

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

Electric vehicle platform – Subproject: Joining of plastic with metal

Projektträger | Fördermittelgeber: Projektträger Bayern | Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (StMWI)

Executing Organization: Project Management Agency Bavaria | Bavarian Ministry of Economic Affairs and Media, Energy and Technology (StMWI)

Aufgabenstellung

Immer häufiger müssen Bauteile unterschiedlichste Funktionen erfüllen, die mit einem einzigen Werkstoff nicht realisiert werden können. Für die Zukunft werden daher maßgeschneiderte Multi-Material-Kombinationen aus Kunststoffen und Metallen immer wichtiger. Das breite Eigenschaftsprofil von Kunststoffen lässt sich durch die Kombination mit Metallen gezielt erweitern. Durch hybride Verbunde können Synergien zweier Werkstoffe zur Verbesserung der Gesamteigenschaften genutzt werden. Zentrale Herausforderung ist die Realisierung maßgeschneiderter Fügeverfahren für hybride Leichtbaukomponenten, die den unterschiedlichen Materialeigenschaften der einzelnen Werkstoffe gerecht werden.

Vorgehensweise

Ein vielversprechender Ansatz ist das laserbasierte Schmelzkleben von Multi-Material-Bauteilen aus Kunststoff und Metall ohne den Einsatz von zusätzlichem Klebstoff. Die Flexibilität und die verschleißfreie Wirkungsweise des Laserstrahls ermöglicht eine lokale, berührungslose Erwärmung des zu fügenden Metalls. Der darunter liegende Kunststoff wird durch Wärmeleitung lokal aufgeschmolzen und benetzt dabei die metallische Oberfläche, so dass nach einer Abkühlphase eine feste Verbindung entsteht. Dadurch kann ein schnelles, flexibles und berührungsloses Fügen realisiert werden. Im Projekt werden werkstoff- und prozesstechnische Einflüsse wie die Oberflächengestalt des metallischen Fügepartners und die gewählten Laserparameter sowie das Aufschmelz- und Benetzungsverhalten des thermoplastischen Fügepartners untersucht, um am Ende des Projekts einen Leitfaden für die industrielle Umsetzung des Verfahrens liefern zu können.

Ergebnisse

Die Zug-Scher-Festigkeit der Mischverbindung ist abhängig von der Oberflächenvorbehandlung des metallischen Fügepartners. Gereinigte und entfettete Edelstahlproben erreichen im Verbund mit Polyamid eine Zug-Scher-Festigkeit von ca. 8 MPa. Laserstrukturierte Edelstahlproben weisen jedoch eine Zug-Scher-Festigkeit von über 20 MPa auf. Eine zusätzliche mikroskopische Verhakung zwischen Thermoplast und Metalloberfläche kann durch eine Laserstrukturierung des zu fügenden Metalls realisiert werden. Zur Verdeutlichung des Einsatzpotentials der neuen Fügeverfahren wurden eine Trägerstruktur aus Edelstahl und endlosglasfaserverstärktem Polyamid, einem sogenannten Organoblech, sowie ein mediendichtes Kunststoffgehäuse aus unverstärktem Polyamid mit einem Edelstahldeckel erfolgreich gefügt und getestet.

Task

More and more often parts have to meet different requirements that cannot be fulfilled by a single material. In future, tailored multi-material combinations of plastics and metals are becoming increasingly important. The broad profile of properties of plastics can be specifically extended by the combination with metals. The overall properties of the part can be improved by the best of both materials. Thereby, the main challenge is the realization of customized joining techniques for hybrid lightweight components that are taking the different material properties of the different materials into account.

Approach

A promising approach is the laser-based hot-melt bonding of thermoplastic-metal composites. The flexibility and wear-free operation of the laser beam and the possibility of local, non-contact energy input are ideal for material-adapted heating and joining of thermoplastic metal hybrids without the use of an additional adhesive. Thereby, laser radiation is absorbed by the metal surface which leads to an increase in the temperature of the material. Positioned below the metal, the thermoplastic melts as a result of heat transfer. The thermoplastic melt wets the metal surface and acts as hot-melt adhesive. After cooling, the dissimilar materials are joined together. Investigations are conducted to analyze the influence of the surface topography of the used metal and the used laser parameters as well as the melting and wetting behavior of the thermoplastic joining partner on the joint quality. At the end of the project, a guideline for the industrial implementation of the process is created.

Results

The tensile-shear strength depends on the surface pre-treatment of the metallic specimen. Cleaned and degreased stainless steel specimens joined to polyamide reach a tensile shear strengths of about 8 MPa. The tensile shear strength can be increased above 20 MPa due to an additional mechanical interlocking caused by laser structuring of the metal. To illustrate the potential for using the new approach a strong carrier made of stainless steel and thermoplastic composite and a media-tight made of stainless steel and polyamide are realized and tested successfully.



Links: Drei-Punkt-Biegetest eines lasergefügten Kunststoff-Metall-Trägers; Rechts: Mediendichte, lasergefügte Kunststoff-Metall-Gehäuse
Left: Three-point-bending test of laser-joined plastic-metal carrier; Right: Media-tight laser-joined plastic-metal-housing