

WISSENSCHAFT UND WIRTSCHAFT IN EINEM JOB GEHT NICHT.

**DOCH.**

Finden Sie es heraus bei Fraunhofer.

WIR BIETEN IHNEN AB SOFORT EINE SPANNENDE TÄTIGKEIT AM FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FERTIGUNGSTECHNIK UND ANGEWANDTE MATERIALFORSCHUNG IFAM IN BREMEN ALS

---

## **ABSCHLUSSARBEIT IM BEREICH PLASMA-COPOLYMERISATION**

---

Die Abteilung »PLATO« am Fraunhofer IFAM vergibt für ihre Arbeitsgruppe »ND-Plasmatechnik« eine Masterarbeit zum Thema Plasma-Copolymerisation. Dieses Verfahren soll in Zusammenhang mit großvolumigen Null-Bias Anlagen untersucht werden, um das Eigenschaftsprofil plasmapolymere Funktionsschichten zu erweitern. Im Fokus der Bestrebungen steht die Verbesserung der Temperaturbeständigkeit siliziumorganischer Easy-to-clean Schichten.

Im Detail soll untersucht werden, ob sich über eine Plasma-Copolymerisation aromatische Strukturen in eine siliziumorganische Schicht einbinden lassen und welche Eigenschaftsveränderungen sich hieraus ergeben.

### **Ziel der Abschlussarbeit**

- Untersuchung, ob durch die gemeinsame Verarbeitung von HMDSO und Toluol Copolymerisate gebildet werden. Aufklärung ihrer Struktur und ihrer Eigenschaften.

### **Durchführung**

- Aufstellen eines Versuchsplans
- Durchführung der Beschichtungsversuche
- Systematische Charakterisierung der Schichten
- Optimierung
- Aufstellung eines Schichtmodells

### **Was Sie mitbringen**

- Studienrichtung: Materialwissenschaften, Physik, Chemie
- Selbstständige Arbeitsweise

### **Zeitraum**

Ab sofort

### **Fragen zur Ausschreibung und Bewerbungen per Post oder E-Mail an:**

Klaus Vissing | PLATO | Telefon 0421 2246-428 | [klaus.vissing@ifam.fraunhofer.de](mailto:klaus.vissing@ifam.fraunhofer.de)  
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM  
Wiener Straße 12 | 28359 Bremen | [www.ifam.fraunhofer.de](http://www.ifam.fraunhofer.de)

## PLASMA-COPOLYMERISATION

Bei der Abscheidung plasmapolymere Siloxanverbindungen werden regelmäßig entsprechende Precursor (z.B. Hexamethyldisiloxan (HMDSO)) zusammen mit Sauerstoff zur Anwendung gebracht. Hiermit können eine ganze Reihe unterschiedlicher Schichten abgeschieden werden, z.B. SiO<sub>2</sub>-ähnliche Sperrschichten oder PDMS-ähnliche Trennschichten. Wissenschaftlich und technisch sind derartige Schichten gut verstanden und über viele Jahre optimiert worden. Insbesondere konnten kürzlich Struktur-Eigenschaftsbeziehungen für Trennschichten erarbeitet werden, welche sogar die Angabe des Vernetzungsgrades ermöglichen und auch neben dem Si-O-Netzwerk ein zweites Kohlenwasserstoffnetzwerk belegen.

Allerdings können mit dem HMDSO/O<sub>2</sub> – Schichtsystemen nicht alle gewünschten Schichteigenschaften hergestellt werden. Insbesondere stellt eine Nutzung der Beschichtungen unter erhöhten Umgebungstemperaturen und Anwesenheit von Sauerstoff eine Herausforderung dar.

Für einige Anwendungsbereiche ist eine thermisch langzeitstabile Trenn- bzw. Easy-to-clean Beschichtung gefordert. Sowohl bei wiederholtem, als auch bei Dauereinsatz einer reinen HMDSO/O<sub>2</sub> basierten Beschichtung bei über 200°C kommt es zu einer Abnahme der Hydrophobizität. Somit verschlechtern sich die Easy-to-Clean Eigenschaften bis es schließlich zu einer Funktionsversagung der Beschichtung kommt. In Vorversuchen konnte kein eigentliches Schichtversagen (Delamination) beobachtet werden. Die Oberfläche der Beschichtung oxidiert aufgrund unzureichender thermischer Beständigkeit.

Analog zur Einbringung von Phenolgruppen in Silikonen, können aromatische Gruppen in das Siloxannetzwerk durch Copolymerisation eingebracht werden. Diese sollten zu einer Erhöhung der thermischen Stabilität führen. Der aromatische Ring ist in der Lage Energie zu dissipieren, ohne dass ein Versagen der Struktur eintritt.

Als zusätzlicher Precursor ist Toluol denkbar. Auch dieser wird häufig zur Abscheidung plasmapolymere Filme eingesetzt. Zur Abscheidung wird eine Plasmaanlage mit symmetrischen Aufbau verwendet. Hierdurch stellt sich ein Self-Bias von nahe Null Volt ein. Dieser Aufbau bietet Vorteile zur Abscheidung von Easy-to-Clean Beschichtungen.

**Aufgaben der Masterarbeit sind:**

- a.) Durchführung einer Literaturrecherche, um den Stand der Technik im Hinblick auf Plasmaprozesse mit HMDSO und Toluol zu erfassen und zu bewerten. Erfassung weiterer denkbarer Kohlenstoffprecursor.
- b.) Systematische Untersuchung zur Herstellung von plasmapolymere Copolymerisaten vor dem Hintergrund einer Null-Bias Schichtabscheidung. Untersucht werden sollen sowohl reine Mischungen aus HMDSO und Toluol als auch die gezielte Zugabe von O<sub>2</sub> zu den beiden Precursoren.
- c.) Systematische Untersuchung der Plasmabedingungen für verschiedene Prozessparametersätze. Hierzu sollen insbesondere die Plasmadichte und das Plasmapotential untersucht werden, sowie ggf. massenspektrometrische Untersuchungen durchgeführt werden.

Bei der Bewertung der hergestellten Schichten soll die thermische Stabilität im Vordergrund stehen. Des Weiteren sollen dennoch die physikalischen Eigenschaften wie Oberflächenenergie, E-Modul und Brechungsindex untersucht werden, um die Beschichtungen im Sinne des Easy-to-Clean Effekts einordnen zu können. Zur Bewertung sollen Ofenauslagerungen durchgeführt werden.

- d.) Charakterisierung der hergestellten Schichten mittels KW-Messung, XPS, FTIR, Ellipsometrie, Zetapotential, Dichte- und Elastizitätsmodulbestimmung vor und nach Lagerung im Ofen. Die gewonnenen Ergebnisse sind untereinander zu bewerten und in Zusammenhang zu setzen. Ggf. können die Resultate mit vorhandenen Messungen reiner HMDSO/O<sub>2</sub> Systeme in Zusammenhang gebracht werden.
- e.) Unter Verwendung der Ergebnisse aus b.), c.) und d.) wird eine Prozessoptimierungsstrategie entwickelt und praktisch überprüft.
- f.) Orientierende Anwendungsuntersuchung ausgewählter Beschichtungen im Hinblick auf die thermische Beständigkeit.

**Ziel der Masterarbeit ist:**

Wissenschaftliche Überprüfung und Bewertung, unter welchen Bedingungen sich thermisch stabile, HMDSO und Toluol basierte Copolymerisate, herstellen lassen. Hierbei steht die Verwendung eines großvolumigen Null-Bias Anlagenaufbaues im Mittelpunkt.

Zudem sind die Schichteigenschaften zu charakterisieren und im Zusammenhang mit bekannten Struktur-Eigenschaftsbetrachtungen zu setzen. Hieraus abgeleitet ist die Frage zu beantworten, welche Schichten unter welchen Bedingungen (Temperatur und Zeit) stabil sind.

**Tasks of the master thesis are:**

- a.) To carry out a literature search to determine and evaluate the state of the art with regard to plasma processes with HMDSO and toluene. Registration of further conceivable carbon precursors.
- b.) Systematic investigation of the production of plasma polymer copolymers against the background of a zero-bias layer deposition. Pure mixtures of HMDSO and toluene as well as the targeted addition of O<sub>2</sub> to the two precursors will be investigated.
- c.) Systematic investigation of plasma conditions for different process parameter sets. In particular, the plasma density and the plasma potential are to be investigated and, if necessary, mass spectrometric investigations are to be performed.

The thermal stability of the produced layers shall be the main focus of the evaluation. Furthermore, physical properties such as surface energy, modulus of elasticity and refractive index will be investigated in order to classify the coatings in terms of the easy-to-clean effect. For evaluation purposes, furnace removals are to be carried out.

- d.) Characterization of the produced coatings by means of KW measurement, XPS, FTIR, ellipsometry, zeta potential, density and elastic modulus determination before and after storage in the furnace.

The results obtained must be evaluated and correlated with each other. If necessary, the results can be correlated with existing measurements of pure HMDSO/O<sub>2</sub> systems.

- e.) Using the results from b.), c.) and d.) a process optimization strategy is developed and practically verified.
- f.) Orienting application investigation of selected coatings with regard to thermal resistance.

**Aim of the master thesis is:**

Scientific examination and evaluation, under which conditions thermally stable, HMDSO and toluene based copolymers can be produced. The focus is on the use of a large-volume zero-bias system design.

In addition, the layer properties have to be characterized and put in connection with known structure-property considerations. From this, the question is to be answered, which layers are stable under which conditions (temperature and time).