Förderprojekt QSDS-WEBAM – Qualitätssicherung durch Datenanalyse und Simulation für das WEBAM-Verfahren

Die drahtbasierte additive Fertigung mit dem Elektronenstrahl (Wire Electron Beam Additive Manufacturing: WEBAM) ermöglicht die Herstellung von endkonturnahen Werkstücken bei hohen Auftragsraten. Die damit verbundene Materialeffizienz bietet sich insbesondere für Hochleistungswerkstoffe der Luftfahrt, wie z. B. die Legierung TiAl6V4, an. Die Qualitätsanforderungen für Bauteile von Flugzeugen sind anspruchsvoll, weshalb für die Serienfertigung noch Themenfelder der Produktqualität adressiert werden müssen. Das sind zum einen Verzug und Oberflächenqualität der Bauteile, zum anderen auch die Prozessüberwachung während des Herstellungsprozesses. Ziel des Förderprojektes ist die Qualitätssicherung bei der additiven Fertigung von TiAl6V4 mittels WEBAM im Sinne einer endkonturnahen, prozessüberwachten Fertigung von idealerweise defektfreien Bauteilen, die nur noch in geringem Umfang zerspanend weiterbearbeitet werden müssen.

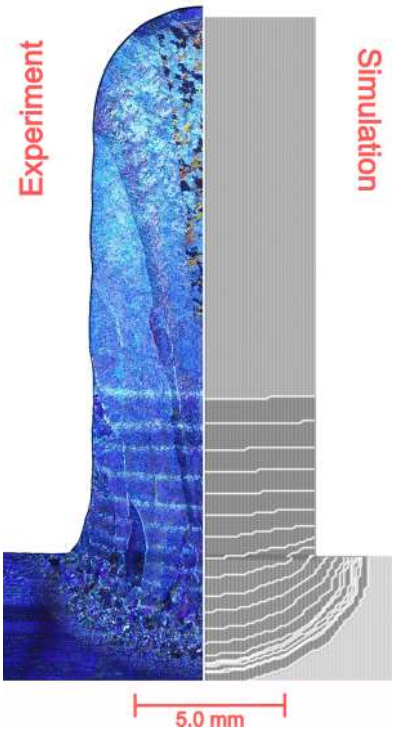

Abbildung 1: Validierung der Berechnung auf Basis der Mikrostruktur am Beispiel eines Stegaufbaus mit 20 Lagen.

Die Neue Materialien Fürth GmbH beschäftigt sich mit der der Optimierung des WEBAM-Prozesses, um - in Zusammenarbeit mit den Partnern - mittels Prozesssimulation die Geometrietreue zu erhöhen und prozessbedingte Defekte durch ein erweitertes Prozessverständnis und numerische Optimierung zu vermeiden. Der Ansatz ist dabei zweigleisig: Aus der strömungsmechanischen Modellierung der Ausbildung der Schmelzraupe werden Erkenntnisse für eine geeignete Nahtkontur und in Folge für einen optimierten Lagenaufbau, hinsichtlich Oberflächengüte und Wandstärke gewonnen. Mit Hilfe thermomechanischer Berechnungen können Lagenaufbau und -abfolge in Hinblick auf thermische Auslegung und Minimierung des Verzuges untersucht und optimiert werden. Damit lassen sich aufwendige und kostenintensive Testreihen zur geometrie- und materialspezifischen Entwicklung der Prozessparameter reduzieren.

Die Ergebnisse der Berechnungen werden selbstverständlich anhand von experimentellen Untersuchungen verifiziert. Abbildung 1 zeigt die Validierung einer thermischen Berechnung mittels metallografischer Untersuchungen an einem Stegquerschnitt. Bei der Legierung TiAl6V4 entstehen bei lokalem Überschreiten der ß-Transus-Temperatur (ca. 998 °C) und der damit verbundenen Gefügeumwandlung charakteristische Linien im Gefüge, die für den Vergleich mit den berechneten Temperaturfeldern herangezogen werden.

Im Projekt wurden bereits auch erste Untersuchungen an Bauteilstrukturen durchgeführt, die der gesetzten Zielgeometrie des Projektes - einem Ausschnitt aus einem Luftfahrtstrukturbauteil - sehr nahekommen (siehe Abb. 2). Neben den Herausforderungen, die aus der numerischen Beschreibung der physikalischen Vorgänge des Prozesses und der Randbedingungen bestehen, müssen dabei auch die Fertigungsabfolge der einzelnen

Nahtabschnitte abgebildet werden. Dies wird - wie in der Praxis der Maschinensteuerung - mit G-Code umgesetzt, um diesen im Anschluss auch weiterverwenden zu können. Für eine optimale Bauteilauslegung müssen vor der tatsächlichen Fertigung potentielle Fertigungsabfolgen und Fertigungsparameter entworfen und bewertet werden. Kriterien sind dabei z. B. die Verzugsminimierung aber auch das Einhalten definierter Temperaturfenster zur Optimierung des resultierenden Gefüges.

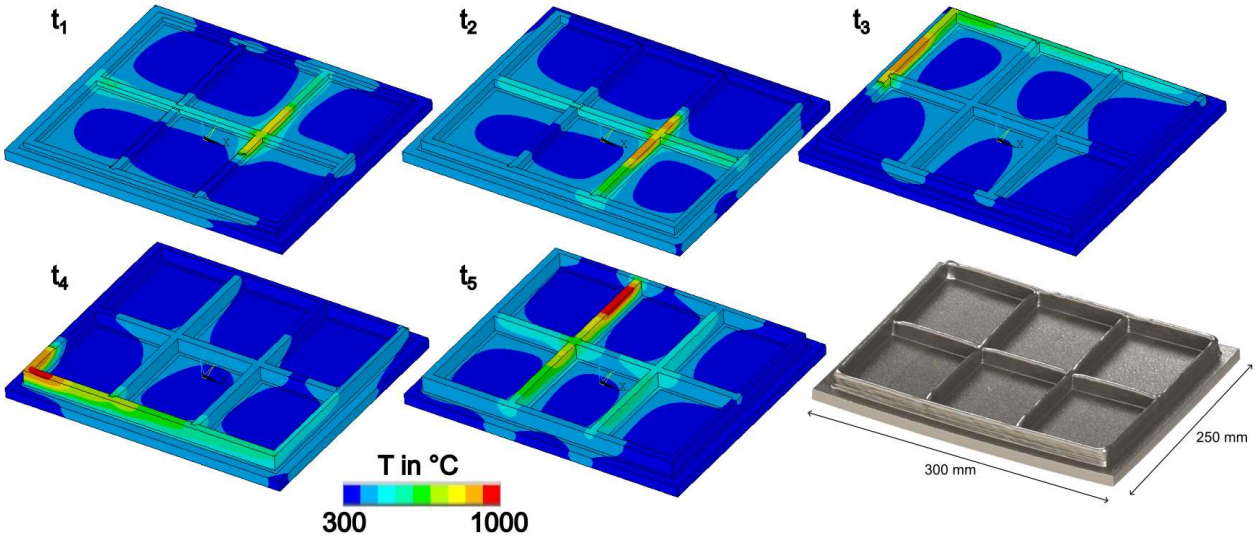

Abbildung 2: Beispiel für ein einfaches Strukturbauteil. Farbige Darstellung: Ergebnis einer thermischen Berechnung des Fertigungsablaufs. Rechts unten: 3D-Scan des additiv gefertigten Bauteils.

Die weiteren Arbeiten der Neuen Materialien Fürth GmbH im Rahmen des Projektes zielen auf die Optimierung der Strahlfigur des Elektronenstrahles und damit des Schmelzbades als auch auf die Auslegung und Realisierung eines praxisnahen Demonstrators. Über Ergebnisse der strömungsmechanischen Untersuchungen des Schmelzbades werden wir in Kürze berichten.

Förderprojekt: **QSDS-WEBAM – Qualitätssicherung durch Datenanalyse und Simulation für das WEBAM-Verfahren**

Förderkennzeichen: **MW-2108-0006**

Projektpartner:

AIRBUS pro beam Neue Materialien Fürth

Gefördert durch:

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie