

Multidirektionale Additive Fertigung: Motivation, Problemstellung und Strategien im Kontext des Schweißens mit Drahtzuführung

Multidirectional Additive Manufacturing: Motivation, Problem and Strategies in Context of Welding with wire feed.

M. Sc. Markus Schmitz* schmitzm@igmr.rwth-aachen.de,

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves corves@igmr.rwth-aachen.de,

Prof. Dr.-Ing. Mathias Hüsing hüsing@igmr.rwth-aachen.de,

*RWTH Aachen University, Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und Robotik, 52062 Aachen, Deutschland, schmitzm@igmr.rwth-aachen.de

Kurzfassung

Additive Fertigung gewinnt im Kontext von Industrie 4.0 zunehmend an Bedeutung. Neben dem schichtweisen Aufbau im klassischen 3D-Druck kommen auch generative Fertigungsverfahren zum Einsatz, die mit mehr als drei Freiheitsgraden ausgestattet sind [1], [2], [3]. Die Manipulation des Objekts entlang eines Druckkopfes stellt dabei eine Spezialisierung dar die je nach verwendetem Material unterschiedlichste Anforderungen mit sich bringt. Die additive Fertigung von Kunststoff-Bauteilen mittels eines 6-Achs-Roboters ermöglicht beispielsweise die Optimierung durch Ausnutzung eines Freiheitsgrads um die Achse des Druckkopfes [4], [5]. Für die Anwendung einiger Verfahren beim Auftragsschweißen mit Drahtzuführung wird dieser freie Freiheitsgrad jedoch gebunden, da der für ein optimales Schweißergebnis erforderliche Draht von vorne zugeführt werden muss. Weiterhin haben, je nach Material, die dynamischen Einflüsse auf das Druck-bzw. Schweißergebnis, insbesondere wegen des flüssigen Schweißbades, Einfluss auf die Druckqualität.

Ein potenzielles Anwendungsgebiet für Wire-Arc Additive Manufacturing (WAAM) ist die endkonturnahe Herstellung von Bauteilen aus schwer zu verarbeitenden und/oder teuren Materialien. Damit kann das Buy-2-Fly-Verhältniss (BTFR, Verhältnis des Gewichts des Halbzeugs zum Gewicht des Fertigteils) im Vergleich zu bisherigen Methode der subtraktiven Bearbeitung deutlich reduziert werden. Exemplarische Studien der Cranfield University zeigen eine Reduzierung der BTFR von 45 auf 2,9 und darunter, was einer Materialeinsparung von über 93 % entspricht [6].

Insbesondere für die komplexe Ausführung des WAAM lässt sich die Prozesskette der klassischen additiven Fertigung anpassen, erweitern und auf die besonderen Anforderungen optimieren. Insbesondere im Bereich der Vorbereitungsphase lassen sich Arbeitsschritte für Optimierung nutzen und erweitern. So kann durch die Entwicklung eines multidirektionalen Slicers das Bauteil überhangsfrei und damit ohne notwendiges Stützmaterial für den Druckprozess vorbereitet werden.

Im Fokus der Vorbereitungsphase steht zudem die Generierung des Druckpfades. Für das WAAM, mit vollständig definierter TCP-Pose für jeden Objektpunkt, bietet dieser Vorbereitungsschritt enormes Optimierungspotential. Während im klassischen 3D-Druck die Ausführbarkeit für den Manipulator keinerlei Probleme beinhaltet wird der Pfad üblicherweise ausschließen und ohne Bezug zum Manipulator im Bauteilkoordinatensystem geplant. Beim WAAM und der Ausführung durch einen 6-Achs-Roboter ist insbesondere die Ausführbarkeit nicht für jeden beliebigen Bauteilpfad gegeben. Motiviert durch diesen Umstand wird ein Manipulator-spezifischer Pfadplaner vorgesehen und entwickelt. Dieser berücksichtigt bereits bei der Generierung des zu druckenden Bauteilpfades den im Prozess vorgesehenen Manipulator und ermöglicht neben der Sicherstellung der reinen Ausführbarkeit auch die Optimierung hinsichtlich Bewegungsgrad, notwendiger Energie und Zeit.

Zur Ausführung des Prozesses muss der generierte Pfad anschließend in eine für den Roboter ausführbare Trajektorie übersetzt werden. Trotz der eindeutig definierten TCP-Posen an den Stützstellen des Pfades lässt der Fertigungsprozess kleinere Abweichungen in Position und Orientierung zu. Die Trajektorie wird nachgelagert in den Grenzen des Prozesses optimiert.

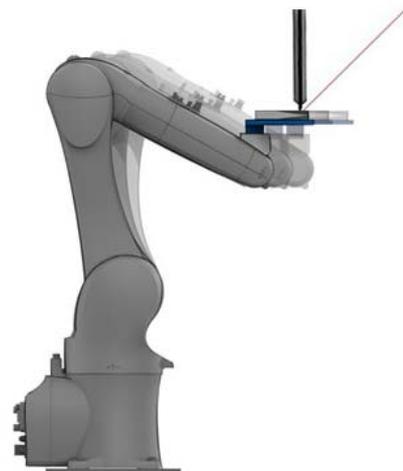


Abb. 1: Manipulator-Konzept für die Multidirektionale Additive Fertigung beim

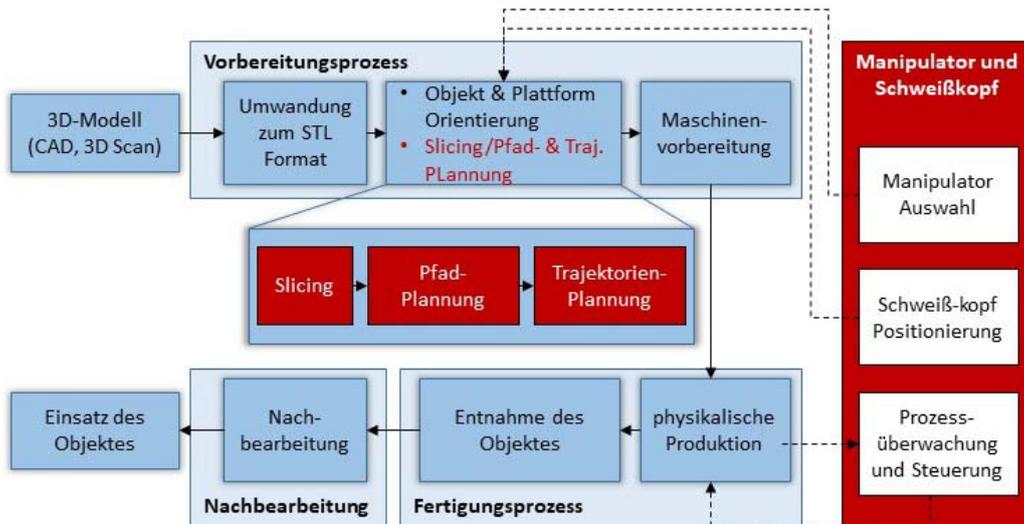


Abb. 2: Erweiterte Prozesskette für die multidirektionale Additive Fertigung

Die so angepasste Prozesskette soll in Zukunft in Zusammenarbeit mit dem Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik den Aufbau von Metall durch verschiedene Schweißverfahren bei freier Objektbewegung ermöglichen.

Literatur

- [1] ZHAW: *ZHAW-Masterstudenten entwickeln neuartigen 3D-Drucker*, Medienmitteilung, Zürich, 03.11.2016
- [2] DMG MORI: *Offizieller Firmenauftritt von DMG MORI*, 2017, url: www.dmgmori.com (besucht am 22.11.2019)
- [3] TWI Ltd, *Offizieller Firmenauftritt von TWI*, 2017, url: www.twi-global.com (besucht am 22.11.2019)
- [4] TH Köln: *3D-Druck ohne Stützstrukturen*, Pressemitteilung Nr. 34, Köln, 03.05.2017
- [5] Detert, T.: *Robotergeführte Objektmanipulation für die generative Fertigung*. 12. Kolloquium Getriebetechnik, Dresden (2017) 1-2, ISBN 3959081111
- [6] Filomeno, M.: *Cost estimation framework for WAAM, A presentation recapitulating the findings on the cost benefits of wire + arc additive manufacturing*. <http://waammat.com/documents/cost-model> (besucht am 15.11.2019).

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts
bibliothek

In: Sechste IFToMM D-A-CH Konferenz 2020

Dieser Text wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/71182

URN: urn:nbn:de:hbz:464-20200220-102017-7

Alle Rechte vorbehalten.