

SCHNELLES ABTRAGEN UND TRENNEN VON FASERVERBUNDWERKSTOFFEN MIT HOCHLEISTUNGSLASERN

DIE AUFGABE

Ausgehend von der Luft- und Raumfahrtindustrie haben sich Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffe in vielen Anwendungsbereichen etablieren können. Optimierte Konstruktionsstrukturen dieser Hochleistungskunststoffe ermöglichen höchste Beanspruchungen bei gleichzeitig geringem Materialeinsatz. Hauptgrund ist das mechanische Eigenschaftsprofil. Dazu gehören hohe Festigkeit, Steifigkeit und geringe Dichte. Auch die sehr gute Korrosionsbeständigkeit sowie gutes Dämpfungsverhalten werden bei vielen Anwendungen ausgenutzt.

Das Trennen dieser aus hochfestem und steifem Fasermaterial sowie einer Polymermatrix bestehenden Materialverbünde gestaltet sich schwierig, da die Komponenten sich deutlich in ihren physikalischen und stofflichen Eigenschaften unterscheiden. Dies gilt nicht nur für die mechanische Bearbeitung bzw. das Trennen mit dem Wasserstrahl sondern auch für thermische Trennverfahren. Problembereiche bei der mechanischen Bearbeitung sind insbesondere der hohe Werkzeugverschleiß und die allgemeine Kräfteinleitung in das Bauteil. Delaminationen der untersten Faserlagen sowie Zugänglichkeitsprobleme an gekrümmten Flächen begrenzen die Einsatzgebiete des Wasserstrahlschneidens.

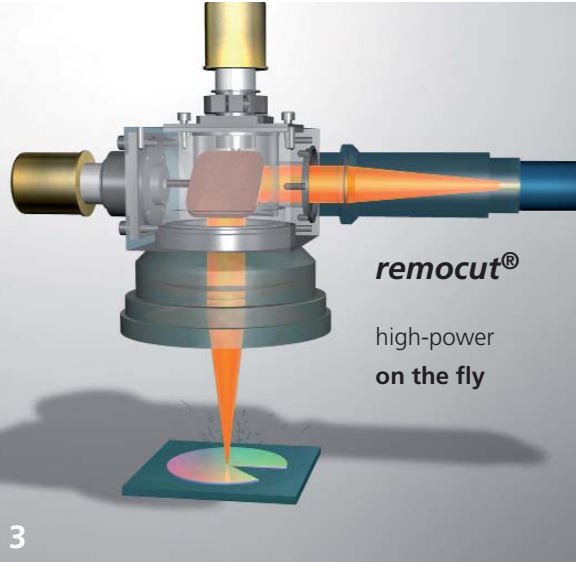
Beim konventionellen, gasunterstützten Laserstrahlschneiden kommt es durch stark unterschiedliche Schmelztemperaturen von Matrix und Faser zur gegenläufigen Verschiebung der geometrischen Grenzen beider Verbundkomponenten. Bei vollständiger Trennung der Faserlagen wird je nach Materialtyp

eine mehr oder minder starke Schädigung der Matrix beobachtet. Im Bereich der Wärmeeinflusszone ist der Matrixwerkstoff größtenteils verdampft bzw. verkohlt. Die Haftung der Laminatschichten untereinander wird herabgesetzt, die Scherzugfestigkeit des Verbundes verringert. Diese Erkenntnisse erfordern die Suche nach neuen flexiblen und prozesseffizienten Technologien.

UNSERE LÖSUNG

Deutliche Qualitätsverbesserungen bei der Bearbeitung von polymerbasierten Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffen konnten am Fraunhofer IWS durch den Einsatz der hochdynamischen Strahlableitung erzielt werden. Bei dieser Technologie wird der Laserstrahl über schnell verkippbare Spiegel abgelenkt und auf das Material projiziert. Die Strahlbewegung ist aufgrund der geringen Masse der vorwiegend mittels Galvanometerscanner bewegten Ablenkspiegel auch bei sehr hohen Bahngeschwindigkeiten äußerst präzise. Beschleunigungen von mehreren 10 g sind erreichbar.

Die Besonderheit von sehr hohen Prozessgeschwindigkeiten und damit sehr kurzen Wechselwirkungszeiten zwischen der Laserstrahlung und dem zu trennenden Material verringert im Vergleich zum klassischen, gasunterstützten Laserschnitt die thermische Schädigung des Matrixwerkstoffes an der Schnittfuge erheblich.



GESCHÄFTSFELD ABTRAGEN UND TRENNEN

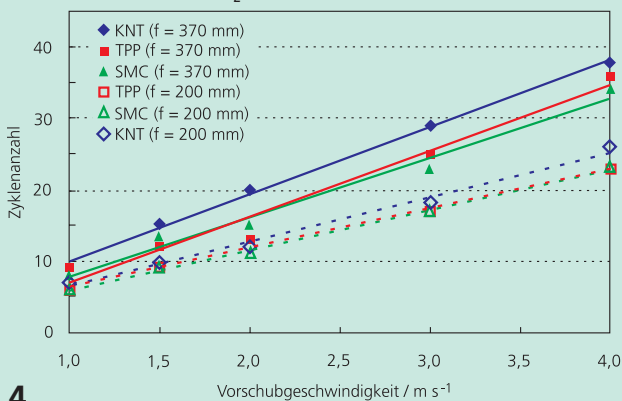
ERGEBNISSE

Die Reduzierung der Wechselwirkungszeit zwischen Laserstrahl und Verbund verringert die Verdampfung und Verkohlung des Matrixwerkstoffes und ermöglicht so bessere Abtrags- und Trennergebnisse. Durch den Einsatz von Lasern im kW-Bereich betragen die Abtragsraten in Abhängigkeit von Materialstärke und -zusammensetzung einige 100 μm . Dies bedeutet, dass bei Werkstoffdicken im Millimeterbereich ein zyklischer Materialabtrag erfolgt. Die Zyklenzahl zum vollständigen Durchtrennen ist dabei maßgeblich abhängig von der verwendeten Strahlintensität im Fokus und der Abtragsgeschwindigkeit.

- 1/2 Schnittfugen eines Glasfaser-PP-Verbundes nach dem Trennen mittels hochdynamischer Strahlableitung
- 3 Prinzip der high-speed-Strahlableitung

Abhängigkeit der Zyklenzahl von Vorschubgeschwindigkeit und Brennweite für verschiedene glasfaserverstärkte Kunststoffe

KNT, TPP: Lang-Glasfaser + PP-Matrix; SMC: Kurz-Glasfaser + duroplastische Matrix ($P_L = 2 \text{ kW}$; Materialstärke: 4 mm)



Mit Hilfe der schnellen Strahlableitung ist es auch möglich, kleine Strukturen oder Bohrungen in die Faserverbundmaterialien mit hoher Produktivität und Qualität einzubringen. Eine aktive Bewegungskopplung der Bearbeitungsoptik mit anderen Handlingsystemen, wie z. B. Industrie-Robotern, garantiert außerdem die effiziente Bearbeitung von komplexen 3D-Teilen.

KONTAKT

Dipl.-Ing. Annett Klotzbach
 Tel.: +49 351 83391-3235
 annett.klotzbach@iws.fraunhofer.de

