

Teilprojekt A 11

Titel

Maß- und Formgenauigkeit beim generativen Laserstrahl-
Auftragschweißen

Projektleitung/-bearbeitung

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing.

Johannes Henrich Schleifenbaum

Projektbearbeitung: Bold, Marie, M. Sc.; Zielinski, Jonas, M. Sc.

Lehrstuhl für Digitale Additive Produktion (DAP), RWTH Aachen
University

Aufgabenstellung

Herausforderung und zentrale Aufgabenstellung im Teilprojekt A11 ist die Erhöhung der geometrischen Präzision beim Laserauftragungsschweißen (LMD). Im Berichtszeitraum wurde das Augenmerk auf die Bearbeitung von Kanten gelegt. Dort sind die Abweichungen zur Soll-Geometrie üblicherweise am größten, da die Schmelze vor dem Erstarren einen Wulst (Kantenaufwurf siehe Abbildung 1, rechts) um die Kante bildet. Die treibende Kraft ist dabei die Oberflächenspannung (Grenzfläche: flüssig-gasförmig).

Vorgehensweise

Um eine Vorhersage über die an Kanten entstehende Geometrie treffen zu können, wurde das bestehende LMD Schmelzbadmodell so erweitert, dass an in einem Dreiecksnetz (siehe Abbildung 1, links) die freie Energie der Oberfläche, unter der Randbedingung des korrekten Masse- bzw. Volumenzuwachs (pro Zeitschritt) durch den Pulvermassenstrom, minimiert werden kann. Das LMD-Prozessmodell zur Beschreibung des Schmelzbades berücksichtigt Partikelpropagation durch die Laserstrahlkaustik, Abschattung der Partikel entlang des Strahls, Modifikation der auf das Bauteil transmittierten Leistungsdichteverteilung, Wärmeleitung im Bauteil und Bestimmung der Wölbung der Schmelzbadoberfläche auf Grund des Volumenzuwachs und der Oberflächenspannung.

Die Ergebnisse des Modells werden mit 3D-Vermessungen von

gefertigten Proben verglichen um die Abweichungen zu analysieren.

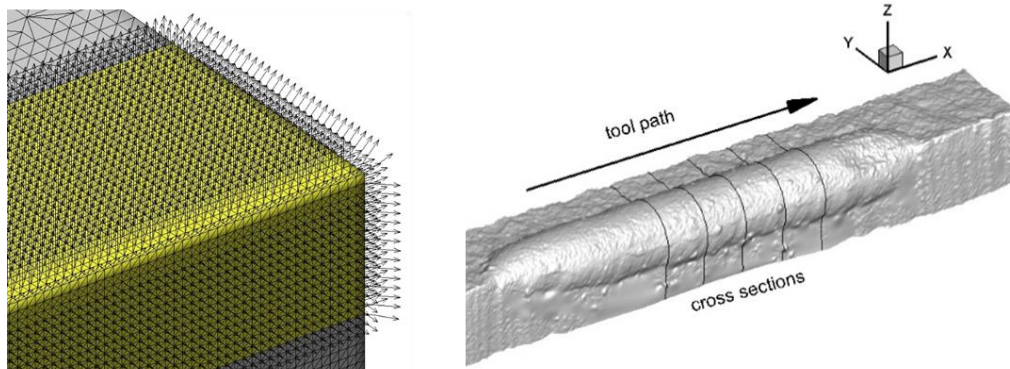


Abbildung 1 Links: Dreiecksnetz einer Kante zur Simulation des Schmelzbadverhaltens, rechts: eingescannter Kantenaufwurf einer LMD Probe nach Bearbeitung

Ergebnisse

Vorrangiges Ergebnis ist die nun vorhandene modellseitige Befähigung der Berechnung des Kantenaufwurfs beim Laserauftragsschweißen.

Darüber hinaus kann, nach erweiterter Verifikation (andere Anlagen, Variation der Prozessparameter etc.) die Geometrie des Kantenaufwurfs vorhergesagt werden. Dadurch können die Bearbeitungsparameter im Experiment so adaptiert werden, dass die gewünschte Geometrie präziser gefertigt wird. Insbesondere der Abstand des Bearbeitungspfad zur Kante (Kanten-Offset) kann entsprechend eingestellt werden.

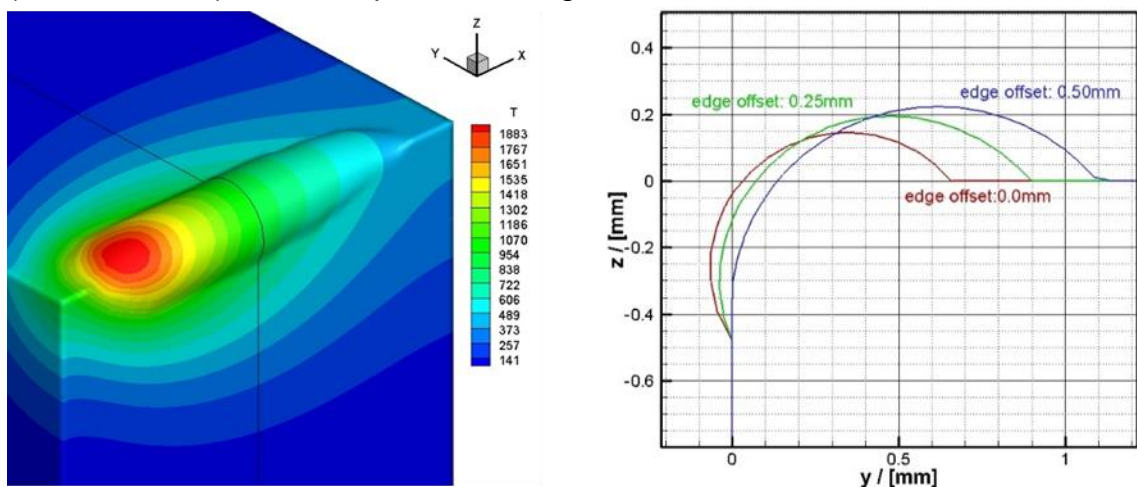


Abbildung 2 Links: Berechnete Geometrie und Temperaturverteilung beim LMD, rechts: Berechneter Kantenaufwurf in Abhängigkeit des Kanten-Offset (Entfernung des Bearbeitungspfades zur Kante)

Ebenso ist es mit dem Modell möglich, das Umschweißen von Ecken darzustellen (siehe Abbildung 3).

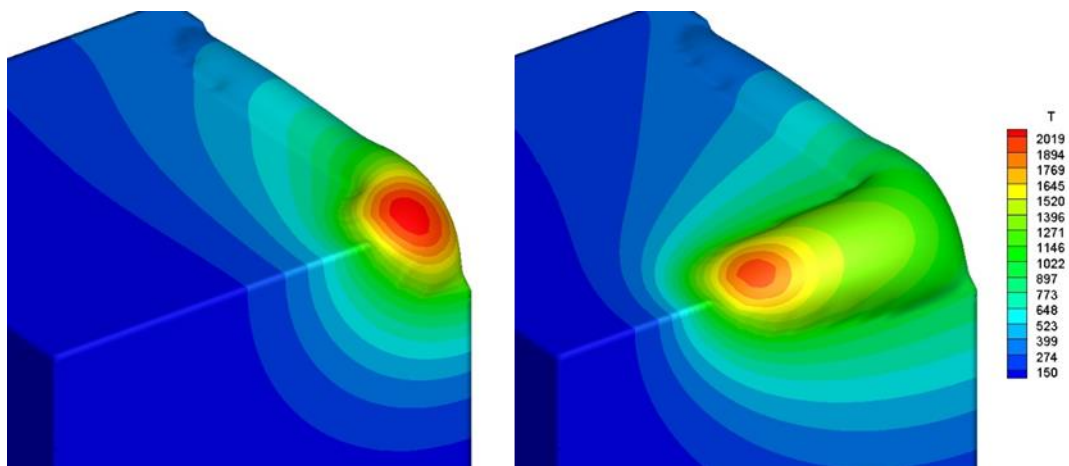


Abbildung 3 Simulation: Umschweißen von Ecken

Zusammenfassung und Ausblick

Im kommenden Berichtszeitraum soll das entwickelte Modell dazu verwendet werden die geometrische Präzision des LMD zu steigern. Ein möglicher Ansatz für das Umschweißen von Ecken ist die Prozessführung mit angepasster Laserleistung, die sich nach dem Abstand zur Ecke richtet. Das Modell soll weiter validiert werden.

Eine weitere Forschungsfrage ist das präzise Füllen von muldenartigen Geometrien mittels LMD und das Ermitteln von Richtlinien für eine optimierte offline Bahnplanung für den LMD Prozess.

Veröffentlichungen

Pirch, N.; Niessen, M.; Linnenbrink, S.; Schopphoven, T.; Gasser, A.; Poprawe, R.; Schöler, C.; Arntz, D.; Schulz, W., 2018. Temperature field and residual stress distribution for laser metal deposition. In: J. Laser Appl., Vol. 30 (3), 032206 (2018); doi.org/10.2351/1.5040634