

GENERIEREN VON VOLUMENKÖRPERN AUF DÜNNWANDIGEN BAUTEILEN

DIE AUFGABE

Um der Forderung nach einem reduzierten Ressourceneinsatz und der wirtschaftlichen Bearbeitung schwer zerspanbarer metallischer Hochleistungswerkstoffe gleichermaßen gerecht zu werden, fordern Unternehmen der Automobil-, Energie- und Luftfahrtbranche häufig Alternativen zur rein subtraktiven Bearbeitung. Hybride Fertigungstechniken, wie die Kombination der additiv-generativen Laserbearbeitung und der Fräsbearbeitung, bieten hier das Potenzial einer erheblichen Steigerung der Materialausnutzung.

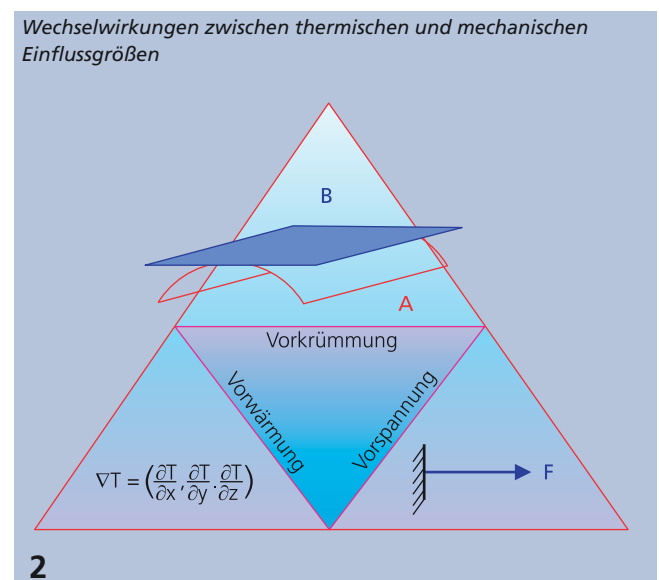
Eine besondere Herausforderung ist in diesem Zusammenhang das Auftragen größerer Volumen auf dünnwandige Bauteile. Hier gilt es, die Einbringung thermisch induzierter Spannungen zu beherrschen, da diese speziell bei Strukturen mit geringer Steifigkeit ohne entsprechende Gegenmaßnahmen zu Formabweichungen (Verzug) führen. Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, werden in der Industrie viele Bauteile »aus dem vollen gefräst«. Bei schwer zerspanbaren Werkstoffen führt das schnell zu einem erheblichen zeitlichen, technologischen und damit wirtschaftlichen Aufwand.

Besonders hervorzuheben sind dünnwandige Strukturbauteile, welche häufig zur Erhöhung der Steifigkeit aber auch aus Gründen einer montagegerechten Produktgestaltung lokale Dickenänderungen aufweisen. In Abhängigkeit von der Geometrie der Übergangsbereiche bzw. der maximal erforderlichen Gesamtdicke können neben einem signifikanten Zerspannungsvolumen prozessbeeinflussende Kräfte und Momente entstehen, welche speziell bei dünnwandigen Querschnitten eine fertigungsgerechte Auslegung der Bauteile erfordern.

An dieser Stelle bedarf es der Entwicklung von Bearbeitungsstrategien, die den generativen Auftrag größerer Materialvolumen auf dünnwandige Bauteile bei minimalen Formänderungen ermöglichen.

UNSERE LÖSUNG

Mit dem Laser-Pulver-Auftragschweißen steht ein additiver Prozess zur Verfügung, der unter Verwendung einer geeigneten Prozessführung den direkten Materialauftrag auf dünnwandige Bauteile ermöglicht. Dies gelingt durch die gezielte Vorkrümmung des Bauteils in Kombination mit einer genauen Abstimmung von Laserenergieeintrag und Vorwärmtemperatur bei gleichzeitiger Behinderung der plastischen Formänderung durch die Vorspannung des Bauteils (Abb. 2). Die kombinierte Vorgehensweise ermöglicht so auch den Aufbau großer Materialvolumen bei geringer Struktursteifigkeit.



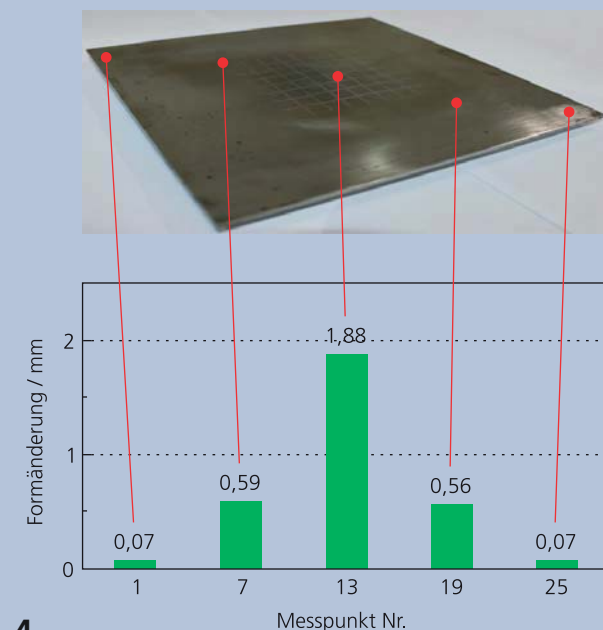


ERGEBNISSE

Mittels Laser-Pulver-Auftragschweißen wurde auf einem 2,4 mm dicken Substrat ein Quader mit einer Höhe von über 40 mm generativ aufgebaut und so ein Dickenverhältnis von ca. 1:17 realisiert (siehe Abb. 1). Die lateralen Abmessungen des Bauteils betragen 200 mm für das quadratische Substrat und 60 bzw. 40 mm für das darauf aufgetragene Volumen. Als Werkstoff wurde eine hochwärmefeste Nickelbasis-Superlegierung verwendet.

Durch die maßgeschneiderte Prozessführung konnte die lokale Formänderung gegenüber dem Ausgangszustand auf weniger als 2 mm (siehe Abb. 4) begrenzt werden.

Darstellung der Formänderung des Substrates gegenüber dem Ausgangszustand



Außerhalb des Bereiches, in dem ein Materialauftrag erfolgte, liegt die bleibende Formänderung bei maximal 0,56 mm. Abbildung 3 zeigt die Messeinrichtung zur Erfassung der lokalen Formänderung. Sie wurde prozessbegleitend mittels taktiler Messung eingesetzt.

Mit Hilfe der dargestellten Vorgehensweise kann nun der Fräs-aufwand insbesondere bei schwer zerspanbaren Werkstoffen erheblich reduziert werden. Weiterhin lassen sich komplexe Bauteilgeometrien unter enormer Reduzierung des Werkstoff-einsatzes realisieren, was besonders bei preisintensiven Materialien hohe wirtschaftliche Vorteile verspricht.

- 1 Volumenaufbau auf dünnwan-digem Substrat (Isometrie)
- 3 Taktile Messung der Form-änderung

KONTAKT

Dipl.-Ing. André Seidel (SFI)

+49 351 83391-3854

andre.seidel@iws.fraunhofer.de

