

Projekt:	Produktive und schädigungsarme Laserbearbeitung von Carbonfaser-Verbundwerkstoffen (ProCaV)
Koordinator:	TRUMPF GmbH + Co. KG Dr. Thomas Rettich Johann-Maus-Str. 2 71254 Ditzingen Tel.: +49 7156-303-35171 e-Mail: thomas.rettich@de.trumpf.com
Projektvolumen:	3,3 Mio € (ca. 54 % Förderanteil durch das BMBF)
Projektlaufzeit:	01.12.2011 bis 30.11.2014
Projektpartner:	➔ Audi AG, Ingolstadt ➔ Daimler AG, Stuttgart ➔ Porsche Engineering Group GmbH, Weissach ➔ TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH, Ditzingen ➔ GFH GmbH, Deggendorf ➔ IFSW, Universität Stuttgart ➔ IFB, Universität Stuttgart

Ultrakurz und hochpräzise – die neue Dimension der Lasermaterialbearbeitung

Ultrakurze Laserpulse mit Dauern von einigen Femtosekunden bis hin zu wenigen Pikosekunden erlauben völlig neue Bearbeitungsverfahren, die mit konventionellen Werkzeugen so nicht möglich sind. Im medizinischen Bereich eröffnen sie gänzlich neue Therapiemöglichkeiten, beispielsweise durch hochpräzise und schädigungsarme Schnitte im Auge. Wesentliches Merkmal dieser Laserblitze sind extrem hohe Spitzenintensitäten, die auf Grund der starken zeitlichen Kompression bereits mit sehr geringen Pulsenergien erreicht werden können. Dies ermöglicht einen hochpräzisen Materialabtrag ebenso wie die Bearbeitung temperatursensibler Materialien ohne thermische Schädigung. In der Photovoltaikfertigung führt diese hochpräzise Bearbeitung zu effizienteren Solarzellen, bei Herstellung von LEDs oder Computerchips steigt die Ausbeute pro Wafer und bei einem der weltweit häufigsten chirurgischen Eingriffe, der Therapie des grauen Stars, werden wesentlich effizientere und kostengünstigere Verfahren möglich. Neue Therapiemöglichkeiten der Altersweitsichtigkeit machen der Lesebrille ernsthafte Konkurrenz.

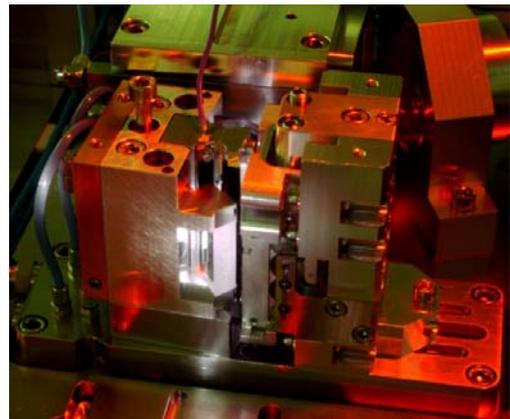


Bild 1: Im Labor konnten bereits Ultrakurzpulslaser mit Ausgangsleistungen im kW-Bereich demonstriert werden. (Quelle: Fraunhofer ILT)

Die führende Rolle deutscher Unternehmen auf diesem Gebiet gilt es zu nutzen, um die für die vollständige Erschließung des Potenzials ultrakurzer Laserpulse wichtigen nächsten Schritte zu tun. Dazu gehören neben innovativen, kostengünstigen und leistungsfähigen Strahlquellenkonzepten vor allem auch leistungsfeste, langlebige Komponenten und eine hochdynamische Strahlführung und -formung. Den Herausforderungen des Wettbewerbs stellen sich die Partner der Förderinitiative „Ultrakurzpulslaser für die hochpräzise Bearbeitung“, für die das BMBF in zehn Verbundprojekten etwa 20 Millionen Euro bereitstellt.

Neue Werkzeuge für die Leichtbau-Materialien der Zukunft

Carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) gehören auf Grund ihrer hervorragenden mechanischen Eigenschaften zu den Zukunfts-Materialien, insbesondere wenn es um Leichtgewichtskonstruktionen geht. In der Fahr- und Flugzeugindustrie wird CFK bereits vereinzelt eingesetzt. Zunehmend werden auch Potentiale im Energiesektor - etwa bei gewichts- und steifigkeitsoptimierten Rotoren für Windkraftanlagen - und im Maschinen- und Anlagenbau erschlossen. Aufgrund der hohen Kosten konnte sich dieser Werkstoff jedoch bisher nicht in großer Breite etablieren. Hierfür sind auch die heutigen Bearbeitungsverfahren verantwortlich, bei denen sich Effizienz, geringe Kosten und hohe Qualität gegenseitig ausschließen. Der Grund dafür liegt vor allem im Aufbau der CFK-Materialien begründet: Die hochfesten Carbonfasern werden in einem solchen Bauteil eingebettet in vergleichsweise weiche Kunststoffe. Während die Carbonfasern vor allem zu einem schnellen Verschleiß von mechanischen Bearbeitungswerkzeugen führen, reagiert der Kunststoff empfindlich auf zu hohe Temperaturen, die bei der mechanischen Bearbeitung wie Sägen oder Bohren entstehen können. Neben der Bearbeitung fehlt es heute auch noch an geeigneten Verfahren, um CFK-Bauteile untereinander und mit anderen Materialien kostengünstig zu verbinden.

Egal, ob auf der Straße, der Schiene, zu Wasser oder in der Luft – leichtere Fortbewegungsmittel führen direkt auch zu einer effizienteren Energienutzung. Gleichzeitig ist die sichere Beherrschung der wirtschaftlichen Bearbeitung von CFK-Materialien eine wichtige Voraussetzung für die Sicherung und den Ausbau der starken Wettbewerbsposition deutscher Maschinen- und Anlagenbauer.

Hochpräzise Schnitte mit ultrakurzen Pulsen

Aus der Blechbearbeitung ist bekannt, dass Laser die Produktions-Anforderungen der Industrie ausgezeichnet erfüllen können. Aufgrund der komplexen Materialeigenschaften können jedoch die derzeit eingesetzten Blechbearbeitungsprozesse nicht einfach für CFK übernommen werden. Erste Versuche zeigen aber, dass mit entsprechend leistungsfähigen Lasern im kontinuierlichen Betrieb Trenngeschwindigkeiten wie beim Blechschneiden erreicht werden können. Mit der erforderlichen Qualität gelingt dies so allerdings nur in der Preform-Fertigung, d. h. beim Schneiden von Carbonfasern, die noch nicht in den Kunststoff eingebettet wurden. Andererseits wurde auch bereits gezeigt, dass es mit Ultrakurzpuls (UKP)-Lasern möglich ist, qualitativ sehr hochwertige Schnitte zu erzeugen (Bild 2).

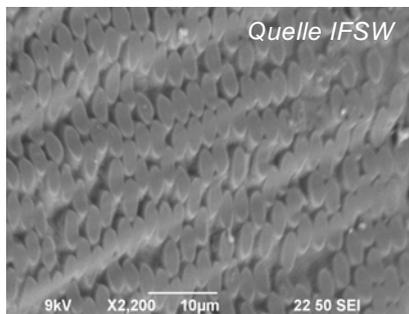


Bild 2: UKP-Laser Schnittoberfläche eines CFK-Bauteils (Quelle: IFSW, Universität Stuttgart)

Im Projekt werden Grundlagen für vier spezifische Anwendungen der Industriepartner durch Untersuchung der Prozesse Trennen, Mikrobohren, Makrobohren und Freistellen mittels Laser erarbeitet. Dies beinhaltet insbesondere die Definition der Verfahrensstrategie bei gleichzeitiger Online-Diagnostik zur Kontrolle des Prozessfortschrittes und der Schädigungstiefe. In absehbarer Zukunft werden auch UKP-Laser mit einer mittleren Ausgangsleistung im Kilowatt-Bereich erhältlich sein. Neben der Qualität ist deshalb die Skalierbarkeit (d.h. die Übertragbarkeit auf eine schnellere Bearbeitung oder größere Bearbeitungsflächen) der Prozesse eine Grundvoraussetzung für die industrielle Umsetzbarkeit und damit Schwerpunkt der Forschungsarbeiten. Für Anwendungen wie Kleben oder Umformen wird zudem untersucht, inwieweit sich die Inhomogenität des Materials ausnutzen lässt, z. B. für eine sehr lokalisierte, selektive Bearbeitung.

Durch die abgestimmte Zusammenarbeit zwischen Automobilbauern, Anlagenherstellern und Forschungsinstituten sollen die vielversprechenden Ansätze zur Laserbearbeitung von CFK fachlich systematisch aufgearbeitet, aus Sicht der Anwender bewertet und die Voraussetzung für den Einsatz in der Serienfertigung geschaffen werden.

Damit wird der Einsatz von CFK als Leichtbaumaterial im Automobilbau vorbereitet und die Basis für Produktionsverfahren und deren Bewertung hinsichtlich Produktivität, Kosten und Qualität gelegt. Die Projektergebnisse sind relevant für die Planung und Umsetzung von neuartigen Fertigungskonzepten und können im Erfolgsfall von den beteiligten Partnern aus dem Anlagenbau und der Automobilindustrie erfolgversprechend umgesetzt werden.