

# Herstellung von hybriden Metall-CFK-Verbindungen

## Production of hybrid metal-CFRP-composites

Projekträger | Fördermittelgeber: Projekträger Karlsruhe (PTKA), Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Executing Organisation: Project Management Karlsruhe (PTKA), Federal Ministry of Education and Research (BMBF)

### Aufgabenstellung

Ein aktueller Trend in der Automobil- und Luftfahrtindustrie ist die Reduzierung des Gewichts durch die Substitution metallischer Baugruppen mit kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK). Das Forschungsvorhaben verfolgt daher das Ziel des wirtschaftlichen und ressourceneffizienten Fügens von CFK mit Metallen. Zur Optimierung der Verbundhaftung zwischen CFK und metallischer Peripherie müssen die Oberflächen vorbehandelt werden. Das blz beschäftigt sich dabei mit der Identifizierung eines robusten und großserientauglichen laserbasierten Vorbehandlungsprozesses. Darüber hinaus wird ein Konzept zum Einbringen metallischer Einleger in CFK-Komponenten im Projektverbund erprobt, sodass die Anbindung schließlich mittels Metall-Metall-Schweißung erfolgen kann.

### Vorgehensweise

Eine Erhöhung der Haftfestigkeit zwischen Metall und CFK soll durch eine gezielte Oberflächenstrukturierung der Fügeflächen, von in ersten Untersuchungen artgleichen Materialien, mittels gepulster Laserstrahlung realisiert werden. Das Potential des Lasers, Oberflächen gezielt für einen Klebprozess vorzubehandeln, wird in diesem Zuge anhand verschiedener Mikro- und Nanostrukturen umfassend erforscht und die jeweiligen Einflussgrößen in einem Modell zusammengefasst. Des Weiteren werden verschiedene Ansätze zu metallischen Einlegern, die bereits während der Fertigung in CFK-Bauteile eingebracht und in einem späteren Prozessschritt an weitere Metallkomponenten geschweißt werden können, untersucht.

### Ergebnisse

Durch eine laserbasierte Vorbehandlung von Metall und CFK ist es möglich, nano- und mikroskopische flächige Strukturen zur Erhöhung der Verbundhaftfestigkeit geklebter Materialpaarungen zu erzeugen. Zug-Scher-Festigkeitsuntersuchungen zeigen z. B. eine Erhöhung der Metall-Metall-Verbundhaftung durch gezielte Laservorbehandlung beider Fügeflächen um 40 % auf 33 MPa. Im Fall des Fügekonzeptes mit metallischen Einlegern zur Realisierung formschlüssiger Fügeverbindungen von CFK und Metall konnten Verbundhaftungen erzielt werden, die eine faserschonende Krafteinleitung und eine hohe Grenzflächenhaftung zwischen Matrix und metallischer Oberfläche ermöglichen. Hierbei übersteigen die erreichten Festigkeiten die des CFK-Grundmaterials.

### Task

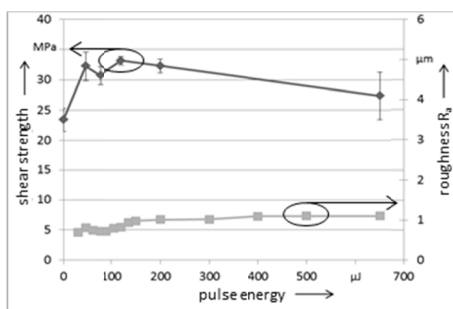
To optimize the bond strength between CFRP and metal peripheral surfaces must be pretreated. The blz deals with the identification of a robust laser-based pretreatment process suitable for mass production. In addition, a concept will be tested in the project for introducing metallic composite inserts in CFRP components. In this context the blz investigates a robust process for pre-treatment of both materials in series production. Moreover a concept for insertion of metal components into CFRP is being tested and qualified for industrial application. In this case metal-metal-welding can be applied.

### Approach

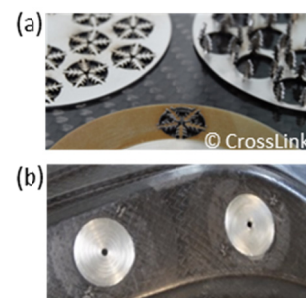
An increase in adhesion between metallic and CFRP components has to be realized by applying defined surface structures to the joining area. Thereby, the potential of laser processes for pre-treatment, of similar materials in basic investigation, is analyzed comprehensively. Accordingly, the impact of nano and micro structures on adhesion properties has to be merged to a model. Qualitative and quantitative analyses are done using different microscopy techniques as well as tensile-shear-strength tests. In addition, approaches about metal inserts that are placed inside the CFRP component during production process are taken, while the insert is welded to another metal component in a later process step.

### Results

By laser based pre-treatment of metal and CFRP microscopic and nanoscopic surface structures which lead to an increase of adhesion strength can be generated. Tensile-shear-strength tests of bonded metals show an improvement of adhesion of 40 % to 33 MPa. In case of the concept with metal inserts a high interfacial adhesion between matrix and metallic surface could be achieved by form-locking joints. Here the bonding strength exceeded the one of the CFRP base material.



*Einfluss der laserbasiert erzeugten Mikrostrukturen auf die Zug-Scher-Festigkeit von Klebeverbindungen (Aluminium,  $\lambda = 1.064$  nm)*  
*Influence of laser micro structures on shear strength of adhesive bonds (aluminium,  $\lambda = 1.064$  nm)*



*(a) Lasergeschnittener und -strukturierter Metalleinleger*  
*(b) CFK-Bauteil mit integriertem Insert*  
*(a) Laser based cut and structured metal insert*  
*(b) CFRP component with integrated insert*