

Biobasierte Ausgangsstoffe zur Entwicklung nachhaltiger Materialsysteme

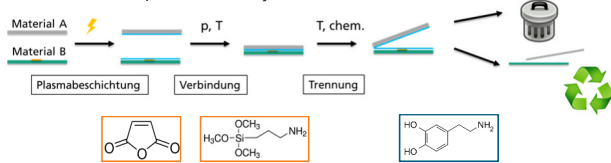
Funktionale Beschichtungen und optimierte Haftung durch Atmosphärendruck-Plasmaverfahren

Dr. Marvin C. V. Omelan¹, Hannes Meyer¹, Dr. Kristina Lachmann¹, Prof. Dr. Michael Thomas¹

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 Enthaltungsprozesse ermöglichen eine nachhaltigere Wertschöpfungskette und verbesserte Komponenten-Rezyklierbarkeit.^{1,2}



Substratsseitig 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 Enthaltungsmöglichkeit:

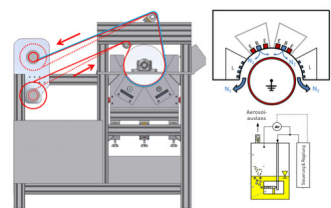


Abb. 1: Aufbau eines RZR-DBE-Anlagensystems und Aerosol-Einspeisungsmöglichkeit zur Behandlung biobasierter Oberflächen.³

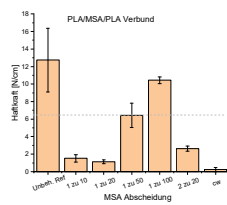


Abb. 2: Haftkraftmessung von PLA/MSA Verbänden unter Erhalt der Enthaltungsoption durch gepulste Plasmaabscheidung.

Abscheidung bio-inspirierter Präkursoren aus wässriger Lösung

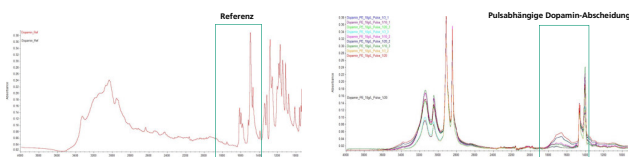


Abb. 3: FTIR-Messung von Dopaminschichten auf PE-Folien (Dopamin (aq), pH=8,5; Puls 1:10 ms).

Durch Dopamin-Vorpolymerisation in alkalischer Lösung können Polymerschichten via Aerosolprozess unter Erhalt der funktionellen Gruppen abgeschieden werden.

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).

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.

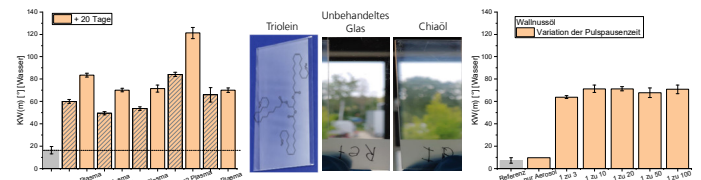


Abb. 4: Darstellung zeitabhängiger Oberflächen-Nachvernetzung.

Abb. 5: Abgeschiedene Fettsäure-Schicht auf Glassubstraten.

Abb. 6: Kontaktwinkelmessung zu pulshängiger Prozessstrategie.

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

- Zeitabhängige Oberflächenvernetzung nach Plasmaabscheidung
- 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

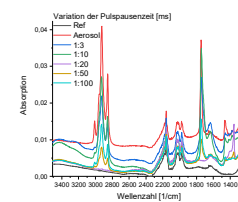


Abb. 7: Pulsabhängige Walnussöl-Abscheidung erhält C=C-Bindungen auf der Oberfläche.

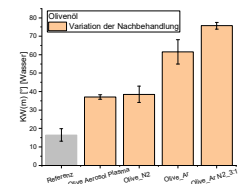


Abb. 8: Variation des Prozessgases zur Nachbehandlung applizierter Schichten.

Zusammenfassung

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

Kontakt!

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

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