

# Untersuchungen zum Laserstrahlschweißen eines Elektromotors

## Investigations on laser beam welding of an e-drive

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

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

### Aufgabenstellung

Die zunehmende Hybridisierung und Elektrifizierung im Fahrzeugsektor erfordert die Entwicklung von leistungsstarken Elektromotoren auf Basis von Kupferwerkstoffen. Durch die in Fahrzeugen vorgegebenen Randbedingungen steigen die elektrischen und thermomechanischen Anforderungen an die Fügestellen in diesen Baugruppen. Das Laserstrahlschweißen erweist sich hierbei als probates Mittel für das Fügen solcher hochbelasteter Kupferverbindungen. Innerhalb des Projektes wird die Fügechnik für ein neuartiges Elektromotorendesign mit reduziertem Bauraum entwickelt. Ein Ziel stellt hierbei das Erreichen der geforderten Stromtragfähigkeit bei einer gegenüber dem aktuellen Stand verminderten Taktzeit dar. Gleichzeitig erfolgt die systematische Untersuchung der Eigenschaften der im Prozess entstehenden Schweißspritzer, um prozesstechnische Gegenmaßnahmen ableiten zu können.

### Vorgehensweise

Zunächst erfolgt die Auswahl einer für den Prozess geeigneten Strahlquelle und Schweißstrategie anhand der Kriterien Taktzeit und stromtragfähiger Querschnitt. Anschließend wird durch die Untersuchung verschiedener Einspannbedingungen ein möglicher Einfluss auf den Prozess beziehungsweise das Prozessergebnis detektiert. Zusätzlich erfolgt die synchrone Erfassung des gesamten Prozessablaufes durch Hochgeschwindigkeitskameras mit dem Ziel, die Größe und Trajektorien der im Prozess entstehenden Schweißspritzer zu erfassen. Abschließend erfolgt die Entwicklung eines automatisierten Algorithmus zur Auswertung der Hochgeschwindigkeitsaufnahmen.

### Ergebnisse

Neben der auf experimentellen Ergebnissen basierenden Identifikation einer geeigneten infraroten, brillanten Stahlquelle im Dauerstrichbetrieb, konnten der Einfluss der verwendeten Prozessparameter sowie der Einspannsituation quantifiziert werden. Die stereoskopischen Hochgeschwindigkeitsaufzeichnungen des Prozesses erweisen sich als probates Mittel, um den Einfluss der Prozessparameter auf die Schweißnahtgeometrie, als auch entstehende Schweißspritzer zu erfassen und zu analysieren. Durch den entwickelten Algorithmus wird zudem eine automatische Erfassung von Größe und Trajektorien der Schweißspritzer ermöglicht.

### Task

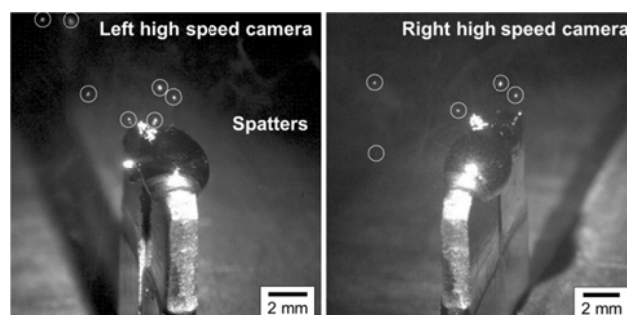
The increasing number of vehicles powered by electrical or hybrid-engines requires powerful electric drives based on copper. The given boundary conditions in vehicles cause an increase of the electrical and thermo-mechanical requirements on joints within these assemblies. Laser beam welding is an adequate process for joining these highly stressed copper connections. Within this project the joining technology for a size-reduced electronic drive is developed. The aim is to reach the required current carrying capacity within shorter cycle times compared to state of the art. Simultaneously a systematic investigation of the properties of the spatters produced during welding is carried out, aiming to prevent spatters by means of adapted process parameters.

### Approach

In the first step different welding strategies and beam sources are investigated under the criteria current carrying capacity and cycle time. Subsequently the influence of different clamping parameters is investigated by quantifying the resulting effect on process and weld seam properties. Besides this the process is captured by two synchronized high speed cameras in order to detect and record the size and trajectories of the melt ejections occurring during the process. Finally an automated algorithm for analyzing the high speed videos is developed.

### Results

An infrared, brilliant beam source in continuous wave mode was identified to be suitable for the process by means of experimental investigations. Additionally the influence of the clamping situation and process parameters on weld seam geometry was determined. The effect of process parameters on spatter formation can be detected and analyzed by stereoscopic high speed videos. Moreover the developed algorithm enables the automated determination of the size and trajectories of the melt ejections.



Zeitsynchrone Hochgeschwindigkeitsaufnahme des Prozesses mit detektierten Schweißspritzern (weiße Kreise)  
Time synchronized high speed video of the process with detected weld spatters (white circles)