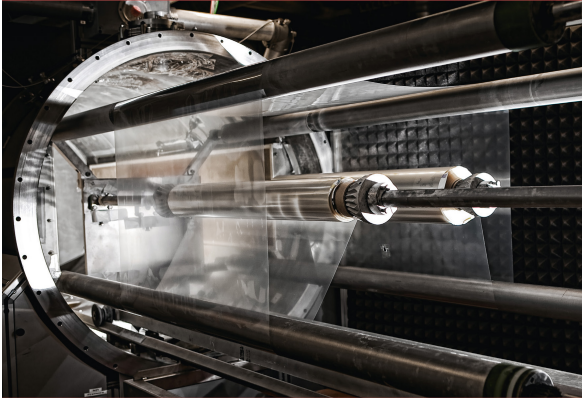




Stefanie Wald (Autor)

**Optimierung und Bewertung plasmapolymere
Barrierschichten durch einen alternierenden Aufbau
im Rolle-zu-Rolle PE-CVD-Verfahren**



Stefanie Wald

**Optimierung und Bewertung
plasmapolymere Barrierschichten
durch einen alternierenden Aufbau im
Rolle-zu-Rolle PE-CVD-Verfahren**



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6979>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. Einleitung | 1 |
| 1.1. Stand der Technik | 1 |
| 1.2. Zielsetzung | 4 |
| 2. Niederdruckplasmapolymersation | 7 |
| 2.1. Plasma | 7 |
| 2.2. Plasmapolymere Reaktionswege | 8 |
| 2.2.1. <i>Plasmapolymersation</i> | 10 |
| 2.3. Verwendete Niederdruckplasmaanlage | 16 |
| 3. Permeation | 21 |
| 3.1 Permeation durch Polymere – Wechselwirkungen | 21 |
| 3.1.1. <i>Sorption</i> | 22 |
| 3.1.2. <i>Diffusion</i> | 23 |
| 3.2. Permeation durch dünner anorganische Schichten | 24 |
| 3.2.1. <i>Ideales Laminat-Modell</i> | 25 |
| 3.2.2. <i>Bedeckungsmodell</i> | 26 |
| 3.2.3. <i>Pinhole-Modell</i> | 27 |
| 3.2.4. <i>Erweitertes Pinhole- Modell</i> | 28 |
| 3.3. Permeation durch Mehrschichtsysteme | 28 |
| 3.4. Permeationsmessung | 31 |
| 4. Verwendete Kunststoffe | 35 |
| 4.1. Polyethylenterephthalat –PET | 37 |
| 4.2. Herstellung von Kunststofffolien | 38 |
| 4.2.1. <i>Hostaphan® RN36</i> | 39 |
| 4.2.2. <i>Melinex® CW 401</i> | 40 |
| 5. Charakterisierungsmethoden | 41 |
| 5.1. Bildgebende Verfahren | 41 |
| 5.1.1. <i>Rasterelektronenmikroskop (REM)</i> | 41 |
| 5.1.2. <i>Transmissionselektronenmikroskop (TEM)</i> | 42 |
| 5.2. Oberflächenanalytische Verfahren | 43 |
| 5.2.1. <i>Atomic Force Microscopy (AFM)</i> | 43 |
| 5.2.2. <i>Ellipsometrie</i> | 43 |



| | |
|---|------------|
| 5.2.3. Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS) | 44 |
| 5.2.4. Infrarot-Spektroskopie (IR-Spektroskopie) | 45 |
| 5.2.5. Optische-Emissions-Spektroskopie (OES) | 46 |
| 6. Experimenteller Teil | 47 |
| 6.1. Beschichtung im Rolle-zu-Rolle-Verfahren | 47 |
| 6.2. Aufbau von Mehrschichtsystemen | 50 |
| 7. Charakterisierung der plasmapolymerten Schichten | 51 |
| 7.1. Einzelschichtsysteme | 51 |
| 7.2. Barriereigenschaften von Mehrschichtsystemen | 58 |
| 7.3. Verarbeitungsaspekte | 61 |
| 7.3.1. Dehnungsuntersuchungen | 61 |
| 7.3.2. Lagerstabilität | 64 |
| 7.4. TEM-Untersuchungen mit EDX-Linescan | 65 |
| 7.5. Untersuchung des Einflusses der PDMS-Zwischenschicht auf die SiO ₂ -ähnliche-Schichtbildung mittels OES-Spektroskopie | 70 |
| 8. Oberflächencharakterisierung der Substrate und ihre Auswirkungen auf die Beschichtung sowie deren Barriereigenschaften | 75 |
| 8.1. Substrat (-oberflächen)charakterisierung – Hostaphan [®] RN36/36µm | 75 |
| 8.2. Substrat (-oberflächen)charakterisierung – Melinex [®] CW401 | 79 |
| 8.3. Auswirkungen der Oberflächentopografie auf die Barrierebeschichtung | 83 |
| 8.4. Bewertung der Fehlstellen im Hinblick auf die erzielte Barrierewirkung | 98 |
| 8.5. Bewertung der Permeationsreduktion auf glatten PET-Folien | 102 |
| 9. Schichtdefekte im Nano-Bereich – Maxwell-Garnett-Theorie | 105 |
| 10. Prozessbetrachtung | 111 |
| 11. Zusammenfassung und Ausblick | 115 |
| 12. Literaturverzeichnis | 121 |