

1 Mikrowelle-Plasma-Anlage  
(großflächig).

## PLASMABESCHICHTUNGEN AUF METALLEN, GLAS UND KERAMIK

### Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal

Ansprechpartner

Dr. Rudolf Emmerich  
Telefon +49 721 4640-460  
rudolf.emmerich@ict.fraunhofer.de

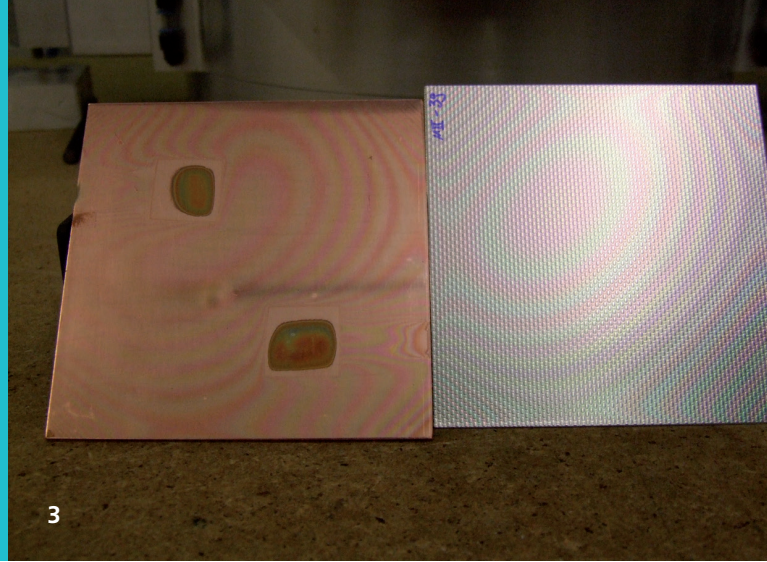
[www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de)

Mit dem Plasmabeschichtungsverfahren der Plasma Chemical Vapour Deposition PCVD können die Oberflächen der verschiedensten Materialien mit dünnen Funktionsschichten ausgestattet werden, welche die Eigenschaften oder die Gebrauchsfähigkeit der Bauteile wesentlich verbessern. Obwohl der Schichtbildungsprozess nur wenig mit klassischen Polymerisationsprozessen gemeinsam hat, es können auch gesättigte chemische Verbindungen prozessiert werden, wird das Verfahren als »Plasmapolymerisation« bezeichnet. Hierbei werden Gase und unter Vakuumbedingungen leicht verdampfbare Stoffe durch ein Plasma so angeregt, dass sie sich als dünne Schichten auf den Substraten niederschlagen. Dadurch werden Oberflächen mit neuen Eigenschaften geschaffen, die häufig durch konventionelle Beschichtungsverfahren so nicht hergestellt werden können:

- hydrophil bis hydrophob
- korrosionsfest
- wischfest und kratzfest
- reibarm
- semipermeabel
- biokompatibel
- Anti-Fingerprint
- diffusionsdicht (Gase, Ionen)
- isolierend und überschlagsfest
- einstellbarer Brechungsindex
- nanoporöse Haftsichten

### Vorteile der Plasmaverfahren

- Sie sind umweltfreundlich und ressourcenschonend.
- Sie lassen sich gut mit anderen Vakuumverfahren (Aufdampfen, Sputtern, Plasma-vorbehandlung, Plasmafeinreinigung) kombinieren.
- Sie ermöglichen eine gezielte Oberflächenbeschichtung von thermoplastischen Kunststoffen.



## Ergebnisse

- hohe Beschichtungsraten von bis zu 20 µm/min
- großflächige Beschichtung (0,5 qm) mit einer guten Schichtdickenverteilung (~ +/-10 %)
- gute Haftung auf den meisten Substratmaterialien, auch unter extremen Belastungen
- temperaturstabile und dichte Schutzschichten
- Schichten sind hoch transparent (~96 %) und klar (0,5 – 1 % haze)
- sehr gute Beständigkeit gegen Chemikalien (Säuren, Lösemittel, Reinigungsmedien, Treibstoffe und Nahrungsmittel)
- geringe Temperaturbelastung des Substrats (ca. 50 bis 70 Grad/min)
- gezielte Einstellung der Oberflächenenergie/Benetzung
- Kosten: etwa 10-15 €/m<sup>2</sup>

Damit sind einige grundlegende Anforderungen an ein wirtschaftliches Beschichtungsverfahren gegeben. Eine Laboranlage mit einer Beschichtungsfläche von ca. 0,5 m<sup>2</sup> steht zur Verfahrensaufskalierung zur Verfügung.

## Anwendungsbereiche

### Temperaturstabile Korrosionsschutzschichten auf Metallen

Korrosionsschutzschichten für feuchtigkeits- und oxidationsempfindliche Metallschichten werden schon seit vielen Jahrzehnten

mittels PCVD-Beschichtung aus Siloxanen hergestellt. Werden zusätzlich Härte und Temperaturstabilität, wie zum Beispiel der Schutz vor Oxidation bei hohen Temperaturen, dem sogenannten »Anlaufen« verlangt, so empfiehlt sich der Einsatz von Kratzfestbeschichtungen.

Um eine gute Haftung zum Metall zu erreichen, muss mit einer speziellen Plasmavorbehandlung gearbeitet werden, besonders bei der Oxidation empfindlicher Metalle, wie zum Beispiel Kupfer oder Messing.

Kupfer- und Edelstahlbleche (Dicke ca. 3 mm) wurden nach angepassten Plasmavorbehandlungsschritten mit etwa 5 µm dicken PCVD-Kratzestschichten versehen. Nach Auslagerung bei 450 °C für 1 Stunde zeigten sie weder eine Verfärbung noch Rissbildung und sie behielten ihre Härte bei.

### Barriereschichten auf Glas

Zum Schutz von Funktionsschichten, wie zum Beispiel TCO- oder photokatalytischen Titanoxidschichten gegen die störende Eindiffusion von Na-Ionen aus dem Glas können durch den Hochrate-PCVD-Prozess relativ kurze Beschichtungszeiten für die SiO<sub>2</sub>-Schichten realisiert werden. Das Prinzip dieser Art Mikrowellen-Quellen ermöglicht lineare Plasmaquellen von mindestens 4 m Länge. Bei der Beschichtung von Solarzellen mit AR-Schichten aus Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> sind diese Plasmaquellen mit 2 m Länge schon seit Jahren im Produktionseinsatz.

## Isolatorschichten auf Metall und Keramik

Die außergewöhnlich hohen Beschichtungsraten von mehreren µm/min und die Dichte der quarzähnlichen Schichten erlauben eine wirtschaftliche Herstellung relativ dicker Isolatorschichten für überschlagsfeste Bezüge von metallischen und keramischen Bauteilen, zum Beispiel von Dichtungsringen für Motoren.

## Unser Leistungsangebot

- Entwicklung von Plasmaprozessen nach Spezifikation des Kunden
- Überprüfung spezifischer Produkteigenschaften mit entsprechenden Testverfahren
- Umfassende Analytik, fachliche Beratung, Literatur- und Patentrecherchen
- Upscaling bis zum Aufbau von Demonstratoren

**2** Großes Edelstahlblech (80 cm x 50 cm) in der Laborbeschichtungsanlage.

**3** Bleche aus Kupfer (links) und Edelstahl (rechts) nach Auslagerung in einem Ofen (450 °C für 1 Stunde). Nicht beschichtete Bereiche sind oxidiert (schwarzes Kupferoxid).