

### Abteilung Drucken im Fraunhofer IWS Dresden

Die Abteilung beschäftigt sich mit der Entwicklung von pasten- und tintenbasierten additiv-generativen Verfahren unter Betrachtung der kompletten Prozesskette. Die aufzubringenden Materialien umfassen Metalle, Polymere, Keramiken und Composite. Ein Anwendungsgebiet sind z. B. flexible bzw. konturangepasste thermoelektrische Generatoren.

Daneben gibt es Aktivitäten zum großflächigen Sprühen von Oxidkeramiken (z. B. Aluminiumoxid als Passivierungsschicht für die Photovoltaik), Halbleitern (wie z. B. ZnO:Al) oder Dispersionen (z.B. aus CNT) zur Erzeugung transparenter leitfähiger Schichten.

Als weiterer Schwerpunkt werden energieeffiziente Verfahren und Anlagen zur Herstellung von Kohlenstofffasern und Nanofasern entwickelt.

Titelbild: REM-Aufnahme einer Kohlenstofffaser, hergestellt mit dem Mikrowellenplasma-Karbonisierungsverfahren

### Unser Leistungsangebot:

- Gedruckte Thermoelektrik
- 3D-Dispenser-Druck und Lasersintern
- Aerosoljet-Drucktechnologie
- Materialentwicklung und rheologische Charakterisierung
- großflächige Abscheidung leitfähiger oder isolierender Schichten bei Atmosphärendruck
- Herstellung von Kohlenstofffasern
- Charakterisierung thermoelektrischer Materialien

### Kontakt

*Dr. Ines Dani*  
Abteilung Drucken  
Fraunhofer-Institut für Werkstoff-  
und Strahltechnik IWS Dresden  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden

Telefon +49 (0) 351 83391-3405  
[ines.dani@iws.fraunhofer.de](mailto:ines.dani@iws.fraunhofer.de)  
[www.iws.fraunhofer.de](http://www.iws.fraunhofer.de)

## PLASMATECHNIK ZUR ENERGIE-EFFIZIENTEN HERSTELLUNG VON KOHLENSTOFFFASERN

10 µm

# INNOVATIVE PLASMATECHNIK ZUR ENERGIE-EFFIZIENTEN HERSTELLUNG VON KOHLENSTOFFFASERN

## Aufgabe

Die konventionelle Karbonisierung von kohlenstoffhaltigen Ausgangsfasern ist im unteren Temperaturbereich mit sehr geringen Aufheizraten verbunden, da Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und deren Verbindungen aus dem Material ausdiffundieren und damit der Kohlenstoffgehalt im Material ansteigt. Mit einer Steigerung der Aufheizrate durch eine alternative Aufheizmethode und einer damit verbundenen Erhöhung der Diffusionsgeschwindigkeit wäre eine erhebliche Effizienzsteigerung verbunden.

## Unsere Lösung

Am Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) wurde im Rahmen eines öffentlich geförderten Projekts eine Niederdruck-Mikrowellen-Plasmaanlage zur kontinuierlichen Karbonisierung von voroxidierten PAN-Fasern entwickelt. Kernstück der Anlage ist eine linear ausgedehnte Kavität mit einer Länge von momentan 400 mm. Sie beherbergt im Inneren ein Quarzglasrohr mit einem Durchmesser von 70 mm, durch das die Fasern hindurchgeführt werden (Abb. 1).



Abb. 1: Anlage mit Betrieb von zwei Mikrowelleneinspeisungen

An zwei gegenüberliegenden Seiten der Kavität wird Mikrowellenstrahlung in die mit einer Stickstoff-Argon-Mischung gefüllte Quarzglasröhre eingekoppelt. Dadurch kann in diesem Bereich der Kavität ein Mikrowellen-Plasma generiert werden, welches die Fasern durch eine Kombination aus Strahlung verschiedener Wellenlängenbereiche karbonisiert.

Die Besonderheit des entwickelten Verfahrens liegt in der kurzen Behandlungszeit und der geringen Anlagengröße. Damit wird der Faserdurchsatz erheblich gesteigert, die Kosten reduzieren sich.

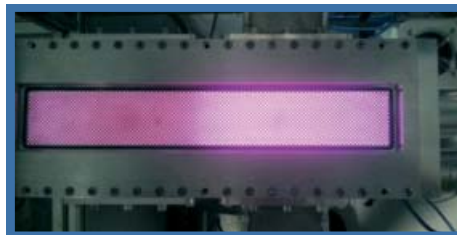


Abb. 2: Linear ausgedehntes Niederdruck-Mikrowellenplasma zur Herstellung von Kohlenstofffasern

## Ergebnisse

Die PAN-Fasern werden bei den Versuchen mit einer definierten Zugspannung längs durch die Kavität geführt. Durch diese Vorspannung wird eine Vorzugsrichtung für die Ausbildung der Graphitebenen vorgegeben, was zu einer erhöhten Festigkeit in Faserrichtung führt.

Durch Variation der Mikrowellenleistung lässt sich die Ausbreitung des Plasmas und damit auch sein Wirkungsbereich beeinflussen. Über die Veränderung des Druckes wird die Intensität des Plasmas variiert, was Auswirkungen auf die Temperatur in der Kavität hat. Auch der Gesamtgasfluss und die Gaszusammensetzung beeinflussen die Fasereigenschaften. Notwendige Prozessgase sind ausschließlich Argon und Stickstoff.

Durch die Mikrowellen-Plasma-Behandlung kann die Festigkeit der Fasern im Vergleich zum Ausgangsmaterial erheblich gesteigert werden. Bei einer Mikrowellenleistung von 1150 W und 7 Minuten Verweilzeit im Plasma wurde eine Steigerung der Zugfestigkeit von ursprünglich 300 MPa auf ca. 1600 MPa erzielt.

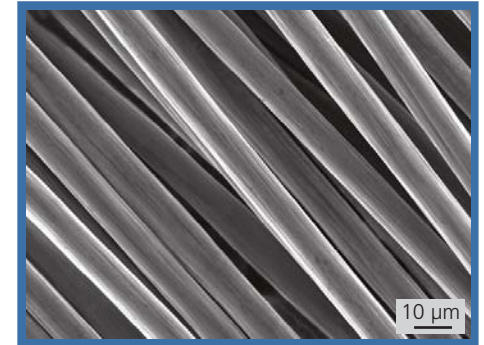


Abb. 3: REM-Aufnahme von Kohlenstofffasern, welche durch das Mikrowellen-Plasma-Verfahren hergestellt wurden

Die Arbeiten erfolgten im Projekt »Energie-effiziente Herstellung von Kohlenstofffasern mittels Mikrowellenplasmen« in Kooperation mit der SITEC Automation GmbH, finanziert aus Mitteln der EU und des Freistaates Sachsen, Förderkennzeichen 100154468/2894.



Europäische Union



Europäischer Sozialfonds