



METALLISIERTE CFK-SPIEGEL FÜR DEN WELTRAUM

Optische Spiegel für Weltraumanwendungen müssen wegen der ständig wechselnden thermischen Belastungen im Weltraum, aber auch aufgrund der hohen mechanischen Belastungen während der Startphase einer Rakete eine außerordentliche Stabilität aufweisen. Aus diesem Grund werden sie in der Regel aus Metallen, Keramiken oder Gläsern gefertigt. Diese Materialien haben ein hohes spezifisches Gewicht und verursachen enorme Kosten beim Start. Am Fraunhofer IST wird daher an einer deutlich leichteren Alternative gearbeitet: Spiegel aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff.

CFK – Ein Leichtgewicht

Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) ist ein echter Champion unter den Leichtbaumaterialien. Mit einem spezifischen Gewicht von ca. $1,6 \text{ g/cm}^3$ ist es noch leichter als Aluminium, Magnesium oder Titan und weist zusätzlich noch deutlich bessere mechanische Kennwerte auf. Aus diesem Grund wird es überall dort eingesetzt, wo eine Gewichtsersparnis essenziell ist. Neu ist der Einsatz von CFK-Material als Spiegel für Weltraumanwendungen. Zum Vergleich: Ein Spiegelsegment aus Beryllium, welches im James-Webb-Space-Telescope verwendet wird, hat eine Masse von ca. 20 kg. Ein vergleichbarer metallisierter Spiegel aus CFK hat eine Masse von ca. 3,5 kg.

Die Herstellung des metallisierten Spiegels

In dem DLR-geförderten Projekt »OCULUS« (Optical Coatings for Ultra Lightweight Robust Spacecraft Structures) wird am Fraunhofer IST in Zusammenarbeit mit der TU Braunschweig und der Fa. INVENT GmbH ein aufklappbarer Spiegel aus CFK entwickelt. Dieser Spiegel wird metallisiert und in einem weite-

ren Schritt oberflächenbehandelt. In einem am Fraunhofer IPT entwickelten Verfahren, dem sogenannten ultrapräzisen Drehen wird die anfangs sehr raue und ungleichmäßige Oberfläche spiegelnd bearbeitet.

Die Metallisierung von CFK wurde am Fraunhofer IST entwickelt und wird dort bereits seit ca. 10 Jahren erfolgreich angewandt. Ein bekanntes Anwendungsbeispiel sind die CFK-Antennen für die Raumfahrt. Im Fall des CFK-Spiegels kommen jedoch noch weitere Anforderungen an das Grundmaterial hinzu: Es darf sich auch unter Weltraumbedingungen bei wechselnden Temperaturen nicht verformen und muss darüber hinaus den optischen Anforderungen genügen. Dazu wird das Grundmaterial modifiziert. Als Beschichtung wird eine ca. 200 µm dicke, modifizierte Nickelschicht eingesetzt, die absolut porenfrei sein muss. In einem nachgeschalteten Prozess wird diese Schicht dann wieder bis auf eine minimale Schichtdicke abgedreht. Dabei werden die Unebenheiten eingeebnet und eine Rauheit von ca. $5 \text{ nm } r_a$ erzielt.



- 1 Querschliff einer metallisierten CFK-Probe.
- 2 Maschine zum ultrapräzisen Drehen von Oberflächen.
- 3 CFK-Spiegel – beschichtet und ultrapräzise gedreht.

Ausblick

Aufgrund der großen Gewichtsersparnis bieten metallisierte CFK-Oberflächen für optische Anwendungen ein hohes Potenzial. Weitere Entwicklungen müssen die Zuverlässigkeit der Metallabscheidung verbessern. Darüber hinaus sind auch Modifizierungen am CFK-Werkstoff notwendig, um das Material auch unter wechselnden Temperaturbedingungen zu stabilisieren. Neben der Raumfahrt sind zudem Einsätze in anderen Geschäftsfeldern denkbar, z. B. im Maschinenbau sowie der Automobilindustrie.

KONTAKT

Dr. Andreas Dietz
Telefon +49 531 2155-646
andreas.dietz@ist.fraunhofer.de