

Verbesserung Masshaltigkeit in der LMD Fertigung

Ermittlung Prozessparameter zur Minimierung der Geometrieabweichungen im LMD Fertigungsprozess

Diplomand



Simon Bachmann

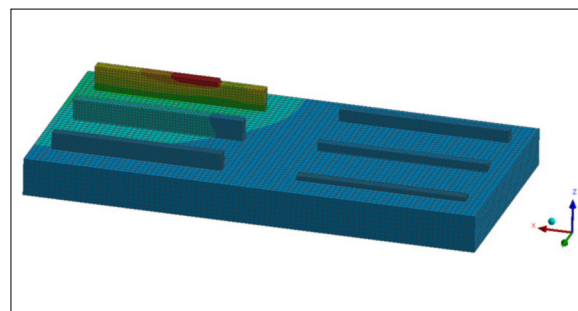
Ausgangslage: Das Additive Fertigungsverfahren, Laser Metal Deposition, wird häufig zur Reparatur von hochwertigen Bauteilen oder zur Beschichtung eingesetzt. Der Geometrieaufbau erfolgt durch Metallpulver, welches mittels Schutzgas in den Prozess befördert und von einem Laser auf das Substrat geschweisst wird. Eine Schwierigkeit besteht in der Masshaltigkeit der aufgeschweissten Bauteile. Aufgrund der grossen Massabweichungen ($\pm 2.5\text{mm}$), wird die Schweissgeometrie mit genügend Aufmass versehen. Dieses überschüssige Material muss im Anschluss, aufwändig durch subtraktive Verfahren auf die Endkontur bearbeitet werden. Die Genauigkeit wird hauptsächlich durch die Energiedichte und die Pulverrate beeinflusst. Die eingebrachte Wärmeenergie setzt sich aus der Laserleistung, dem Vorschub und dem Laserspotdurchmesser zusammen.

Ziel der Arbeit: Um die Nacharbeit nach dem Schweißen zu reduzieren, soll ein Konzept zur Masshaltigkeitsverbesserung der Schweissprofile erstellt werden. Insbesondere soll der Einfluss der Laserleistung auf die Schweissnaht und die genannte Problematik untersucht werden. Damit entsprechende Massnahmen zur Steigerung der Genauigkeit definiert werden können, soll ein besseres Verständnis des Prozesses anhand einer Recherchearbeit, sowie einer Schweissimulation in „Ansys DED Simulations“ erarbeitet werden. Da die Geometrieabweichung grösstenteils zu Beginn und am Ende einer Layerbearbeitung zum Vorschein kommt, soll die Laserleistung in diesen Bereichen durch Versuche angepasst werden. Bei den Versuchen an der LMD Maschine, steht das Metallpulver 316L, sowie eine Wärmebildkamera zur Prozessüberwachung zur Verfügung. Entsprechende Parameter des Schmelzbades können somit in die Simulation einfließen und eine Validierung der angepassten Laserleistung vorgenommen werden.

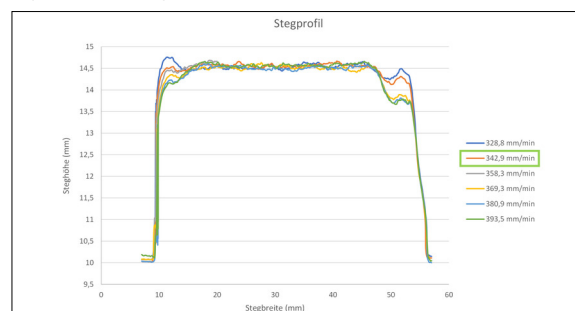
Ergebnis: Damit die Effekte der Geometrieabweichung zu Beginn und am Ende eines Layers quantifiziert werden können, wurden sechs Stege mit aufsteigender Anzahl Layer, konstruiert. Bei einem Referenzversuch wurde festgestellt, dass zu Beginn eines Layers zu viel Material aufgeschweisst wird und am Ende eine lineare Rampe in Richtung Substrat verläuft. Als Massnahme wurden im Weiteren, Leistungsrampen mit unterschiedlichen Steigungen im NC Programm implementiert. Damit wird der Pulverwirkungsgrad entsprechend angepasst. Bedingt durch die Datenverarbeitungsrate des Lasers wurde bei jeder Leistungsabstufung der Vorschub zurückgefahren. Die daraus resultierende erhöhte Wärmeenergie führte zu einem starken Materialaufbau an den beiden Enden der Stege. Aufgrund der ungewünschten Effekte wurde anstatt einer Leistungsrampe, eine Stufenfunktion des Vorschubs programmiert und die Energiedichte

analog zu den Leistungsrampen auf demselben Niveau gehalten. Bei der Analyse der Stegprofile wurde jene Vorschubfunktion mit einer Massabweichung von 0.02 mm bezüglich der regulären Steghöhe ausgewählt. Am jeweiligen Layerende werden für weitere Versuche keine Anpassungen bezüglich Vorschub vorgenommen. Die Geometrierampe am Ende eines Layers konnte auf der Grundlage der simulierten Wärmeeinflusszonen, der Pulverzuführung zugeordnet werden. Ausserdem wurde in einem weiteren Versuch bei aussagekräftigen Prozessbedingungen eine Korrelation zwischen der Höchsttemperatur des Schmelzbades und der Laserleistung gefunden.

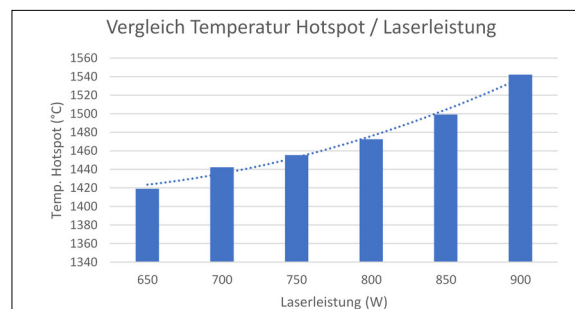
Prozesssimulation
Eigene Darstellung



Stegprofil
Eigene Darstellung



Korrelation Temperatur / Laserleistung
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Mohammad Rabiey

Korreferent

Stefano Capparelli,
Roche Diagnostics
International AG,
Rotkreuz, ZG

Themengebiet
Produktentwicklung

