

Teilprojekt A1

Titel

Steuerung von Geometrie und Metallurgie beim Laserstrahl-Mikroschweißen durch Beeinflussung der Schmelzbaddynamik über örtliche und zeitliche Leistungsmodulation

Projektleitung/-bearbeitung

Projektleitung: Dr.-Ing. Gillner, Arnold

Projektbearbeitung: Häusler, André

Lehrstuhl für Lasertechnik (LLT), RWTH Aachen University

Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung im Jahr 2015 umfasst die Wichtung der präzisionsbeeinflussenden Größen und Aufstellen von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen. Weiterhin sind experimentelle Untersuchungen hinsichtlich einer zeitaufgelösten Bestimmung des Einkoppelgrades beim Laserstrahlmikroschweißen geplant. Diese kalorimetrischen Untersuchungen sollen zusätzlich mit Hochgeschwindigkeitsaufnahmen des Prozesses verglichen werden, um somit eine Kompensationsmethodik abzuleiten, um qualitative Eigenschaften der Naht hinsichtlich der Nahtoberflächenrauheit und Einschweißtiefenkonstanz zu steigern.

Vorgehensweise

Zur Untersuchung des Einkoppelgrades wurde ein Versuchsaufbau konzipiert, bei dem der eigentliche Fügeprozess innerhalb einer Ulbrichtkugel stattfindet. Die vom Prozess nicht absorbierte Strahlung wird von den inneren Oberflächen der Ulbrichtkugel diffus reflektiert und mit Hilfe geeigneter Messtechnik qualitativ und quantitativ ausgewertet. Für die Hochgeschwindigkeitsaufnahmen wurde ebenfalls ein erweiterter Versuchsaufbau verwendet, welcher die translatorische Relativbewegung zwischen Werkstück und Laserstrahl unter Verwendung einer Linearachse realisiert. Damit ist eine orts aufgelöste Betrachtung des Schweißprozesses möglich. Durch Verwendung einer

zusätzlichen Beleuchtung mittels Diodenlaser können Aufnahmeraten bis 100 000 f/s ermöglicht werden.

Ergebnisse

Die Hochgeschwindigkeitsaufnahmen zeigen, dass durch eine kreisförmige Bewegung, die dem linearen Vorschub überlagert ist (örtliche Leistungsmodulation), die Prozessstabilität des Schmelzbades im Vergleich zu einer konventionellen Mikroschweißung gesteigert werden kann. Dabei sind unterschiedliche Bewegungsregime des Schmelzbades zu beobachten, die Einfluss auf den Einkoppelgrad, sowie den beiden qualitätsrelevanten Kriterien Einschweißtiefe und Nahtoberflächenrauheit haben.

Die Ergebnisse der Messungen innerhalb der Ulbrichtkugel zeigen, dass beim Laserstrahlmikroschweißen der Einkoppelgrad während des Prozesses Unregelmäßigkeiten unterliegt, die mit Hilfe der Verwendung einer örtlichen Leistungsmodulation kompensiert werden können. Durch den Einsatz der örtlichen Leistungsmodulation sind im Vergleich zum konventionellen Schweißen höhere Einkoppelgrade zu beobachten. Dabei nimmt neben der realen Bahngeschwindigkeit des Laserstrahls ebenfalls der thermische Zustand des absorbierenden Materials einen Einfluss auf die Energieeinkopplung während des Fügeprozesses.

Zusammenfassung und Ausblick

Erste Versuche hinsichtlich der Bestimmung der Energieeinbringung und Bewertung der Schmelzbaddynamik wurden durchgeführt. Im weiteren Verlauf des Teilprojektes werden die nun die gewonnenen Erkenntnisse im Hinblick auf die Optimierung der bereits erwähnten qualitätsrelevanten Eigenschaften untersucht.

Veröffentlichungen

HAEUSLER, A.; MEHLMANN, B.; OLOWINSKY, A.; GILLNER, A.; POPRAWA, R.: Efficient copper micro welding with fiber lasers using spatial power modulation. *Proceedings of the 38th Matador Conference*. 2015, Taiwan.