

FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

1. Dezember 2020 || Seite 1 | 3

Vernetzung von PVC-Kunststoffen

Plasmabehandlung verringert Migration von Weichmachern aus Blutbeuteln

Medizinische Produkte wie Blutbeutel oder Schläuche werden häufig aus Weich-PVC hergestellt. Der Kunststoff enthält oft phthalathaltige Weichmacher, die im Verdacht stehen, gesundheitsschädigend zu sein. Da die Substanzen nicht chemisch mit dem Polymer verbunden sind, können sie in die Blutbeutel entweichen und so mit menschlichen Zellen in Berührung gelangen. Ein neues Verfahren des Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST verhindert, dass die schädlichen Substanzen in die Umgebung migrieren.

Weichmacher sind in vielen Alltagsgegenständen, aber auch in Medizinprodukten enthalten. Sie werden Polymeren hinzugefügt, um eine höhere Elastizität und Flexibilität des Materials zu erzielen. In Blutbeuteln und medizinischen Schläuchen wird häufig der PVC-Zusatzstoff DEHP (Diethylhexylphthalat) eingesetzt, der sich negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken kann. Die EU hat DEHP, das zur Substanzklasse der Phthalate gehört, als reproduktionstoxisch eingestuft. Aufgrund seiner fortpflanzungsschädigenden Eigenschaften darf der Weichmacher DEHP in der EU nicht ohne Zulassung verwendet werden. In Kosmetika oder Spielzeug ist die Substanz verboten. Dennoch ist sie nach wie vor im Weich-PVC enthalten, aus dem Blutbeutel bestehen.

»Weich-PVC enthält bis zu 40 Gewichtsprozent DEHP-Weichmacher. Da die Weichmachermoleküle nicht chemisch an das PVC gebunden sind, können sie in die Umgebung migrieren«, weiß Dr. Thomas Neubert, Wissenschaftler am Fraunhofer IST in Braunschweig. Der Physiker und seine Kollegen nutzen Atmosphärendruckplasmaverfahren, um die molekulare Struktur des Weichmachers an der Kunststoffoberfläche zu verändern und die Moleküle so miteinander zu vernetzen, dass die schädliche Substanz das vernetzte Gitter nicht passieren kann. »Wir erzeugen im Plasma reaktive Spezies und energiereiche UV-Strahlung, die in die PVC-Oberfläche eindringen. Hierdurch werden chemische Bindungen in den Weichmachermolekülen aufgebrochen, die sich dann mit den benachbarten Molekülen verbinden. Das so entstandene Netz bildet eine Schutzbarriere, die das DEHP nicht durchdringen kann«, erläutert Neubert. Das PVC selber wird nicht verändert, dessen mechanische Eigenschaften bleiben erhalten.

Barrierewirkung von 95 Prozent

In Tests konnten die Forscher nachweisen, dass sich die Migration der Weichmacher aus dem Weich-PVC um 95 Prozent reduzieren lässt. Zur Bestimmung der Barriere-

Kontakt

Janis Eitner | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de

Simone Kondruweit-Reinema | Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST | Telefon +49 531 2155-535 | Bienroder Weg 54 e | 38108 Braunschweig | www.ist.fraunhofer.de | simone.kondruweit-reinema@ist.fraunhofer.de

wirkung werden die behandelten PVC-Folien zwei Stunden in dem Lösungsmittel n-Decan gelagert, um die Menge der migrierten Weichmacher zu ermitteln. Um die Langzeitstabilität der Barrieren zu prüfen, wurden die behandelten Weich-PVC-Folien vier Monate lang an Luft gelagert. Das Ergebnis: Das erzeugte Molekül-Netz löst sich nicht auf, die Barrierewirkung von 95 Prozent bleibt erhalten. Für die Tests wurden PVC-Folien verwendet, aus denen Blutbeutel hergestellt werden. Die Ergebnisse lassen sich auch auf andere phthalathaltige Weichmacher wie TOTM (Tris(2-ethylhexyl)trimellitat) oder DINP (Diisononylphthalat) übertragen.

FORSCHUNG KOMPAKT

1. Dezember 2020 || Seite 2 | 3

Plasmabehandlung mit Atmosphärendruck

Doch wie funktioniert das Verfahren im Detail? Um die Migration der Weichmacher zu verhindern, verwenden Neubert und sein Team dielektrisch behinderte Entladungen bei Atmosphärendruck. Dabei wird die PVC-Folie zwischen zwei Metallelektroden mit einer dielektrischen Barriere positioniert, an die die Forscher jeweils eine hohe Wechselspannung mit mehreren 1000 Volt anlegen. In dem Gasspalt zwischen den Elektroden findet daraufhin eine dielektrische behinderte Gasentladung statt. »In dem entstandenen Plasma erzeugen wir kurzweilige UV-Strahlen, die die Weichmachermoleküle aufbrechen. Die Molekülfragmente wollen miteinander reagieren und vernetzen sich«, sagt Neubert. Als Prozessgas kommt reines, leicht ionisierbares Argon zum Einsatz, das relativ kostengünstig ist.

Die Plasmabehandlung mit Atmosphärendruck ist für Neubert das Mittel der Wahl, da die Methode wesentlich günstiger ist als Beschichtungsverfahren, die ebenfalls die Migration von Weichmachern verhindern könnten. »An die Beschichtungsverfahren werden hohe Anforderungen gestellt. Die Beschichtung muss sehr gut haften und flexibel sein. Darüber hinaus muss ein aufwändiger Zulassungsprozess für medizinische Produkte durchlaufen werden.« Derzeit arbeiten der Forscher und sein Team daran, das Verfahren industrietauglich zu machen und die Behandlungsgeschwindigkeit zu beschleunigen, um im Rolle-zu-Rolle-Verfahren mehrere Meter PVC-Folien pro Sekunde bearbeiten zu können.

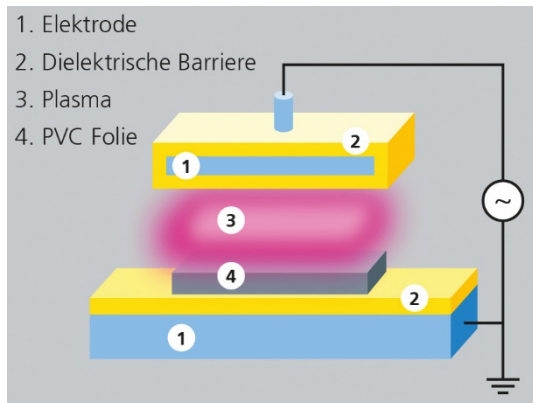


Abb. 1 Experimentelle Anordnung für die DBD-Behandlung (Dielectric Barrier Discharge) von PVD-Folien.

© Fraunhofer IST

FORSCHUNG KOMPAKT

1. Dezember 2020 || Seite 3 | 3

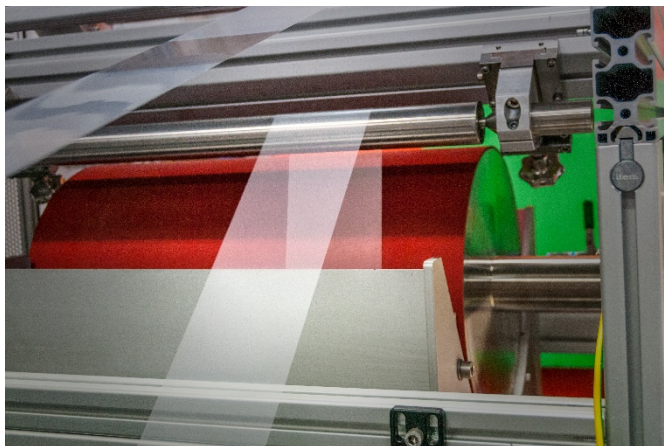


Abb. 2 Aldyne™-Anlage zur kontinuierlichen Rolle-zu-Rolle-Funktionalisierung, -Vernetzung und -Beschichtung.

© Fraunhofer IST