

Bioplastik unter der Lupe: Bessere Eigenschaften durch Verbundwerkstoffe

Hochschulort Wien – Florentina Stadlbauer, BSc BA

Lebensmittelverpackungen und Plastik

Lebensmittelverpackungen werden aus einer Vielzahl von Gründen verwendet, etwa aus Gründen der Bequemlichkeit, der Kommunikation, aber auch des Schutzes der Lebensmittel vor Verunreinigungen, Krankheitserregern und Gasen wie Sauerstoff, die das Wachstum von Schimmel fördern. Verpackungsmaterialien tragen somit dazu bei, die Qualität und Sicherheit von Lebensmitteln zu erhalten und die Haltbarkeit von Produkten zu verlängern (Shin und Selke 2014: 249-250).

Zumeist werden hierfür papierbasierte Materialien, Metall, Glas und Plastik verwendet. Plastik eignet sich hervorragend als Verpackungsmaterial, weil es leicht, langlebig, einfach verformbar und billig ist (Shin und Selke 2014: 251). Es handelt sich bei Plastik um Werkstoffe, die aus Polymeren bestehen. Polymere sind Makromoleküle, die sich aus sich wiederholenden Einheiten (Monomeren) zusammensetzen. Bei konventionellem Plastik sind diese Polymere basierend auf fossilen Rohstoffen und nicht biologisch abbaubar. Konventionelles Plastik ist aber mit einer Vielzahl von negativen Umweltauswirkungen verknüpft, weshalb grüne Alternativen gefragt sind (Taib et al. 2022: 1180).

Bio-Plastik und Barriereigenschaften

Bei Bio-Plastik handelt es sich wie bei konventionellem Plastik um Werkstoffe aus Polymeren. Tabelle 1 zeigt, dass im Unterschied zu konventionellem Plastik die Polymere bei Bio-Plastik entweder biologisch abbaubar oder basierend auf nachwachsenden Rohstoffen oder beides sind (Koltzenburg et al. 2024: 631).

Tabelle 1: Charakterisierung von Kunststoffen: konventionelles Plastik und Bio-Plastik im Vergleich

Charakterisierung	Fossile Rohstoffe	Nachwachsende Rohstoffe
Nicht biologisch abbaubar	Konventionelles Plastik <i>PE</i>	Bio-Plastik <i>bio-basiertes PE</i>
Biologisch abbaubar	Bio-Plastik <i>PBAT</i>	Bio-Plastik <i>PLA</i>

Ein Polymer, das sowohl biologisch abbaubar als auch bio-basiert ist, ist die Polymilchsäure (PLA). PLA hat einige exzellente Eigenschaften, die es als grünes Verpackungsmaterial für Lebensmittel geeignet macht: Es ist durchsichtig, hat eine hohe mechanische Stärke und trägt den GRAS-Status (*generally recognized as safe*). Ein Nachteil von PLA ist seine unzureichenden Barriereigenschaften (Taib et al. 2022: 1187). Hierbei handelt es sich um eine wichtige Eigenschaft von Verpackungsmaterial, die deren Durchlässigkeit für Gase oder Dämpfe betrifft. Metall und Glas haben ausgezeichnete Barriereigenschaften: Sie lassen nahezu nichts durch. Kunststoffe hingegen sind in unterschiedlichem Maße durchlässig für Gase und Dämpfe. Leider haben die meisten Bio-Kunststoffe unzureichende Barriereigenschaften für jene Lebensmittel, die Verpackungen mit geringer Durchlässigkeit, also hohen Barriereigenschaften, benötigen (Trinh 2023: 4). Die Herstellung von Verbundwerkstoffen stellt eine Lösung dar, um Bio-Plastik wie PLA verwendbar zu machen für *high-barrier*-Verpackungsmaterialien.

Verbundwerkstoffe

Eine klassische Lösung für die Verbesserung von Eigenschaften von Materialien ist das Herstellen von Verbundwerkstoffen. Hierbei handelt es sich um Werkstoffe, die aus zumindest zwei verschiedenen Materialien bestehen, wobei ein Stoff eine kontinuierliche Phase (Matrix) bildet. Ein nachhaltiger Verbundwerkstoff könnte aus PLA als Matrix und Cellulose als Verstärkung bestehen. Cellulose ist das in der Natur am häufigsten vorkommende Biopolymer und kann unter anderem nachhaltig aus Abfallstoffen aus der Lebensmittelindustrie gewonnen werden. Cellulose ist jedoch hydrophil, während PLA hydrophob ist (Trinh 2023: 24). Daher können meist nur wenige Prozent an Cellulose in den Verbundwerkstoff eingearbeitet werden, ehe es aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften zur ungewollten Agglomeration von Cellulose im Bio-Plastik kommt (Patwa 2019: 1-2).

Modifikation von Cellulose

Um die Haftung der hydrophilen Cellulose zum hydrophoben PLA zu verbessern und um Agglomeration zu vermeiden, kann die Cellulose einer Oberflächenmodifikation unterzogen werden. Hierbei werden die OH-Gruppen der Cellulose ersetzt mit hydrophobem PLA. Durch eine sogenannte Pfropfcopolymerisation (*grafting*, siehe

Abbildung 1) wird damit ein Molekül gewonnen, das als Rückgrat Cellulose hat, auf das PLA-Seitenketten anhaften (Patwa 2019: 3). Damit kann ein grüner Füllstoff für die bio-Verbundwerkstoffe für Lebensmittelverpackungen erzeugt werden.

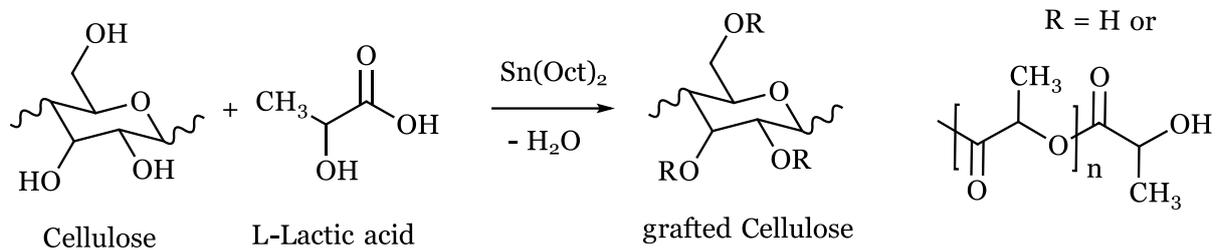


Abbildung 1: Oberflächenmodifikation von Cellulose (Pfcopolymerisation) zur Herstellung von modifizierter Cellulose (grafted Cellulose mit PLA-Seitenketten)

Zusammenfassung

Bio-Plastik wie PLA eignet sich als grüne Alternative für konventionelles Plastik in der Lebensmittelverpackungsindustrie. Die Barriereigenschaften von PLA sind jedoch für viele Anwendungen unzureichend, weil das Material zu durchlässig für Gase und Dämpfe ist. Um die Barriereigenschaften zu verbessern, kann die PLA Matrix mit Füllstoffen verstärkt werden. Modifizierte Cellulose eignet sich aufgrund der verbesserten Dispersion in PLA dafür ausgezeichnet. Diese Thematik ist Teil brandaktueller Forschung und wurde von mir am Department für Bionanowissenschaften auf der Universität für Bodenkultur Wien näher untersucht.

Literatur

S. **Koltzenburg**, M. Maskos, and O. Nuyken (2024): *Polymere: Synthese, Eigenschaften und Anwendungen*. Springer Spektrum.

R. **Patwa**, N. Saha, P. Saha, and V. Katiyar (2019): Biocomposites of poly(lactic acid) and lactic acid oligomer-grafted bacterial cellulose: It's preparation and characterization. *Journal of Applied Polymer Science*.

J. **Shin** and S. E.M. **Selke** (2014): Food Packaging Kapitel 11: 249–273 in *Food Processing: Principles and Applications* (Editors: S. Clark, S. Jung und B. Lamsal). John Wiley & Sons, Ltd.

N. Z. binti **Taib**, Md. R. Rahman, D. Huda, K. King Kuok, S. Bin Hamdan, M. K. Bin Bakri, M. R. M. bin Julaihi, and A. Khan (2022): A review on poly lactic acid (pla) as a biodegradable polymer. *Polymer Bulletin*, 80:1179–1213.

B. M. **Trinh**, B. P. Chang, and T. H. Mekonnen (2023): The barrier properties of sustainable multiphase and multicomponent packaging materials: A review. *Progress in Materials Science*, 133:101071.