

1

BEARBEITEN GLASFASERVERSTÄRKTER KUNSTSTOFFE MIT GEPULSTEN LASERSYSTEMEN

DIE AUFGABE

Faserverstärkte Kunststoffe erreichen durch die Kombination von hochbelastbaren Fasern mit leichtem polymerem Matrixmaterial sehr hohe spezifische Festigkeiten. Gleichzeitig eröffnet das thermoplastische Material den Einsatz etablierter Urform- und Umformprozesse aus der Polymerverarbeitung. Beispiele dafür sind das Thermoformen von endlosfaserverstärkten Organoblechen und die Ausbildung zusätzlicher Strukturen mittels Spritzguss. Über die Bauteillebensdauer ist eine stabile Verbindung der ausgeformten Strukturen mit den lasttragenden Fasern notwendig.

Eine spezifische Eigenheit endlosfaserverstärkter Kunststoffe ist der Lagenaufbau, der spezifische Materialdicken und -belastungen sowie eine Integration von Funktionselementen wie Aktoren und Sensoren ermöglicht. Diese werden zwischen Einzellagen positioniert und anschließend durch den Konsolidierungsprozess des Gesamtwerkstückes fixiert. Im Anschluss sind diese Inserts zur elektrischen Kontaktierung wieder lokal frei zu legen.

Beide vorgestellte Aufgabenstellungen bedürfen eines Werkzeuges, welches einen definierten und lokalisierten Abtrag des Werkstoffes ermöglicht. Das Fraunhofer IWS Dresden hat dafür unterschiedliche Lasersysteme erprobt und hinsichtlich ihrer Eignung zur selektiven und homogenen Bearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen qualifiziert.

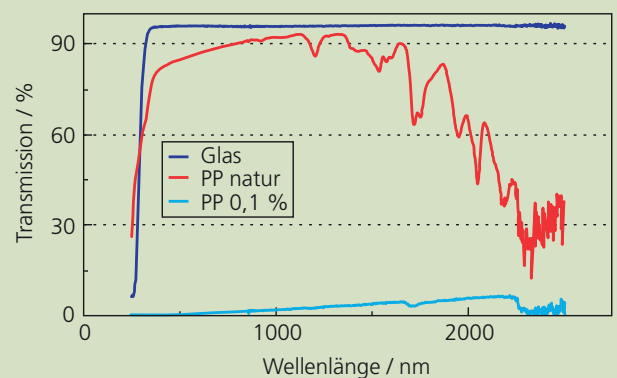
UNSERE LÖSUNG

Das Fraunhofer Institut für Werkstoff und Strahltechnik verfügt über ein breites Spektrum gepulster Laserquellen mit unterschiedlicher Wellenlänge und Pulsdauer. Bei der Auswahl

des Lasersystems ist zu beachten, welche Art von Abtrag gewünscht ist. Unter dem selektiven Abtrag wird das Entfernen der polymeren Matrix bei minimaler mechanischer Beeinflussung der Verstärkungsfasern verstanden. Der homogene Materialabtrag ist gekennzeichnet durch den zeitgleichen Abtrag von polymerer Matrix und Verstärkungsfaser.

Ausgangspunkt der Arbeiten war die Charakterisierung der optischen Eigenschaften des Verbundmaterials und der Einzelkomponenten. Dafür wurden mittels optischer Spektroskopie die Transmissionsspektren bestimmt. Im Allgemeinen weisen polymere Matrix und Verstärkungsfaser ähnliche Transmissionseigenschaften auf. Durch die gezielte Einlagerung von Additiven in die Matrix wird eine definierte Absorption und deutliche Verringerung der Transmission der Matrix erreicht, was beim selektiven Abtrag zur Abgrenzung von Matrix und Verstärkungsfaser genutzt werden kann.

Prinzipdarstellung der Transmission-Spektren von Verstärkungsfaser, polymerer Matrix und mit Additiv versetzter Matrix im Wellenlängenbereich von 300 bis 2500 nm



2



ERGEBNISSE

Im Bereich des UV- und mittleren Infrarotspektrums zeigen sowohl die Matrix als auch die Verstärkungsfasern eine geringe Transmission. Für das Laserbearbeiten mit den Wellenlängen 355 nm (Frequenzverdreifachter Nd:YAG-Laser) und 10600 nm (CO₂-Laser) hat das zur Folge, dass nur in einem sehr kleinen Prozessfeld die Möglichkeit zum selektiven Abtrag besteht. Ein homogener Verbundabtrag ist mit den genannten Lasersystemen dagegen sehr gut realisierbar. Im sichtbaren und nahen infraroten Spektralbereich (VIS-NIR) zeichnen sich die naturfarbene Matrix und die Glasfasern dagegen durch eine hohe Transmission aus. Sowohl ein selektiver als auch ein homogener Abtrag ist mit Lasern in diesem Wellenlängenbereich nur schwer möglich.

Allerdings wird durch eine gezielte Pigmentierung der Matrix ein selektiver Abtrag mit Kurzpulslasern im VIS-NIR Bereich möglich. Die Untersuchungen zeigen, dass bei dieser Material-Laserkombination ein breites Prozessfenster zum Entfernen der polymeren Matrix mit minimaler Beeinflussung der Verstärkungsfasern vorhanden ist (Abb. 4). Bei hohen Leistungen kann die Schlichte der Fasern komplett entfernt werden. Die thermische Beeinflussung des Verbundmaterials ist von der Laserpulsdauer abhängig. Der Einsatz von Ultrakurzpulslasersystemen (UKP) mit Pulsdauern im Bereich kleiner 10 ps

Erscheinungsbild von teilweise und komplett freigelegten Endlosfasern in PP Matrix nach der Laserbearbeitung



4

reduziert die wärmebeeinflusste Zone auf ein Minimum. Damit einher geht eine geringere Beeinflussung der mechanischen Festigkeit in angrenzenden Bereichen.

Zugleich kann der physikalische Effekt der Multiphotonenabsorption dazu genutzt werden, pigmentierte und naturfarbene Polymere gleichermaßen mit Laserwellenlängen im VIS und NIR Spektralbereich zu bearbeiten. Mit UKP-Lasersystemen ist sowohl die selektive Matrixentfernung als auch der homogene Verbundabtrag durch Anpassen der Prozessparameter realisierbar. Abbildung 1 und 3 zeigen lasergenerierte elektrische Kontaktpunkte an funktionalisierten Fasern.

Die hier vorgestellten Arbeiten entstanden innerhalb eines von der AiF geförderten Projektes (FKZ: VP2097548TA3). Das erarbeitete Know-how zum definierten Bearbeiten von Faserverbundmaterialien wird gemeinsam mit Kooperationspartnern an konkreten Anwendungen weiterentwickelt. Der Prozess des selektiven Matrixabtrags wird am Beispiel ausgewählter Fahrzeugbaukomponenten dahingehend qualifiziert, die Anhaftung von Spritzgussmaterial an endlosfaserverstärkte Organobleche zu verbessern.

- 1 *Mittels UKP-Laser bearbeitetes Demonstratorbauteil aus glasfaserverstärktem Polypropylen mit Cu-Inserts und funktionalisierten Fasern. Entstanden in Zusammenarbeit mit dem IPF Dresden.*
- 3 *Lasergenerierte Kontaktstelle*

KONTAKT

Dipl.-Ing. Volker Franke

+49 351 83391-3254

volker.franke@iws.fraunhofer.de

