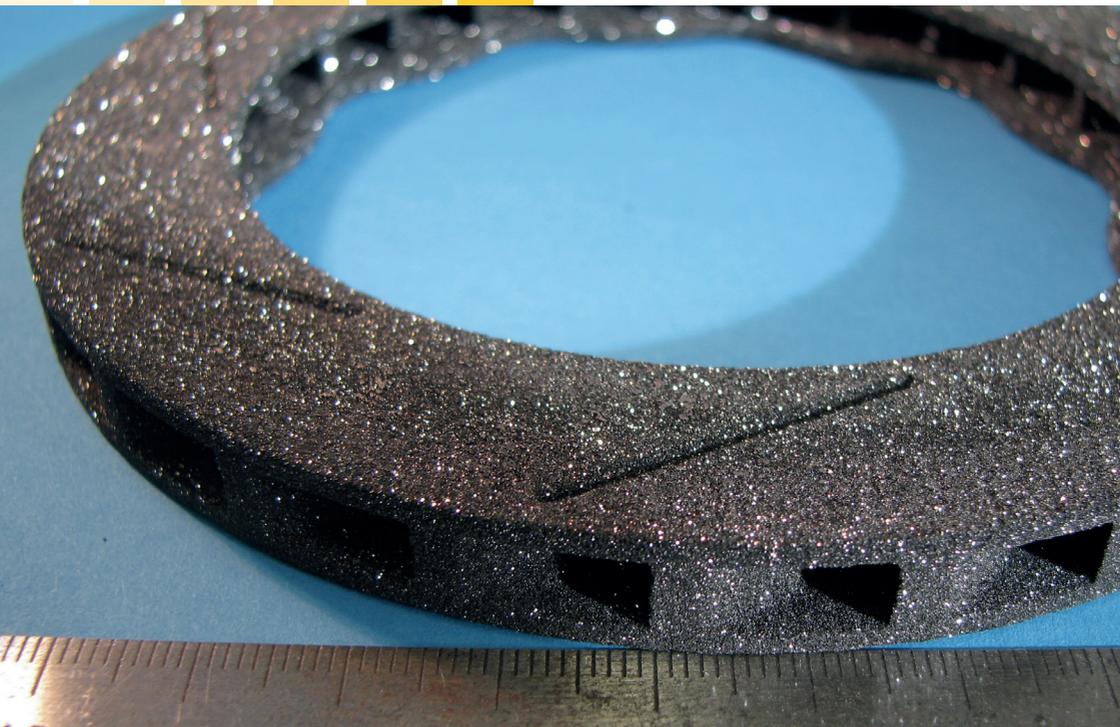


Etablierung neuer Materialsysteme in einem Pulver-Binder-3D-Druckprozess

Christian Polzin



Berichte aus dem Maschinenbau

Christian Polzin

**Etablierung neuer Materialsysteme
in einem Pulver-Binder-3D-Druckprozess**

Shaker Verlag
Aachen 2019

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Zugl.: Rostock, Univ., Diss., 2018

Copyright Shaker Verlag 2019

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-6509-1

ISSN 0945-0874

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Bei der additiven Fertigung (engl. Additive Manufacturing – AM) werden aus dreidimensionalen Datensätzen auf Basis von CAD-Daten physische Modelle, Prototypen und Werkstücke element- oder schichtweise erstellt. Hieraus ergibt sich eine große Designfreiheit, gerade im Vergleich mit konventionellen Fertigungsverfahren. Die Bauteile können funktionsoptimiert (z.B. optimiert in Belastungsrichtung) ausgelegt werden. Das Spektrum verarbeitbarer Materialien beinhaltet bereits heute eine Vielzahl von Kunststoffen, Keramiken, und Metallen. Dennoch ergibt sich bei vielen Anwendern der Wunsch nach weiteren Materialsystemen für ihr AM-Verfahren. Die Entwicklung neuer Materialien ist bisher allerdings mit großem Aufwand verbunden und setzt explizites Fachwissen voraus. Der Zeitaufwand ist sehr groß und die Gefahr, durch falsche Materialsysteme teure Anlagen zu beschädigen, ist gegeben.

Der Pulver-Binder-3D-Druck (engl. threedimensional printing – 3DP) gehört zu den AM-Verfahren und zeichnet sich vor allem durch seine hohe Druckgeschwindigkeit aus. Weiterhin gehört das 3DP zu den Verfahren mit der bisher breitesten Palette verarbeitbarer Materialien.

Ziel dieser Arbeit ist es, den Nutzern von 3DP-Anlagen ein Prozessschema zur Verfügung zu stellen, mit dem sie selbst neue Materialsysteme für ihren Drucker auf Basis der individuellen Anforderungen an ihr zu fertigendes Werkstück oder Produkt etablieren können. Auch von Anlagenentwicklern können die Ergebnisse dieser Arbeit als Leitfaden für die Materialentwicklung genutzt werden.

Bei dem in dieser Arbeit favorisierten Ansatz zur Etablierung neuer Materialien besteht der Vorteil darin, dass die eigentliche Produktionsanlage erst zu einem sehr späten Zeitpunkt für die Etablierung herangezogen werden muss. Der wesentliche Teil der Etablierung soll parallel zur laufenden Fertigung geschehen. Auf diese Weise können teure Ausfallzeiten des Druckers durch die Umstellung auf ein neues Material vermieden werden.

Das Prozessschema zur Etablierung ist weitestgehend standardisiert und kann auf einfache Art und Weise angewendet werden. Es gliedert sich in drei Arbeitspakete:

AP1: Zieldefinition und Materialauswahl,

AP2: Materialcharakterisierung und Vorversuche,

AP3: Maschinenparameterfindung und 3DP-Versuche.

Im AP1 werden auf Basis der Zielapplikation die gewünschten Eigenschaften (physikalisch, chemisch, physiologisch) des neu zu etablierenden Materialsystems definiert. Auf Grundlage dieser Definitionen können nachfolgend geeignete Basismaterialien ausgewählt und die Pulverform (Mahl- oder Sprühgranulat) festgelegt werden. Anschließend wird ein Binder ausgesucht, mit dem sich das Basismaterial während des 3DP-Prozesses verkleben lässt.

Im AP2 erfolgt nach der Entscheidung für das Basismaterial und den Binder die Bestimmung der für den 3DP-Prozess wichtigen Eigenschaften. Die hierfür notwendigen Versuche sind größtenteils genormt und mit einfachen Mitteln durchführbar. Ergänzt werden diese Vorversuche durch neu entwickelte Untersuchungsmöglichkeiten wie den Reaktionskinetikversuch und den 3D-Druckvorversuch. Mit diesen Versuchen können detailliertere Informationen zur Pulver-Binder-Interaktion und zu den zu erwartenden Festigkeiten gewonnen werden.

Mit Beginn des AP3 wurde erfolgreich eine geeignete Pulver-Binder-Kombination identifiziert, die sich auf dem 3DP-System verarbeiten lässt. Es erfolgt die Umstellung der Anlage und die Bestimmung der erforderlichen Maschinenparameter für das neue Material. Anschließend werden im Rahmen der ersten 3D-Druckversuche Prüfkörper für die Bestimmung der erforderlichen Eigenschaften und die Applikationsuntersuchungen gedruckt.

Der hier beschriebene Ansatz ist sehr kosteneffizient, da er auf die Anschaffung teurer Versuchsanlagen oder Simulationssoftware verzichtet. Weiterhin wird das Risiko eines Ausfalls des Druckers durch die Verarbeitung falscher Materialien minimiert. Durch das strukturierte Vorgehen bei der Etablierung neuer Materialien könnte dieser Ansatz in ein Qualitätsmanagementsystem (QM-System) implementiert werden.

Der Anwendbarkeit der in dieser Arbeit vorgeschlagenen Vorgehensweise zur Etablierung neuer Materialien für das 3DP wird an Hand eines konkreten Anwendungsfalles experimentell nachgewiesen. Im Rahmen einer Kooperation mit dem Leibniz-Institut für Katalyse e.V. (LIKAT, Rostock, Deutschland) wurden Heizblöcken zur homogeneren Temperaturverteilung hergestellt. Hierzu war es notwendig ein neues Materialsystem auf einer 3DP-Anlage von Typ VX500 der Firma Voxeljet AG (Augsburg, Deutschland) zu etablieren.