Nachhaltige Materialsysteme durch biobasierte Oberflächen

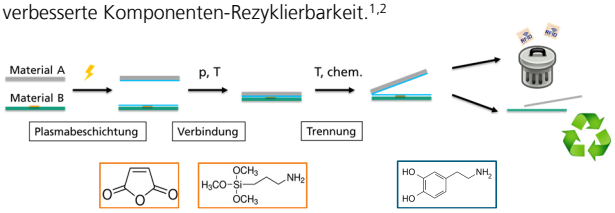
Funktionale Beschichtungen und optimierte Haftung durch Atmosphärendruck-Plasmaverfahren

Dr. Marvin C. V. Omelan[1], Hannes Meyer[1], Dr. Kristina Lachmann[1], Prof. Dr. Michael Thomas[1]

Schwerpunkt dieser Arbeiten liegen in der Gestaltung nachhaltiger Materialsysteme durch biobasierte Oberflächen mit Hilfe von Atmosphärendruck-Plasmaverfahren. Der Fokus liegt dabei in der grundlegenden Erforschung neuer Schichtsysteme sowohl zur Funktionalisierung von Papier und Verpackungsmaterialien als auch zur Steuerung der Haftung beim Bedrucken und Verbinden biobasierter und recyclingfähiger Materialien, um eine Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen.

Steuerung der Adhäsion durch Plasmapolymerschichten

Durch Abscheidung dünner Plasmapolymerschichten mit chemisch reaktiven Gruppen können klebstofffreie Niedrigtemperatur-Fügeprozesse (< 70°C) von biobasierten Materialien demonstriert werden. Nachträglich getriggerte Enthaftungsprozesse ermöglichen eine nachhaltigere Wertschöpfungskette und verbesserte Komponenten-Rezyklierbarkeit.[1,2]



Substratseitig werden biobasierte Polymilchsäure (PLA)-, Diacetat-, als auch BioPolyethylen (PE)-Folien fokussiert. Als Präkursoren eignen sich u.a. konventionelle Maleinsäurederivate und aminofunktionalisierte Silanverbindungen als auch bioinspirierte Ausgangsstoffe wie z.B. Dopamin.

Atmosphärendruck-Plasmaverfahren

Die Abscheidung funktionaler Schichten zur Erzeugung nachhaltiger Materialsysteme durch Generierung zusätzlicher Enthaftungsmöglichkeit:

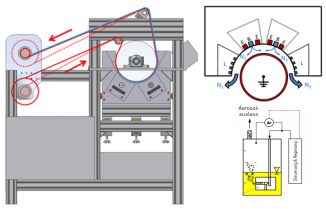


Abb.1: Aufbau eines RzR-DBE-Anlagensystems und Aerosol-Einspeisungsmöglichkeit zur Behandlung biobasierter Oberflächen.[3]

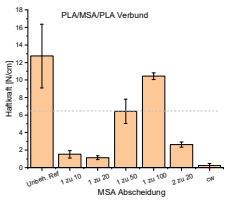


Abb.2: Haftkraftmessung von PLA/MSA Verbünden unter Erhalt der Enthaftungsoption durch gepulste Plasmaabscheidung.

Lösungsmittelfreie Abscheidung biobasierter Präkursoren

Die Ausnutzung bioverfügbarer Fettsäuren gilt als nachhaltige Alternative zu petrochemischen Agenzien, die zur Erhöhung medialer Beständigkeit von Papier und Verpackungsmaterialien beitragen können. Unter diesem Aspekt ergeben sich Materialsysteme für eine verbesserte Kreislaufwirtschaft.

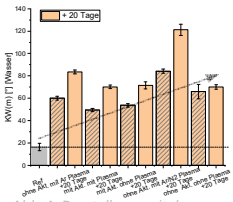


Abb.4: Darstellung zeitabhängiger Oberflächen-Nachvernetzung.

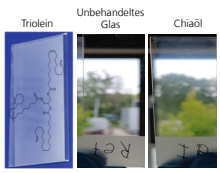


Abb.5: Abgeschiedene Fettsäure-Schicht auf Glassubstraten.

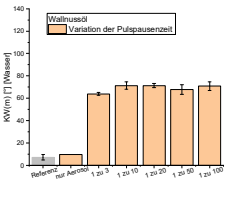


Abb.6: Kontaktwinkelmessung zu pulsabhängiger Prozessstrategie.

Insbesondere das mehrfach ungesättigte Fettsäure-Rückgrat wie z.B. bei Triolein, Chia-, Walnuss- oder Olivenöl besitzt ein erhöhtes Quervernetzungspotential, wodurch biomimetische Plasmapolymerisationsprozesse zur Oberflächenoptimierung forciert werden können.

- Zeitabhängige Oberflächenvernetzung nach Plasmaabscheidung (auch thermisch steuerbar)
- Erhöhung der Pausenzeit via Pulsstrategie gewährleistet weitestgehend die Abscheidung unter Retention der Struktur (-C=C, 3008 1/cm)
- Gezielte Nachvernetzung abgeschiedener biobasierter Schichten durch Variation des inerten Prozessgases
- Erfolgreiche Darstellung (super)hydrophober Schichten auf biologischer Basis

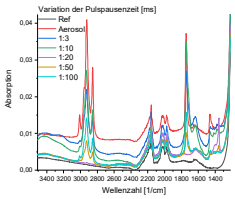


Abb.7: Pulsabhängige Abscheidung erhält C=C-Bindungen auf der Oberfläche..

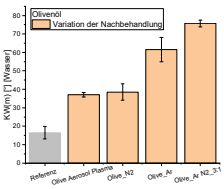


Abb.8: Variation des Prozessgases zur Nachbehandlung applizierter Schichten.

Zusammenfassung

Durch funktionale Beschichtung biobasierter und lösungsmittelfreier Ausgangsstoffe lassen sich nachhaltige Oberflächen gestalten, die an die gewünschten Materialeigenschaften über ausgewählte Prozessbedingungen angepasst werden können. Gleichermaßen bieten schaltbare Haftsysteme eine potentiell verbesserte Wiederverwertung, um eine Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen.

Kontakt[1]

Dr. Marvin Christopher Vincenzo Omelan
Grenzflächenchemie und adaptive Haftsysteme
Tel. +49 5312155-684
Fax +49 5312155-900
Marvin.Omelan@ist.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST, Braunschweig
www.ist.fraunhofer.de

1 K. Lachmann et al., Deposition of Thermoresponsive Plasma Polymer Films from N-Isopropylacrylamide Using Dielectric Barrier Discharge at Atmospheric Pressure, Plasma Medicine 2(1-3): 127–139 (2012).
2 H. Kuroki, I. Tokarev, S. Minko, Responsive Surfaces for Life Science Applications. Annu. Rev. Mater. Res. 42: 343–72 (2012).
3 F. Palumbo et al., Recent Advancements in the Use of Aerosol-Assisted Atmospheric Pressure Plasma Deposition, Coatings, 10: 440, (2020).

Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Forschungsvorhabens BioElse (FKZ: 13XP5099D) und für die finanzielle Zuwendung der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) im Rahmen des Forschungsvorhabens BioPlas4Paper (FKZ: 2220HV017B).