



Atmosphärendruck-PECVD zur Großflächenbeschichtung

Fraunhofer IWS

Ines Dani

Fraunhofer Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) Dresden
Abteilung CVD Technologie / Arbeitsgruppe Atmosphärendruck-PECVD

Motivation

Verfahren

○ Mikrowellen-PECVD

○ ArcJet-PECVD

Schichteigenschaften (SiO_2 , TiO_2)





Motivation für PECVD bei Atmosphärendruck

Großflächenbeschichtung; kostengünstiger Prozess

Atmosphärendruck

In-line Prozesse

geringe Anlagenkosten

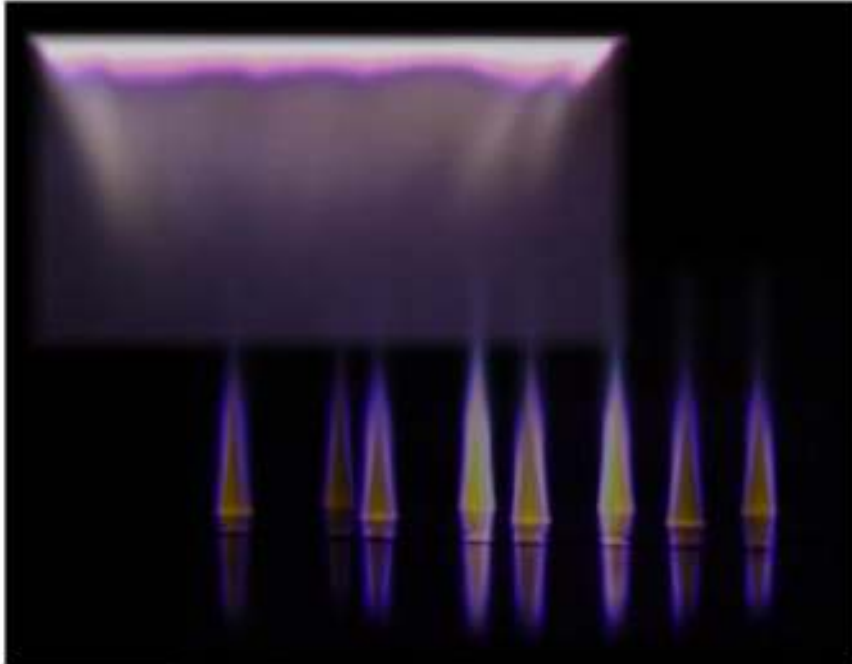
Substrattemperaturen $< 400\text{ °C}$

Erweiterung der CVD-Anwendungen

Beschichtung von Plastik, Glas, Stahl,...

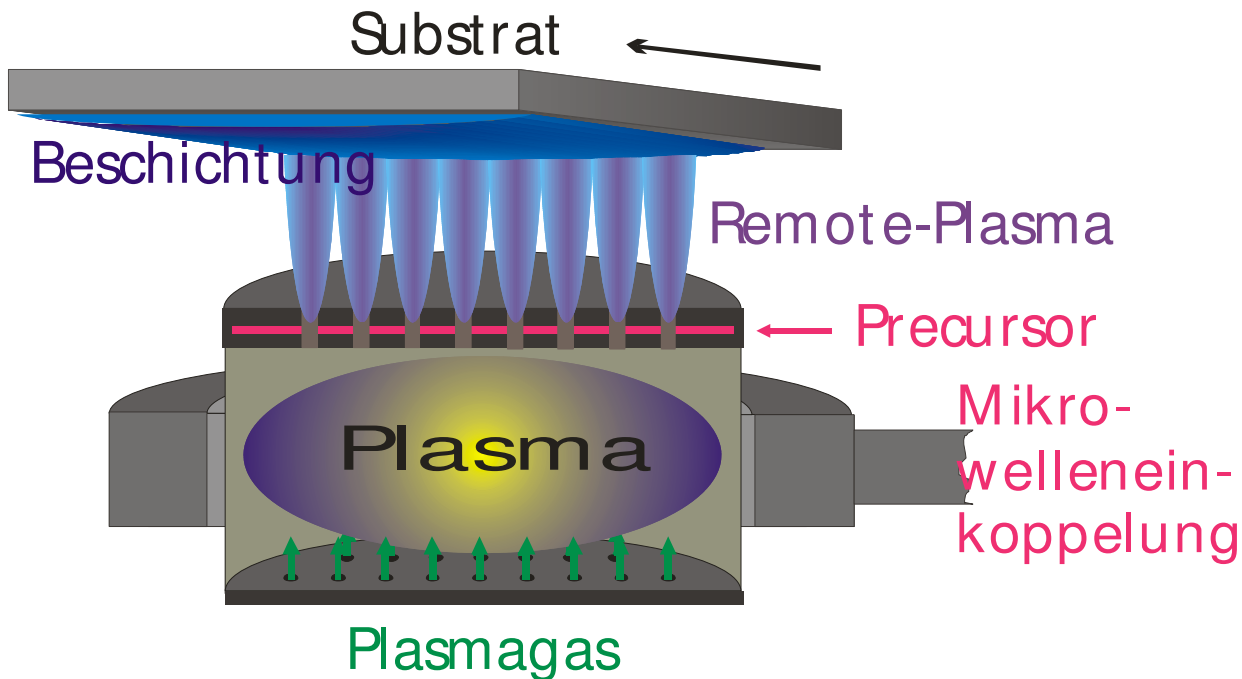


Charakteristik AP-PECVD



- Remote-Plasma-CVD
- “offener” Durchlaufreaktor, kontinuierliche Beschichtung
- skalierbare Arbeitsbreite (z.Zt. bis 450 mm)
- Beschichtungsraten, statisch ≤ 100 nm/s, dynamisch ca. 1.5 nm/m/s
- Plasmagase: N_2 , Ar, O_2 , H_2 (kein Elektrodenkontakt)
- kontrollierte Beschichtungsatmosphäre
nichtoxidische Schichten
- anorganische Schichten:
 SiO_2 , TiO_2 , a-C:H,

Mikrowellen-PECVD



Remote Precursoraktivierung:

Keine Kontaminationen in der Plasmaquelle und Plasmakammer

Precursoraktivierung und Reaktion zu schichtbildenden Spezies direkt an der Substratoberfläche

Geringe Pulverbildungstendenz

Im Einsatz: Cyrannus 6“

Fluiddynamische Simulation des Beschichtungsvorganges

Strömungsdynamik im μ W PECVD Reaktor

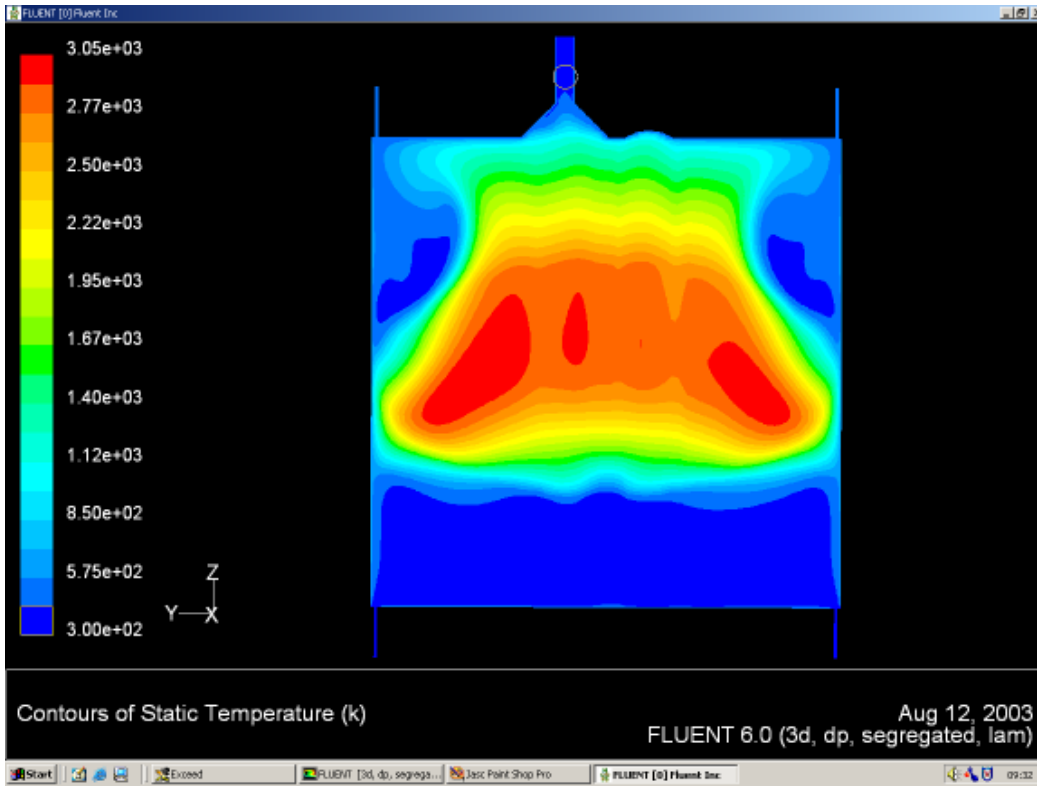
- Strömungsführung
- Homogenität über Substratbreite
- Temperatur-/Konzentrationsfelder
- Beschichtungsrate



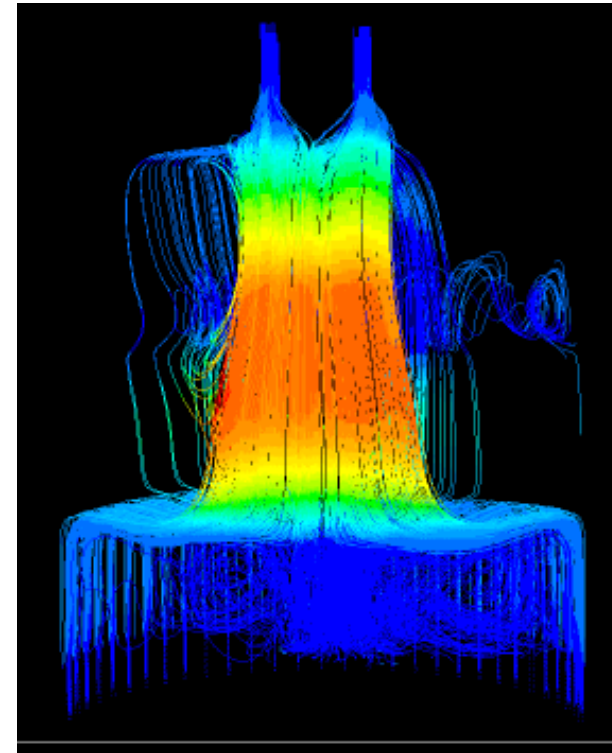


Atmosphärendruck-PECVD zur Großflächenbeschichtung

Fluiddynamische Simulation - Strömungsführung



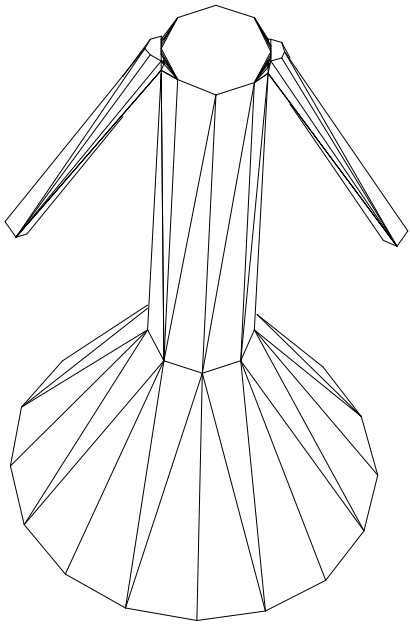
Temperaturverteilung



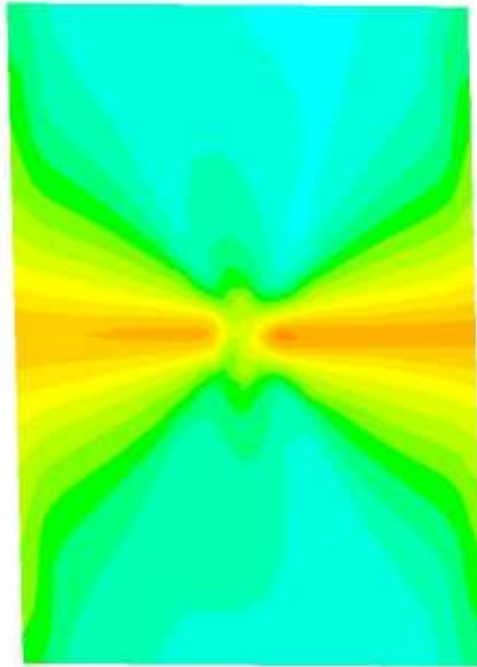
Gasströmung

Fluidynamische Simulation - Konzentrationsfelder

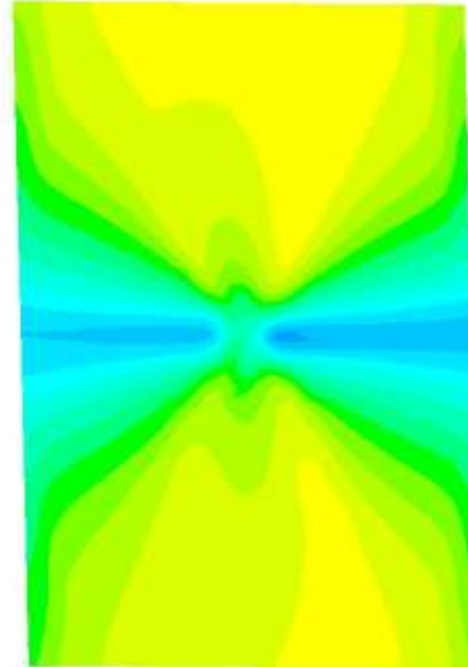
Prozessgasströme an der Substratoberfläche einer Einzeldüse



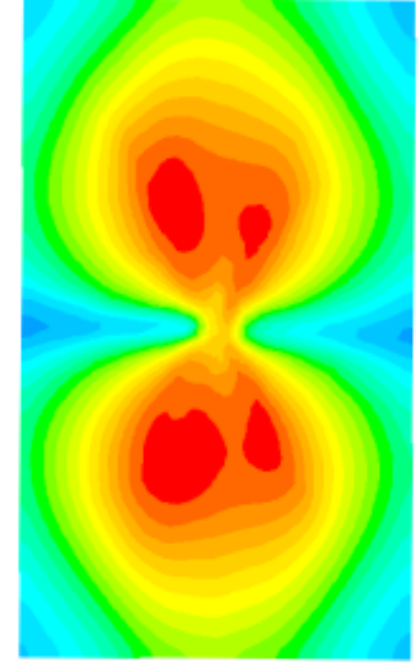
Einzeldüse



Precursor

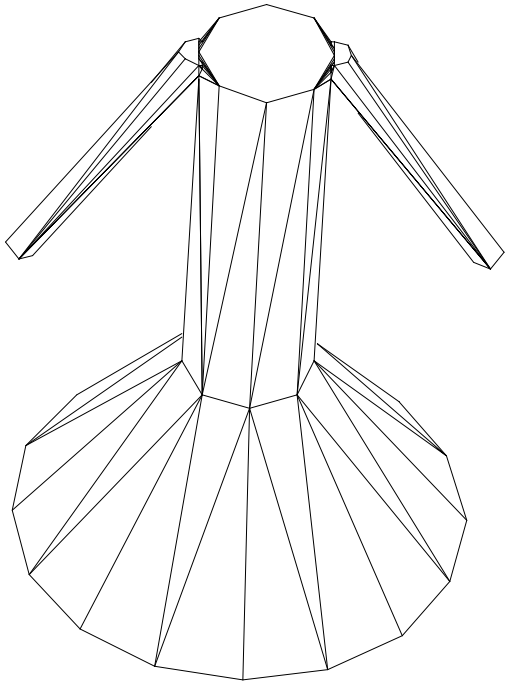


Plasma

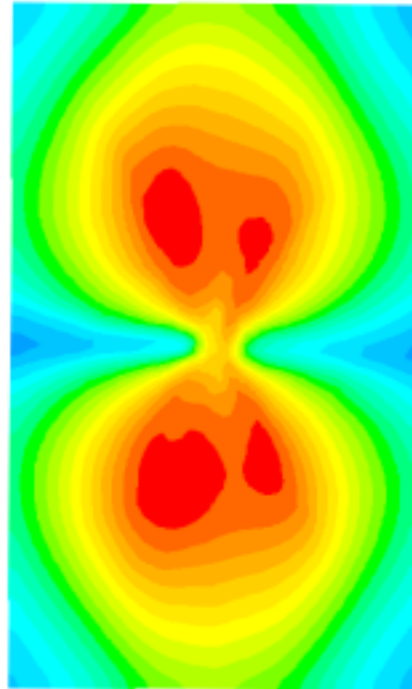


Aktivierter Precursor

Fluidynamische Simulation – Beschichtungsrate



Einzeldüse



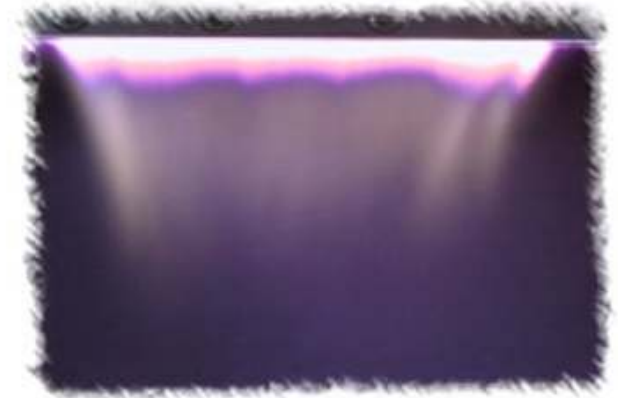
*Simulation
Schichtabscheidung*



*reale Schichtabscheidung
(statisches Düsenfeld)*

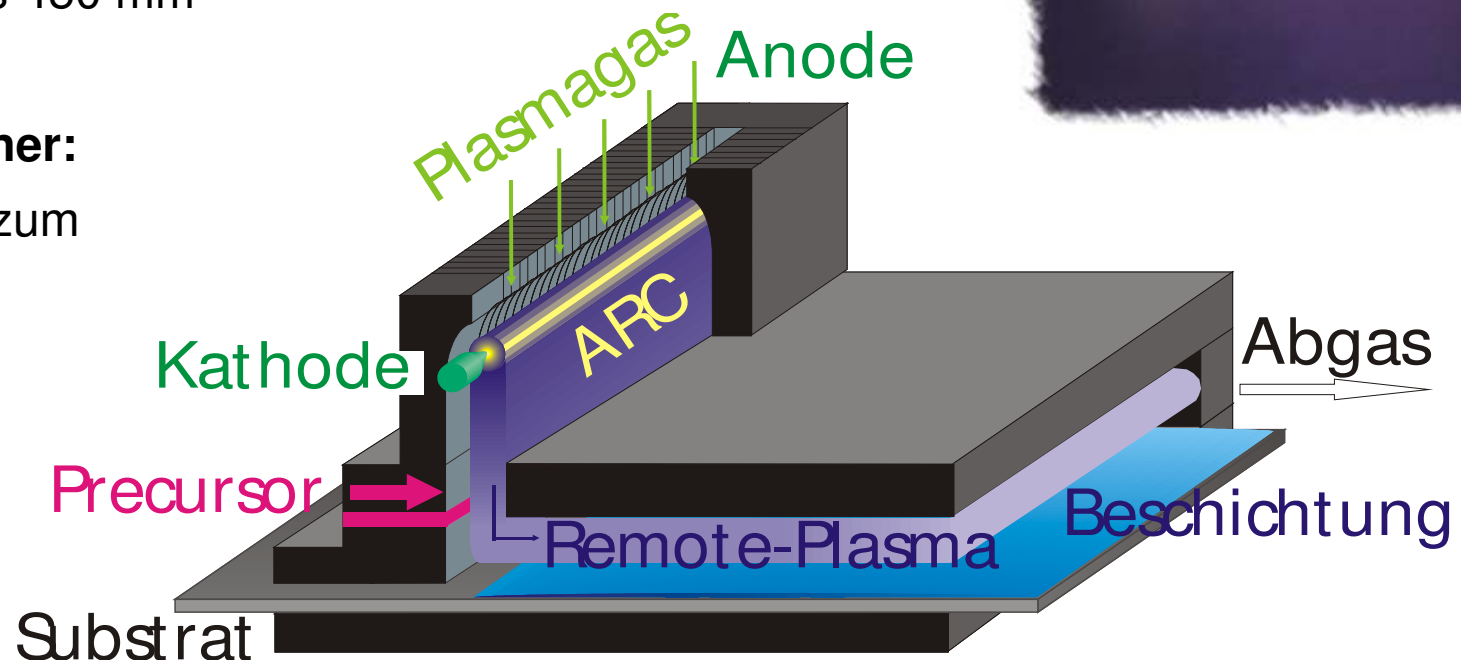
ArcJet-PECVD

im Einsatz: LARGE III (150 mm Breite)
skalierbar z. Zt. bis 450 mm



Transversaler Brenner:

Gasstrahl senkrecht zum
Plasmastrahl



Dynamische ArcJet-Beschichtung auf Flachglas

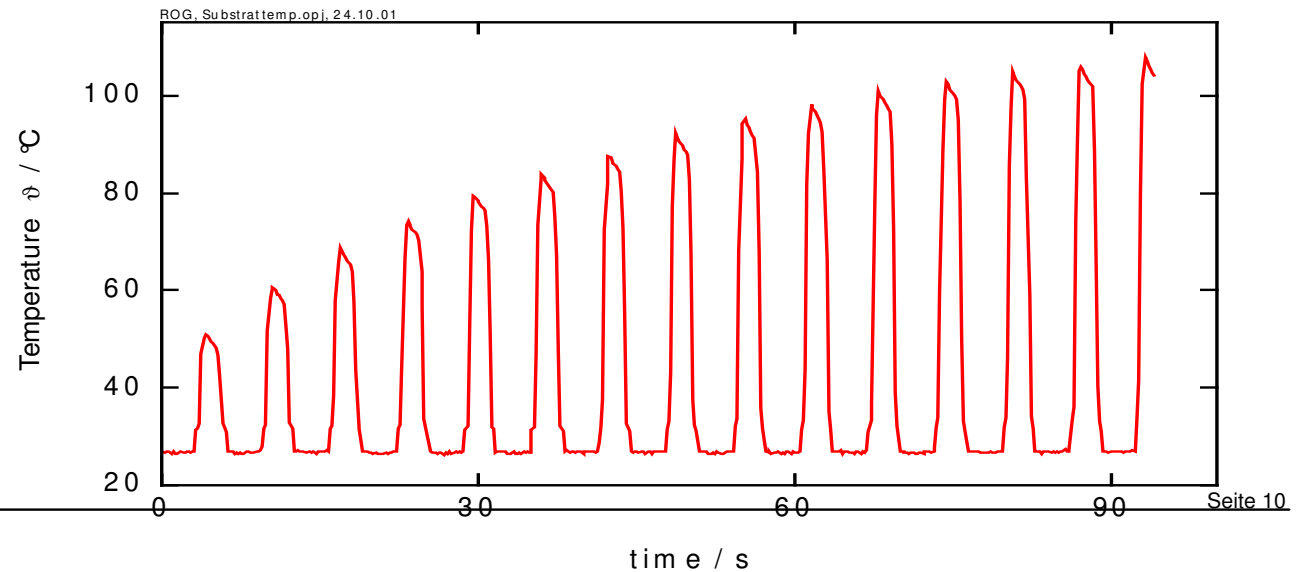
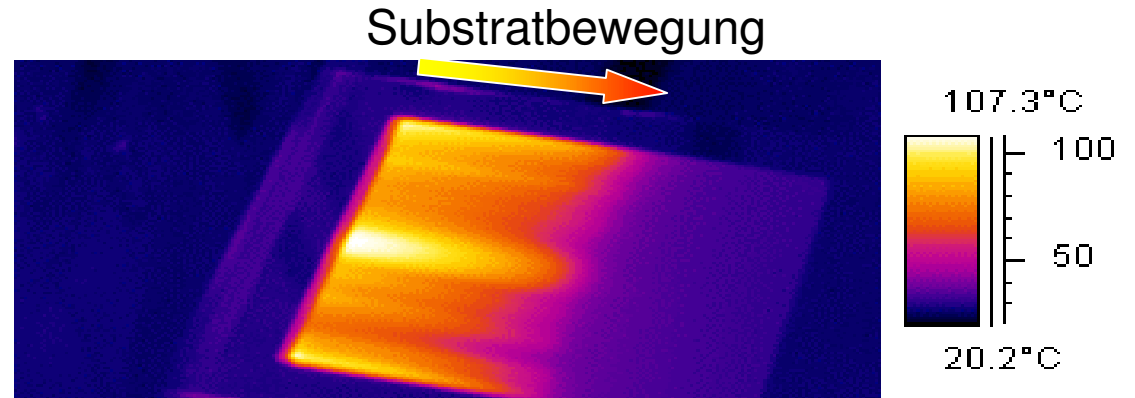
Substrattemperatur

(IR-Kamera)

mittlere Substrat-Oberflächentemperatur
110°C während der Beschichtung

Beschichtungszeit: 90 s

Schichtdicke: ca. 100 nm



Schichteigenschaften – SiO₂ auf mc-Si-Wafer

Oberflächenmorphologie (AFM)

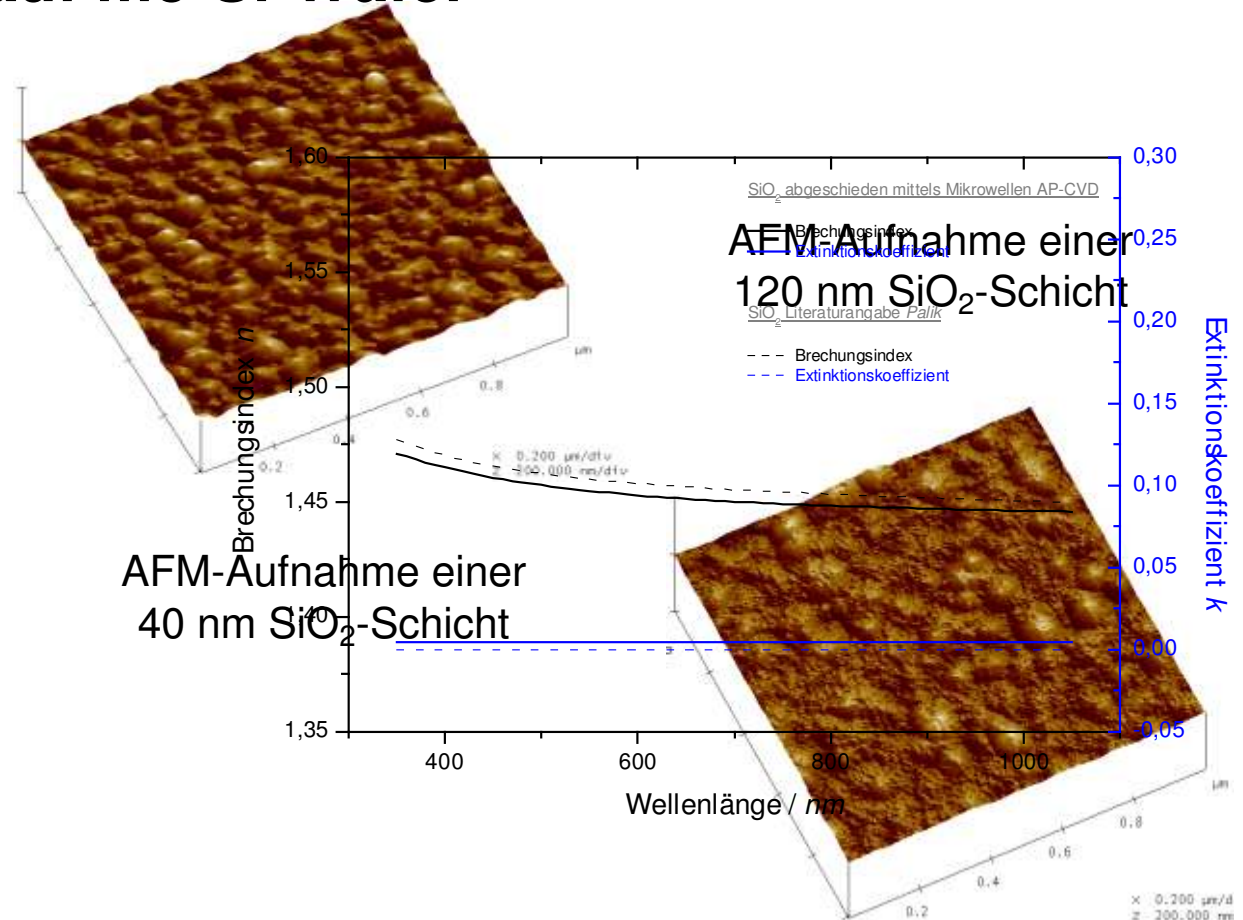
dichte Schichten

ebene Schichtoberfläche, unabhängig von Schichtdicke: $R_a < 2,5 \text{ nm}$

Optische Eigenschaften (UV-VIS-Ellipsometrie)

transparente dielektrische Schichten, Absorption = 0

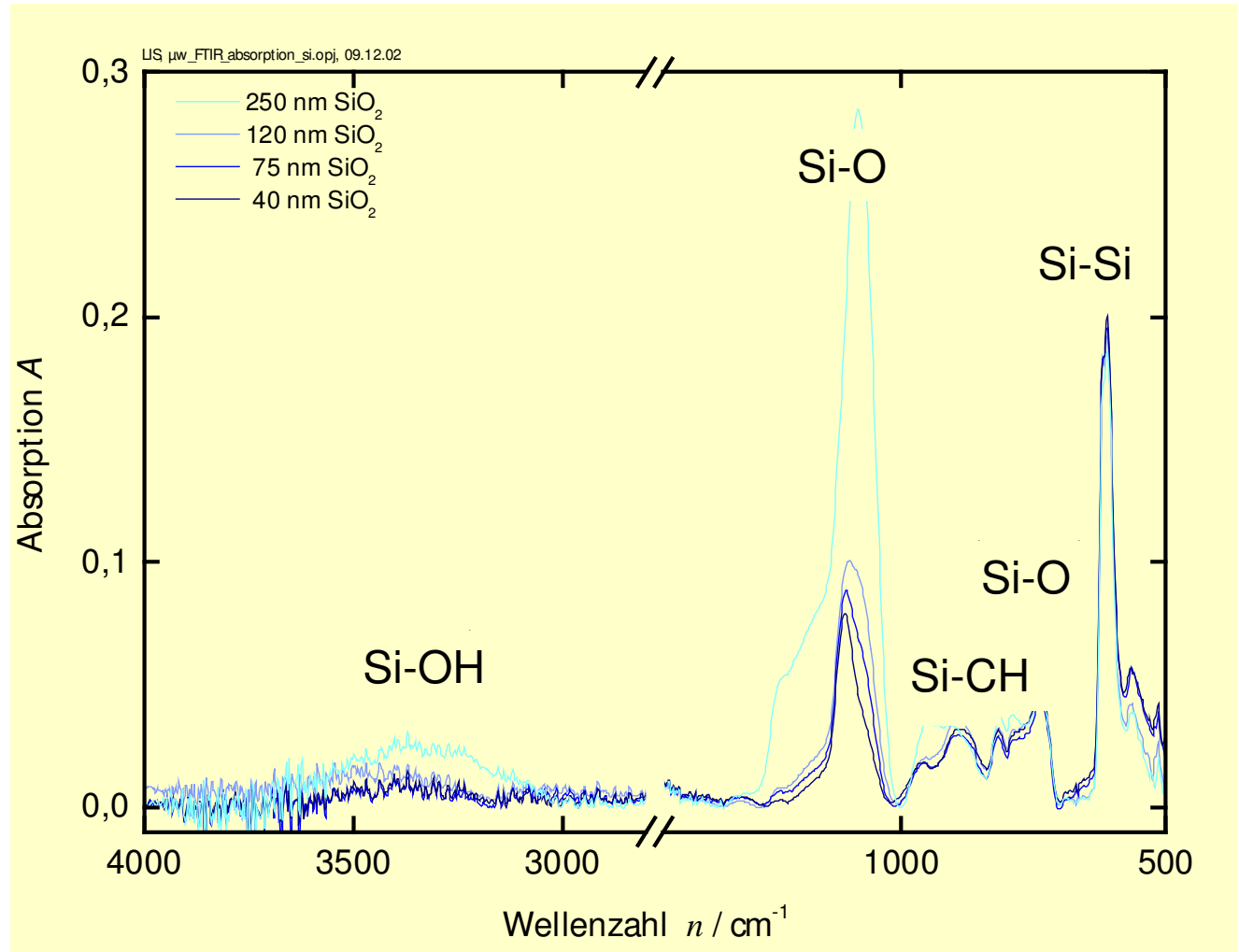
Brechungsindex (500 nm) = 1,46



SiO₂ - Schichtstruktur

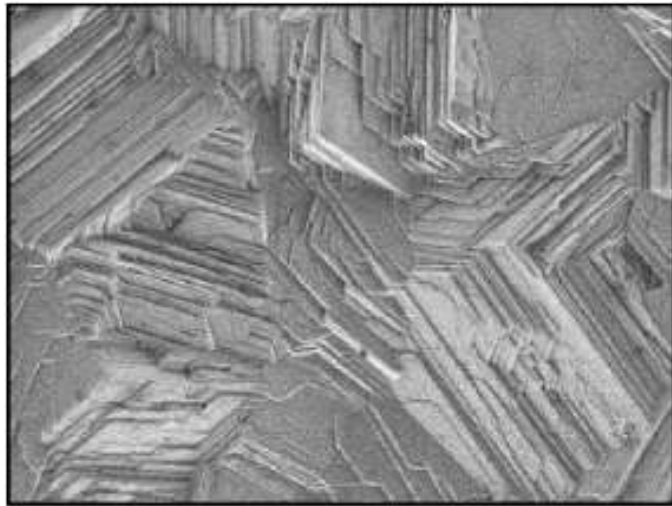
FTIR-Transmissionsmessungen

- ⇒ stöchiometrisches SiO₂
- ⇒ geringer Gehalt an -OH-Gruppen
- ⇒ keine organischen Anteile
- ⇒ keine Kohlenstoff- oder Stickstoffverunreinigungen



SiO₂ auf Stahl - Morphologie (FE-SEM)

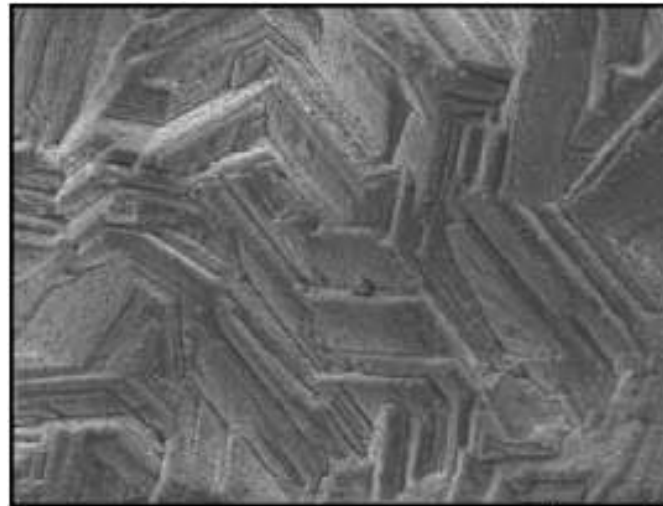
SiO₂ auf verzinktem Stahlband – genaue Abbildung der Oberfläche



212D0143

┆ 2 μm ┆

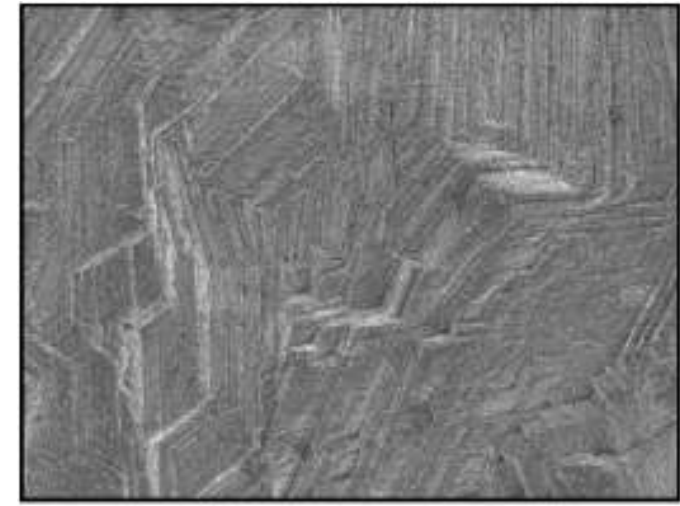
unbeschichtet: ZE Stahlband,
alkalisch gereinigt



212D0146

┆ 2 μm ┆

Schichtdicke ≈ 120 nm



212D0264

┆ 2 μm ┆

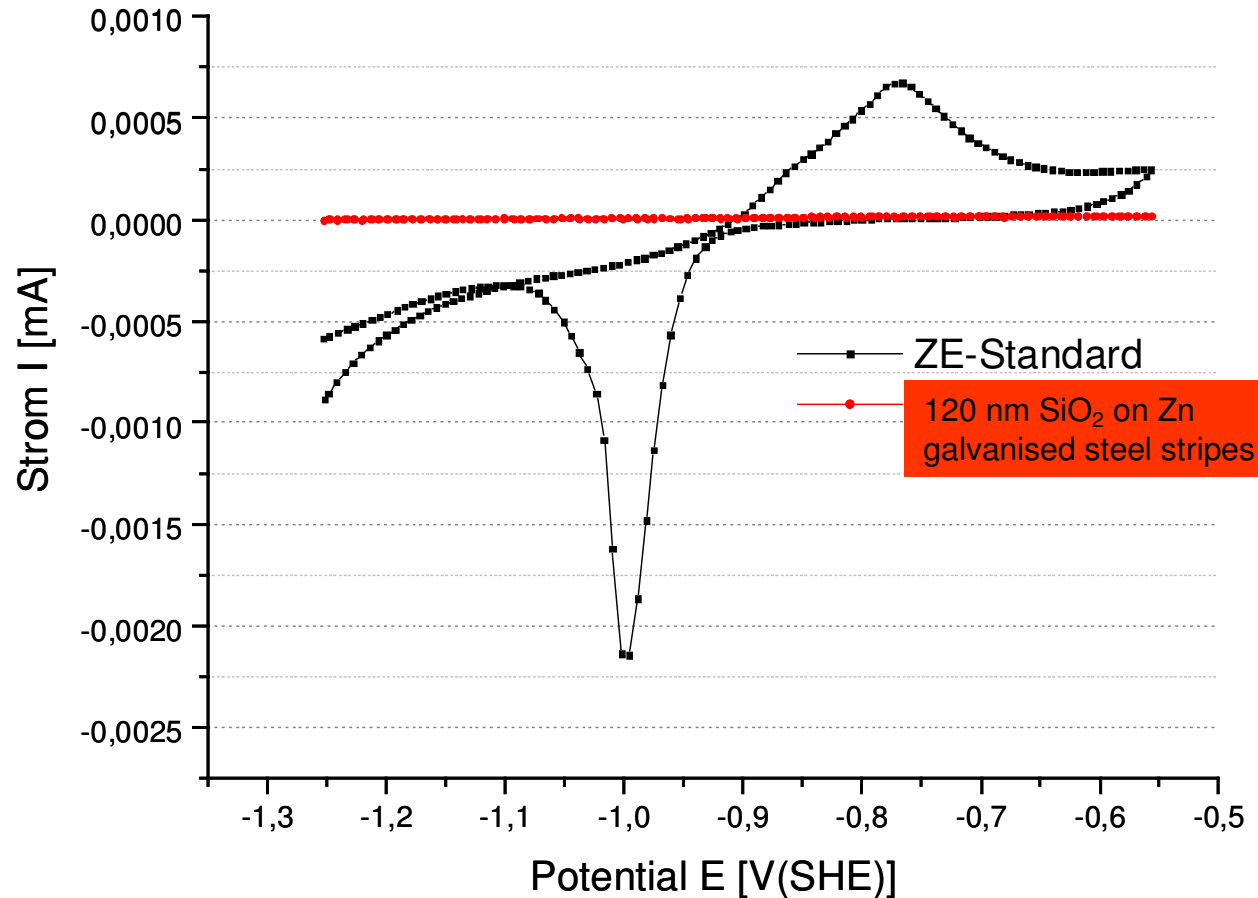
Schichtdicke ≈ 40 nm

SiO₂ – Barriereigenschaften

Elektrochemische Messungen:
=> Cyclovoltammetrie

Fläche unter anodischem
Zweig ~ ungeschützter
(leitender) metallischer
Oberfläche

=> dichte Barrierschicht

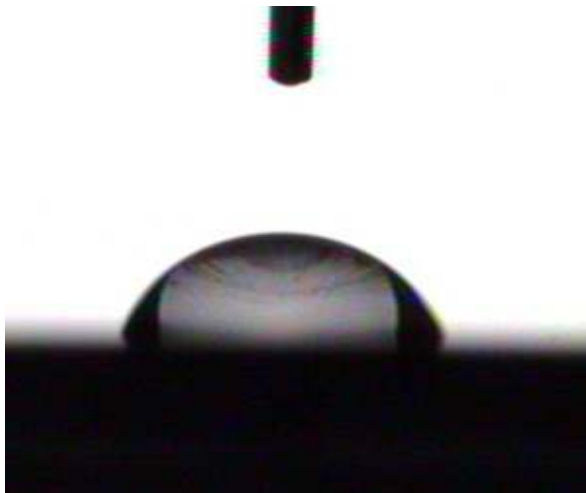




TiO₂-Schichten auf Edelstahl – Photokatalytische Eigenschaften

MW28

Kontaktwinkel 62 °



ohne UV-Bestrahlung

Kontaktwinkel 9 °



nach 10 min UV-Bestrahlung
(254 nm)

Kontaktwinkel < 5 °



nach 30 min UV-Bestrahlung
(254 nm)



Dankeschön

Daniela Rogler

Liliana Roch

Gerrit Mäder

Romy Liske

Dr. Volkmar Hopfe

Beate Leupolt

Dr. Bolko Schöneich

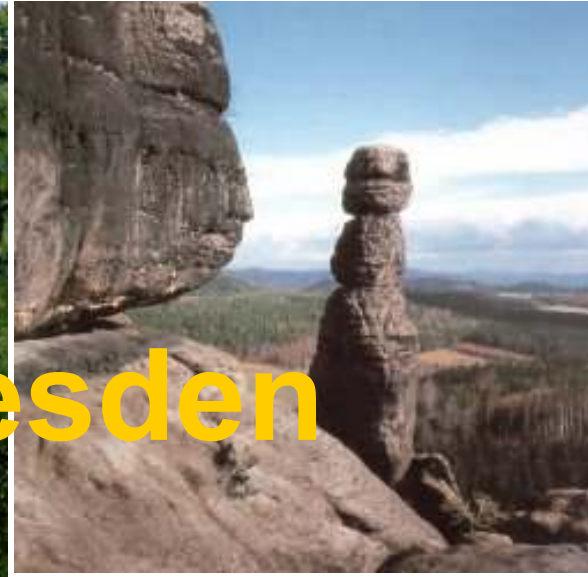
Dr. Wulf Grähler

Carmen Ostwald, TKS

Bernd Schuhmacher, TKS



Atmosphärendruck-PECVD zur Großflächenbeschichtung



Welcome to Dresden

