

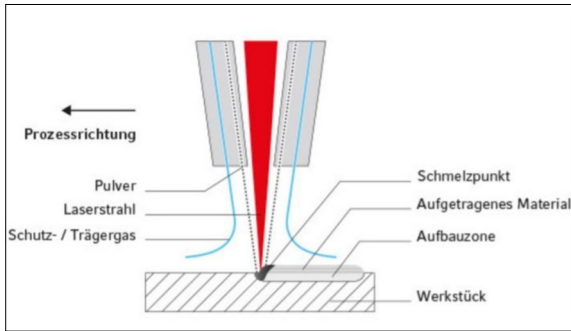


Ron Lieberherr

Diplomand	Ron Lieberherr
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Prof. Dr. Hans Gut, MAN Energy Solutions Schweiz AG, Zürich, ZH
Themengebiet	Simulationstechnik

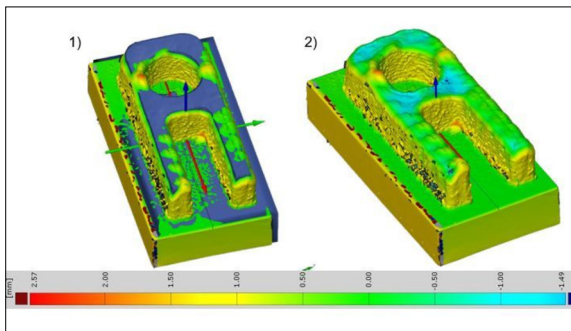
Simulation des Laser Metal Deposition und des Auftragsschweissens

Einstieg in die Technologie



LMD-Auftragsprozess
https://www.hsr.ch/uploads/tx_hsrcrm/1523952143/abstract.pdf

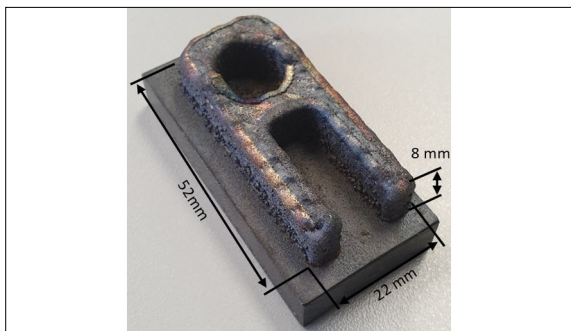
Ausgangslage: Das Additive Manufacturing hat sich als zusätzliches sogenanntes generatives Herstellverfahren für Kunststoff- wie auch metallische Bauteile etabliert. Im Bereich der Kunststoffbauteile, ist die Technologie der generativen Fertigung bereits relativ weit fortgeschritten. Da es sich dennoch um eine eher neue Technologie handelt, gilt es einige Herausforderungen in der Herstellung sowie der Simulationstechnik zu meistern. Speziell bei der generativen Fertigung von metallischen Bauteilen, zu denen auch der LMD-Prozess gehört, ist das Auftreten eines hohen Verzugs und von grossen Eigenspannungen üblich, da hohe Temperaturen und schnelle Abkühlung während des Herstellprozesses auftreten. Aufgrund dieser "extremen" Bedingungen ist es für den Anwender sinnvoll, auf FE-Simulationen zurückzugreifen, um Prozessschritte zu optimieren. Anhand dieser Arbeit soll ein Einstieg in den Simulationsprozess des LMD-Verfahrens geschaffen werden. Die Simulationsergebnisse sollen anhand eines Vergleichs mit real hergestellten Bauteilen validiert werden.



Validierung der Simulationsergebnisse
1) Soll- und Ist-Teil
Eigene Darstellung 2) Ist-Teil

Ergebnis: Die Anwendung der Simulationssoftware Simufact Welding hat gezeigt, dass der Bauteilpfad einen entscheidenden Beitrag zur Bauteilqualität beiträgt. Dieser und viele andere wichtige Parameter sind in der Simulationssoftware nur teils oder gar nicht zu beeinflussen. Zusammengefasst kann gesagt werden, die Simulationsergebnisse stimmen, auch mit den nicht zu beeinflussenden Parametern, qualitativ gut mit der Realität überein und bilden eine gute Grundlage zur Optimierung des LMD-Prozesses. Die Farbskala zeigt die Abweichung des IST-Teils vom Soll-Bauteil. Anhand der rein thermischen Analyse kann der Prozess kalibriert werden. Die Eingabeparameter der Kalibration können in die thermomechanische Analyse übernommen werden, um das gesamte Bauteil zu berechnen.

Fazit: Die Simulation ist optimal für die Berechnung von maschinellen Schweißprozessen, da sie eine grosse Anzahl an Schweißmethoden bietet. Ausserdem können die Herstellparameter mit hoher Sicherheit in die Simulation übertragen werden. Für Neuanwender des LMD-Prozesses ist das Simulationstool ein geeignetes Mittel um sich einen Einblick in die Technologie zu verschaffen. Zudem kann es helfen, Kosten zu reduzieren und Prozessabläufe zu optimieren. Die eingegebenen Parameter müssen jedoch mit einer gewissen Vorsicht behandelt werden, da die Schnittstelle zwischen Maschine und Simulation ausbaufähig ist. Des weiteren fließen im realen LMD-Prozess viele Faktoren ein, die in der Simulation noch nicht berücksichtigt werden können. Insbesondere wichtig ist dabei das Erfassen der Trennung des Teils von der Grundplatte, da dies wesentlich zu den Eigenspannungen und dem Verzug beiträgt. Eine Kombination zwischen Simufact Welding und Simufact Additive könnte jedoch durchaus zum Ziel führen.



Mit dem LMD-Prozess hergestelltes Bauteil Lasche
Eigene Darstellung