
Anwendung der Nanotechnologie in Materialien für den Lebensmittelkontakt

Horst-Christian Langowski, Freising-Weihenstephan

- ▶ Funktion nanotechnologischer Bestandteile im Lebensmittelkontakt
- ▶ Herstellungstechnik und Einsatzformen
- ▶ unterschiedliche Formen des Lebensmittelkontakts
- ▶ zukünftige Anwendungen
- ▶ Schlussfolgerungen

Funktionen

Wichtigste Funktionsverbesserung durch nanotechnologische Verfahren im Verpackungsbereich:

- Barriereeigenschaften gegenüber Sauerstoff
- Barriereeigenschaften gegenüber CO₂, H₂O, Aromastoffen

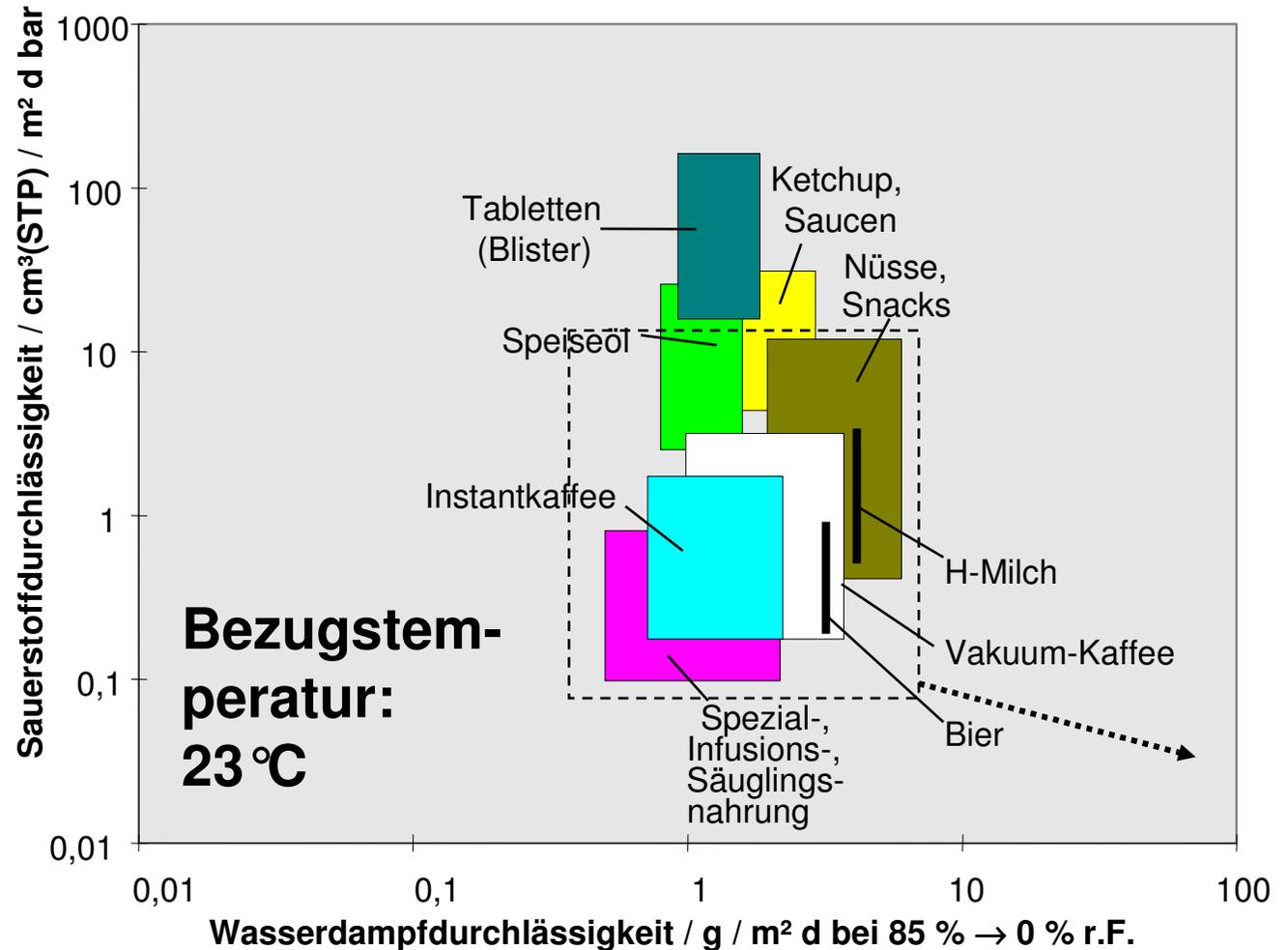
Weitere Effekte Verpackung:

- Verbesserung der mechanischen Eigenschaften
- Veränderung der thermischen Eigenschaften
- (Lichtschutz im UV-Bereich)
- (antimikrobielle Wirkungen)

Anwendungen direkt in der Lebensmittelverarbeitung: Nicht bekannt

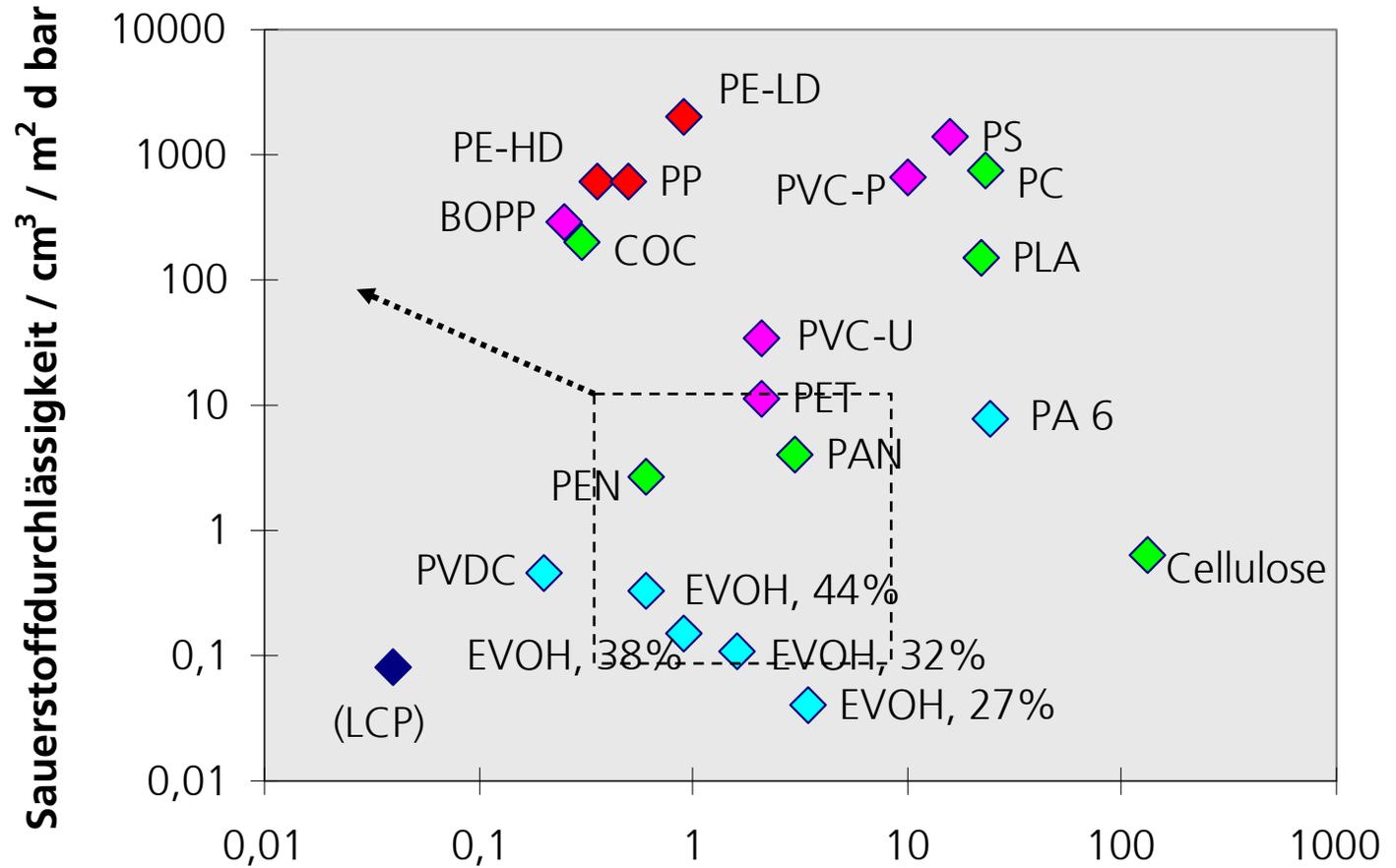
Funktionen: Barriere

erforderliche Packstoff-Funktionalitäten für empfindliche Lebensmittel und pharmazeutische Produkte



Funktionen: Barriere

Wasserdampf- und Sauerstoffdurchlässigkeiten bei 23°C und 100 µm Folienstärke für Massenkunststoffe (rot, magenta) und spezielle Verpackungskunststoffe



Wasserdampfdurchlässigkeit / g / m² d bei 23°C, 85% r.f.

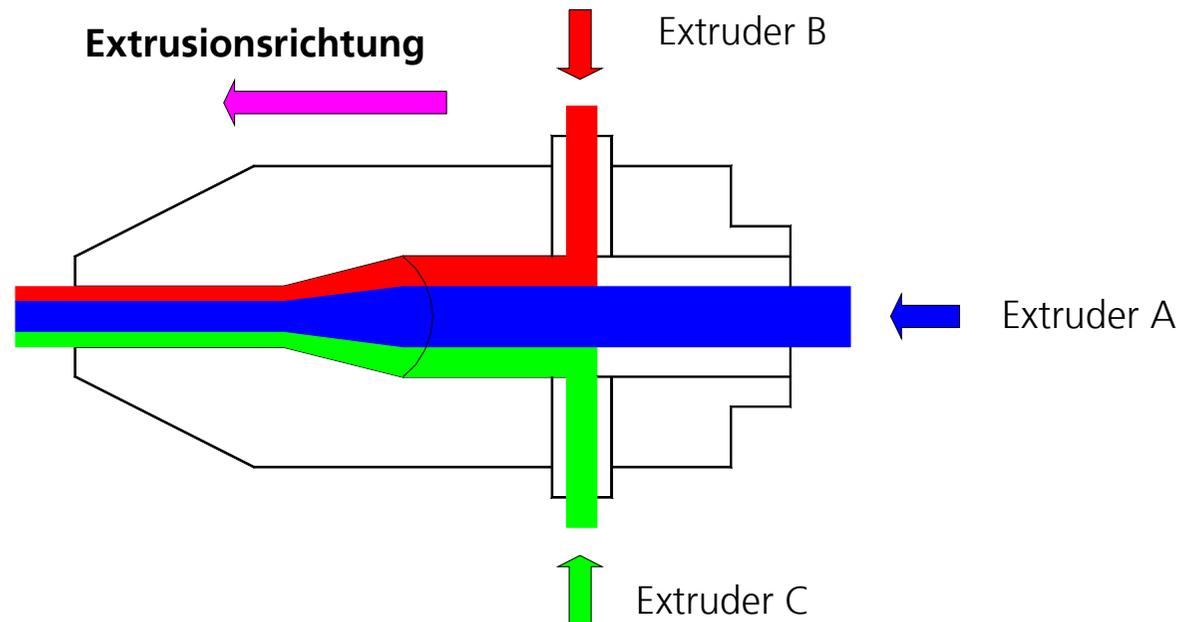


Fraunhofer Institut
Verfahrenstechnik
und Verpackung

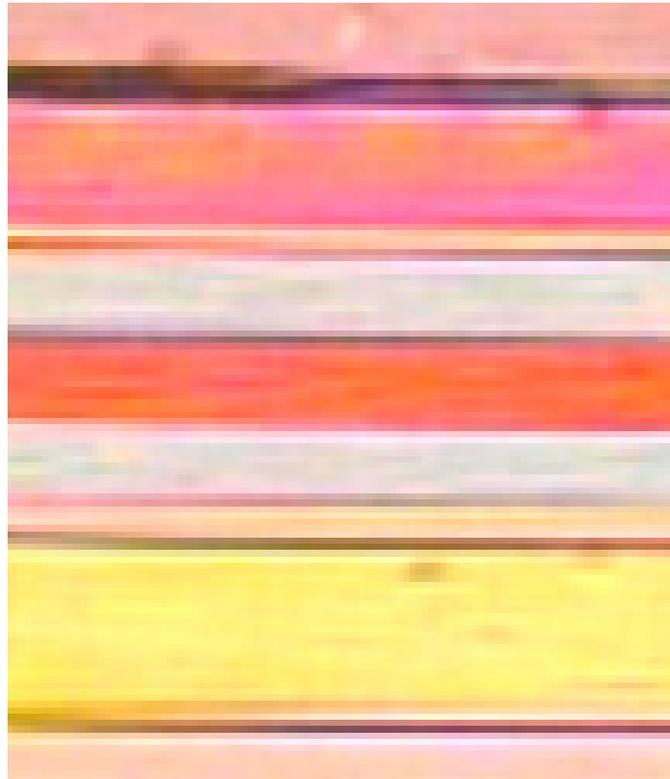


Herstellungstechnik: Extrusion / Coextrusion, Spritzguss

- verarbeitet thermoplastische Kunststoffe zu Einschicht- oder Mehrschicht-Systemen,
- als flexible Folien, Folien zum Tiefziehen, Vorformlinge (pre-forms) oder komplette Behälter
- entweder als rein polymere Barrierepackstoffe (Stand der Technik: bis 9 Schichten)
- oder als Halbzeuge für die weitere Verarbeitung



Beispiel für konventionelle polymere Mehrschicht-Folie



← obere Grenze des Folienverbunds

PP: Wasserdampfbarriere

PA 6: Sauerstoffbarriere, Durchstoßfestigkeit

← zentrale Barrierschicht (EVOH)

PA 6: Sauerstoffbarriere, Durchstoßfestigkeit

PE: Kontaktschicht, Siegeln, Wasserdampfbarriere

← untere Grenze des Folienverbunds

⇒ **Barrierefolien: Kontaktschicht zum Lebensmittel =
Siegelschicht**



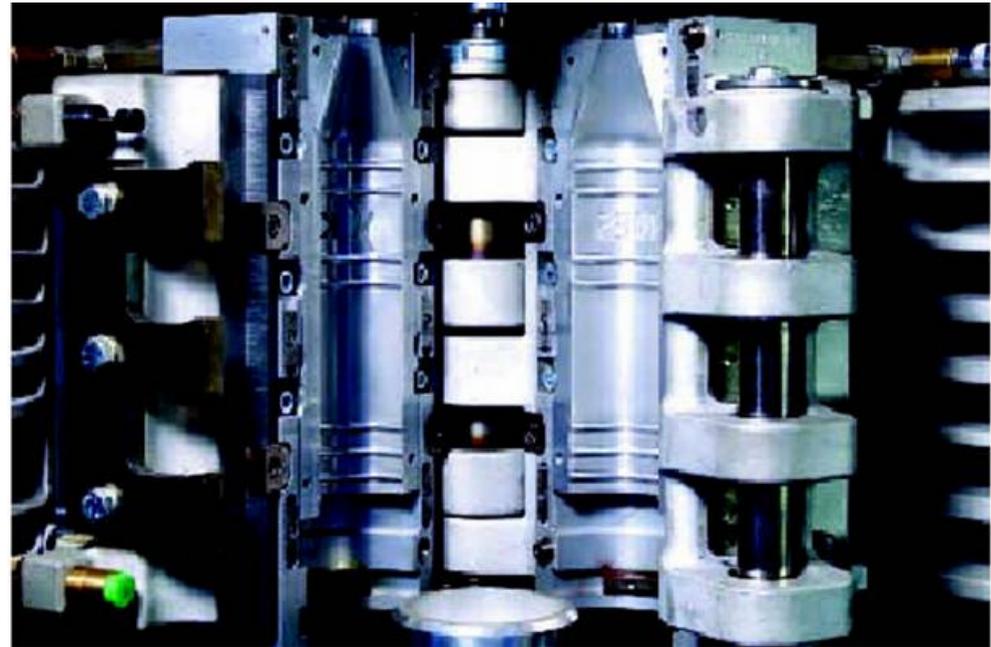
Fraunhofer Institut
Verfahrenstechnik
und Verpackung



Verarbeitungsverfahren: Streckblasen

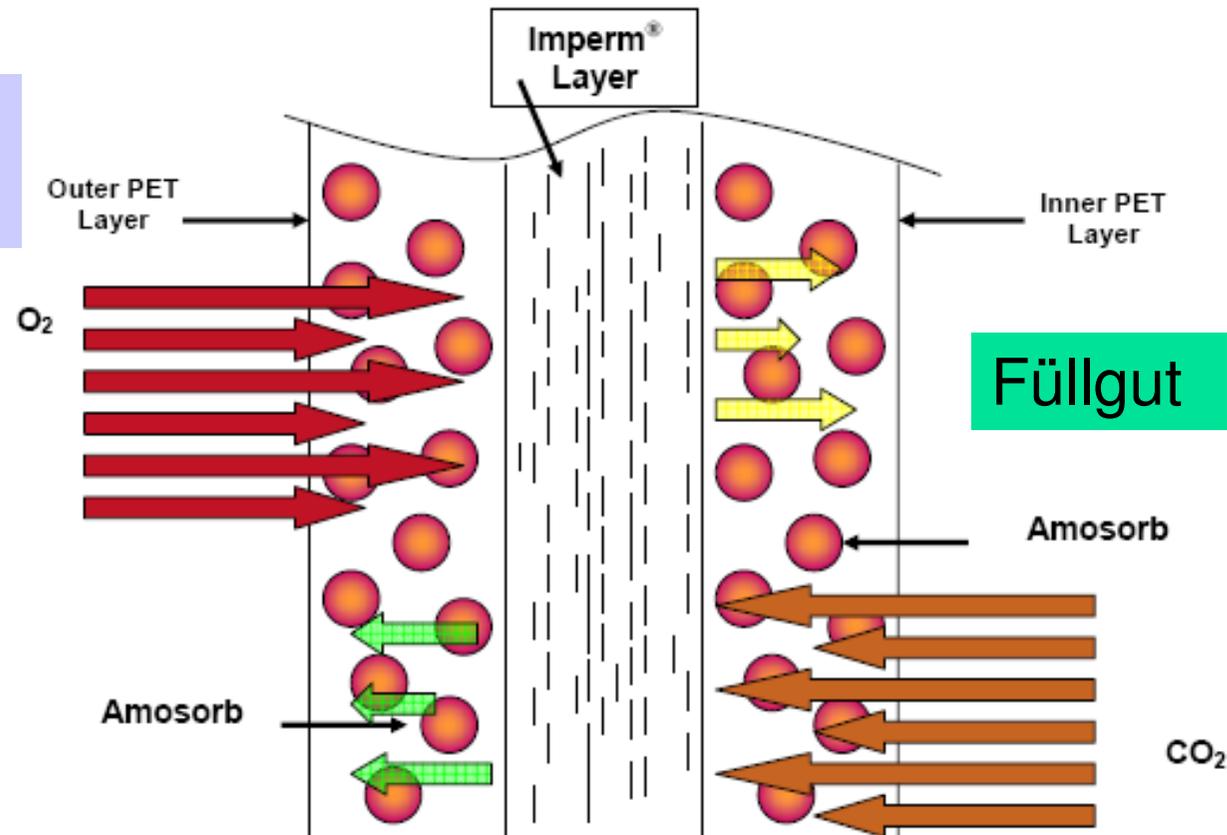
Streckblasen
von PET-
Flaschen.

Quelle:
Krones AG,
Neutraubling



Beispiel: Einbau von Polyamid-Nanocompositen und Sauerstoff-Absorbern in eine Behälterstruktur

Umgebungs-
atmosphäre



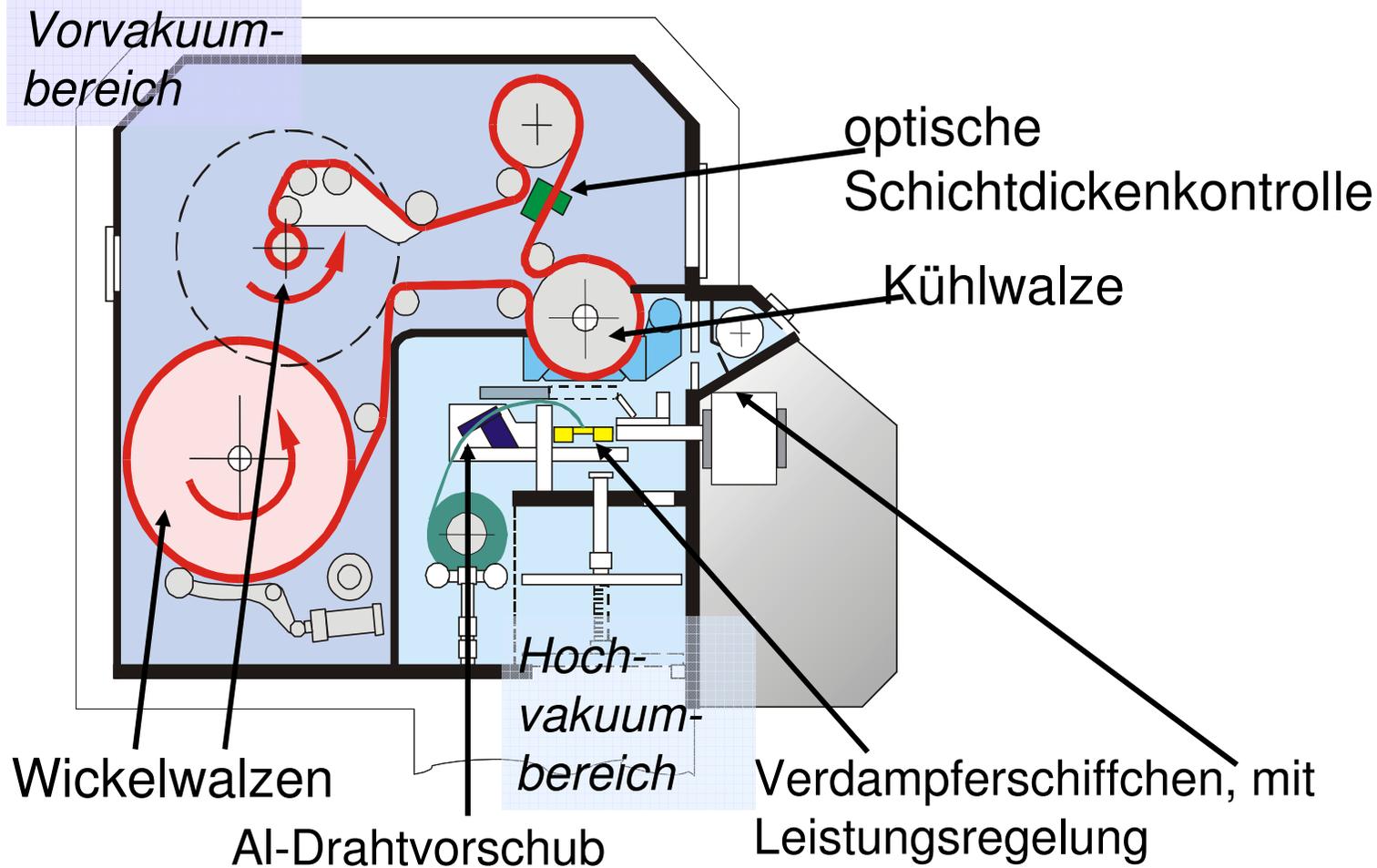
Quelle:
Maul, P.: Barrier Enhancement
Using Additives. In: Fillers,
Pigments and Additives for
Plastics in Packaging
Applications. Pira International
Conference Brüssel, Dezember
2005



Fraunhofer
Institut
Verfahrenstechnik
und Verpackung



Nanotechnologie auf Folien: Metallisierung mit Al



Quelle: Applied Films, Alzenau 

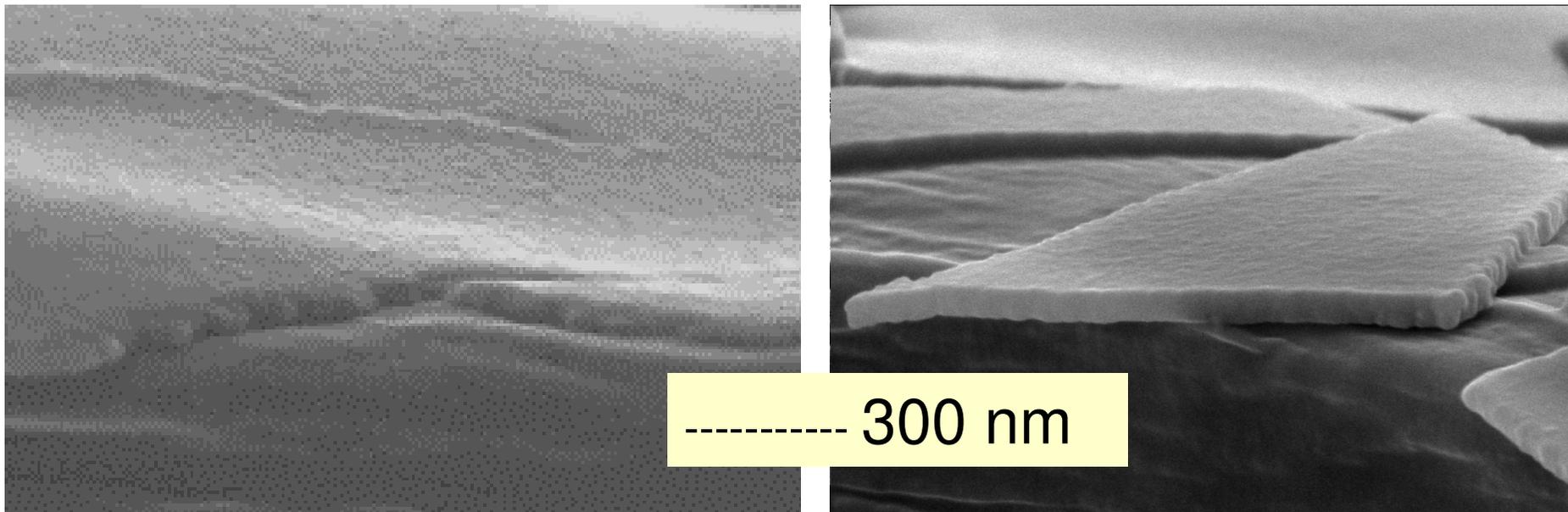


Fraunhofer Institut
Verfahrenstechnik
und Verpackung



Folienverbunde mit anorganischen Barrierematerialien

Cryo-Querbruchpräparationen, aufgenommen im hochauflösenden REM

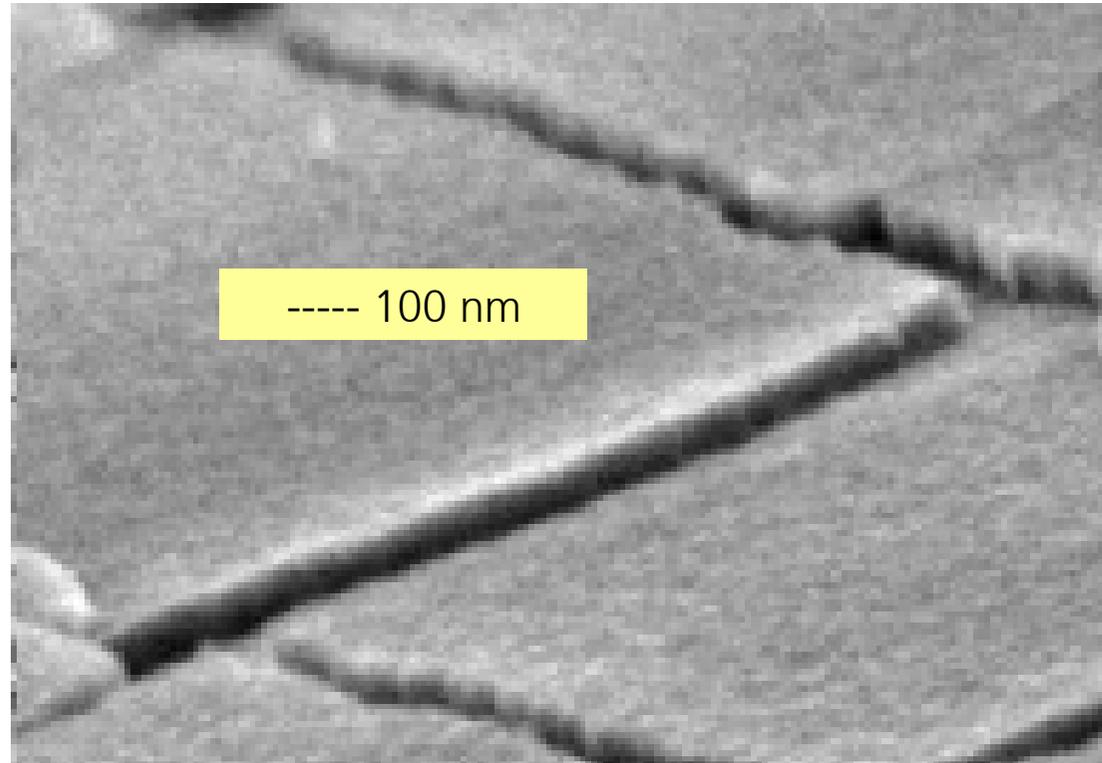


Al-Schicht, ca. 50 nm

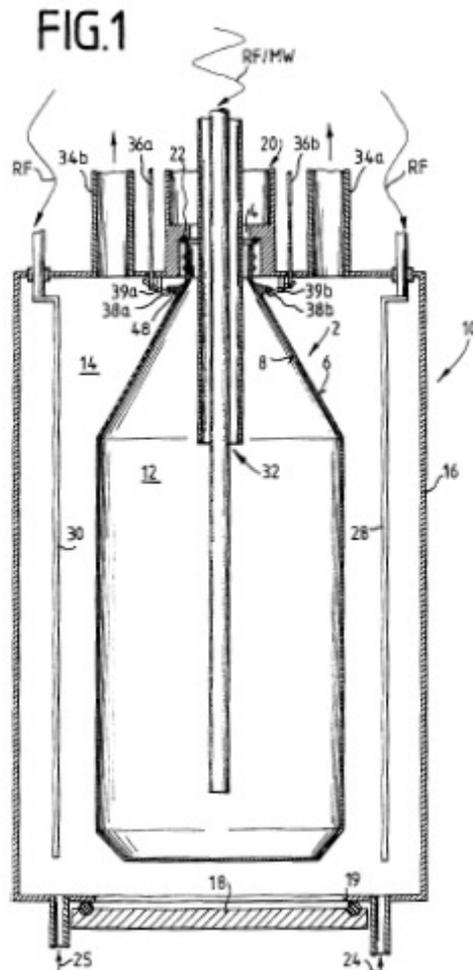
SiO_x-Schicht, ca. 60 nm

Rissbildung in dünnen Schichten

Risse in einer aufgedampften Schicht aus SiO_x , hervorgerufen durch starke Dehnungsbeanspruchung



Beschichtung von Behältern



EP 0 861 197 A2 (Applied Films)



Fraunhofer Institut
Verfahrenstechnik
und Verpackung



Packmittel und Lebensmittelkontakt

Packmittel	nanoskalige Funktionselemente / Verarbeitung	Funktion	Kontakt mit Lebensmittel	Wahrscheinlichkeit für den Übergang von Partikeln / Größe
Behälter	Schichtsilikatpartikel (Montmorillonit, ...) in Polyamid-Matrix, Coextrusion	Barriere	indirekt, über Zwischenschicht	niedrig / einige nm x einige μm
	dünne anorganische Barrierschichten (a-Si-O-C-H, a-C-H), innen durch PECVD aufgetragen		direkt	niedrig bis hoch, abhängig von Schichthaftung und Füllgut / 10...40 nm / x einige μm



Packmittel und Lebensmittelkontakt

Packmittel	nanoskalige Funktionselemente / Verarbeitung	Funktion	Kontakt mit Lebensmittel	Wahrscheinlichkeit für den Übergang von Partikeln / Größe
Verbundfolie	Schichtsilikatpartikel in polymerer Matrix, Coextrusion	Barriere	indirekt, über Zwischenschicht	niedrig / einige nm x einige μm
	s.o., Extrusion und Kaschieren			sehr niedrig /
	s.o., Lackieren und Kaschieren			einige nm x einige μm /
	dünne Schichten (PVD: Al, AlO_x , SiO_x), Kaschieren			30 ... 80 nm x einige μm



Mögliche zukünftige Anwendungsformen, relevant für den Lebensmittelkontakt

- Kohlenstoff-Nanoröhren, thermoplastisch in Polyester-Matrix eingearbeitet für verbesserte IR-Absorption und Wärmeleitung (Verkürzung der Zykluszeiten beim Streckblasen)
- Nanopartikel (z.B. Ag) für antimikrobielle Ausrüstung von Kunststoffoberflächen (Einarbeitung in Lacke und thermoplastische Kunststoffe)
- Nanopartikel (Schichtsilikate) für Sorption von Wasserdampf (Einarbeitung in Lacke und thermoplastische Kunststoffe)

Schlussfolgerungen und Prioritäten

Der Einsatz von Packstoffen mit nanoskaligen Funktionselementen ist schon lange Realität.

Die Freisetzung von Partikeln aus dünnen Schichten und polymeren Matrices und das Vorkommen von Partikeln in Lebensmitteln und Simulanzen wurde kaum untersucht.

Die Wissensbasis muss in den folgenden Gebieten deutlich vergrößert werden:

Schlussfolgerungen und Prioritäten

- i. Nachweis von praxisrelevanten Nanopartikeln in unterschiedlichen Lebensmittel-Matrices
- ii. Mechanismen der Delamination und Freisetzung von Partikeln bei dünnen anorganischen Barrierschichten
- iii. Bindung und Freisetzung bei praxisrelevanten Nanopartikeln in polymeren Matrices
- iv. Durchdringen von Partikeln durch Polymerschmelzen