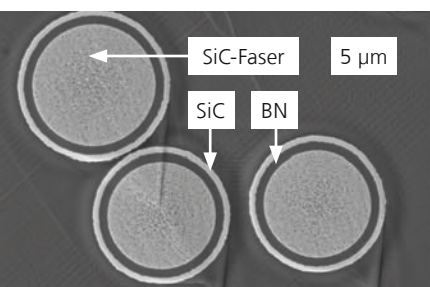




Rolle-zu-Rolle-CVD-Beschichtungsanlage für die kontinuierliche Faserbeschichtung.



Wickelwerk mit beschichtetem, aufgewickeltem Faser-Roving.



REM-Aufnahme einer Doppelschicht aus SiC und BN auf einer SiC-Faser.

## Kontinuierliche Faserbeschichtung für Kompositwerkstoffe

Dr. Mandy Höhn, Dipl.-Phys. Mario Krug

Faserverstärkte Kompositwerkstoffe werden aufgrund ihrer vielfältigen Eigenschaften und variablen Gestaltungsmöglichkeiten in vielen Bereichen der Industrie verwendet. Dabei erfüllen die Fasern je nach Anwendungsfall unterschiedliche Funktionen. Unabhängig von der Art der Komposite entscheidet das Faser-Matrix-Interface über die Komposit-Eigenschaften. Definierte Faser-Beschichtungen eröffnen dabei vielfältige Möglichkeiten der Eigenschafts- und damit Funktionseinstellung. So kann durch Beschichtung der Fasern die Stärke der Anbindung an das Matrixmaterial variiert und ein Schutz vor chemischen Wechselwirkungen bei der Infiltration mit dem Matrixmaterial erreicht werden. Bei der Kombination von Endlosfasern, z. B. aus Glas oder Kohlenstoff, mit einer duktilen Matrix aus Kunststoffen oder Metallen wird hauptsächlich das Ziel verfolgt, die Festigkeit und Steifigkeit dieser Werkstoffe zu verbessern. Im Fokus der Forschung am Fraunhofer IKTS stehen demgegenüber keramische Faserverbundwerkstoffe mit hoher Bruchzähigkeit und Schadenstoleranz.

Hierfür wurde am IKTS eine Beschichtungsanlage für die chemische Gasphasenabscheidung (CVD) aufgebaut, mit der vielfältige Schichttechnologien und Schichtvarianten bei Verwendung eines 2-Kammer-Reaktorsystems im Rolle-zu-Rolle-Prozess realisierbar sind (Bild 1 und 2). Beide CVD-Beschichtungskammern können unabhängig voneinander mit variablen Precursoren bis zu Beschichtungstemperaturen von 1100 °C und Abscheidungsdrücken bis 100 mbar im CVD-Prozess betrieben werden. Während der Beschichtung wird ein Faser-Roving, bestehend aus vielen Einzelfilamenten, kontinuierlich durch die zwei Beschichtungskammern gezogen.

### CVD-Beschichtung für Fasern in keramischen Kompositwerkstoffen

Bei keramischen Kompositwerkstoffen (CMC, ceramic matrix composites), die z. B. als Leichtbauwerkstoff oder in Hochtemperaturprozessen Anwendung finden, werden Faserbeschichtungen benötigt, die neben einem zuverlässigen Oxidations- und Korrosionsschutz der Fasern vor allem ein schadenstolerantes Verhalten des Komposits gewährleisten. Durch die Faserverstärkung kann das für keramische Werkstoffe oft typische spröde Materialverhalten via Rissablenkung und Faser-Pull-out vermieden werden. Für nichtoxidische Komposite haben sich Schichten aus Bornitrid auf Grund der hexagonalen Schichtstruktur (h-BN) und der daraus resultierenden günstigen Abgleitbedingungen beim Pull-out durchgesetzt. Diese Schichten besitzen jedoch keine ausreichende Hochtemperaturstabilität (Oxidationsbeständigkeit bei Temperaturen > 1000 °C) an Luft. Aus diesem Grund wurden am Fraunhofer IKTS Doppelschichten entwickelt, die aus einer h-BN-Schicht mit einer darüberliegenden schützenden Schicht aus Siliciumcarbid (SiC) bestehen (Bild 3). Diese Doppelschichten können in der Rolle-zu-Rolle-Faserbeschichtungsanlage während eines Durchgangs nacheinander in zwei Beschichtungskammern aufgebracht werden. Ausdrucksversuche an Einzelfasern (single fiber push out tests) zeigen die gewünschte schwache Anbindung der beschichteten Fasern an das Matrix-Material.