

Veredelung von Oberflächen im Produktionsumfeld von Lebensmitteln

Martin Polak



**Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.
(INP Greifswald)**

Greifswald



- 1.1.1992 formale Gründung des INP (Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik e.V.)
- 14.09.2007 Umbenennung in Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.
- Europaweit die größte außeruniversitäre Forschungseinrichtung zu Niedertemperatur-Plasmen
- Anwendungsorientierte Grundlagenforschung
- Von der Idee zum Prototyp
 - Materialien und Energie
 - Umwelt und Gesundheit



INP Greifswald in Zahlen

Hauptgebäude (Neubau 1999)

Nutzfläche 3.700 m²

133 Büroarbeitsplätze

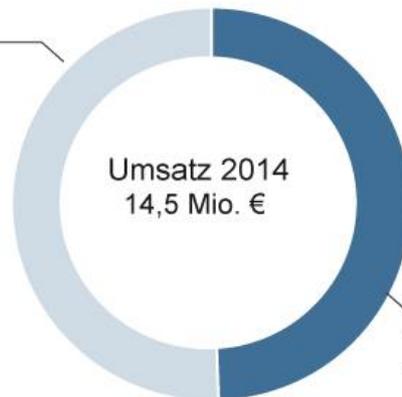
41 Labore

Erweiterungsbau (2010)
540 m² (30 Büroarbeitsplätze, 8 Labore)



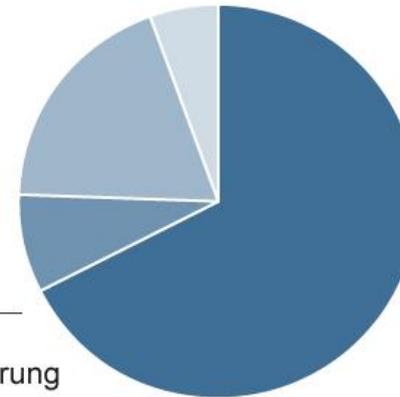
Umsatz (2014)

Drittmittel
7,2 Mio. €



Grund-
finanzierung
7,3 Mio. €

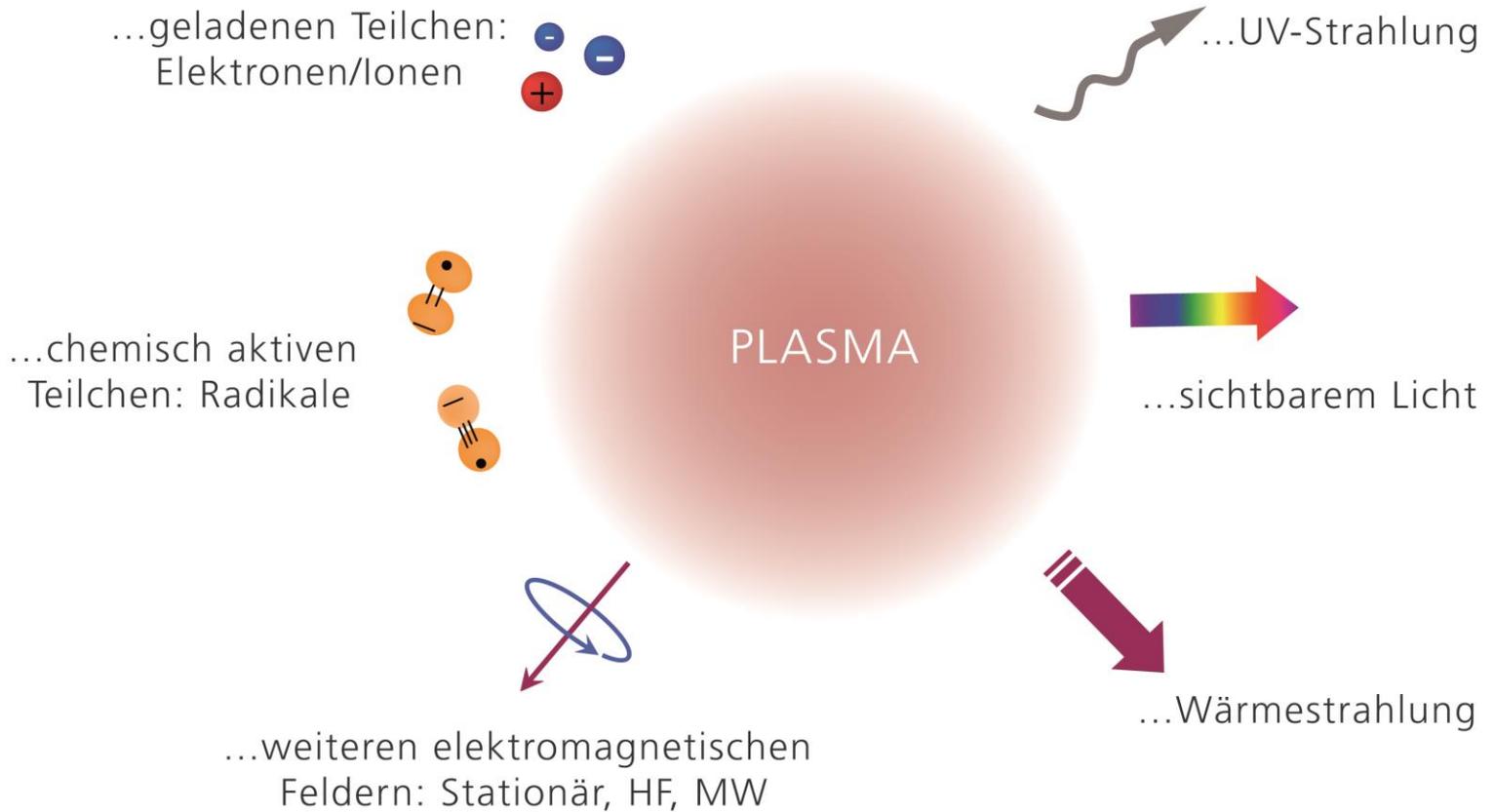
Mitarbeitende (2015)



185 Beschäftigte (Dezember 2015)

- Wissenschaft/Technik 125
- Hilfskräfte/Azubis 15
- Verwaltung/Infrastruktur 35
- Stab 10

Plasmen sind Quellen von ...



Was ist Plasma?



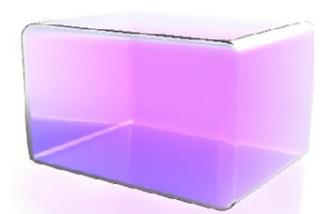
fest



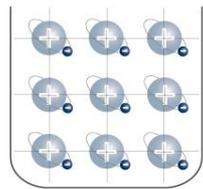
flüssig



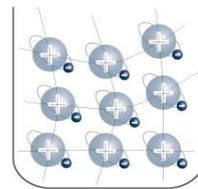
gasförmig



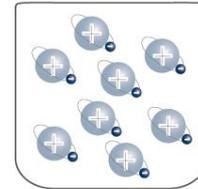
Plasma



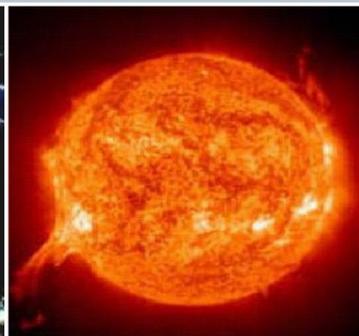
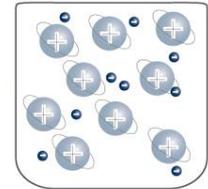
Energie →



Energie →

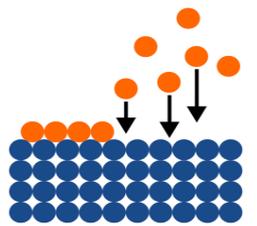
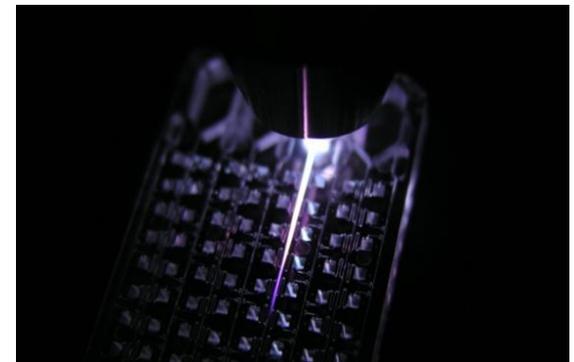
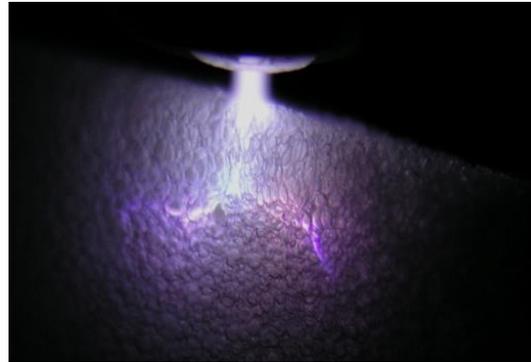
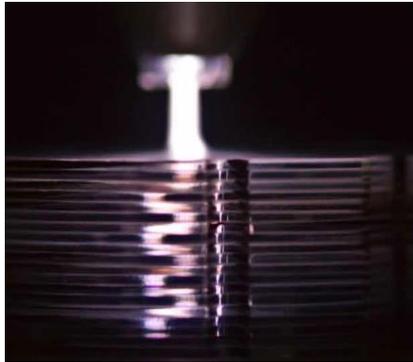
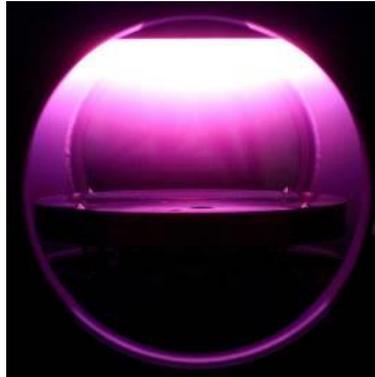


Energie →

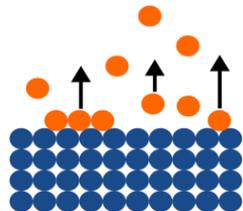


99 % der sichtbaren Materie bestehen aus Plasma – höchste Zeit, es zu nutzen

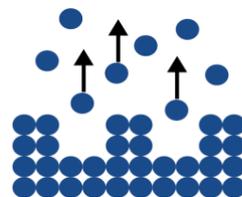
Plasmagestützte Oberflächenprozesse



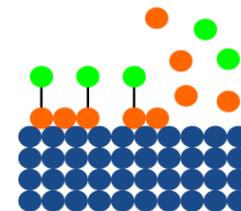
Beschichtung



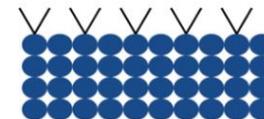
Reinigung



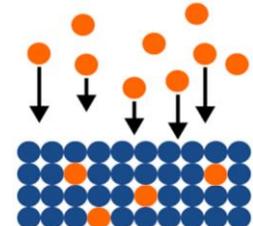
Ätzen



Funktionalisierung

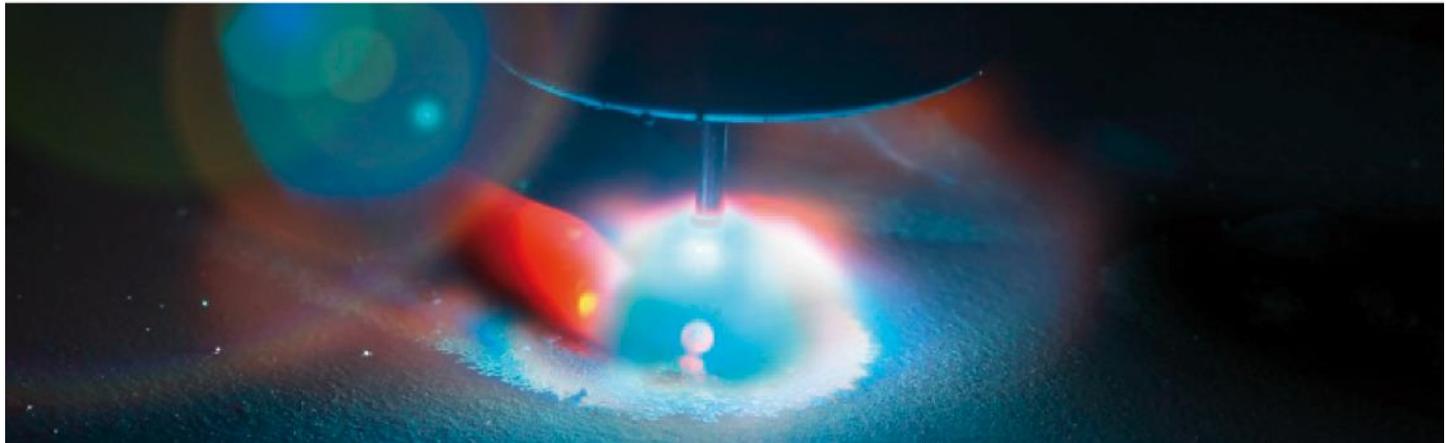


Aktivierung



Dotierung

Forschungsbereich Materialien & Energie



Plasmaforschung für energieeffiziente(re), ressourcenschonende und intelligente Technologien in der Produktions- und Energietechnik

- **Erneuerbare Energien und Plasmagestützte Oberflächentechnologien**
 - Materialien für Brennstoffzellen, Solare Energieerzeugung, Funktionale Schichten, Optische Technologien
- **Energieeffiziente Prozesse**
 - Lichtbogenschweißen, Schaltlichtbögen, Lichtquellen
- **Plasmaprozessdiagnostik und –monitoring**
 - Plasmachemische Prozesse, Spurengasanalytik

Forschungsbereich Umwelt & Gesundheit



Grundlagen zur Anwendung von Plasmen im Bereich der Umwelt und Gesundheit

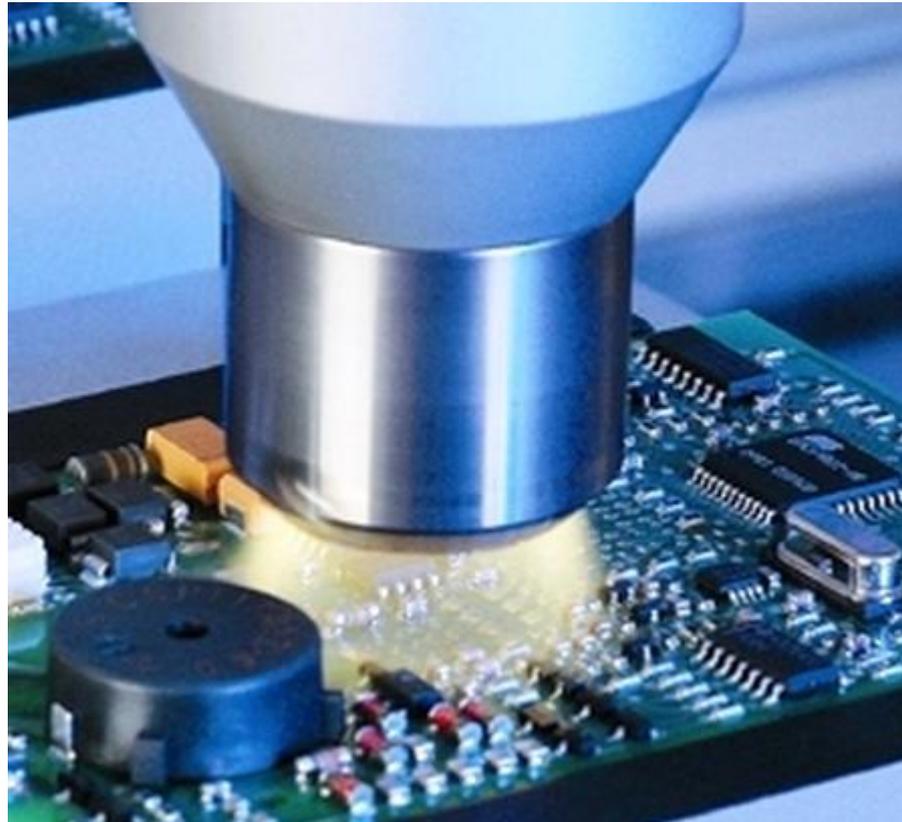
- **Biomaterialien und Oberflächen**
 - Implantate, therapeutische Geräte, Einwegartikel
- **Plasmamedizin**
 - Wundheilung, Hauterkrankungen, Zahnmedizin
- **Dekontamination**
 - Plasmen und Flüssigkeiten, Lebensmittelhygiene und -verarbeitung



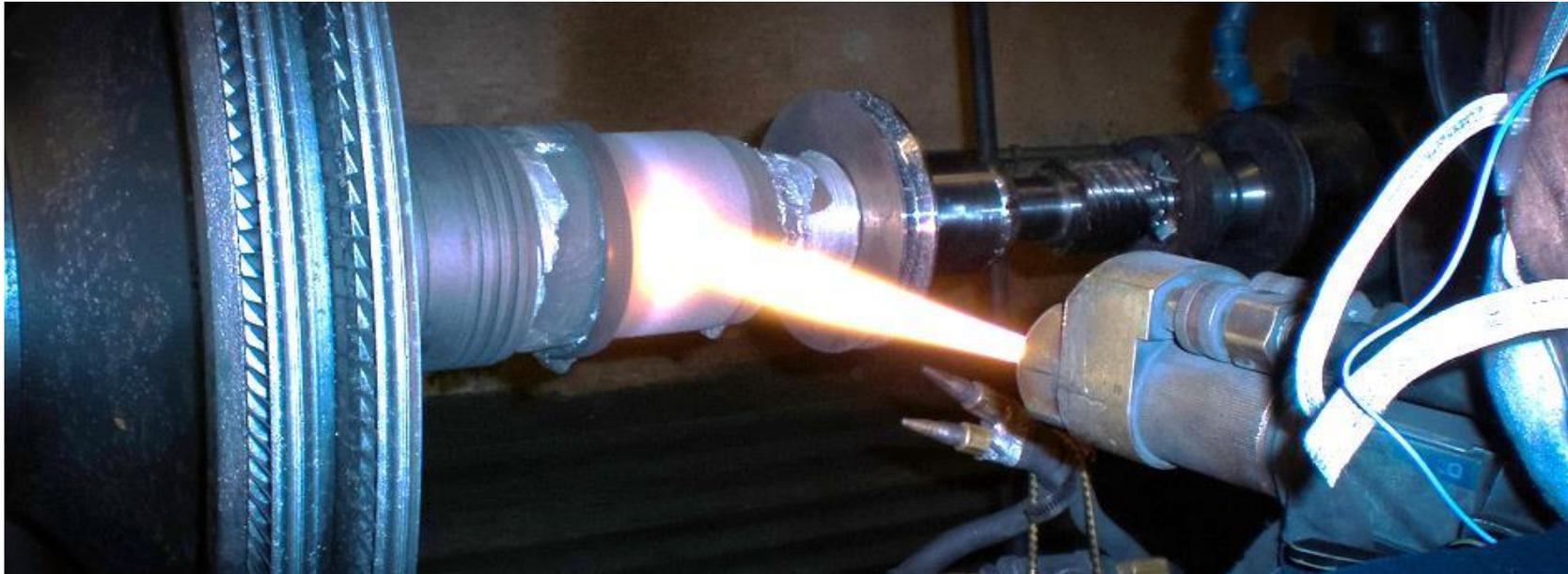
Beschichtung von Architekturglas



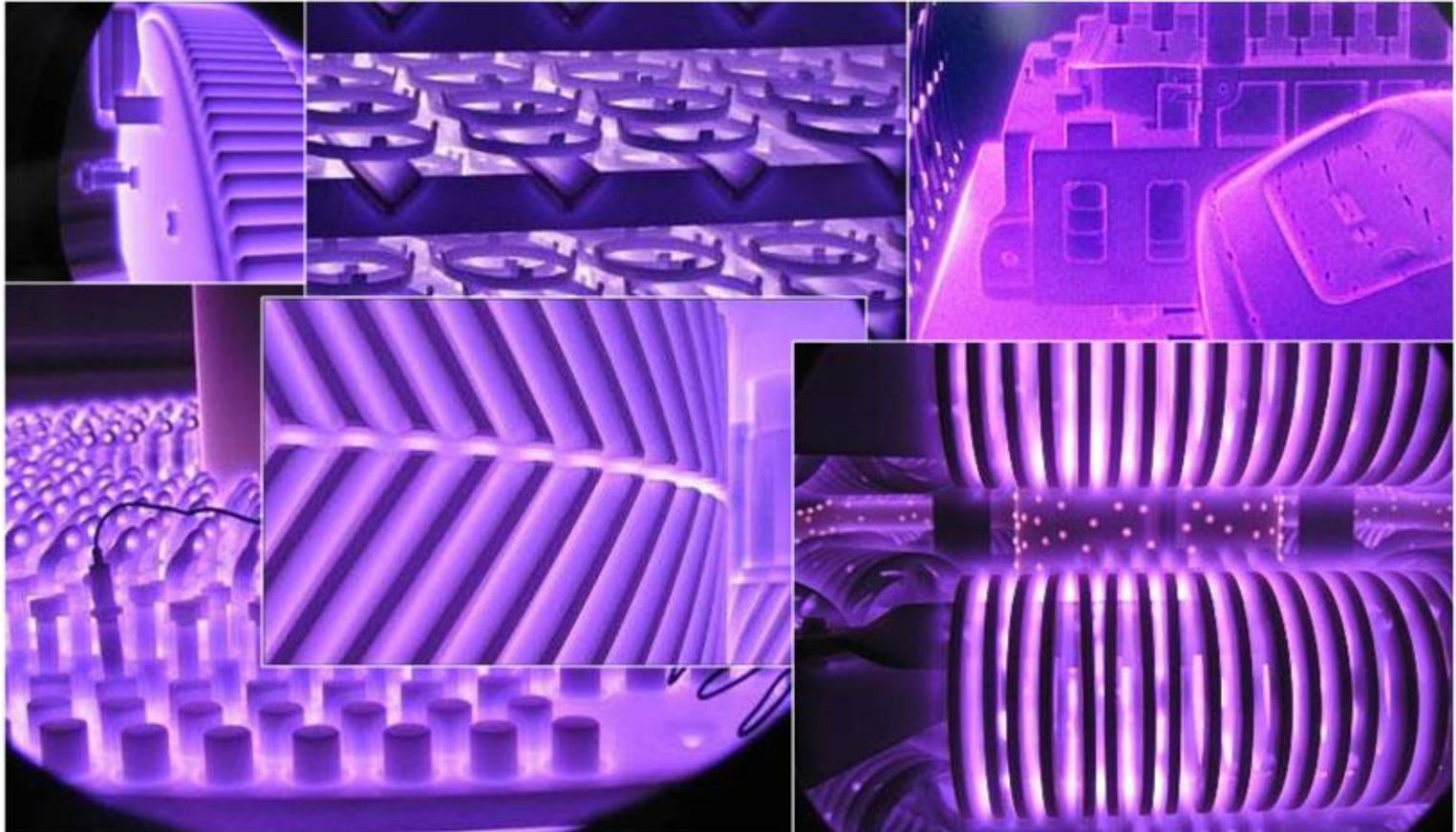
Aktivierung von Folien zur besseren Bedruckbarkeit/Verklebung



Beschichtung von Mikroelektronik mit SiO_x



Schutzschicht für Getriebeteile



Härtung von Oberflächen

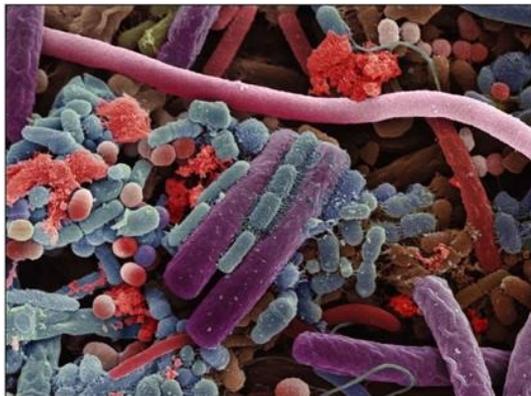


Antiadhäsive Oberflächen (Lotus-Effekt)



photokatalytische Oberflächen

Foto: Saint gobain



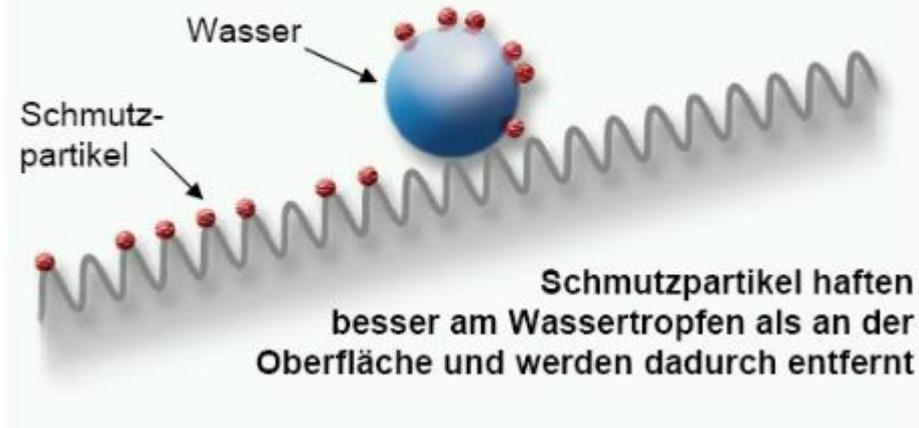
antimikrobielle Oberflächen

Bild: Globolab e.V.



Antiadhäsive Oberflächen (Lotus-Effekt)

Oberfläche mit Lotus-Effekt



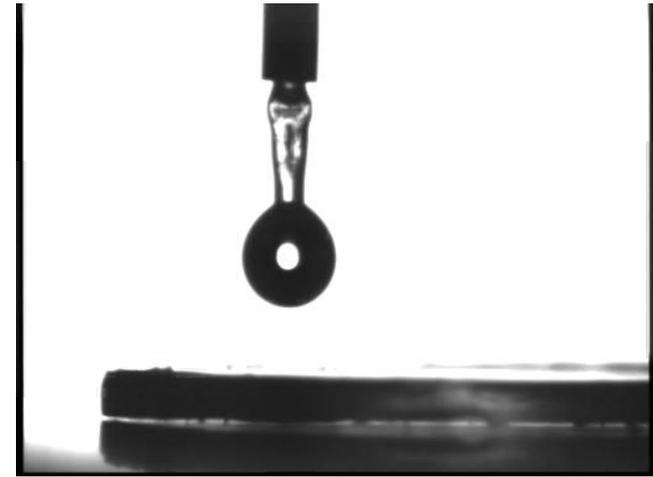
© TouchProtect

- Oberflächen sind nicht benetzbar (superhydrophob und -oleophob)
- Stark verringerte Anhaftung von Mikroorganismen, Zellen und anderen organischen Kontaminationen
- korrosionshemmend
- Verkürzte Reinigungszeiten
- Einsparung Reinigungs- und Desinfektionsmittel
- Verringerung der Reinigungszyklen
- Steigerung der Produktion

- Durch Oberflächenmodifizierung werden definierte Eigenschaften eingestellt
- Bspw. Steuerung der Benetzbarkeit:



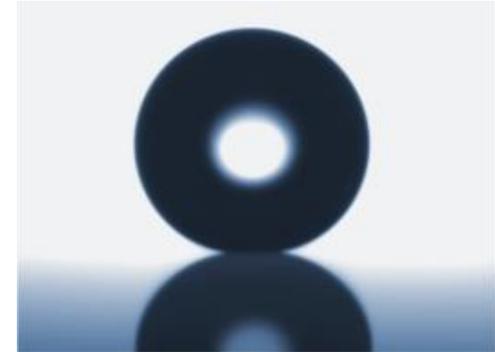
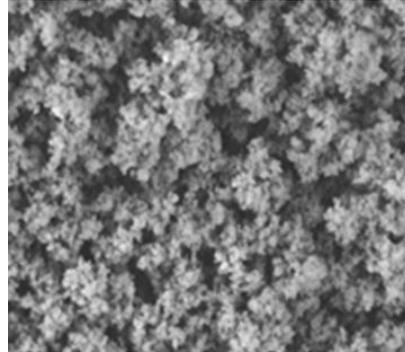
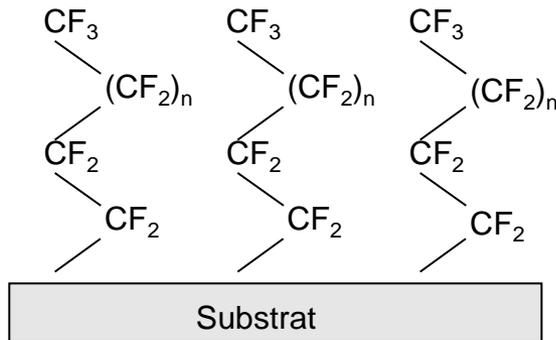
superhydrophile Oberfläche



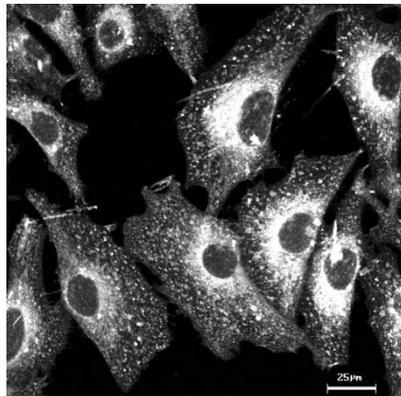
superhydrophobe Oberfläche

Antiadhäsive Oberflächenbeschichtung

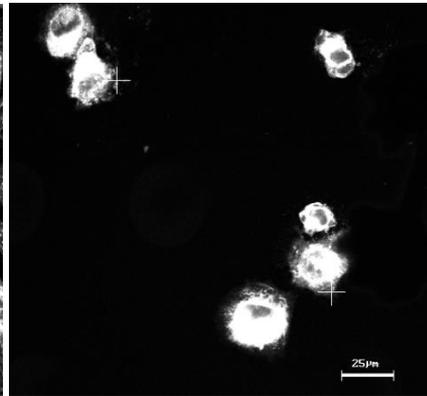
teflonartige Schicht



Zellanziehende
Oberfläche



Zellabweisende
Oberfläche



- Schicht besteht zu 85% aus Teflon
- Hydrophobe Oberfläche (wasserabweisend)
- Anhaftung von Zellen und Bakterien ist stark vermindert, keine Ausbreitung der Zellen

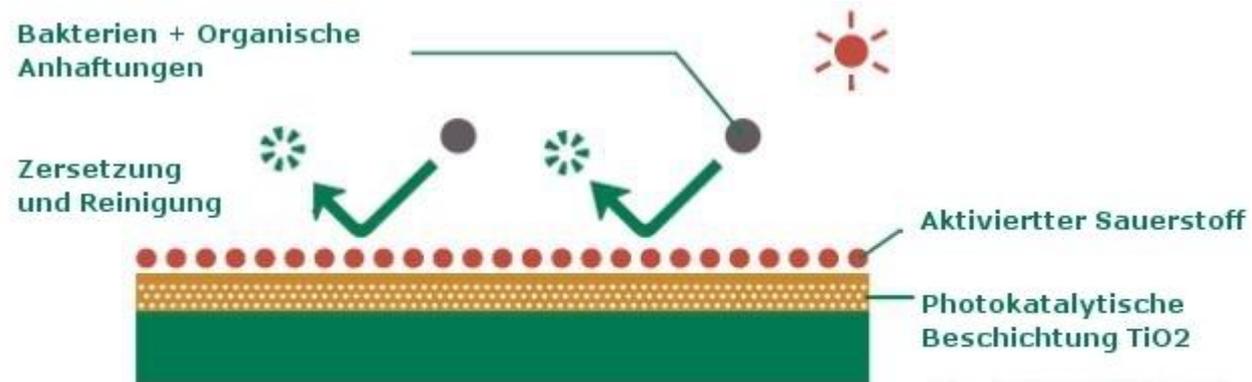
Quade *et al.*, *Plasma Processes and Polymers*, vol. 8, no. 12, pp. 1165-1173, 2011

Fricke *et al.*, *IEEE Transaction on Plasma Science*, doi: 10.1109/TPS.2012.2204904, 2012



Foto: Saint gobain

photokatalytische Oberflächen



Organische Produkte und Bakterien werden konstant zersetzt durch Bildung von aktiviertem Sauerstoff

©Saint-Gobain Plastics Corporation

- Mikroorganismen, organische Kontaminationen und Gerüche werden zersetzt
- Superhydrophil – gleichmäßige Benetzung mit Flüssigkeiten
- Leichtere Reinigung der Oberflächen
- Verkürzte Reinigungszeiten
- Einsparung Reinigungs- und Desinfektionsmittel
- Verringerung der Reinigungszyklen
- Steigerung der Produktion

Plasma-enhanced Magnetron Sputtering

Variation der Schichtdicke von TiO₂ on FTO

TIBERIUS Reaktor (INP)

Sputtertarget: Ti

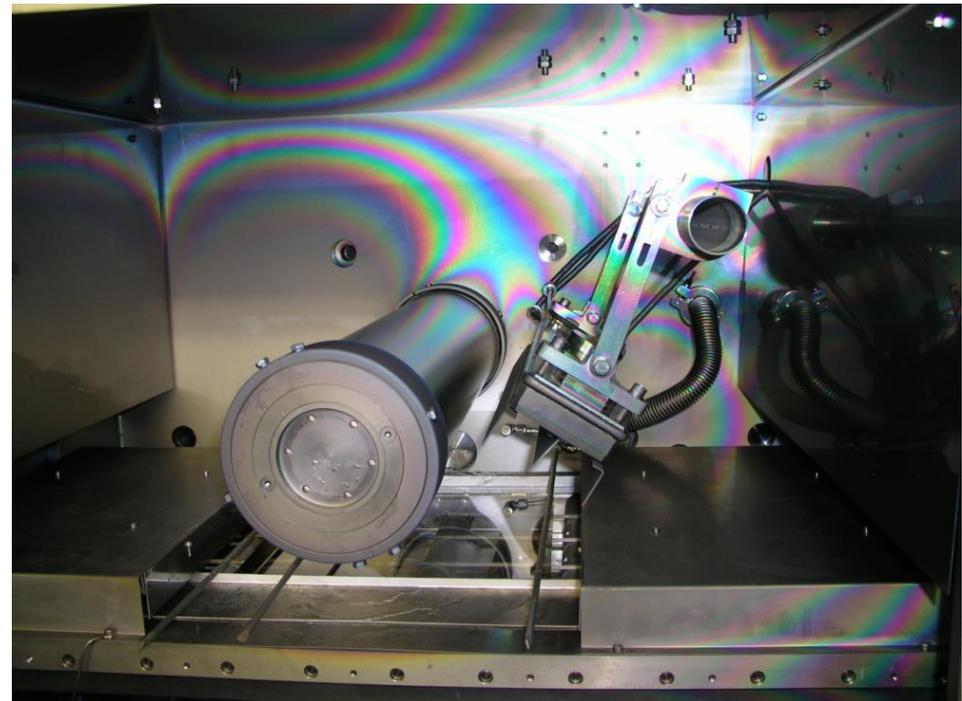
Gaszumischungen: O₂/N₂/Ar,

pO₂ Kontrolle:

zirconia oxygen sensor

Nachbehandlung:

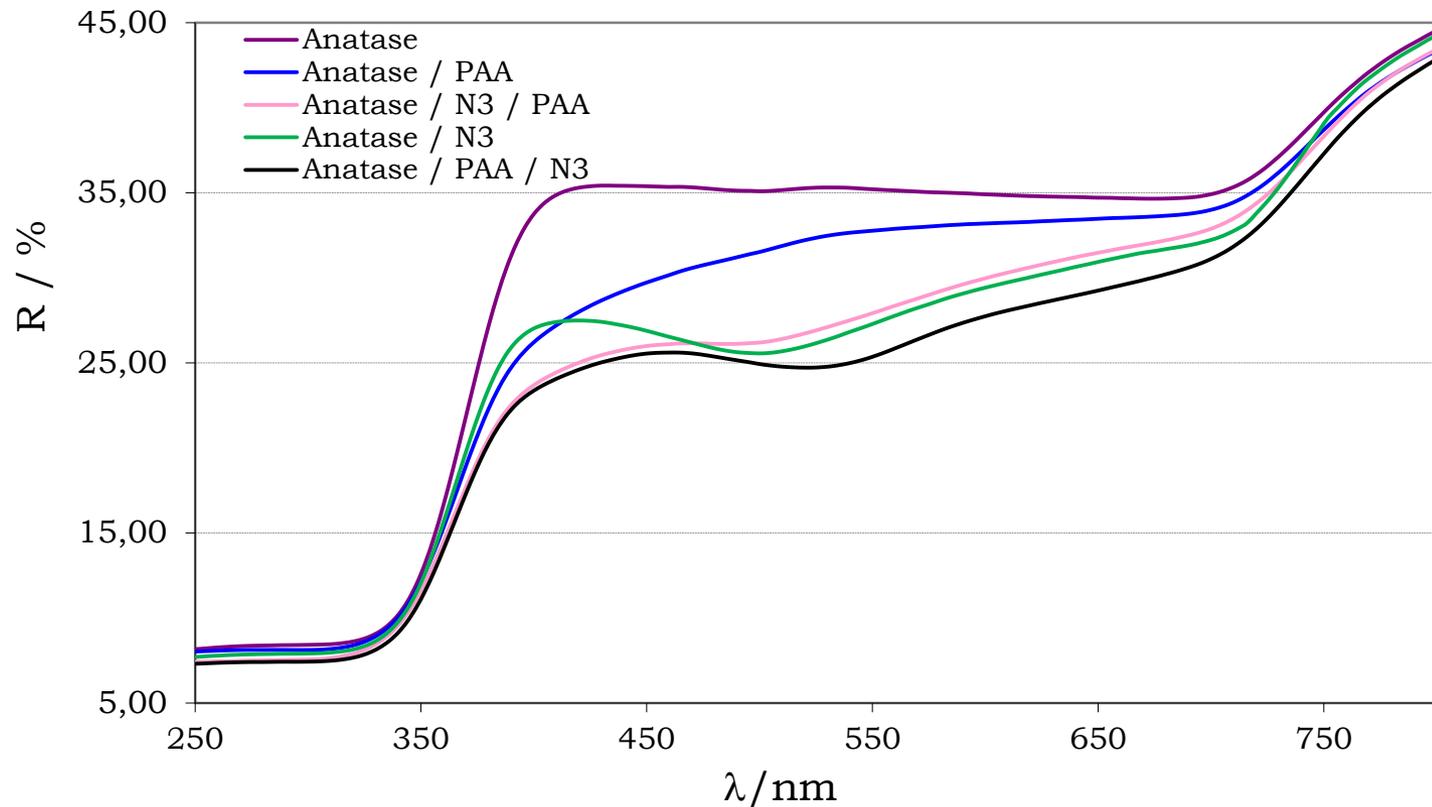
Tempern bei T=400°C, 1h, O₂



Plasma-synthetisierte PAA/N3/TiO₂ Katalysator-Strukturen

DR UV/Vis

Ru Konzentration = 0.14-0.19%
(ICP-OES@LIKAT)



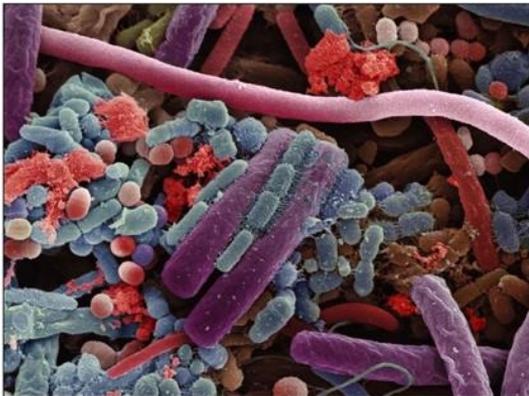
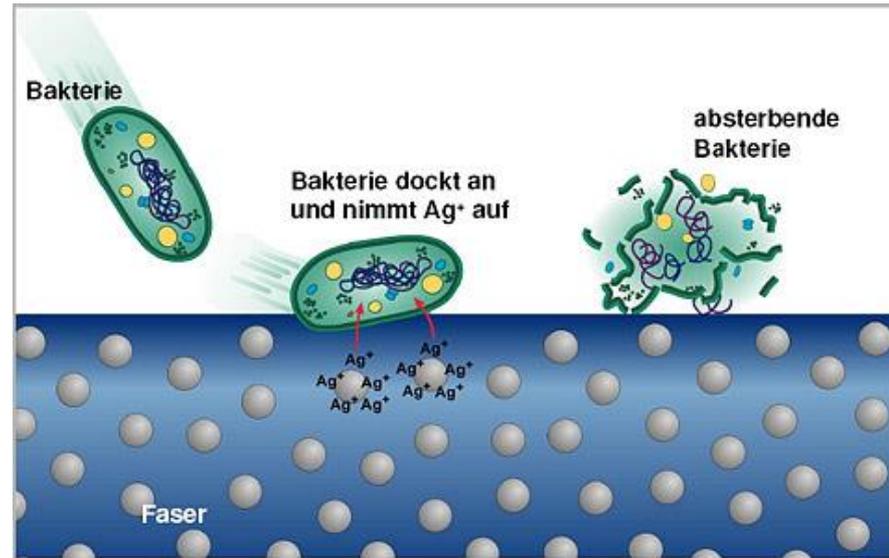


Bild: Globolab e.V.

antimikrobielle Oberflächen

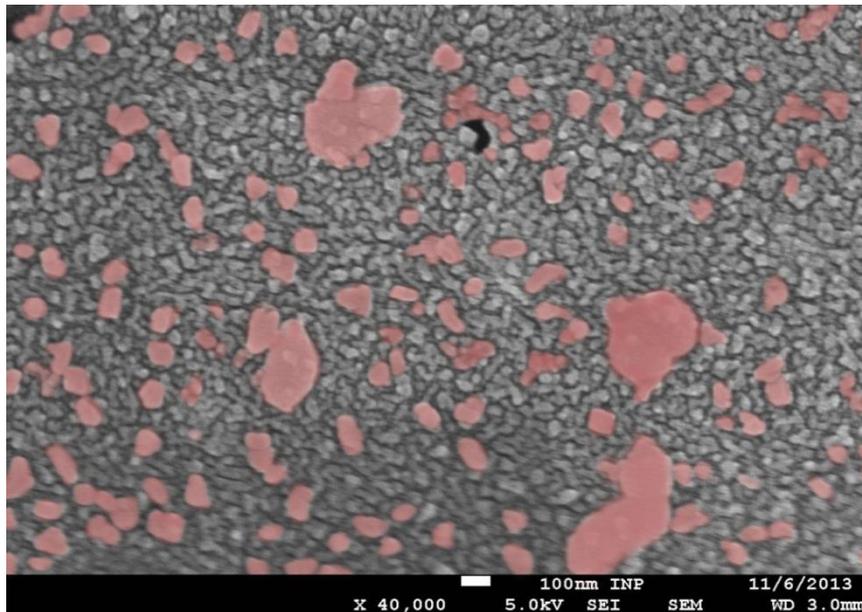


©Trevira

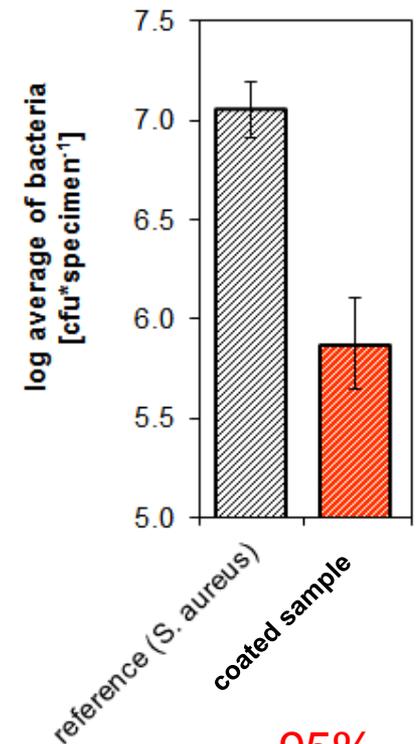
- Mikroorganismen und Zellen werden bei Oberflächenkontakt inaktiviert
- Vermehrungsfähigkeit der Mikroorganismen stark eingeschränkt
- Verringerung der Desinfektionszyklen
- Verkürzte Desinfektionszeiten
- Einsparung Desinfektionsmittel
- Steigerung der Produktion
- Nahrungsmittel länger haltbar

Kupfer-Beschichtungen

ABS-Oberfläche beschichtet mit Kupfer durch einen mit Luft betriebenen nicht-thermischen Plasmajet

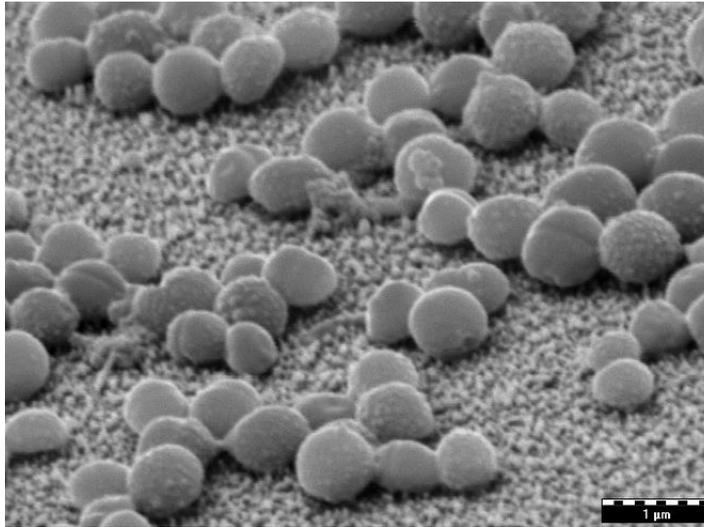


Keim-Reduktion auf der mit Kupfer beschichteten ABS-Oberfläche.

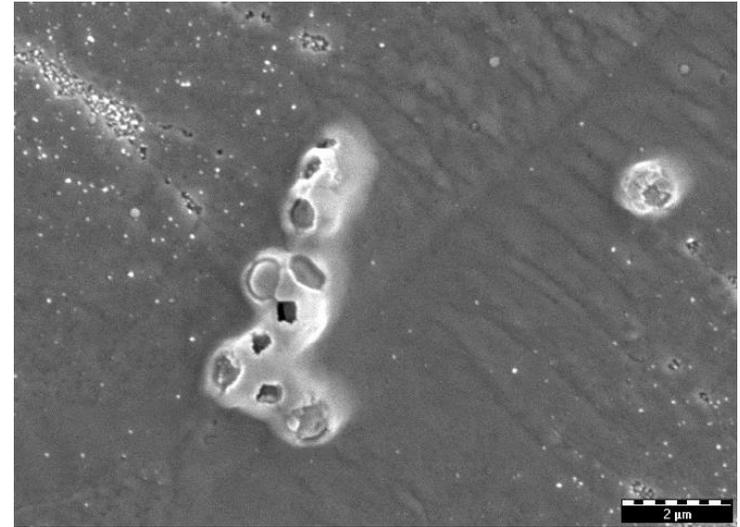


95%
Reduktion

Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* (MRSA)



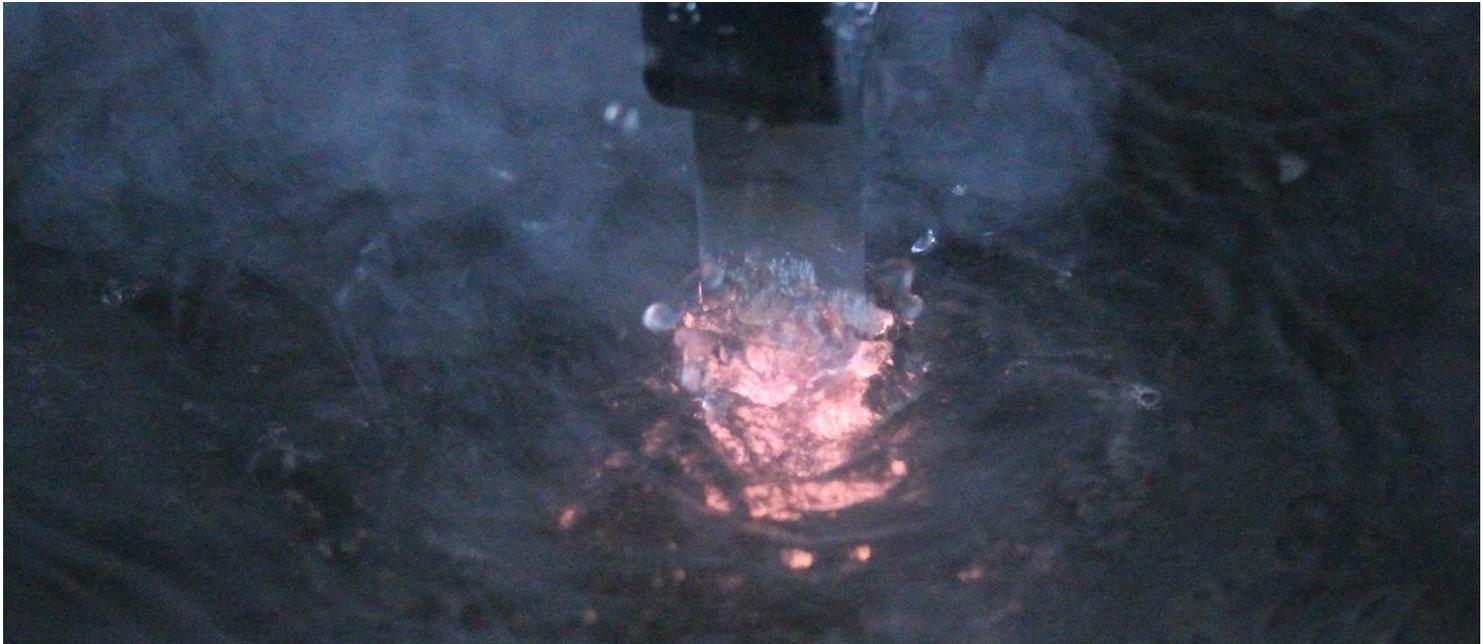
Unbehandelte Titan-Oberfläche



Titan-Oberfläche nach Kupfer-Dotierung

Einbringung von/Beschichtung mit Cu (Ag, Zn...)

- Verringerung des Bakterienwachstums (4log Stufen und höher)
- Verringerung der Vermehrungsfähigkeit der aktiven Bakterien
- Antimikrobieller Effekt lässt sich sowohl in der Dosis als auch in der Langzeitwirkung steuern



- Erhebliche Verringerung der Rauheit (Faktor 15)
- Glanzgrad vergleichbar mit Handpolieren
- Kurze Prozesszeiten von wenigen Minuten
- Umweltschonende Elektrolyte, keine Säuren
- Keine Vorbehandlung (Reinigung, Entfettung, Beizen etc.) notwendig
- Werkstück muss elektrisch leitfähig sein

Plasmapoliertes Blech



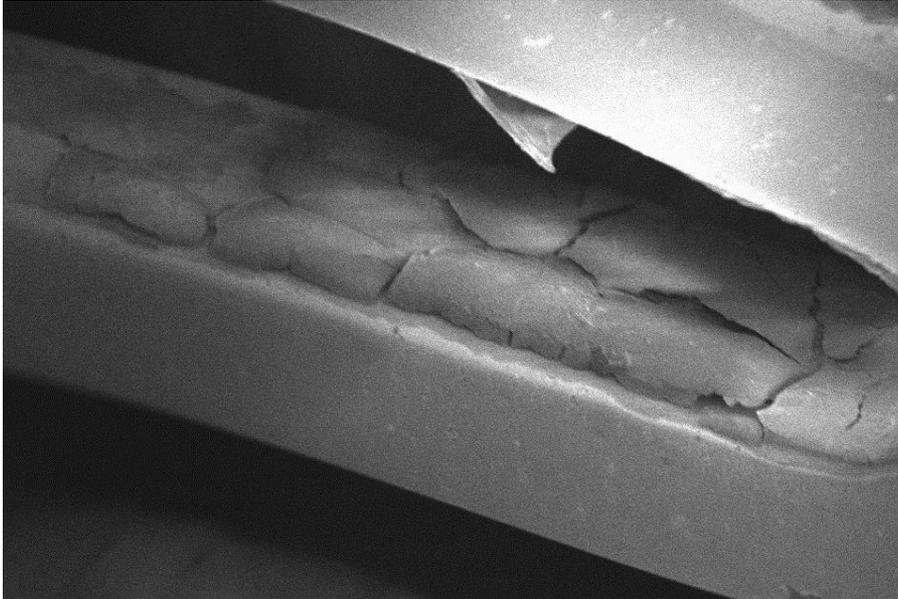
Vergleich Plasma- und Elektropolieren



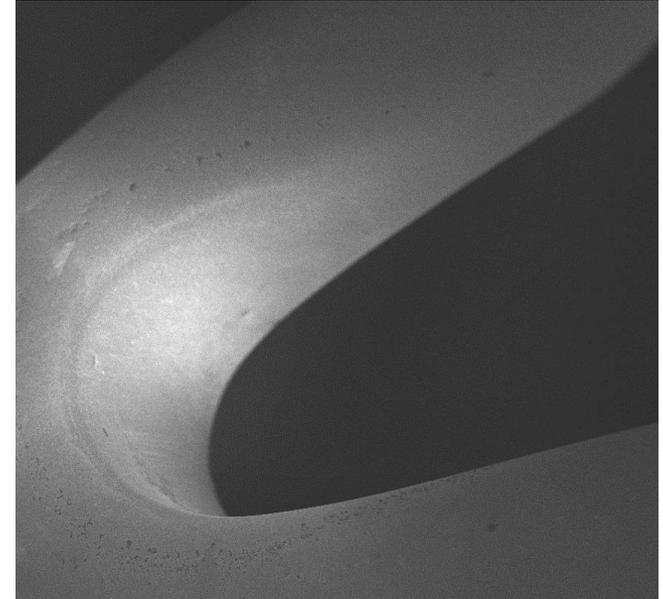
plasmapoliert

elektropoliert

V4A Edelstahl

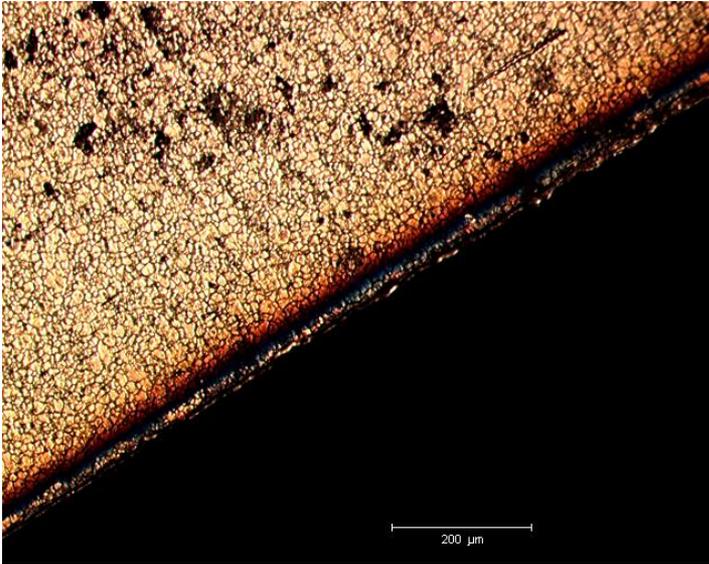


unbehandelt

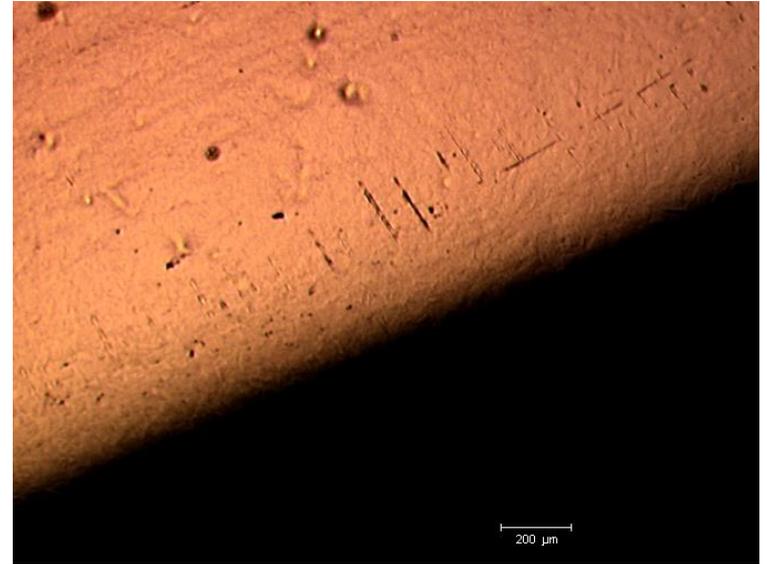


plasmapoliert

- Entfettung, Entfernung von Prozessrückständen
- Abtragung von Schichten
- Schichtzusammensetzung entscheidend
- Abtrag von Schichten ohne „Bearbeitung“ des Werkstückes möglich
- Anpassung des Elektrolyten und der Prozessparameter



unbehandelt



plasmapoliert

- Entfernung der Anlauffarben
- Materialabtrag steuerbar
 - Geometrie der Kante nahezu unverändert
 - Bis hin zur Abrundung der Kanten
- Passivierung der Trennkante
- Wenige Sekunden Prozesszeit

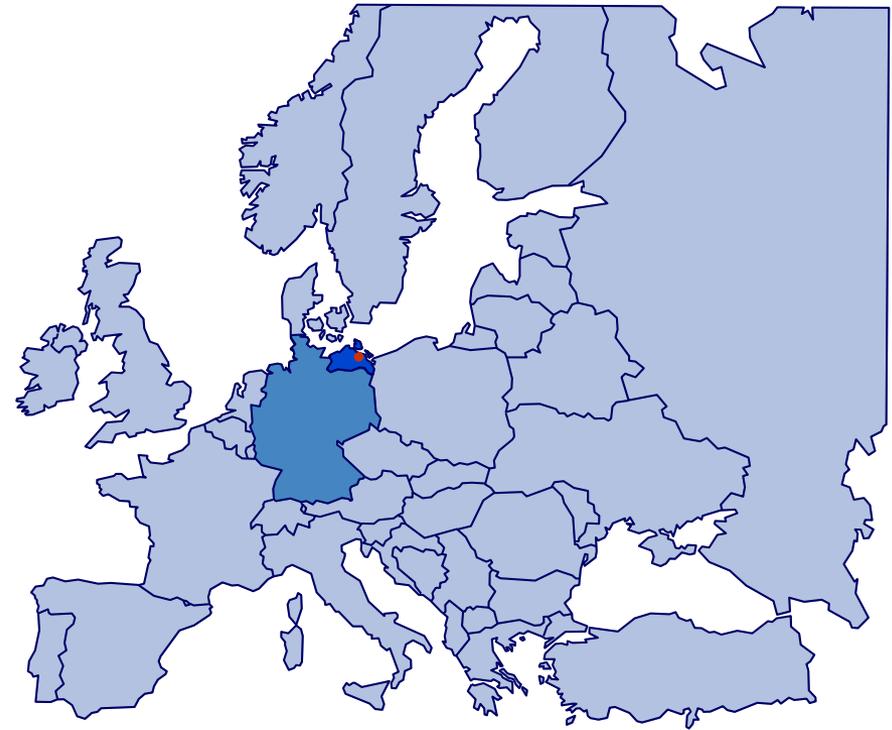


Mittels Plasmapolieren

- Entfernung von Anlauffarben
- Entfernung „unreiner Oberfläche“
- Aufbau passiver Chromoxidschicht
- Politur

In einem Prozessschritt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Leibniz Institute für Plasmaforschung und Technologie

Adresse: Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald

Dr. Martin Polak

Telefon: +49 - 3834 - 554 3819

E-Mail: polak@inp-greifswald.de