
Neue Entwicklungen in der Additiven Fertigung

Gerd Witt · Andreas Wegner · Jan T. Sehart

Neue Entwicklungen in der Additiven Fertigung

Beiträge aus der wissenschaftlichen
Tagung der Rapid.Tech 2015

 Springer Vieweg

Gerd Witt
Andreas Wegner
Jan T. Sehr
Duisburg, Deutschland

ISBN 978-3-662-48472-2
DOI 10.1007/978-3-662-48473-9

ISBN 978-3-662-48473-9 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Vorwort

Die additiven Fertigungsverfahren, in den Medien häufig auch 3D-Druck genannt, treffen insbesondere in der Öffentlichkeit auf steigendes Interesse und werden immer bekannter. Früher wurden diese Fertigungsverfahren häufig als Rapid Prototyping bezeichnet, weil sich hieraus ihr Haupteinsatzgebiet ergab, nämlich die additive Herstellung von Prototypen und Versuchsteilen. Heute ist dieses Anwendungsfeld zwar nach wie vor ein fester Bestandteil dieser Fertigungsverfahren, die additiven Anlagen- und Prozessentwicklungen sowie die Werkstoffentwicklungen sind heute jedoch in weitere Anwendungsbereiche vorgedrungen, so dass zunehmend auch Endprodukte direkt hergestellt und eingesetzt werden können.

Unabhängig von den Anwendungsbereichen sind die additiven Fertigungsverfahren v. a. durch ihre schichtweise Vorgehensweise bei der Herstellung von Bauteilen gekennzeichnet. Hierdurch ergeben sich zahlreiche Vorteile wie z. B. die Herstellung von hochkomplexen Bauteilen oder Leichtbaustrukturen nach bionischem Vorbild, die mit konventionellen Fertigungsverfahren nicht oder nur mit großem Aufwand zu fertigen wären.

Zukünftig wird den additiven Fertigungstechnologien ein weiterhin stark wachsendes Marktpotenzial zugesprochen. Um diesen Marktentwicklungen gerecht zu werden und eine feste qualitätsgesicherte neue Plattform für Forschungs- und Entwicklungsergebnisse zu schaffen wurde erstmals in diesem Jahr auf der Rapid.Tech 2015 eine wissenschaftliche Tagung angeboten. Die hier eingereichten Beiträge sind in diesem ersten Band Neue Entwicklungen in der Additiven Fertigung veröffentlicht. Sie spiegeln den aktuellen Stand der Forschung im Bereich der Additiven Fertigung wider. An Beispielen aus verschiedenen Branchen wie Kunststoffverarbeitung, Maschinenbau, Metallbearbeitung und Medizintechnik werden die additiven Fertigungsverfahren des Laser-Sinterns und des Laser-Strahlschmelzens diskutiert.

Das Buch richtet sich dabei insbesondere an Entwicklungsingenieure und Wissenschaftler im Bereich der additiven Fertigung sowie an Studenten des Maschinenbaus und der Werkstoffwissenschaften.

Als Abgrenzung zu anderen Veröffentlichungsplattformen wurde hier sehr großer Wert auf die wissenschaftliche Qualität der eingereichten Beiträge durch Doppelblindgutachten (Double-blind-Review-Verfahren) gelegt. Eine solche Plattform mit einer so umfangreichen Qualitätssicherung im deutschsprachigen Raum fehlte in dieser Art bisher mit direktem Bezug zu den additiven Fertigungstechnologien.

An dieser Stelle danken wir ganz herzlich dem wissenschaftlichen Komitee, das sich sehr viel Zeit für die Durchsicht der Vielzahl von Beiträgen genommen hat und sich aus folgenden Experten zusammensetzt:

- Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer, Lehrstuhl für Kunststofftechnik, FAU Erlangen-Nürnberg
- Prof. Dr.-Ing. Claus Emmelmann, Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik, TU Hamburg-Harburg; Laser Zentrum Nord
- Prof. Dr. rer. nat. Reinhart Poprawe, Lehrstuhl für Lasertechnik, RWTH Aachen; Fraunhofer-Institut für Lasertechnik
- Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt, Lehrstuhl für Fertigungstechnik, Universität Duisburg-Essen
- Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, TU München
- Prof. Dr.-Ing. Detmar Zimmer, Lehrstuhl für Konstruktions- und Antriebstechnik, Universität Paderborn

Die bereits im Vorfeld zu der Veranstaltung zu beobachtende hohe Akzeptanz und das große Interesse aus dem Forschungs- und Entwicklungsumfeld an einer deutschsprachigen und qualitätsgesicherten Veröffentlichung zu dem Thema Additive Fertigung bestärkt uns zusätzlich darin, diesen Weg weiterzugehen und auszubauen. Ein weiterer Dank gilt dem Geschäftsführer der Messe Erfurt, Herrn Kniffka und seinem Team für die engagierte Vorgehensweise und Unterstützung bei der Erstellung dieses Bandes. Nicht zuletzt wollen wir den zahlreichen Autoren für ihre wissenschaftlichen Beiträge danken, ohne die dieses Buch nicht möglich gewesen wäre.

Aufgrund des durchweg positiven Feedbacks ist geplant, diesen Buchband als festen Bestandteil für insbesondere deutschsprachige und wissenschaftlich abgesicherte Veröffentlichungen zu etablieren. Wir freuen uns schon auf die zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsergebnisse aus Industrie und Wissenschaft.

Duisburg, Herbst 2015

Gerd Witt
Andreas Wegner
Jan T. Sehrt

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Teil 1 Neue Kunststoff-Materialien für das Laser-Sintern	1
1 Neue Ansätze zur Herstellung gut fließfähiger Polymerpartikelsysteme zum Einsatz im Laserstrahlschmelzen von Kunststoffen	3
<i>J. Schmidt, M. Sachs, S. Fanselow, K.-E. Wirth, W. Peukert</i>	
2 Herstellung von Polyolefinstrahlschmelzmaterialien mittels Schmelzeemulgieren zum Einsatz in der additiven Fertigung.....	13
<i>S. Fanselow, J. Schmidt, S. Hiller, T. Laumer, M. Schmidt, K.-E. Wirth, W. Peukert</i>	
3 Funktionalisierung von Polymermaterialien für Laserstrahlschmelzverfahren.....	25
<i>M. Sachs, J. Schmidt, S. Fanselow, W. Peukert, K.-E. Wirth</i>	
Teil 2 Steigerung des Prozessverständnisses und neue Anwendungsgebiete beim Laser-Sintern	41
4 Optimale Energieeinträge für die Verarbeitung unterschiedlicher kommerzieller Polyamid 11 und 12-Pulver sowie eines neu entwickelten Polyethylen-Pulvers beim Laser-Sintern	43
<i>A. Wegner, G. Witt</i>	
5 Powder ageing and material properties of laser sintered polyamide 12 using low refresh rates	63
<i>S. Josupeit, S. Tutzschky, M. Gessler, H.-J. Schmid</i>	
6 Untersuchung von Bauteilverzug und Kristallisation beim Laser-Sintern von Polyamid 12	79
<i>J. Ambrosy, G. Witt, F. Neugebauer</i>	
7 Studie zur Umsetzbarkeit der Laserdirektstrukturierung von lasergesinterten Bauteilen	93
<i>D. Drummer, C. Gath</i>	

Teil 3	Neue metallische Materialien für das Laser-Strahlschmelzen	107
8	Möglichkeiten der funktionellen lokalen Konfiguration von Mikroaktoren aus Nickel-Titan für medizinische Implantate durch selektives Laserstrahlmikroschmelzen	109
	<i>R. Hagemann, T. Rau, S. Huegl, W. Rust, C. Noelke, S. Kaierle, L. Overmeyer, V. Wesling, W. Wolkers</i>	
Teil 4	Steigerung der Prozessfähigkeit des Laser-Strahlschmelzens und neue Anwendungsgebiete	125
9	Empfehlungen zur Steigerung der Prozessstabilität beim Laserstrahlschmelzen	127
	<i>S. Jahn, R. Kahlenberg, C. Straube, R. Müller</i>	
10	Polieren von SLM-Bauteilen mit kontinuierlicher Laserstrahlung	143
	<i>J. Kumstel</i>	
11	Hochrate Laser Micro Cladding	159
	<i>M. Erler, S. Gronau, M. Horn, R. Ebert, S. Klötzer, H. Exner</i>	