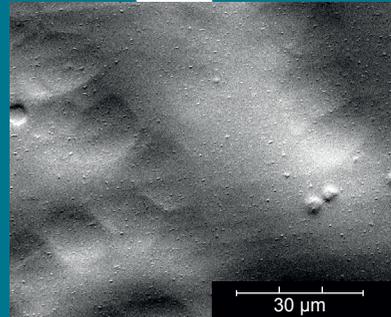


# Migrationsbarriereschichten auf Weich-PVC



© romaset / stock.adobe.com



© Fraunhofer IFAM

Kooperations-  
partner:



Plasmabeschichtung bei Atmosphärendruck  
zur Erhöhung der Verwendungsdauer  
von Folien aus Weich-PVC

Christian Eck, Uwe Lommatzsch, Oliver Tröppner, Gerrit Wulf, Jan Werner, Eduard Kraus,  
Thomas Hochrein, Martin Bastian

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum (Herausgeber)

# **Migrationsbarriere- schichten auf Weich-PVC**

Plasmabeschichtung bei Atmosphärendruck zur  
Erhöhung der Verwendungsdauer von Folien aus  
Weich-PVC

1. Auflage



SKZ – Forschung und Entwicklung

**SKZ – Das Kunststoff-Zentrum (Hrsg.)**

**Migrationsbarriereschichten auf Weich-PVC**

Plasmabeschichtung bei Atmosphärendruck zur Erhöhung der  
Verwendungsdauer von Folien aus Weich-PVC

Shaker Verlag  
Düren 2021

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Die Autoren:

Christian Eck  
Dr. Uwe Lommatzsch  
Dr. Oliver Tröppner  
Gerrit Wulf  
Dr. Jan Werner  
Dr. Eduard Kraus  
Dr. Thomas Hochrein  
Prof. Dr. Ing. Martin Bastian

Copyright Shaker Verlag 2021

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-8202-9

ISSN 2364-754X

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren  
Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9  
Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## Danksagung

Das Vorhaben 20195 N der Forschungsvereinigung Fördergemeinschaft für das Süddeutsche Kunststoff-Zentrum e.V. (FSKZ) wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Unterstützt durch den projektbegleitenden Ausschuss:

Baerlocher GmbH	LCS Belgium bvba
C. H. Müller GmbH	Omya AG
Continental AG	Plasmatrete GmbH
Deceuninck Germany GmbH	Platos GmbH
Durante & Vivan Spa	Profine GmbH
Elbtal Plastics GmbH & Co. KG	Rehau AG + Co
Freudenberg Technology Innovation SE & Co. KG	Remmers Gruppe AG
FUX Maschinenbau u. Kunststofftechnik GmbH	Renolit SE
Gütegemeinschaft Kunststoff- Fensterprofilsysteme e.V.	Robert Bosch GmbH
H.B. Fuller Deutschland GmbH	Rocholl GmbH
IKA Innovative Kunststoffaufbereitung GmbH & Co. KG	Salamander Industrie-Produkte GmbH
Inovyn Deutschland GmbH	Schüco International KG
Jowat SE	Sonderhoff Chemicals GmbH
Klebsysteme M. G. Becker GmbH & Co. KG	Tantec GmbH
	Tigres GmbH
	Urban GmbH & Co. Maschinenbau KG
	VEKA AG
	W. P. R Srl



## **Kurzfassung**

Folien aus Weich-PVC bzw. mit Weich-PVC-Komponenten werden in vielen Anwendungsfeldern eingesetzt. Beispiele sind die Folierung von Küchenfronten, Kunstleder-Verblendungen im Automobil-Innenbereich oder die Veredelung von Bauprodukten aus Hart-PVC (Fensterprofile, Haustürfüllungen etc.). Eine erhebliche Einschränkung erhält der Einsatz von Weich-PVC durch die darin enthaltenen Additive, die mit zunehmender Lager- bzw. Nutzungsdauer an die Oberfläche migrieren und dort zu Haftungs- und Materialproblemen führen können. Dies kann sich z. B. in einer Schwächung der Klebverbindung oder in einer Versprödung des PVC äußern.

Zur Erhöhung der Nutzungsdauer wurden Weich-PVC-Folien mittels Atmosphärendruck-Plasmen aktiviert und beschichtet. Dazu wurden geeignete organische und siliziumorganische Precursoren abgeschieden und die Schichten hinsichtlich ihrer Sperrwirkung gegenüber Weichmacher-Migration beurteilt. Es konnte gezeigt werden, dass durch simultane Plasma-Polymerisation (Co-Polymerisation) von zwei Precursoren Schichten abgeschieden werden können, welche die Migration von Additiven behindern und die Klebeignung positiv beeinflussen.

Die im Projekt erarbeiteten Grundlagen führen zu einer längeren und vereinfachten Lagerhaltung der PVC-Folie, einer höheren Prozesssicherheit beim Einsatz (Kaschieren) und erhöhen die Lebenszeit, da die Materialeigenschaften länger erhalten bleiben.



## **Abstract**

Films made of plasticized PVC or with plasticized PVC components are used in many applications. Examples are the laminating of kitchen fronts, artificial leather in automotive interiors or the finishing of construction products made of rigid PVC (window profiles, front door panels, etc.). The use of plasticized PVC is considerably limited by the containing additives, which continuously migrate to the surface with increasing storage and can lead to adhesion and material problems there. This can result, for example, in degradation of the adhesive joint or in embrittlement of the PVC.

In this work atmospheric pressure plasma technology was used to activate and coat plasticized PVC products by depositing suitable organic and organosilicon precursors and evaluating their barrier effect against plasticizer migration. It was shown that simultaneous plasma polymerization (co-polymerization) of two precursors can deposit layers that inhibit the migration of additives and have a positive effect on adhesion properties.

The basic principles developed in the project may lead to a longer and simplified storage of the PVC film, a higher process reliability during manufacturing (laminating) and an increased lifetime, since the material properties are retained for longer.



<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Anlass für das Forschungsvorhaben .....	1
1.2	Problemstellung .....	1
1.3	Zielsetzung.....	2
<b>2</b>	<b>Stand der Technik.....</b>	<b>3</b>
2.1	Kaschieren mit Weich-PVC-Folien und aktuelle Problemstellungen .....	3
2.2	Additive in Weich-PVC.....	3
2.3	Adhäsion auf Weich-PVC .....	4
2.4	Verfahren zur Migrationsverhinderung auf Weich-PVC.....	5
<b>3</b>	<b>Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion.....</b>	<b>8</b>
4.1	Materialdefinition und -charakterisierung .....	8
4.2	Qualitative und quantitative Analyse des Migrationsverhaltens .....	11
4.3	Vorbehandlung der PVC-Folie .....	21
4.4	Abscheidung einer haftvermittelnden Barrierschicht .....	29
4.5	Analyse des Migrationsverhaltens .....	36
4.6	Einfluss der Beschichtung auf die Lagerdauer von PVC-Folie.....	40
4.7	Einfluss der Beschichtung auf die Beständigkeit der Kaschierung .....	42
4.8	Prüfung auf anwendungsnahe Eignung .....	47
4.8.1	Kompatibilität der Beschichtungen mit Folgeprozessen.....	47
4.8.2	Schichtintegrität bei Lagerung auf der Rolle.....	52
4.9	Ökonomische und ökologische Betrachtungen.....	59
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>67</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>69</b>
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>71</b>