



## KRISTALLINE TITANDIOXID-SCHICHTEN EIN MATERIAL MIT VIELEN ANWENDUNGEN

### Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronen- strahl- und Plasmatechnik FEP

Winterbergstr. 28  
01277 Dresden

Ansprechpartner

Dr. Heidrun Klostermann  
Telefon +49 351 2586-367  
heidrun.klostermann@fep.fraunhofer.de

Dr. Daniel Glöß  
Telefon +49 351 2586-374  
daniel.gloess@fep.fraunhofer.de

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

Titandioxid, ein chemisch stabiles und biologisch unbedenkliches Material, wird in zahlreichen Anwendungen eingesetzt. In der Medizin ist Titan die erste Wahl bei Implantaten und Endoprothesen sowie bei hochwertigen Instrumenten. Dies liegt nicht zuletzt an der passivierenden Oxidschicht, welche sich unter atmosphärischen Bedingungen an der Oberfläche ausbildet. Diese native Oxidschicht ist als solche bioinert, verhält sich also passiv im Kontakt mit organischer Materie. Will man dem Material darüber hinaus funktionale Vorteile abringen, muss man sich bestimmten kristallinen Modifikationen zuwenden.

Kristalline Titanoxid-Schichten können durch Beleuchtung mit UV-Licht oder Tageslicht aktiviert werden und weisen dann superhydrophile Eigenschaften auf, das heißt eine perfekte Benetzbarkeit mit Wasser. Eine Hydrophilierung wird bereits durch kurzzeitige UV-Aktivierung erreicht und hält mehrere Stunden an. Dadurch können Verarbeitungsschritte vorbereitet und Oberflächeneigenschaften temporär verändert werden, ohne

dass eine Simultanität der Bestrahlung erforderlich ist. So befördert die Aktivierung initiale Benetzungs- und Adhäsionsprozesse, zum Beispiel bei Implantationen.

Kristalline Titanoxidschichten mit spezifischer Kristallstruktur besitzen darüber hinaus photokatalytische Eigenschaften. Sie können zum Abbau organischer Materie unter Photoaktivierung genutzt werden, etwa zum Abbau von Biofilmen in Hygiene- oder Umwelt-Anwendungen sowie in der Luft- und Wasseraufbereitung. Am Fraunhofer FEP können Titandioxidschichten mit Vakuumbeschichtungsverfahren wie dem Puls-Magnetron-Sputtern oder der plasmaaktivierten Verdampfung in höchster Phasenreinheit aufgebracht werden. Mit diesen Prozessen werden große Flächen hoch produktiv funktionalisiert oder eine Vielzahl von Formkörpern rotierend und damit gleichmäßig behandelt. Die photoaktivierbaren Eigenschaften dieser robusten, mechanisch stabilen Titanoxid-Schichten können damit in vielfältigen Anwendungen genutzt werden.



## Anwendungen

### Photokatalyse

- **Selbstreinigende und leicht zu reinigende Oberflächen**

Zersetzung auf Oberflächen haftender organischer Verunreinigungen durch Oxidations- und Reduktionsprozesse

- **Antibakterielle Oberflächen**

zum Beispiel für Sicherheitswerkbänke in Laborräumen durch Zerstörung anhaftender Mikroorganismen durch Zersetzungsreaktionen

- **Photokatalytische Reinigung und Reformierung**

von Gasen oder Flüssigkeiten durch Zersetzung organischer Moleküle

### Technologie

Am Fraunhofer FEP können Titandioxid-schichten durch reaktives Puls-Magnetron-Sputtern oder plasmaaktivierte Verdampfung abgeschieden werden. Die Prozessparameter können dabei variiert werden, um folgende Schichteigenschaften anwendungsspezifisch einzustellen:

- Härte: 7 ... 17 GPa
- Brechungsindex für sichtbares Licht:  $n = 2,4 \dots 2,7$
- Kristallinität: amorph, anatas, rutil sowie Mischphasen
- Haftfestigkeit auf verschiedensten Materialien
- Durchlässigkeit von Metallionen, Sauerstoff und Wasserdampf
- Elektrisches Isolationsvermögen
- Wasser-Kontaktwinkel vor der Schichtaktivierung

### Photoinduzierte Hydrophilie

Verringerung des Kontaktwinkels unter  $10^\circ$  führt zu einem geschlossenen Wasserfilm auf der Oberfläche.

- **Anti-Beschlag Oberflächen**

zum Beispiel für Spiegel, Brillen, Glasscheiben durch Verhinderung der Tropfenbildung

- **Beeinflussung initialer Prozesse**

bei der Wechselwirkung von Oberfläche und physiologischer Umgebung

### Vorteile der Technologie

- Stabile Vakuumbeschichtungsprozesse mit hoher Gleichmäßigkeit und Reinheit der Schichten
- Großflächenbeschichtung bei hoher Produktivität ermöglicht eine kostengünstige Produktion
- Kristalline Schichten sind bereits bei Substrattemperaturen von  $130 \dots 250 \text{ }^\circ\text{C}$  möglich (durchschnittlich  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  niedriger als mit herkömmlichen Verfahren), daher können sie auch auf temperaturempfindlichen Substraten abgeschieden werden.
- Möglichkeit zur Beschichtung 3-dimensionaler Gegenstände

## Unser Angebot

- Beschichtung- und Materialentwicklung für Substrate bestehend aus Glas, Metall, Keramik und Kunststoff
- Machbarkeitsstudien
- Prozessentwicklung, Inbetriebnahme und Technologieüberführung bei Kunden

## Schichtvorteile

- Dauerhafte Wirkung, da Schichtmaterialien nicht verbraucht werden
- Umweltfreundlich, da keine Chemikalien (wie zum Beispiel Bindermaterialien) aus der Schicht abgegeben werden
- Für antibakteriellen Effekt werden keine Antibiotika benötigt, Mikroorganismen bilden daher keine Resistenzen aus
- Wirkung ist durch die Beleuchtung steuerbar

1 *Betauung einer maskiert aktivierten  $\text{TiO}_2$ -Schicht*