

Elektromobile Fahrzeug-Plattform – Teilprojekt: Fügen von Kunststoff mit Metall

Electric vehicle platform – Subproject: Joining of plastic with metal

Projekträger | Fördermittelgeber: Innovations- und Technologiezentrum Bayern (ITZB), Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (StMWi)
Executing Organization: Innovation and Technology Center Bavaria (ITZB), Bavarian Ministry of Economic Affairs and Media, Energy and Technology (StMWi)

Aufgabenstellung

Der Einsatz von Leichtbauwerkstoffen bietet im Automobilbau großes Potenzial, den Energieverbrauch durch Gewichtsreduktion zu senken. Speziell um die Reichweite von Elektrofahrzeugen zu vergrößern, werden zukünftig verstärkt Leichtbaumaterialien wie z. B. thermoplastische Faserverbundkunststoffe (FVK) und Leichtmetalle eingesetzt. Da die produkt-spezifischen Anforderungen selten von einem einzigen Werkstoff optimal erfüllt werden können, kann das Leichtbaupotenzial nur durch eine Kombination unterschiedlicher Werkstoffe ausgeschöpft werden. Für die Zukunft prägend werden folglich maßgeschneiderte Multi-Material-Verbunde aus vornehmlich thermoplastischen Faserverbundkunststoffen, sogenannten Organobleche, und Metallen sein, die wirtschaftlich gefertigt werden können. Zentrale, ungelöste Herausforderung ist die Realisierung von Füge-techniken für diese hybriden Leichtbaukomponenten, die den unterschiedlichen Materialeigenschaften der einzelnen Werkstoffe gerecht werden.

Vorgehensweise

Ein neuer und vielversprechender Ansatz ist das thermische Fügen von Thermoplast-Metall-Verbunden mittels Laserstrahlung, wodurch eine schnelle, flexible und berührungslose Herstellung von Multi-Material-Bauteilen ermöglicht wird. Ein großer Vorteil des Verfahrens im Vergleich zum konventionellen Kleben ist, dass kein zusätzlicher Klebstoff notwendig ist, der während der Fertigung und im Einsatz zu Problemen führen kann. Beim Laserstrahlfügen von Metallen mit Thermoplasten wird das Metall mit einem Laserstrahl erwärmt, wodurch der Thermoplast mittels Wärmeleitung in der Fügezone aufschmilzt und die Oberfläche des Metalls unter Druck benetzt. Nach der Abkühlphase entsteht dabei eine feste Verbindung zwischen den artungleichen Fügepartnern. Bisher ist noch unklar, welche Oberflächenbeschaffenheit optimal ist, um einen möglichst haftfesten Thermoplast-Metall-Verbund zu realisieren. Um die Wirkzusammenhänge zwischen Oberflächentopographie und Haftfestigkeit zu analysieren, werden Edelstahl Oberflächen gezielt laserstrukturiert bzw. lediglich mit Lösungsmittel gereinigt. Anschließend werden die Proben mittels Laserstrahlung mit Organoblechen gefügt und mechanisch getestet.

Ergebnisse

Bei der mechanischen Charakterisierung von Proben im Zug-Scher-Test wurden bislang Festigkeiten im Bereich von 7,8 bis 13,8 MPa ermittelt. Dabei zeigt sich, dass die Zug-Scher-Festigkeiten für Fügeverbindungen mit lediglich gereinigten Edelstahlproben deutlich niedriger sind als für laserstrukturierte Proben. Die Verbesserung der Zug-Scher-Festigkeit kann durch die filigrane Oberflächentopographien mit zusätzlichen Verhakungsmöglichkeiten erklärt werden. Die ermittelte Zug-Scher-Festigkeit steigt zudem mit zunehmender Strukturtiefe leicht an.

Task

Tailored, lightweight structures in automotive engineering - especially for electric vehicles - offer great potential to reduce energy consumption by weight reduction. Therefore, especially lightweight materials like composites made out of reinforcing fibers and thermoplastic matrix material and lightweight metals are used. However, product-specific requirements can rarely be fulfilled by a single material. Central, unresolved challenge is the demand on suitable joining technologies that considers the dissimilar material properties and enables reliably and fast joining without additional fastening elements.

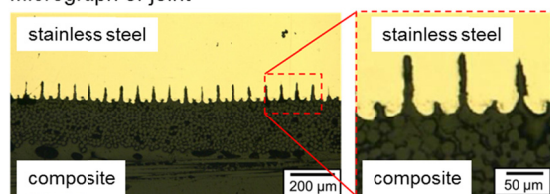
Approach

A new and promising approach is the thermal joining of thermoplastic-metal composites by laser radiation, whereby a fast, flexible and non-contact fabrication of multi-material components is possible. Thereby, the metal is heated by laser radiation and by heat conduction in the joining zone the thermoplastic melts and wets the surface of the metal. After cooling a strong joint between the dissimilar materials is realized. However, it is not clear how the surface topography effects the joint strength. To analyze the influence of surface topography stainless steel specimens are laser-structured respectively cleaned with organic solvent and then joined with thermoplastic composites.

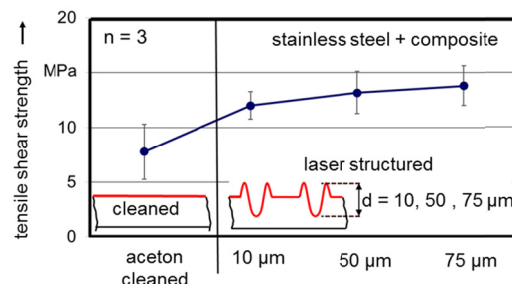
Results

The performed experiments show that untreated as well as laser-structured stainless steel specimens can be joined to composite structures by means of laser-based thermal joining. Thereby the laser-structuring of the metal cause a significantly increase of tensile-shear strength from 7.8 up to 13.8 MPa. This can be explained by enlargement of the effective bonding area and additional mechanical interlocking. Besides it can be reported that the strength slightly increases with increasing structure depth.

Micrograph of joint



Joining parameters: P = 915 W, d = 1,5 mm, v = 40 mm/s, with argon
Structure depth of stainless steel: d = 75 µm



Schliffbild (links) eines Edelstahl-Organoblech Verbundes sowie Zug-Scher-Festigkeiten der Fügeverbindung (rechts) in Abhängigkeit der Oberflächenvorbehandlung

Micrograph of stainless steel-composite joint (left) and tensile shear strength (right) of the joint in dependency of the surface treatment