FILK Freiberg Institute

ENHANCED PERFORMANCE OF FLEXIBLE PLASTIC MATERIALS BY INNOVATIVE NANOTECHNOLOGIES FOR FOOD PACKAGING AND TECHNICAL APPLICATIONS (BARRIFLEX)

BMWi IGF CORNET 235 EBG | Laufzeit: 01.2019 – 09.2021 | Martin Strangfeld, FILK Freiberg; Esra Kücükpinar, Fraunhofer IVV Freising; Oliver Miesbauer, Jing Tang, TUM Freising; Farouk Ayadi, CELABOR Herve BEL; Pascal Viville, MATERIA NOVA Mons BEL

Kategorien: **Dünnbeschichtungen**, **Funktionale Schichtsysteme**

AUSGANGSSITUATION

Nanokomposite sind für zahlreiche Anwendungen vielversprechend, da sie Polymere in ihren mechanischen Eigenschaften verbessern, weniger durchlässig für Gase wie O_2, N_2 und Wasserdampf machen und Funktionalitäten, wie Haftung oder Haltbarkeit erzeugen können. Trotz intensiver Forschungsaktivitäten sind noch erhebliche Anstrengungen erforderlich, um das gesamte Potenzial der Nanotechnologie in der Industrie zu nutzen. Bei Verpackungsmaterialien für Lebensmittel und für technische Anwendungen, wie flexible Photovoltaik-Verkapselungsmaterialien spielen vor allem die Gaspermeationseigenschaften eine Rolle. Dringt Gas- oder Wasserdampf in oder durch das Material, verkürzt es die Haltbarkeit der Lebensmittel oder verringert die Effizienz der Photovoltaikapplikation.

PROJEKTZIEL

Im Rahmen dieses Projekts sollten leistungsstarke, kosteneffiziente Barrierefolien mit geringem CO_2-Fußabdruck für flexible Verpackungen und Verkapselungen entwickelt werden, welche die Permeation von Wasserdampf oder Sauerstoff durch Integration spezieller Nanopartikel herabsetzen oder verhindern.

LÖSUNGSWEG

Hinsichtlich der Erzeugung solcher Barrierefolien wurden zunächst auf Basis computerunterstützter Simulationen geeignete Nanopartikel ausgewählt, entsprechend aufbereitet und anschließend in ausgewählte Barrierelacke oder Klebstoffe integriert. Diese Partikel behindern die Permeation von Molekülen, indem sie deren freies Volumen in der Matrix verringern, ihre Diffusionswege verlängern oder Wasserdampf absorbieren (Abb. 1).

Des Weiteren wurden die beschichteten Folien zur Optimierung des Verbundaufbaus je nach Anwendungsfall mehrlagig und unter Anwendung plasmabasierter Aktivierungs- und Beschichtungsverfahren zu Verbundwerkstoffen gefügt und somit zu industriell vergleichbaren Demonstratoren entwickelt. Begleitend wurden sowohl die einzelnen Schichten als auch die Verbunddemonstratoren (Abb. 2) einer umfangreichen Charakterisierung hinsichtlich Barriereeigenschaften, mechanischer Stabilität, Verklebungseigenschaften sowie regulatorischer Bestimmungen im Lebensmittelverpackungsbereich und Verpackungen für organische Solarzellen untersucht.

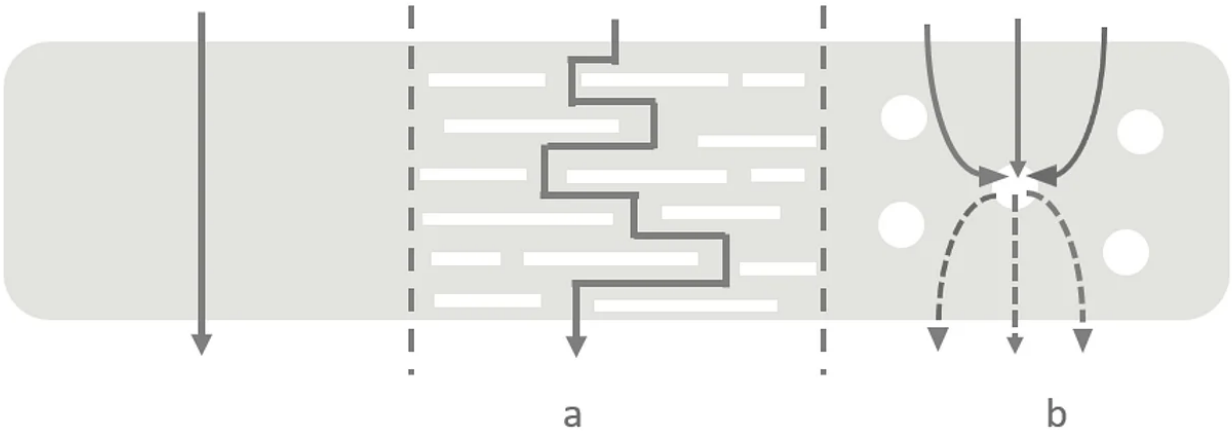

Abb. 1: a) Verringerung der Durchlässigkeit von Gasen aufgrund der Verlängerung der effektiven Pfadlänge und des geringeren Polymervolumens, b) Verringerung der Wasserdampfdurchlässigkeit aufgrund von Absorption

ERGEBNISSE | NUTZEN

Für die Anwendung als Verpackungsmaterial konnte erfolgreich ein Folienverbundsystem aus Polypropylen (PP) (Abb. 2a) durch Verwendung einer Beschichtung auf Basis eines Polyvinylalkohol (PVOH) sowie der Integration von Montmorillonit-Partikeln erzeugt werden, welches die Sauerstoffpermeationsrate im Vergleich zu einem aktuellen Industrieprodukt um den Faktor 8 verringert und damit zu einer wesentlichen Steigerung der Haltbarkeit der Lebensmittel in der Verpackung führt. Gleichzeitig ist durch Berücksichtigung eines Monomaterialkonzeptes (nur PP) die Recyclingfähigkeit und damit die Nachhaltigkeit wesentlich verbessert.

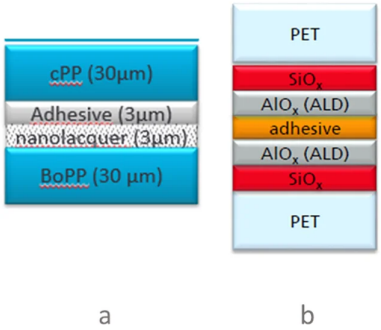

Abb. 2: a) Verbunddemonstrator aus PP mit nanopartikelbasierter Beschichtung und Klebstoff, b) Verbunddemonstrator aus PET und nanopartikelbasiertem Klebstoff sowie einem Schichtsystem aus SiOx und AlOx

Für die Verkapselung von flexiblen Solarzellen konnte ebenfalls ein System mit reduzierter Anzahl an Verbundschichten aus PET durch Einbringung eines mit wasserdampfabsorbierenden Partikeln gefüllten Klebstoffes entwickelt werden (Abb. 2b), wobei vergleichbare Wasserdampftransmissionswerte gegenüber Industrieprodukten erzeugt werden konnten. Durch den reduzierten Verbundaufbau wird ebenfalls die Nachhaltigkeit verbessert. Unter Verwendung dieser Barrierefolien in verkapselten Solarzellen sind Energieeffizienzwerte bis 10 % ermittelt worden.

Für die KMU verschiedener Industriezweige, d. h. Klebstoff-, Lack- und Nanopartikelhersteller, Beschichter und Verpacker sowie Anbieter von Solartechnologien, werden Einsparungen hinsichtlich Zeit und Kosten bei der Erforschung und Entwicklung neuer Materialien und Verfahrenstechnologien für die Verpackung von Lebensmitteln und Verkapselung von Solarzellen erzielt. Gleichzeitig wird durch die Verwendung von einfach rezyklierbaren Materialien und die Reduktion von Schichten im Verbund ein wesentlicher Schritt im Sinne der Nachhaltigkeit vollzogen und die Haltbarkeit der Produkte verlängert.

DANKSAGUNG

Das IGF-Vorhaben 235 EBG der Forschungsvereinigung FILK Freiberg Institute gGmbH, Meißner Ring 1 – 5, 09599 Freiberg wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir bedanken uns für die gewährte Unterstützung.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

The project ‚Enhanced Performance of Flexible Plastic Materials by Innovative Nanotechnologies for Food Packaging and Technical Applications (BarriFlex) was performed in co-operation with four German an two Belgian research institutions within the framework of the Transnational Collective Research Networking between SME associations and research organisations (cornet). In Belgium the project was funded by SPW Wallonie. We would like to thank our colleagues of all involved partners in Belgium and Germany for their support.