

Multimaterial Molten Metal-Jetting

Motivation

Multimaterialbauteile bieten durch die Kombination verschiedener Materialien und deren werkstoffspezifischer Eigenschaften, ein erhebliches Potenzial zur Funktionserweiterung eines Bauteils, da spezielle Eigenschaften genau an der lokalen Stelle der Belastung zur Verfügung gestellt werden können. In der Industrie sind bereits eine Vielzahl an konventionellen Fertigungsverfahren vertreten, die die Herstellung von Multimaterialbauteilen mit diskretem und kontinuierlichem Materialübergang ermöglichen. Werden Bauteile mit komplexer Geometrie und/oder in geringer Stückzahl gefordert, ist das zumeist nur mit additiven Fertigungsverfahren wirtschaftlich realisierbar. Etablierte additive Verfahren verwenden zumeist Pulver und Laserquellen für die Herstellung der Bauteile. Der derzeit schwierige Pulverseparierungsprozess im Anschluss an den eigentlichen Bauprozess verursacht einen hohen Ressourceneinsatz. Der Molten Metal Jetting Prozess, welcher ein leicht zu handhabendes drahtförmiges Halbzeug verwendet, bietet hierbei ein erhebliches Potenzial zur Einsparung von Ressourcen bei der Herstellung von Multimaterialbauteilen. Durch den tröpfchenweisen Aufbau von Bauteilen ist ein Werkstoffwechsel, mit einer Auflösung in der Größe eines Tropfens, in alle Raumrichtungen prinzipiell möglich. Dadurch könnten innerhalb eines Bauteils filigrane Strukturen aus verschiedenen Werkstoffen, kostengünstig hergestellt werden.



Abbildung 1: Durch Molten Metal Jetting hergestelltes Multimaterialbauteil aus CuSn8 und CuETP.

Lösungsansatz

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist der Nachweis der prinzipiellen Herstellbarkeit von Multimaterialbauteilen mit beherrschbarer Verbundqualität durch Molten Metal Jetting. Dabei sollen Bauteile bestehend aus technisch reinem Kupfer Cu-ETP und der Kupfer-Zinn-Bronze CuSn8 hergestellt werden. Der Werkstoffwechsel soll dabei mit einer Auflösung im Bereich einer Tropfengröße durchgeführt werden können. Zu Beginn soll ein geeigneter Druckkopf entwickelt werden, mit dem beide Werkstoffe während eines Druckvorgangs verarbeitet werden können. Zur Identifikation geeigneter Prozessparameter sollen Bauteile bei unterschiedlichen Parametern hergestellt und im Anschluss charakterisiert werden. Ein besonderer Forschungsbedarf besteht dabei bei der Herstellung von Bauteilen, bei denen das höher schmelzende Cu-ETP auf CuSn8 aufgebracht wird, da für die Verarbeitung die Substrattemperatur nahe der Schmelztemperatur des Bauwerkstoffs liegen sollte. Durch die Solidustemperatur des CuSn8 Werkstoffs von 860 °C ist diese jedoch begrenzt, wodurch die thermische Energie zur Anbindung der Tropfen an das Substrat durch die neu auftreffenden Tropfen zur Verfügung gestellt werden muss. Die anhand von realen Versuchen ermittelten Ergebnisse sollen durch die virtuelle Abbildung des Druckprozesses unterstützt werden.

Ausblick

Durch die Untersuchung des Multimaterial Molten Metal Jetting können Bauteile mit lokal angepassten Eigenschaften kostengünstig hergestellt werden. Die auf Basis von Kupferwerkstoffen gewonnen Erkenntnisse können zudem als Grundlage für die Herstellung von Verbundbauteilen mit anderer Werkstoffzusammensetzung dienen.