

Multifunktionale Faser-Hybrid-Werkstoffe für Rumpfanwendungen in der Luftfahrt

Das Projekt „Multifunktionale Metall-C-Faser-Kunststoff-Verbunde für schadenstolerante und elektrisch leitfähige Leichtbaustrukturen“ erforscht und verbessert institutsübergreifend ein faserbasierte Hybridkonzept. Es ermöglicht eine lastgerechte Laminatgestaltung, faltenfreies Drapieren komplex gekrümmter Strukturen und Anwendung von voll automatisierten, etablierten Verarbeitungstechnologien.

Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) sind aufgrund ihrer gewichtsspezifisch hervorragenden mechanischen Eigenschaften in Luftfahrtanwendungen weit verbreitet. Ihr sprödes Versagensverhalten limitiert allerdings die Strukturintegrität und Schadenstoleranz gegenüber Schlagbeanspruchungen und im Versagensfall.

Ausreichende Robustheit wird durch eine gewisse Mindestwandstärke für die Primärstruktur erreicht, die an einigen Stellen strukturelle Anforderungen an Festigkeit und Steifigkeit übertrifft. Darüber hinaus weist CFK gegenüber Leichtmetallen eine vergleichsweise geringe elektrische Leitfähigkeit auf. Zusätzliche Metallkomponenten sind für bestimmte elektrische Funktionen (Blitzschutz, Signaltransfer, Erdung u.a.) erforderlich. Die damit einhergehenden Zusatzmassen schmälern freilich den Gewichtsvorteil, den CFK als Strukturwerkstoff eigentlich bietet.

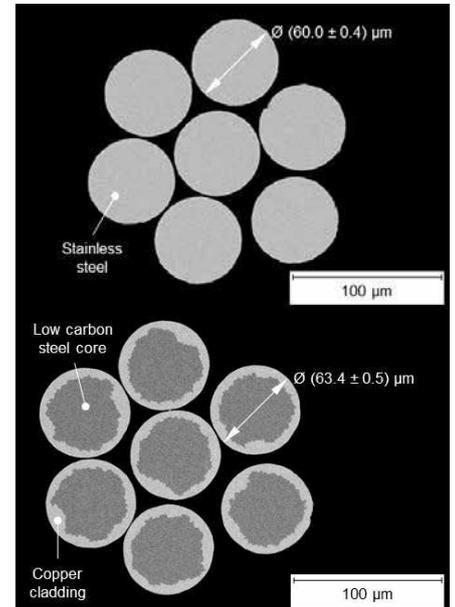
Aus zwei mach eins

Ein neuartiger Ansatz, um diesen Herausforderungen zu begegnen ist die Integration von besonders leitfähigen, duktilen metallischen Endlosfasern in CFK. Die Idee dieses Hybridkonzepts ist, sowohl elektrische als auch mechanische Eigenschaften der Metallfasern zu adressieren. Die im Vergleich zu CFK höhere Dichte kompensiert der Werkstoff durch die eingesparten elektrischen Zusatzelemente und verbesserte mechanische Eigenschaften. Das faserbasierte Konzept ermöglicht dabei eine lastgerechte Laminatgestaltung, faltenfreies Drapieren komplex gekrümmter Strukturen und die Anwendung von voll automatisierten, etablierten Verarbeitungstechnologien.

Da ist noch Luft drin

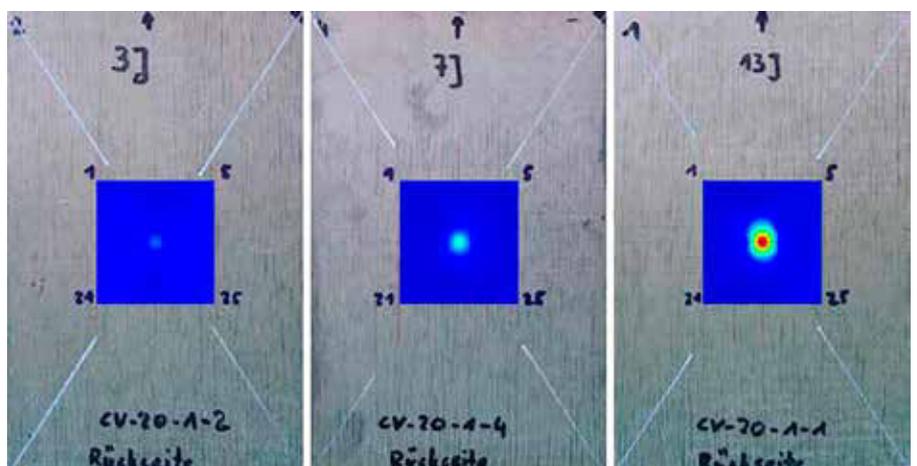
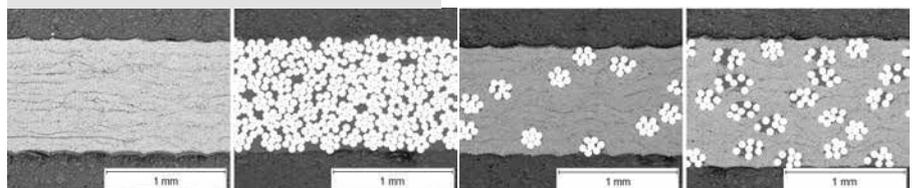
Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung und Optimierung der strukturellen und elektrischen Eigenschaften solcher hybriden Faserbundwerkstoffe. Ihr Metallfaservolumenanteil beträgt bis etwa 20 Prozent, der Filamentdurchmesser der Faserbündel etwa 60 µm.

Unterstützt von analytischen und numerischen Modellen werden in dieser Projektarbeit Fasern sowie uni- und multiaxiale (Hybrid-) Lamine grundlegend untersucht. Dabei können gleichzeitig Verbes-



Querschliff von Edelstahlfaserbündel (oben) und kupferbeschichteten niedriglegierten Stahlfaserbündel (unten)

Querschliff von uniaxial verstärkten CFK, SFK und Hybridlaminaten mit unterschiedlichem Faservolumengehalt



Veränderung der magnetischen Eigenschaften der metastabilen, austenitischen Stahlfasern an der Oberfläche von impaktierten Hybridprobekörpern in Abhängigkeit der Impaktenergie

serungen der elektrischen Leitfähigkeit, des Impakt- und Durchstoßverhaltens, der Nieteignung wie auch des Zugverhaltens nachgewiesen werden.

Zusätzlich ermöglicht die Verwendung von metastabilen, austenitischen Stahlfasern eine zerstörungsfreie Detektion und Analyse von Schädigungen im Hybridlaminat. Hierzu werden Veränderungen des magnetischen Verhaltens der Stahlfasern aufgrund von verformungsinduzierten Gefügeveränderungen erfasst.

Weitere Informationen:
Institut für Verbundwerkstoffe GmbH,
Kaiserslautern,
www.thefutureiscomposite.com

Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer,
Telefon +49 (0) 631 / 2017-101,
ulf.breuer@ivw.uni-kl.de,

Dr.-Ing. Sebastian Schmeer,
Telefon +49 (0) 631 / 20 17-322,
sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de,

Dipl.-Ing. Benedikt Hannemann,
Telefon +49 (0) 631 / 20 17-140,
benedikt.hannemann@ivw.uni-kl.de

Das Projekt „Multifunktionale Metall-C-Faser-Kunststoff-Verbunde für schadenstolerante und elektrisch leitfähige Leichtbaustrukturen“ wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, BR 4262/2-1) gefördert und gemeinsam von der Institut für Verbundwerkstoffe GmbH und dem Lehrstuhl für Werkstoffkunde der TU Kaiserslautern bearbeitet.