

## Ausschreibung einer studentischen Arbeit

**Thema:** Evaluierung von Polyethylen als Kohlenstoffprecursor für das Flüssigsilicierverfahren

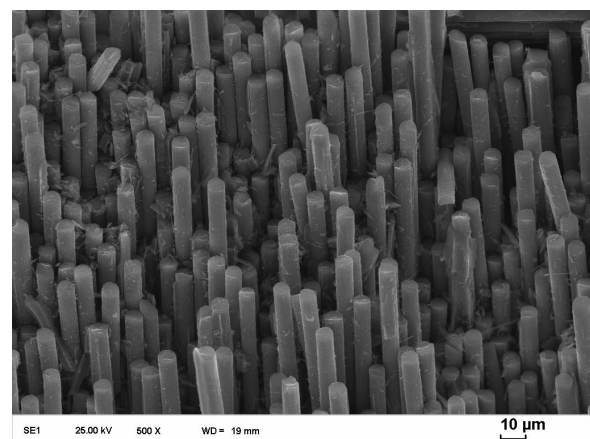
### Erläuterungen zum Inhalt der Aufgabenstellung:

Faserverstärkte Keramiken weisen gegenüber konventionellen Keramiken eine verbesserte Bruchzähigkeit und Schadenstoleranz auf und erschließen somit als Konstruktionswerkstoff neue Anwendungsfelder. Ein möglicher Herstellungsweg für siliciumcarbidgebasierte faserverstärkte Keramiken ist das Flüssigsilicierverfahren (Liquid Silicon Infiltration – LSI), welches durch einen dreistufigen Prozess gekennzeichnet ist. Im ersten Fertigungsschritt wird ein kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) aus einem Polymer mit hoher Kohlenstoffausbeute (Kohlenstoffprecursor) hergestellt. Bei der anschließenden Pyrolyse wird das Matrixpolymer thermisch zu Kohlenstoff konvertiert. Der damit einhergehende Matrixschumpf führt zur Ausbildung eines Rissnetzwerkes. Das Ergebnis des zweiten Fertigungsschrittes ist ein poröser kohlenstofffaserverstärkter Kohlenstoff (C/C). Im dritten Fertigungsschritt wird in das Rissnetzwerk flüssiges Silicium infiltriert. An den Risswänden bildet sich durch die Reaktion mit dem Kohlenstoff Siliciumcarbidgebilde. Als Endprodukt entsteht ein heterogener Werkstoff (C/C-SiC) mit Kohlenstofffasern als Verstärkungskomponente und einer C-SiC-Dualphasenmatrix.

Insbesondere das verwendete Ausgangspolymer bedingt die zu Grunde liegende Formgebungstechnologie und beeinflusst über alle Prozessschritte hinweg die Struktur und somit das Eigenschaftsprofil des Endverbundes. Üblicherweise werden zu Duroplasten vernetzbare Harze, wie z.B. Phenolharze, verarbeitet. Hingegen ermöglicht die Anwendung von Thermoplasten die Nutzung großserientauglicher und vollautomatisierbarer Fertigungstechnologien. Polyethylen ist kostengünstig und weist eine gute Verfügbarkeit und Verarbeitbarkeit aus. Eine zusätzliche Stabilisierung, z. B. durch thermische Oxidation, ermöglicht dabei eine deutliche Steigerung der Kohlenstoffausbeute. Ziel der studentischen Arbeit ist es, die Eignung verschiedener Qualitäten von Polyethylen für das Flüssigsilicierverfahren zu untersuchen. Prozess-Struktur-Eigenschaftszusammenhänge sollen aufgezeigt und diskutiert werden.

### Das Arbeitsprogramm beinhaltet:

- Literaturrecherche zum Stand der Technik
- Materialauswahl und Aufstellen eines Versuchsprogrammes
- Untersuchungen zum Stabilisierungsprozess (thermische Analyse, thermische Auslagerung, usw.)
- Untersuchungen zum Pyrolyseprozess (thermische Analyse, thermische Auslagerung, usw.)
- Compoundherstellung mittels Messknetter und Probekörperherstellung mittels Mikrospritzguss
- Stabilisierung, Pyrolyse und Silicierung der Probekörper
- Charakterisierung der Probekörper (Porosität, Mikrostruktur, mechanische Eigenschaften, usw.)
- Diskussion der Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick



Bruchfläche einer C/C-Verbundes

## Call for Student Thesis

**Topic:** Evaluation of polyethylene as a carbon precursor for the liquid silicon infiltration process

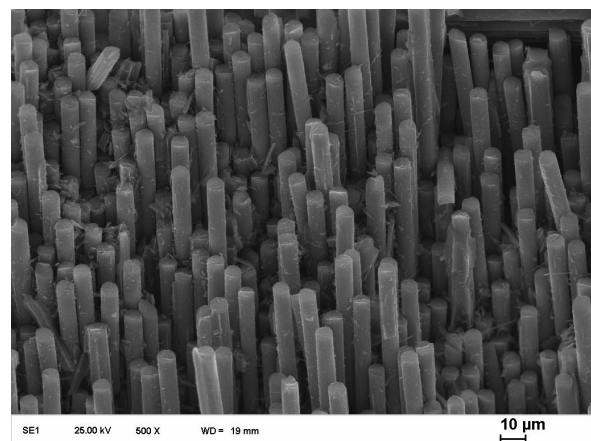
### Explanation of the content of the task:

Fiber-reinforced ceramics have improved fracture toughness and damage tolerance compared to conventional ceramics and therefore they open up new fields of application as a construction material. One possible manufacturing method for silicon carbide-based fiber-reinforced ceramics is the liquid silicon infiltration (LSI) process, which is characterized by a three-stage process. In the first production step, a carbon fiber reinforced plastic (CFRP) is produced from a polymer with a high carbon yield (carbon precursor). During the subsequent pyrolysis, the matrix polymer is thermally converted to carbon. The resulting matrix shrinkage leads to the formation of a crack network. The result of the second production step is a porous carbon fiber-reinforced carbon (C/C). In the third production step, liquid silicon is infiltrated into the crack network. Silicon carbide is formed on the crack walls as a result of the reaction with the carbon. The end product is a heterogeneous material (C/C-SiC) with carbon fibers as a reinforcing component and a C-SiC dual-phase matrix.

In particular, the starting polymer that is used determines the associated shaping technology and influences over all process steps the structure and therefore the property profile of the final composite. Usually thermoset resins, such as phenolic resins, are processed. Whereas, the use of thermoplastics enables the use of large-scale and fully automated production technologies. Polyethylene is cost-effective and has good availability and processability. Additional stabilization, e.g. through thermal oxidation, enables a significant increase in the carbon yield. The aim of the student project is to investigate the suitability of different classes of polyethylene for the liquid silicon infiltration process. Process-structure-property relationships are to be identified and discussed.

### The work program includes:

- Literature research on the state of the art
- Material selection and development of a test program
- Investigation of the stabilization process (thermal analysis, thermal treatment, etc.)
- Investigation of the pyrolysis process (thermal analysis, thermal treatment, etc.)
- Compound production using a measuring kneader and test specimen production using micro injection molding
- Stabilization, pyrolysis and silicon infiltration of the test specimens
- Characterization of the test specimens (porosity, microstructure, mechanical properties, etc.)
- Discussion of the results
- Summary and outlook



*Fracture surface of a C/C composite*