

# Komplexe Geometrien prozesssicher reinigen

Die additive Fertigung eröffnet neue Möglichkeiten in der Bauteilproduktion hinsichtlich Komplexität, Flexibilität und Individualität. Dabei stellen die komplexen und teilweise schwer zugänglichen Geometrien spezielle Anforderungen an die Industrielle Teilereinigung. Bekannte waschmechanische Verfahren stoßen hier an ihre Grenzen.

Gerhard Koblenzer

Die additive Fertigung rückt in der Industrie zunehmend in den Fokus. Insbesondere im deutschsprachigen Raum wurden in den vergangenen Jahren erhebliche Fortschritte auf diesem Gebiet erzielt. Im Gegensatz zu klassischen Produktionsprozessen, die mit formreduzierenden oder umformenden Verfahren arbeiten, hat die additive Fertigung einen geometrie- beziehungsweise strukturaufbauenden Charakter. Auf Basis von digitalen 3D-Konstruktionsdaten wird durch das Ablagern von Material schichtweise ein Bauteil aufgebaut. Die hierfür verwendeten Materialien können Metalle oder Kunststoffe sein. Der 3D-Druck ist somit nicht in direkter

Konkurrenz, sondern ergänzend zur klassischen Fertigung zu sehen.

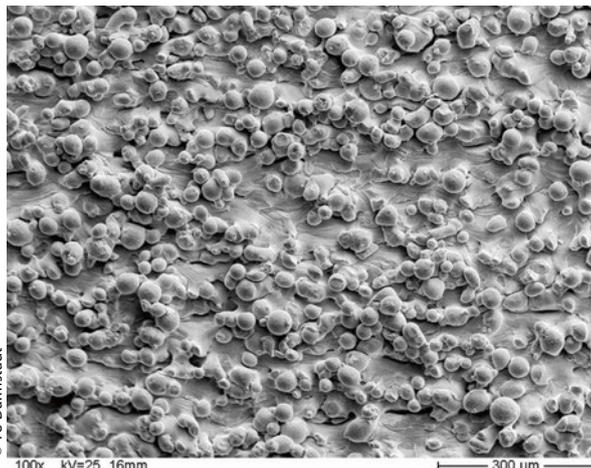
Die Vorteile liegen in der Flexibilisierung der Produktion durch kleine Losgrößen, der Individualisierung von Produkten und der Herstellung komplexer Geometrien mit funktionalen Mehrwerten. Die geometrischen Grenzen sind oft lediglich in denen der digitalen 3D-Modellierung auf den verfügbaren CAD-Systemen zu finden. Innengeometrien und komplexe Freiformen mit Spaltmaßen oder Lochdurchmessern um die 500 µm sind möglich. Dies bringt spezielle Anforderungen an die Teilereinigung mit sich, denen sich sowohl Anlagenhersteller als auch Anwender stellen müssen.

## Waschmechanik stößt an ihre Grenzen

In Industriebereichen, wie der Medizintechnik oder der Luft- und Raumfahrtindustrie, werden häufig pulverbettbasierte Verfahren (PBF) eingesetzt. Diese erlauben komplexe Metall- oder Kunststoffgeometrien mit einer hohen Belastbarkeit bei geringem Gewicht. Hinzu kommen extrusionsbasierte (EB) und polymerisationsbasierte Verfahren (PP). Für die Industrielle Reinigungstechnik stehen aber meist die pulverbettbasierten Fertigungsprozesse und die gegebenenfalls notwendige Nacharbeit, beispielsweise zur Herstellung von Funktionsflächen, im Vordergrund.

Im Hinblick auf Folgeprozesse und geforderte Produkteigenschaften müssen sämtliche Fertigungs- und Nachbearbeitungsrückstände sicher entfernt werden. Bei den EB- und PP-Verfahren ist zudem oft eine Nachbearbeitung der gedruckten Geometrien erforderlich, im Zuge derer zum Beispiel das Stützmaterial thermisch abgeschmolzen und das Bauteil anschließend gesäubert werden muss.

Die Oberflächenbeschaffenheit und Geometrie der komplexen innenliegenden Strukturen in Verbindung mit filmischen oder partikulären Verschmutzungen schließen eine Vielzahl von bekann-



Additiv gefertigte Bauteile können völlig neue und funktionale Oberflächenstrukturen aufweisen.

ten spritz- sowie flutbasierten Verfahren aus. Der in der Fein- und Feinstreinigung häufig verwendete Ultraschall ist hier ebenfalls nicht ratsam, da er nur sehr begrenzt in verdeckte Bereiche vordringen kann. Auch adaptierte fluidbasierte Prozesse können auf Grund gegebenenfalls vorhandener strömungstoter Innengeometrien oder Kapillarstrukturen nur beschränkt verwendet werden.

### Reinigung durch Niederdruckplasma oder Zyklische Nukleation

Die Bauteilreinigung komplexer geometrischer Strukturen ist aktuell nur mittels Niederdruckplasma oder Zyklischer Nukleation (CNP) prozesssicher möglich. Niederdruckplasma-Reinigung ist prinzipiell für alle Materialien geeignet. Sie kommt jedoch fast ausschließlich zur Entfernung von organischen Rückständen zum Einsatz. In eingeschränktem Umfang können auch Kleinstpartikel und andere anorganische Kontaminationen entfernt werden. Dieses Verfahren ist sehr wirksam und benötigt keine nachfolgende Trocknung.

Bei der Zyklischen Nukleation handelt es sich um ein nasschemisches Reinigungsverfahren, das alleine oder auch in Kombination mit anderen nasschemischen oder waschmechanischen Anwendungen, wie Injektionsklutwaschen oder Ultraschall, funktioniert. Es ist sowohl für die Beseitigung von filmischen als auch von partikulären Verunreinigungen, insbesondere aus komplexen Innengeometrien, geeignet. Wie bei allen flüssigkeitsbasierten Varianten ist eine anschließende Trocknung erforderlich.

Beide Technologien erlauben ein beschädigungsfreies sowie gleichmäßiges Reinigen. Zudem sind mittels Zyklischer Nukleation auch gezielte Oberflächenangriffe in Verbindung mit der geeigneten Chemie möglich.

### Partikuläre Verunreinigungen schwer feststellbar

Bereits klassisch gefertigte Bauteile mit hoher Komplexität können der Sauberkeitsanalyse Probleme bereiten. Additiv gefertigte Bauteile weisen unter anderem komplexe Innengeometrien mit engen Kapillarstrukturen oder medienflussunterbrechenden Strukturen auf und stellen damit spezielle Anforderungen an die Analyse. Zusätzlich haften der nicht nach-



Ein wachsendes Einsatzfeld der additiven Fertigung sind individualisierte Implantate in der Medizintechnik.



Der 3D-Druck erlaubt besondere Formgebungen und Oberflächenbeschaffenheiten mit erheblichem Einfluss auf die erforderlichen Reinigungsprozesse.

bearbeiteten Oberfläche noch Pulverpartikel an.

Mittels bekannter Verfahren lassen sich zwar organische Verunreinigungen feststellen, doch Prüfungen hinsichtlich parti-

tikulärer Aspekte sind nicht sehr zuverlässig. Das hierfür erforderliche Ab- und Ausspülen des Bauteils scheitert häufig an der Unzugänglichkeit der zu prüfenden Oberflächen.



**Herstelleraktion mit einmaligem Umwelt Cashback von 20%!**

Informationen unter: [www.savecoat.com/cashback](http://www.savecoat.com/cashback)







### Berührungslos Messen vor dem Einbrennen

- Pulververbrauch senken
- Qualität erhöhen
- Kosten reduzieren
- Umwelt schonen

→ Nacharbeiten und Pulververbrauch reduzieren JOT 10|2017



Die Prozesskette des 3D-Druck beinhaltet zwei Reinigungs-schritte.

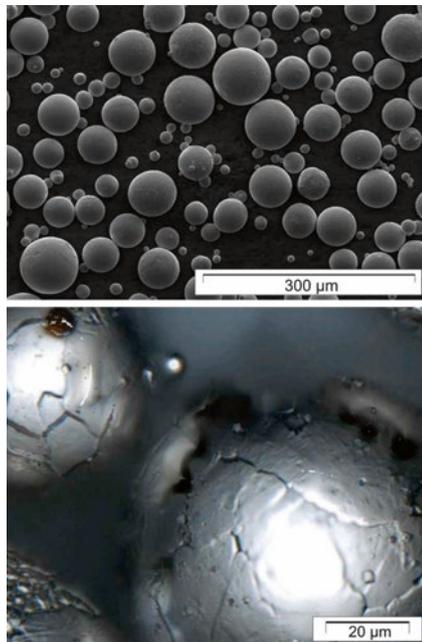


© LPW

Gängige Verfahren in der additiven Fertigung und ihr Einfluss auf die Reinigungstechnik			
Beschreibung	Einsatz im Bereich Tooling und Manufacturing	Aufgaben der Reinigungstechnik	Geeignete Reinigungsverfahren
<b>PBF</b> Powder Bed Fusion Bei pulverbasierten Verfahren werden Metall oder Kunststoffpulver mittels Laser schichtweise in eine definierte Form geschmolzen.	Auto-motive Luft- und Raumfahrt Medizin-technik Elektro- und Elektronik Rüstung	Zwischenreinigung zur Aus-/ Abreinigung der Pulverrückstände (partikulär)  Finale Reinigung zur Aus-/ Abreinigung der Zwischenbearbeitungsrückstände (partikulär / filmisch)	Reinigungsverfahren und -medien müssen in der Lage sein auf der gesamten Oberfläche die unerwünschten Verunreinigungen - auch in den Innengeometrien - zu beseitigen.
<b>EB</b> Extrusion Based Bei extrusionsbasierten Verfahren werden thermoplastische Kunststoffe über eine Düse formdefiniert abgelegt.	Auto-motive Luft- und Raumfahrt Medizin-technik Elektro- und Elektronik Rüstung	ggf. Abreinen von Stützstrukturen (z.B. Wachse)  Finale Reinigung zur Aus-/ Abreinigung der Zwischenbearbeitungsrückstände (partikulär / filmisch)	
<b>PP</b> Photopolimerization Flüssige Photopolymere werden definiert schichtweise abgelegt und mittels UV-Bestrahlung vernetzt.	Auto-motive Luft- und Raumfahrt Medizin-technik Elektro- und Elektronik Rüstung	ggf. Abreinen von Stützstrukturen (z.B. Wachse)  Finale Reinigung zur Aus-/ Abreinigung der Zwischenbearbeitungsrückstände (partikulär / filmisch)	
Technologie wird eingesetzt      Eingeschränkter Einsatz/ im Entwicklungsstadium      Noch kein Einsatz oder nicht geeignet			

© LPW

Gängige Verfahren der additiven Fertigung sind das pulverbettbasierte (PBF), das extrusionsbasierte (EB) und das polymerisationsbasierte (PP) Verfahren.



© Neue Materialien Fürth

Für den 3D-Druck dient ein Pulver aus Metallen oder Kunststoffen.

### 3D-Druck in der Praxis

Die additive Fertigung hat bereits in wesentlichen Branchen Einzug gehalten. So werden zum Beispiel komplexe Fluidsysteme, wie Ventil- oder Einspritzbaugruppen, in der Luft- und Raumfahrttechnik mit PBF-Verfahren hergestellt. Diese Komponenten sind leichter, schneller und aus weniger Einzelkomponenten in kleinen Losgrößen produzierbar. Hier steht die Beseitigung der fertigungsprozessbedingten Pulverrückstände im Vordergrund. Bei erforderlichen Nacharbeiten, beispielsweise auf Dichtflächen, kommt es zu weiteren partikulären und organischen Verunreinigungen der Bauteile. Diese Crosskontaminationen durch mechanische, thermische, chemische oder elektrochemische Oberflächenbehandlungen stellen eine komplexe und fordernde Reinigungsaufgabe dar.

Ein ebenfalls wachsendes Einsatzfeld sind individualisierte Implantate in der Medizintechnik. Diese werden mit komplexen Oberflächenstrukturen passend zur jeweiligen Aufgabenstellung gedruckt und anschließend implantiert. Die gewollt offenen

Strukturen müssen unter anderem hinsichtlich der Biokompatibilität und toxischen Rückstände mit hoher Prozesssicherheit gereinigt werden. Additive Fertigungsprozesse verändern in jeglicher Hinsicht die Produktauslegung und -herstellung und infolgedessen auch die Herangehensweise in der industriellen Reinigungstechnik. Mehr denn je ist die Innengeometrie ein bestimmendes Element in der Auslegung des geeigneten Reinigungsverfahrens. Es sind Verfahren gefordert, die eine gleichmäßige und prozesssichere Reinigung auf der gesamten Bauteiloberfläche gewährleisten. //

### Der Autor

**Gerhard Koblenzer**  
geschäftsführender Gesellschafter  
LPW Reinigungssysteme GmbH  
Riederich, Tel. 07123 38040  
info@lpw-reinigungssysteme.de  
www.lpw-reinigungssysteme.de  
www.modulare-bauteilreinigung.de

