

# Qualitätssicheres Laserstrahlschweißen hochfester Stähle

## Quality assured laser beam welding of high strength steels

Projektträger / Fördermittelgeber: Bayerische Forschungsstiftung  
Executing Organisation: Bavarian Research Foundation

### Aufgabenstellung

Steigende Treibstoffkosten und strengere Abgasnormen lenken den Fokus von Automobilherstellern und Kunden verstärkt auf den Leichtbau in Fahrzeugen. Hierbei kommen vermehrt innovative Werkstoffe, wie faserverstärkte Kunststoffe, hochfeste Aluminiumlegierungen und hochfeste Stähle zum Einsatz, um das Fahrzeuggewicht zu reduzieren. Während des Laserstrahlschweißens der hochfesten Werkstoffe im Rahmen der Karosseriefertigung treten jedoch im Vergleich zum Schweißen konventioneller Werkstoffe neue Herausforderungen, wie eine Entfestigung im Bereich der Schweißzone oder Schweißnahtunregelmäßigkeiten auf. So steigt bei hochfesten Stählen durch den im Vergleich zu konventionellen Stählen erhöhten Anteil an Legierungselementen beispielsweise die Empfindlichkeit gegenüber Rissen an. Dem soll im Projekt durch prozesstechnische Maßnahmen begegnet werden, um den Anwendungsbereich hochfester Stähle zu erweitern.

### Vorgehensweise

Durch die Anwendung brillanter Strahlquellen und schneller Strahlableitungssysteme soll das Temperaturfeld beim Laserstrahlschweißen hochfester Stähle gezielt beeinflusst werden, um dem Auftreten von Schweißnahtunregelmäßigkeiten beziehungsweise der Entfestigung der Werkstoffe im Bereich der Schweißzone mithilfe örtlicher Leistungsmodulation entgegenwirken zu können. Ferner erfolgt im Projekt der Aufbau einer Inline-Prozesssensorik, um auftretende Schweißnahtunregelmäßigkeiten sicher zu erfassen und fehlerhafte Bauteile aus der Prozesslinie auszuschleusen. Das zu entwickelnde System basiert hierbei auf der thermografischen Erfassung von Schweißnahtunregelmäßigkeiten sowie dem Vergleich zwischen aktuellem Messergebnis und einem Referenzprozess.

### Ergebnisse

Im Labormaßstab entwickelte Oszillationsstrategien zur Verminderung der Heißrissgefahr beim Laserstrahlschweißen hochfester Stähle konnten erfolgreich auf das seriennahe Umfeld übertragen werden. Daneben wurden Erkenntnisse im Hinblick auf den Einfluss verschiedener Oszillationsparameter, wie beispielsweise der gewählten Oszillationsfigur gewonnen werden. Weiterhin konnten mithilfe des im Projekt entwickelten thermografischen Funktionsmusters im Prozess entstehende Risse bis zu minimalen Längen von weniger als 1,5 mm auch bei konkaven Oberflächen, wie beispielsweise im Endkrater detektiert werden (Abbildungen unten), wodurch das Projektziel der Detektion von Rissen bis zu einer minimalen Länge von 2 mm übertroffen wurde.

### Task

In times of increasing fuel costs and stricter emission standards automotive industry and customers pay more attention to lightweight construction in vehicles. Thus innovative materials like fiber-reinforced plastics, high strength aluminum alloys and high strength steels are used to reduce weight of vehicles. In comparison to conventional steels new challenges appear in laser beam welding of those materials, e.g. softening or weld seam irregularities. Hence the risk of cracking is increased if high strength steels are welded, due to their higher content of alloying elements. Within this project these challenges are countered by new welding strategies in order to gain new fields of application for high strength steels.

### Approach

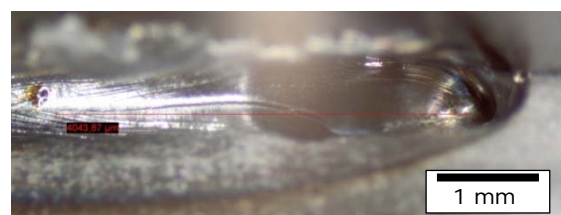
Within the project, the temperature field during laser beam welding of high strength steels should be influenced by spatial modulation of laser power using brilliant beam sources and fast beam deflection systems. This should counteract the formation of weld seam defects as well as softened zones besides or within the weld seams. Furthermore an inline-process control is built up in order to detect weld seam defects and remove erratic parts from the process line. This system is based on thermographic detection of weld seam defects as well as the comparison between current measurement and reference process.

### Results

The decrease of hot cracking susceptibility in laser beam welding gained by the developed oscillation strategies under laboratory conditions was transferred successfully to an industrial field of application. Besides this, conclusions about the influence of different oscillation parameters, e.g. the effect of the oscillation figure, are drawn. Moreover cracks with a minimum length of less than 1,5 mm are detectable within the process by means of the thermographic camera developed within the project, even in case of concave surfaces, e.g. within the end crater of the seam (Pictures below). Thus the aim of the project, which was the detection of cracks with a minimal length of less than 2 mm, was exceeded.



*Thermogramm einer Schweißnaht mit einer Anzeige des Risses als dunkler Bereich*  
Thermogram of a weld seam with an indication of the crack as dark area



*Aufsicht der Schweißnaht aus dem links gezeigten Thermogramm*  
Corresponding top view of the weld seam shown in the thermogram on the left