,75
Arsen	5

Tabelle 2. Grenzwerte für den Schwermetallgehalt in Verpackungswendungen gemäß DIN EN 13432

Tabelle 1. Übersicht über Trägermaterialien für Masterbatches

	Petrobasiert	Biobasiert
Biologisch abbaubar	PBS PBSA PCL	PHA Cellulose Stärke
Kompostierbar	PBAT PGA PVOH	PLA
Nicht biologisch abbaubar	konventionelle Polymere: PE, PP, PS	Bio-PE, PA11, PA6, PA10, PDO

stellung angesichts der großen Mengen an Verpackungsabfällen bei konsequent ökologischer Betrachtung und Bewertung mit einbezogen werden.

Der Konsument erwartet von einem bioabbaubaren Verpackungsmaterial aber das genaue Gegenteil – es soll sich vollständig zersetzen, auch in die Farbbestandteile. Daher muss die polymere Trägermatrix ebenso bioabbaubar sein wie das einzufärbende Material selbst. Wenn diese Voraussetzung erfüllt ist, liegen die Farbmittelteilchen aber immer noch als Mikropartikel vor, da die meisten verfügbaren Farbmittel keinerlei bioabbaubare oder kompostierbare Eigenschaften aufweisen.

AF-Color, Zweigniederlassung der Akro-Plastic GmbH, Niederzissen, verwendet für seine biobasierten Farb- und Additivkonzentrate ausschließlich sowohl bioabbaubare wie auch biobasierte PHA (Polyhydroxyalkanoate) als Trägermatrix (Bild 1, Tabelle 1). PLA (Polylactide) als häufig verwendetes Trägermaterial zeigt zwar kompostierbare Eigenschaften und ist ebenfalls biobasiert, aber nicht bioabbaubar, d.h. es wird beispielsweise im Meerwasser nicht vollständig zersetzt.

Um die Einhaltung von Auflagen und Regularien sicherzustellen, sind geeigne-

te Zertifizierungen von zentraler Bedeutung. Ähnlich wie bei der Zertifizierung gemäß der UL (Underwriter Laboratories) müssen auch hier bestimmte Voraussetzungen erfüllt werden. Alle Rezepturbestandteile (Farbmittel, Additive und Füllstoffe) müssen die vorgegebenen Normen erfüllen. Die in Europa maßgebliche Norm ist die DIN EN 13432, innerhalb derer sich die einschlägigen Lieferanten anhand entsprechender Prüfungen bewegen müssen. Die Zertifizierungsstellen (Vincotte, DIN Certco) haben wiederum selbst entsprechende Laboratorien, die entsprechende Prüfungen durchführen.

Der Gehalt an nicht-bioabbaubaren Füllstoffen ist nach der DIN EN 13432 auf insgesamt max. 5% limitiert, pro einzelnen Füllstoff auf max. 1%. Zudem ist der Schwermetallgehalt vor allem in Verpackungsanwendungen innerhalb dieser Norm reglementiert (Tabelle 2).

Die häufig verwendeten organischen Pigmente aus der Familie der Kupfer-Phthalocyanine sind hiervon in besonderem Maß betroffen, da der Kupfergehalt hier bei ca. 11% liegt. Der max. Gehalt dieser Farbmittelklasse in bioabbaubaren Anwendungen gemäß der DIN EN 13432 ist somit auf max. 0,045% im Fall der Pigmentklassen PB 15:1 und PB 15:3 limitiert

sowie auf 0,09% im Fall von PG7. Der Nachteil dieser Farbmittel liegt darin, dass diese leider nicht bioabbaubar sind, d.h. sie gelangen nach dem Abbau der Polymermatrix möglicherweise ebenfalls als Mikropartikel in die Umwelt. Mineralische, also anorganische Pigmente, sind – mit Ausnahme der ohnehin nicht mehr gebräuchlichen Blei- und Cadmiumpigmente – aufgrund ihres eher natürlichen Ursprungs bereits in entsprechenden Positivlisten verschiedener Prüfinstitute enthalten und werden u.a. von den o.g. Zertifizierern als Grundlage verwendet.

Diese Farbmittel sind jedoch bevorzugt zur Erzeugung „irdener“ Farbtöne geeignet, weniger zur Erzeugung kräftigerer, brillanterer Töne, was die Verwendung der Biokunststoffe im Verpackungsbereich einschränkt.

Bioabbaubar und naturidentisch

Ein noch weitgehend ungelöstes Problem ist also die Frage nach der Bioabbaubarkeit der zur Einfärbung von Biokunststoffen erforderlichen Pigmente. Organische Pigmente sind nicht bioabbaubar, daher beschränkt man sich auf die Festlegung von Grenzwerten (Tabelle 3). Der Fokus wird dabei darauf gelegt, dass diese frei von Schwermetallen sind.

„Natürliche“ Alternativen sind nur noch aus der altertümlichen Textilfärberei bekannt: echtes Purpur aus der Purpurschnecke, Krapprot aus der Cochenilleschildlaus, Indigo aus der Färberwaidpflanze oder Indischgelb aus dem Urin von Kühen. Die Gewinnung dieser Farbmittel ist aufgrund des Aufwands und diverser Tierschutzaspekte heute kaum noch von Bedeutung, zudem handelt »

Color Index	Maximale Konzentration im Endartikel [%]
PY 214	0,500
PY 151	0,500
PY 155	0,500
PY 180	0,500
PY 191	0,500
PY 139	0,500
PY 181	0,500
PO 64	0,500
PR 285	0,500
PR 149	0,500
PR 53:1	0,500
PR 254	0,500
PR 170	0,500
PR 247	0,500
PR 48:2	0,500
PR 187	0,500
PV 19	0,500
PR 57:1	0,500
PR 122	0,500
PV 23	0,500
PB 15:1	0,045
PB 15:3	0,045
PG 7	0,090
PBr 25	0,500

Tabelle 3. Grenzwerte für den Einsatz von organischen Pigmenten in bioabbaubaren Anwendungen innerhalb der DIN EN 13432

es sich hierbei um Farbstoffe, die aus dem Biokunststoff heraus migrieren würden.

Einige natürliche bzw. naturidentische Farbstoffe können jedoch inzwischen teilweise synthetisch hergestellt werden. Sie zeigen aber nicht die Eigenschaften, die für die moderne Kunststofffeinfärbung in Bezug auf Licht- und Temperaturstabilität gefordert werden. Vergleicht man aber den Lebenszyklus einer Kunststofftüte aus dem Supermarkt mit

Der Autor

Dirk Schöning ist Vertriebsleiter bei der AF-Color, Zweigniederlassung der Akro-Plastic GmbH, Niederzissen; dirk.schoening@af-color.com

Service

Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/862689

English Version

» Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com



Bild 2. Abfallbeutel und Einwegtragetaschen, hergestellt durch Filmextrusion von PHA unter Verwendung von biobasierten Masterbatches

unseren heutigen Anforderungsprofilen, wird der jahrelange Erhalt der Farbqualität eine untergeordnete Rolle spielen.

AF-Color hat auf Basis seiner bioabbaubaren Trägermatrix sowie natürlicher bzw. naturidentischer Farbstoffe bereits eine Farbpalette entwickelt (**Titelbild**). Auch Rezepturen, speziell auf Kundenwünsche abgestimmt, sind denkbar.

Temperaturtests haben eine Temperaturbeständigkeit bis 150°C über 5 min ergeben, was für Folienextrusionsanwendungen auf Basis von Biokunststoffen aus der Familie der PHA (z.B. Mirel von Metabolix Inc., Cambridge, MA/USA) bereits ausreichend ist, um Einweg- aber auch Mehrwegkunststofftüten herzustellen (**Bild 2**). Allerdings hält diese Farbstoffklasse den Verarbeitungstemperaturen in der Masterbatchherstellung (ca. 200°C und mehr) nicht stand.

Bei niedrigen Temperaturen

Der bioabbaubare Kunststoff liegt in Granulatform vor, während die Farbstoffe als Vormischung dosiert werden und ab ca. 150°C zur Zersetzung neigen.

Aufgrund der geringeren Temperaturbeständigkeit müssen Herstell- und Verarbeitungsprozesse angepasst werden. AF-Color verzichtet bei der Herstellung komplett auf den Einsatz von Knetelementen und setzt ausschließlich Mischelemente ein, was dieser Anforderung entgegenkommt. Die normalerweise im Masterbatchprozess eingesetzten Knetblöcke würden trotz entsprechend angepasstem Temperaturprofil aufgrund der hohen Scherung dennoch zu viel thermische Energie eintragen und die Farbstoffe somit schädigen.

Durch den Einsatz spezieller Schneckenelemente der vom Schwesterunter-

nehmen Feddem GmbH & Co. KG, Sinzig, konzipierten gleichlaufenden Doppelschneckenextruder (knetblockfreie Schneckenkonfiguration, **Bild 3**) werden partielle Spitzen der Masstemperatur deutlich reduziert (ca. 20 bis 40°C). Die spezifische Energie (kWh/kg) und damit die integrale Masstemperatur werden signifikant gesenkt (10 bis 15% weniger Energie, 10 bis 25°C geringere Masstemperatur). Dadurch kann man mit der auf Feddem-Extrudern eingesetzten knetblockfreien Technologie – im Vergleich zu Schnecken mit Knetblöcken – bei derselben Masstemperatur die Drehzahlen und damit die Durchsätze anheben, also bei gleicher Produktqualität wirtschaftlicher produzieren.

Dieses Know-how wird bei Feddem durch innovative Technologien umgesetzt, um eine gute Dispersion bei niedriger Masstemperatur zu erhalten. ■



Bild 3. Mischelement einer knetblockfreien Schnecke zur Herstellung von biobasierten Masterbatches bei niedriger Temperatur