

Kinematikstudie für HS-LMD-Prozess auf Rohrteilen

Diplomand



Julian Lübbig

Ausgangslage: In der Industrie wird Cladding verwendet, um Werkstücke mit einer zusätzlichen Metallschicht zu überziehen. Dies bietet Vorteile wie verbesserte Materialeigenschaften an den Oberflächen und Kosteneinsparungen bei teuren Werkstoffen. Das Cladding wird unter anderem mit dem CMT-Verfahren (Cold Metal Transfer) durchgeführt, einer abgewandelten Form des MIG-Schweißens.

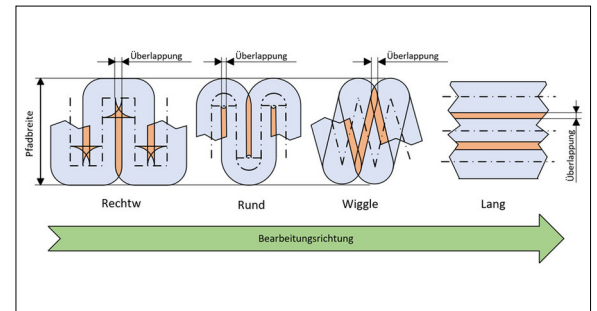
Im Vergleich dazu gibt es das LMD- bzw. HS-LMD-Verfahren (High Speed Metal Deposition), das hauptsächlich für die additive Fertigung eingesetzt wird. Das LMD-Verfahren bietet Vorteile hinsichtlich der Flexibilität bei Materialkombinationen, was es als möglichen Ersatz für das CMT-Verfahren interessant macht. Beim HS-LMD-Verfahren wird Metallpulver mittels Schutzgas durch eine Düse in einen Brennpunkt geleitet, der ebenfalls durch die Düse erreicht wird. Der Laser schmilzt das Pulver, und das geschmolzene Material landet auf dem Bauteil als Schweißschicht. Das IWK besitzt eine HS-LMD-Maschine mit einem theoretischen 5-Achsen-System, jedoch sind Kinematiken mit mehreren Achsen noch unerprobt. In dieser Arbeit werden mit der vorhandenen HS-LMD-Ausrüstung mehrere Versuche zum Beschichten durchgeführt, bevor ein komplexes Demonstratorbauteil beschichtet wird.

Ziel der Arbeit: Das Ziel der Arbeit ist es, ein komplexes Demonstratorbauteil mit dem HS-LMD-Verfahren zu beschichten und ähnliche bzw. gleichwertige Ergebnisse wie bei einem herkömmlichen Cladding-Verfahren zu erreichen.

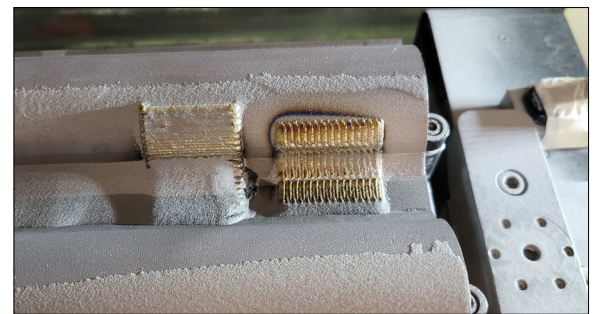
Ergebnis: In dieser Arbeit wurden mehrere verschiedene Versuche durchgeführt, die unterschiedliche Ergebnisse erzielt haben. Die Untersuchungen der Fertigungsparameter haben gezeigt, dass die Wahl der Parameter einen grossen Einfluss auf die Qualität der Schweißnaht sowie auch auf die Wirtschaftlichkeit hat. Werden die Kosten auf das Volumen normiert, werden die Auswirkungen der Pulvereffizienz merkbar, und es können dadurch wirtschaftliche Entscheidungen getroffen werden. Bei der Überprüfung der Pulvereffizienz wurde untersucht, ob die Berechnungen der Fertigungsparameter stimmen. Die Ergebnisse zeigen, dass es zwar Abweichungen von etwa 5% gibt, diese jedoch in einem vertretbaren Rahmen liegen. Die Pfadversuche zeigten anfangs eine nahezu 2 mm Schichtdicke, jedoch hatten alle Pfade mit angepassten Fertigungsparametern Probleme mit der Adhäsion und wiesen häufig Lunker und poröse Stellen auf. Die Wirtschaftlichkeit der Pfade begünstigte die Pfadart Lang, da dieser Pfad keine Oszillation macht und somit einen kürzeren Weg mit konstanter Geschwindigkeit für die gleiche Oberfläche benötigt. Besonders der Pfad Wiggle erwies sich wirtschaftlich als nachteilig, da die

abrupten Richtungswechsel die schwere Maschine stark abbremst. Die Ergebnisse der Beschichtung des Demonstrator Bauteiles mit den Pfaden Lang und Rund waren unterschiedlich. Der Pfad Lang konnte keine gute Adhäsion mit dem Substrat erreichen und löste sich aufgrund der Wärmespannung in einigen Bereichen vom Substrat. Allerdings zeigte sich dieser Pfad relativ robust gegen das Schwenken der Düse zur Oberfläche, wobei der erkannte Effekt nur eine geringe Abnahme der Schichtdicke war. Der Pfad Rund hingegen zeigte eine gute Adhäsion auf dem Demonstrator Bauteil, was auf die Vorbereitung des Bauteiles zurückgeführt wird. Jedoch führte das Schwenken der Düse zu grossen

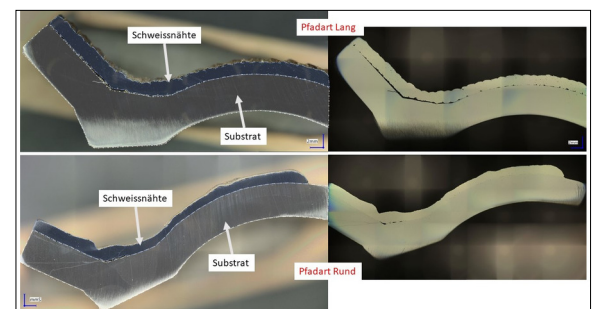
Getestete Pfadarten (Rechtw, Rund und Wiggle sind oszillierende Pfadarten wie bei dem CMT-Verfahren)
Eigene Darstellung



Beschichtetes Demonstratorbauteil mit der Pfadart Lang (links) und der Pfadart Rund (rechts)
Eigene Darstellung



Polierte Querschnittsfläche des beschichteten Demonstratorbauteils der Pfadarten Lang und Rund
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Mohammad Rabiey

Korreferent

Dr. Fredy Kuster,
Neuhaus SG, SG

Themengebiet
Fertigungstechnik