



Fraunhofer Institut  
Elektronenstrahl- und  
Plasmatechnik

# Lineare Plasmaquelle zur Inline-Vorbehandlung in Vakuum-Beschichtungsanlagen

## Inline Vorbehandlung von Kunststoff-Folie

... gewinnt in industriellen Beschichtungsprozessen zunehmend an Bedeutung. Einerseits werden bei der Entwicklung neuer Produkte eine Vielzahl von neuartigen Kunststoff-Substraten für die Beschichtung eingesetzt. Andererseits werden zur Senkung von Herstellungskosten verstärkt alternative Materialien in Betracht gezogen - häufig mit nachteiligen Oberflächeneigenschaften für die Beschichtung. Bei vakuumgestützten Beschichtungsverfahren werden geeignete Modifizierungen durch den Einsatz von Plasmatechnologien erreicht, um z.B. eine gute Haftung der Schichten auf der Folie zu gewährleisten.



# Effiziente und zuverlässige Plasmaquellen

... sind häufig nicht verfügbar. Vielversprechende Prinzipien sind zum Teil technisch ungenügend ausgereift oder weisen im industriellen Einsatz keine ausreichende Leistungsfähigkeit auf. Mit WEBTREATER - einer gemeinsamen Entwicklung<sup>\*)</sup> des Fraunhofer Instituts für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik und der Firma Unitec Helmsdorf GmbH - existiert eine Plasmaquelle, die bereits in zahlreichen Industrie-Projekten erfolgreich eingesetzt wurde.

## Der WEBTREATER

... ist eine lineare Plasmaquelle, basierend auf einer magnetfeldverstärkten Hochfrequenz-Entladung. Im Vergleich mit Gleichstrom-Entladungen zeichnen sich diese durch eine höhere Ladungsträgerdichte (Plasmadichte) aus. Die Verwendung magnetischer Felder führt zu einer weiteren Steigerung der Ladungsträgerdichte aufgrund der effizienteren Umsetzung von elektrischer Energie im Plasma. Die spezielle Entladungsgeometrie führt zur Ausbildung einer Selbstbias-Spannung an genau der Elektrode, an der die Folie vorbeigeführt wird. Der dadurch hervorgerufene zusätzliche Ionenbeschuß auf die Folienoberfläche verstärkt die vorhandene Wirkung des Plasmas beträchtlich.

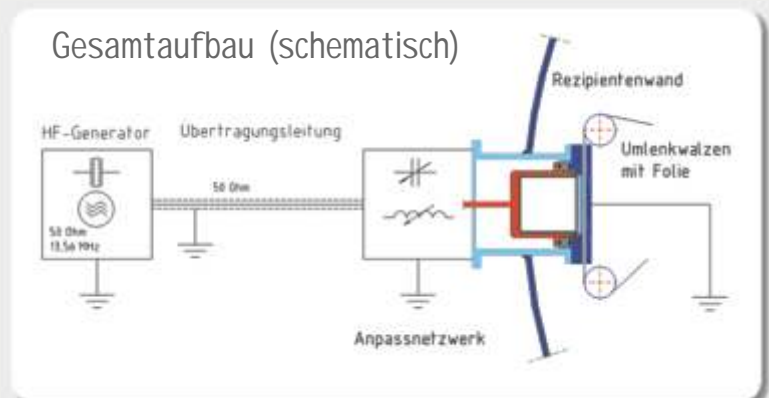
Da die Folie in unmittelbarer Nähe des Plasmas vorbeigeführt wird, erfolgt eine sehr effiziente Nutzung der durch das Plasma bereitgestellten nutzbaren Wirkungen. Damit ist der WEBTREATER hervorragend für die Vorbehandlung bei hohen Bandgeschwindigkeiten geeignet.



## Kundenorientierte Lösungen

... sind das Credo der Firma Unitec Helmsdorf GmbH. In enger Abstimmung mit dem Kunden wird eine Lösung entworfen, die sowohl dem Design der Anlage als auch den Anforderungen des Prozesses gerecht wird. Ausgehend von einer Grund-konfiguration werden die Elemente der Plasmaquelle kundengerecht dimensioniert.

In Machbarkeitsstudien können sich Kunden von der Eignung der Plasmaquelle für den gewünschten Prozeß überzeugen. Die Versuche erfolgen am Fraunhofer Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik an einem Prototypen unter industrienahen Bedingungen in einer Bandbeschichtungsanlage mit Folienbreiten bis zu 500 mm und Bandgeschwindigkeiten bis 10 m/s.



<sup>\*)</sup> Gefördert im Rahmen der Technologieförderung mit Mitteln des europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2000 - 2006 und mit Mitteln des Freistaates Sachsen

# Kenndaten und Prozessparameter

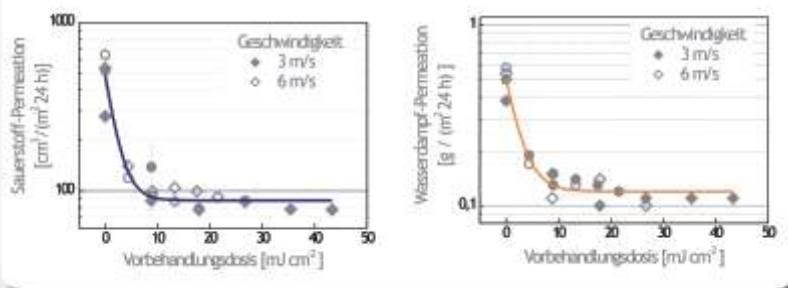
Abmessungen	Kundenspezifisch <sup>*)</sup>
Einbau- möglichkeiten	- Rezipientenwand - Kühlwalze - Umlenkrolle
Arbeitsgase	Ar, He, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> . . .
Prozessdruck	0,1 Pa bis 1 Pa

\*) Typischerweise etwa 250 mm x 250 mm x *Breite* (entsprechend den Anforderungen des Kunden), zur Zeit können Plasmaquellen bis 650 mm Breite gefertigt werden, aktuell läuft die Entwicklung für die Skalierung auf über 1000 mm. Die konkreten Abmessungen richten sich nach der gewünschten Einbauvariante.

## Effekte der Vorbehandlung

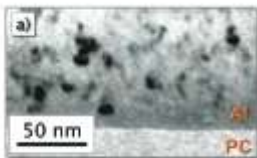
Primär wird die Verbesserung der Schichthaftung angestrebt. Darüber hinaus führt das optimale Schichtwachstum auf einer sauberen (adsorbatfreien) Oberfläche zu einer erhöhten Schichtqualität, d.h. zu Schichten mit verbesserten funktionellen Eigenschaften, wie Untersuchungen an aufgedampften Aluminium-Schichten gezeigt haben:

Einfluß der Inline-Vorbehandlung auf die Barriere-Eigenschaften  
Beispiel: 17 µm BOPP beschichtet mit 20 nm Al



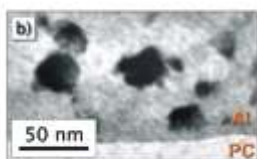
- Verbesserung der Permeationsbarriere durch optimales Schichtwachstum auf vorbehandelten Oberflächen durch geringe Defektdichten und ein dichteres Schicht-Substrat-Interface.

Die Permeationsbarriere gegenüber Sauerstoff wird im Fall von BOPP - bei gleichbleibender Schichtdicke - um eine Größenordnung erhöht!



Veränderung der Schichtstruktur  
TEM-Querschnitt von Al-Schichten

a) Al auf unvorbehandelter PC-Oberfläche bildet kleine Kristallite (schwarz) aus.



b) Al auf inline-vorbehandelter PC-Oberfläche zeigt verbessertes Schichtwachstum mit größeren Kristalliten.

- Verbesserung der Leitfähigkeit metallischer Schichten durch die Verhinderung oxidischer Zwischenschichten an der Substratoberfläche
- Verbesserung der Leitfähigkeit metallischer Schichten durch eine verringerte Streuung von Elektronen an Korngrenzen innerhalb der Schicht

Die elektrische Leitfähigkeit von Al-Schichten erhöht sich - bei gleicher Schichtdicke - um bis zu 30%!

## Ihre Ansprechpartner

Technische Beratung, Fertigung und Verkauf



Unitec Helmsdorf GmbH  
Fabrikstrasse 21  
01833 Stolpen OT Helmsdorf

Dipl. Ing. Torsten Lindner  
Tel. +49 35973 281 85  
Fax +49 35973 281 51  
E-Mail [Torsten.Lindner@unitec-helmsdorf.de](mailto:Torsten.Lindner@unitec-helmsdorf.de)

Wissenschaftliche Beratung und Machbarkeitsstudien



Fraunhofer  
Institut  
Elektronenstrahl- und  
Plasmatechnik

Winterbergstrasse 28  
01277 Dresden

Dr. rer. nat. Rolf Rank  
Tel. +49 351 2586 148  
Fax +49 351 2586 55 148  
E-Mail [rank.r@fep.fraunhofer.de](mailto:rank.r@fep.fraunhofer.de)