

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

## Electric vehicle platform – Subproject: Joining of plastic with metal

Projekträger / Fördermittelgeber: Projekträger 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

Die Flexibilität und gesellschaftliche Forderung, Mobilität möglichst umweltverträglich zu gestalten, veranlasst viele Automobilbauer Leichtbaukonzepte einzusetzen, um das Fahrzeuggewicht und damit den Kraftstoffverbrauch sowie CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren. Hierfür werden immer öfter Multi-Material-Bauteile verwendet. Einen limitierenden Faktor bei der Erzeugung solcher Multi-Material-Bauteile stellen nicht-werkstoffgerechte Fertigungstechnologien dar, die den Anforderungen des Fügens artungleicher Materialien nicht nachkommen. Daher wird in diesem Projekt das werkstoffgerechte Fügen von Kunststoffen mit Metallen mittels Laserstrahlung erforscht.

### Vorgehensweise

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 ohne Einsatz eines zusätzlichen Klebstoffs entsteht. Dadurch kann eine schnelle, flexible und berührungslose Herstellung von Multi-Material-Bauteilen realisiert werden. Im Projekt werden werkstoff- und prozesstechnische Einflüsse wie die Absorption und die Wärmeleitfähigkeit des metallischen Fügepartners sowie das Aufschmelz- und Benetzungsverhalten des thermoplastischen Fügepartners untersucht.

### Ergebnisse

Die Untersuchungen zeigen, dass es mittels Laserstrahlung möglich ist, Kunststoffe mit gereinigten Metalloberflächen reproduzierbar zu verbinden. Die laserinduzierten Temperaturen in der Grenzschicht zwischen Kunststoff und Metall und somit die Fügeergebnisse werden dabei stark von den optischen und thermischen Eigenschaften des metallischen Fügepartners beeinflusst (Bild rechts). Für Edelstahl-Polyamid-Verbunde sind beispielsweise die Fügetemperaturen deutlich höher als für Aluminium-Polyamid-Verbunde, da Edelstahl einen höheren Absorptionsgrad und eine deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu Aluminium aufweist. Damit wird die Thermoplastschmelze für Edelstahl deutlich wärmer und hat – im Vergleich zu Aluminium – mehr Zeit, die Metalloberfläche zu benetzen. Die bisher erreichten maximalen Zug-Scher-Festigkeiten variieren zwischen ca. 4 MPa für Aluminium-Polyamid-Verbunde und ca. 9 MPa für Edelstahl-Polyamid-Verbunde (Bild links).

### Task

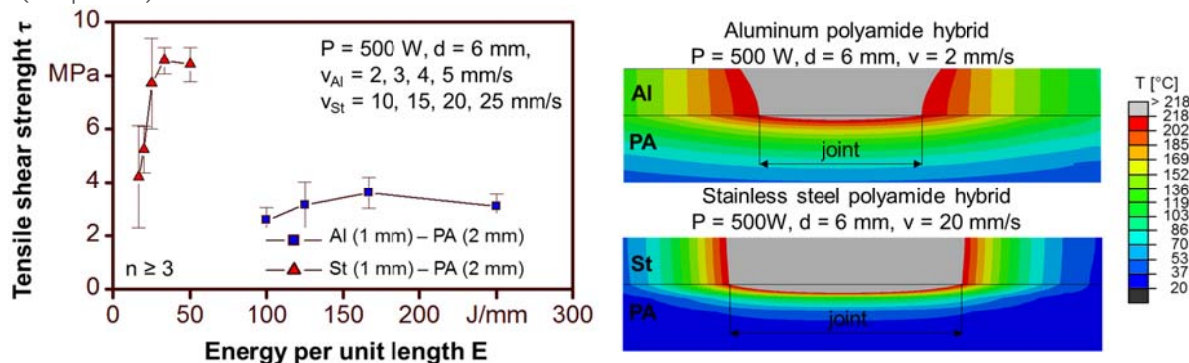
Due to the increasing political and social requirements to environmentally friendly mobility, most of the automobile manufacturers use lightweight design to reduce vehicle weight which leads to less fuel consumption and therefore less CO<sub>2</sub> emissions. Therefore, more and more often multi material parts are used as lightweight structures. A limiting factor in the production of such multi material parts are inappropriate joining technologies that do not fulfill the requirements of the dissimilar materials. Thus, in this project a laser-based joining technology considering the dissimilar material properties of metal and plastic is investigated.

### Approach

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 metal. 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 absorption and thermal conductivity of the metal part as well as melting and wetting behavior of the thermoplastic joining partner on the joint quality.

### Results

The experiments show that metal specimens can be reliably joined to thermoplastics by means of laser-based thermal joining. The laser-induced temperatures in the boundary layer between plastic and metal, and thus the joining results are strongly influenced by the optical and thermal properties of the metallic joining partner (right picture). For stainless steel, the joining temperatures are significantly higher than for aluminum, because of the fact that stainless steel has a higher absorptivity and a considerably lower thermal conductivity compared to aluminum. The achieved maximum tensile shear strengths so far vary between about 4 MPa for aluminum polyamide hybrids and about 9 MPa for stainless steel polyamide hybrids (left picture).



Links: Zug-Scher-Festigkeiten für Edelstahl- und Aluminium-Polyamid-Verbunde; Rechts: Ergebnisse thermischer Fügesimulationen  
Left: Tensile shear strengths of stainless steel as well as aluminum polyamide hybrids; Right: Results of thermal joining simulations