

## Teilprojekt A8

### **Titel**

In-situ-Diagnose und Steuerung der Schmelz- und Erstarrungsdynamik beim Laserstrahlschneiden

### **Projektleitung/-bearbeitung**

Projektleitung: Poprawe, Reinhart, Prof. Dr. rer. nat

Projektbearbeitung: Arntz, Dennis

Lehrstuhl für Lasertechnik (LLT), RWTH Aachen University

### **Aufgabenstellung**

Vorrangige Aufgabenstellung dieses Teilvorhabens ist die Auffindung, experimentelle Umsetzung und Erprobung neuer Methoden der Präzisionserhöhung beim oxidfreien Laserstrahl-Schmelzschnitten von Blechwerkstoffen durch die Anwendung verbesserter In-situ-Diagnosemethoden.

Die Aufgabenstellung im Jahr 2016 umfasst die Inbetriebnahme des neu entwickelten Besäumschnitt-Prüfstandes und die systematische In-Situ-Diagnose der Flankenbildung von Edelstahlblech im Blechdickenbereich von 6 mm bis 10 mm.

### **Vorgehensweise**

Die Inbetriebnahme des Besäumschnitt-Prüfstandes umfasst die Sicherstellung gleichbleibender Versuchsbedingungen bezüglich reproduzierbarer Positionierung von Werkstückprobe und Ersatzflanke, Validierung von Geschwindigkeitskonstanz der Vorschubachsen sowie Ermittlung des minimalen Abstandes zwischen Werkstückflanke und Ersatzflanke.

Zur Angleichung der Riefenbildung zwischen Referenzschnitt und Besäumschnitt werden die Besäumparameter systematisch variiert.

Weiterhin werden die ermittelten Abbildungs-, Beleuchtungs-, und Filterstrategien zur Durchführung der Hochgeschwindigkeitsaufnahmen auf den Besäumschnitt-Prüfstand übertragen und Synchronisations-Strategien zwischen Kamera und Fremdbeleuchtung validiert.

Für die wellenlängenabhängige Analyse der Ursachen und Mechanismen der Entstehung von Abtrags- und Aufschmelzriefen werden optische

Komponenten ausgewählt womit eine vergleichbare Kaustik für 1 $\mu$ m- (Scheibenlaser) als auch für 10 $\mu$ m-Wellenlänge (CO<sub>2</sub>-Laser) erzeugt wird.

Referenzversuche für beide Laserstrahlquellen führen zu einer umfangreichen Datenbasis. Über ein weites Fokuslagenfeld ermittelt werden die maximale Trenngrenze, die Oberflächenrautiefe der Schnittflanke sowie die maximal anhaftende Bartlänge für Edelstahlblech der Dicke 6 und 10 mm.

### **Ergebnisse**

Minimaler Abstand zwischen Ersatzflanke und Werkstück führt zur Angleichung des Riefenbildes zwischen Referenzschnitt und Besäumschnitt. Zur Vermeidung von Schmelzfluss über die Schneidfrontkante muss die Besäumschnittbreite größer als die halbe Schnittfugenbreite gewählt werden.

Die Validierung des Besäumschnitt-Prüfstandes zeigt, dass die geforderte Präzision der Positionierungsgenauigkeit <10  $\mu$ m mit minimalem Justageaufwand ermöglicht wird. Besäumschnitte mit einem Abstand von 25  $\mu$ m zwischen Werkstückflanke und Ersatzflanke sind durchführbar.

Die Analyse der Schmelz- und Erstarrungsdynamik zeigt eine quasi periodische Riefenbildung. Dominante Schmelzflüsse sowie eine quasi periodische Schmelzplateaubildung an der Schneidfront. sind beobachtbar. Der Schmelzfluss in Schnittrichtung korreliert mit der Riefenbildung auf der Schnittflanke.

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Mit dem entwickelten Besäumschnitt-Prüfstand steht ein optimales Werkzeug zur In-situ-Diagnose beim Laserstrahlschneiden zur Verfügung. Bereits durchgeführte und noch folgende systematische Besäumschnitte ermöglichen Einblicke in den Schneidprozess die das Verständnis der Schmelz- und Erstarrungsdynamik signifikant steigern.

### **Veröffentlichungen**

Arntz D., Petring D., Jansen U., Poprawe R.: Advanced Trim-Cut Technique to Visualize Melt Flow Dynamics Inside Laser Cutting Kerfs, Proceedings of the 35<sup>th</sup> ICALEO Conference, 2016