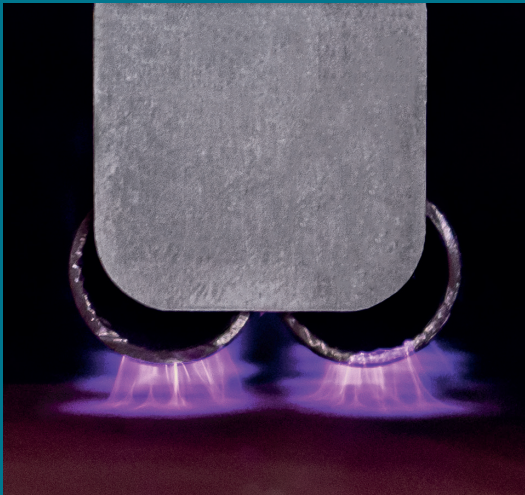


Vorbehandlung von Biofolien zu antimikrobiell wirksamen Elektreten



Elektret-Folien für Verpackungsanwendungen

David Herbig, Markus Ahrens, Michael Heilig, Nina Zuber, Eduard Kraus, Petra Mela,
Thomas Hochrein, Martin Bastian

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum (Herausgeber)

Vorbehandlung von Biofolien zu antimikrobiell wirksamen Elektreten

Elektret-Folien für Verpackungsanwendungen

1. Auflage

SKZ – Forschung und Entwicklung

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum (Hrsg.)

**Vorbehandlung von Biofolien zu
antimikrobiell wirksamen Elektreten**

Elektret-Folien für Verpackungsanwendungen

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:

David Herbig
Markus Ahrens
Michael Heilig
Nina Zuber
Dr. Eduard Kraus
Dr. Thomas Hochrein
Prof. Dr. Petra Mela
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 978-3-8440-8206-7

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 • E-Mail: info@shaker.de

Danksagung

Das Vorhaben 20110 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

Die Forschungseinrichtung SKZ - KFE gGmbH und die Technische Universität München danken dem BMWi und der AiF für die Förderung sowie der Forschungsvereinigung für die Unterstützung bei der Durchführung des Vorhabens.

Darüber hinaus danken wir den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses für die Unterstützung bei der Bearbeitung des Projektes und für die konstruktive Diskussion zu diversen Fragestellungen:

AGRANA Research & Innovation Center GmbH	PINK GmbH Thermosysteme
AöL e.V.	Plasmatrete GmbH
Bonduelle Deutschland GmbH	Polifilm Extrusion GmbH
Brugger Feinmechanik GmbH	ppg > holding GmbH
Diener electronic GmbH + Co. KG	Robert Bosch GmbH
European Bioplastics e.V.	Südpack Verpackungen GmbH + Co. KG
FKuR Kunststoff GmbH	TIGRES GmbH
Hermann Ultraschall-technik GmbH & Co. KG	Verpa Folie Weidhausen GmbH
Krüss GmbH	WALDNER Holding GmbH & Co. KG
	Zeisberger Süd-Folie GmbH

Kurzfassung

Das vorliegende Projekt untersuchte die antimikrobielle Wirkung von Elektreten auf Biokunststofffolien für Verpackungsanwendungen. Ziel war es eine intrinsisch antimikrobiell wirksame Verpackung durch Vorbehandlung der Folienoberflächen zu entwickeln. Auch die Langzeitstabilität des Elektret-Effekts auf den Biopolymeren sowie der Einfluss der Vorbehandlung auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften wurden analysiert.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden fünf verschiedene Biokunststofffolien (zwei Polylactid-, zwei Polyethylen- mit niedriger Dichte und eine Copolyester-Folie) mit unterschiedlichen Vorbehandlungsmethoden (Corona, Atmosphärendruck- und Niederdruckplasma) aktiviert. Es zeigte sich, dass nur die Behandlung der Folien mittels Corona zu einer Steigerung des Oberflächenpotentials und somit zur Elektretbildung führt. Bei der Durchführung der mikrobiologischen Versuche stellte sich jedoch heraus, dass kein reproduzierbarer antimikrobieller Effekt durch die auf den Folien aufgetragenen Elektrete erzeugt werden konnte. Außerdem zeigte sich, dass die Vorbehandlung der verwendeten Biokunststofffolien durch Corona nur einen geringen Einfluss auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Folien hat.

Abstract

The present research project investigated the antimicrobial effect of electrets on bioplastic films for packaging applications. The aim was to develop an intrinsically antimicrobial packaging by pretreating the film surfaces. The long-term stability of the electret effect on the biopolymers and the influence of the pretreatment on the physical and chemical properties were also analyzed.

During the investigations, five different bioplastic films (two polylactide, two low-density polyethylene and one copolyester film) were activated using different pretreatment methods (corona, atmospheric-pressure plasma and low-pressure plasma). It was found that only treatment of the films by corona led to an increase in surface potential and thus to electret formation. However, when conducting the microbiological experiments, it was found that no reproducible antimicrobial effect could be produced by the electrets applied to the films. It was also found that the pretreatment of the bioplastic films used by corona had only a minor effect on the physical and chemical properties of the films.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Anlass für Forschungsvorhaben.....	1
1.2	Problemstellung.....	1
1.3	Zielsetzung.....	1
2	Stand der Technik.....	3
2.1	Biokunststoffe.....	3
2.1.1	Polylactid.....	4
2.1.2	Low-Density Polyethylen.....	5
2.1.3	Copolyester.....	6
2.2	Antimikrobielle Verpackungen.....	6
2.3	Elektrete.....	8
2.3.1	Definition und Aufbau von Elektreten.....	8
2.3.2	Herstellungsmethoden von Elektreten.....	11
2.3.3	Wechselwirkungen von Elektreten.....	13
2.4	Zulassung von Lebensmittelverpackungen.....	16
3	Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels.....	18
4	Durchgeführte Arbeiten.....	19
4.1	Verwendete Folien.....	19
4.2	Oberflächenvorbehandlungsmethoden.....	19
4.2.1	Coronaentladung mittels Wechselspannung.....	19
4.2.2	Coronaentladung mittels Gleichspannung.....	20
4.2.3	Niederdruckplasma.....	21
4.2.4	Atmosphärendruckplasma.....	22
4.3	Analysemethoden.....	22
4.3.1	Kontaktwinkelmessung.....	22
4.3.2	Dynamische Differenzkalometrie.....	23
4.3.3	Elektrostatik.....	24
4.3.4	Gasdurchlässigkeit.....	26
4.3.5	Rauheit und Oberflächentopografie.....	27
4.3.6	Röntgen-Photoelektronen-Spektroskopie.....	27
4.3.7	Fourier-Transformations-Infrarot-spektroskopie.....	27
4.4	Schweißversuche.....	27

4.4.1	Wärmekontaktschweißen	28
4.4.2	Ultraschallschweißen	29
4.5	Mechanische Prüfungen	30
4.5.1	Zugeigenschaften	30
4.5.2	Charakterisierung der Schweißnaht	30
4.6	Langzeitstabilität	31
4.7	Mikrobiologische Untersuchungen	32
4.7.1	Überprüfung der antimikrobiellen Wirkung von Elektreten	32
4.7.2	Obst- und Gemüseversuch	33
4.8	Toxikologische Untersuchungen	33
5	Diskussion der Ergebnisse	35
5.1	Charakterisierung der Folien	35
5.1.1	Ermittlung der Oberflächenenergie	35
5.1.2	Bestimmung der Oberflächenrauheit	36
5.1.3	Dynamische Differenzkalorimetrie	37
5.1.4	Röntgen-Photoelektronen-Spektroskopie	38
5.1.5	Fourier-Transformations-Infrarot-spektroskopie	40
5.1.6	Zugeigenschaften	42
5.1.7	Gasdurchlässigkeit	44
5.2	Oberflächenvorbehandlung der Folien	45
5.2.1	Auswahl geeigneter Vorbehandlungsverfahren	45
5.2.2	Ermittlung und Auswahl von Vorbehandlungsparametern	47
5.2.3	Stabilität der Oberflächenvorbehandlung	51
5.3	Einfluss der Vorbehandlung auf die Folieneigenschaften	57
5.3.1	Bestimmung der Oberflächenrauheit	57
5.3.2	Röntgen-Photoelektronen-Spektroskopie	59
5.3.3	Fourier-Transformations-Infrarot-spektroskopie	61
5.3.4	Zugeigenschaften	63
5.3.5	Gasdurchlässigkeit	66
5.3.6	Siegelnahtfestigkeit	67
5.4	Mikrobiologische Untersuchungen	73
5.4.1	Antimikrobielle Untersuchungen	75
5.4.2	Obst- und Gemüseversuch	79

5.4.3	Toxizitätsuntersuchungen.....	80
5.5	Bewertung der Oberflächenaktivierung.....	81
5.6	Elektretverpackungskonzeption und Verifikation	82
6	Zusammenfassung	85
6.1	Oberflächenvorbehandlungsmethoden	85
6.2	Langzeitstabilität.....	85
6.3	Analysemethoden.....	86
6.3.1	Kontaktwinkelmessungen.....	86
6.3.2	Gasdurchlässigkeit.....	86
6.3.3	Rauheit und Oberflächentopografie	86
6.3.4	Chemische Analyse	87
6.4	Schweißversuche	87
6.5	Zugeigenschaften	87
6.6	Mikrobiologische Untersuchungen.....	87
6.7	Toxikologische Untersuchungen	88
6.8	Fazit	88
7	Abbildungsverzeichnis	90
8	Literaturverzeichnis	96
9	Anhang.....	102