

Sicher und robust Qualitätsmanagement in der additiven Produktion

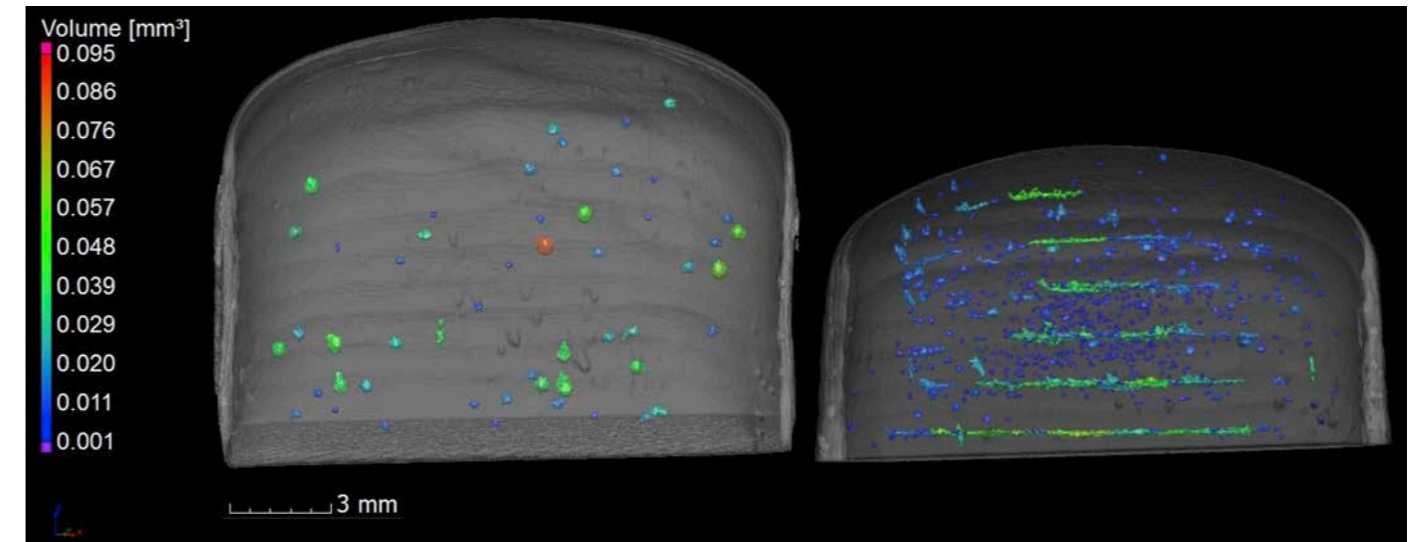
In der Luft- und Raumfahrt, im Turbinenbau und in der Medizintechnik setzen Unternehmen additive Technologien bereits serienmäßig ein. Prozesssicherheit und Qualitätssicherung gelten jedoch nach wie vor als große Herausforderungen. Speziell im Bereich der metallbasierten additiven Fertigungsverfahren beeinträchtigen qualitätsrelevante Kriterien wie eine ungenügende Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, mangelhafte Oberflächengüte und Genauigkeit sowie das Spektrum der zu verarbeitenden Materialien eine breitere Marktdurchdringung. Im Projekt »Qualitätsmanagement für die sichere und robuste additive Produktion – QualiPro« entwickelt das Fraunhofer IPK deshalb Qualitätsroutinen für additive Technologien, um sie fit für ein breites Spektrum an Anwendungen zu machen.

Mit additiven Verfahren wie dem Selektiven Laserstrahlschmelzen (SLM) und dem Laser-Pulver-Auftragschweißen (LPA) können viele metallische Legierungen und Kunststoffe verarbeitet werden. Dabei werden Anwendungsfelder von der individuellen Fertigung bis hin zur Kleinserie bedient. Typische Qualitätsfehler bei solchen Prozessen sind Poren, feine Löcher, mangelhafte Anbindung, Spritzer und Mikrorisse in einer Schichtebene. Zwar gibt es einige Insellösungen für partielle Prozessüberwachungen. Eine umfassende Qualitätskontrolle ist bisher jedoch nicht möglich, da vor allem der Zusammenhang zwischen den Produktionsdaten und der Bauteilqualität unbekannt ist.

Im Projekt »QualiPro« entwickelt das Fraunhofer IPK deshalb gemeinsam mit drei weiteren Fraunhofer-Instituten, der TU Dresden sowie sechs Industriepartnern Qualitätsroutinen entlang der additiven Prozesskette. Ziel ist es, additive Prozesse mithilfe verlässlicher Aussagen über die mechanischen Eigenschaften der gefertigten Bauteile sicher zu gestalten. Dafür erfolgt eine durchgängige Datenaufnahme entlang der additiven Prozesskette und eine Verknüpfung dieser Daten mit der erzielten Bauteilqualität. Aus den Erkenntnissen können anschließend Maßnahmen zur Optimierung der additiven Produktion abgeleitet werden.

► Vorgelagerte Qualitätssicherung

Die Qualitätsroutine der Fraunhofer-Forscher setzt ein, noch bevor der eigentliche Prozess beginnt. Bereits jetzt gilt es, die ersten Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Dazu müssen in erster Linie Fragen bezüglich des Vormaterials geklärt werden. Besitzt das vorgesehene Pulver die benötigten Eigenschaften hinsichtlich Korngröße, Partikelform und Zusammensetzung? Wie lange kann das dem Prozess zugeführte Pulver weiterverwendet werden? Durch einheitlich durchgeführte Pulverqualitätsanalysen kann sichergestellt werden, dass eine gleichbleibend gute Qualität als Eingangsgröße in den Prozess eingebracht wird und eventu-



CT-Aufnahmen additiv gefertigter Würfel zur Bestimmung der Dichte

elle Fehler nicht durch minderwertiges Pulver verursacht werden. Angestrebt wird hierfür die Erstellung einer entsprechenden Norm, die auch das Vertrauen zwischen Lieferanten und Endkunden stärkt.

► Inline-Qualitätssicherung

Für eine funktionierende In-Prozess-Überwachung untersuchen die Wissenschaftler Zusammenhänge zwischen Störgrößen und Bauteilqualität, um Standards für die Vermeidung von Unregelmäßigkeiten zu entwickeln. Dazu erarbeiten sie vor allem auch Automatisierungslösungen für die Dokumentation des Herstellungsprozesses und der Rückverfolgbarkeit der Daten. Mithilfe von Design of Experiments und neuronalen Netzen untersuchen sie dafür zunächst die Signifikanz aller relevanten Prozesseinflussgrößen im Hinblick auf die vorab festgelegten Qualitätskriterien. Auf Basis dieses Wissens werden Überwachungsstrategien, einschließlich geeigneter Sensoren ausgewählt. Die damit generierten Messdaten werden zusammen mit den internen Steuerungsdaten in einer Messkette für die Zustandsüberwachung zusammengeführt. Die Auswertung der Messdaten erfolgt mit einer im Rahmen des Projekts noch zu entwickelnden Software und wird durch eine bauteilbezogene Qualitätsdokumentation ergänzt.

► Nachgelagerte Qualitätssicherung

Für die nachgelagerte Qualitätssicherung entwickeln die Fraunhofer-Forscher Prüfroutinen im Hinblick auf die Maßhaltigkeit und Defektfreiheit der gefertigten Bauteile und Komponenten. In automatischen 3D-Messungen wird ein Soll-Ist-Wert-Vergleich durchgeführt, aus dem sich dann die benötigten Parameter für eine NC-Nachbearbeitung ergeben. Bei sensiblen Bauteilen werden hier beispielsweise CT-Prüfverfahren zur Bestimmung von Volumen, Poren und Unregelmäßigkeiten eingesetzt.

► Datenmanagement

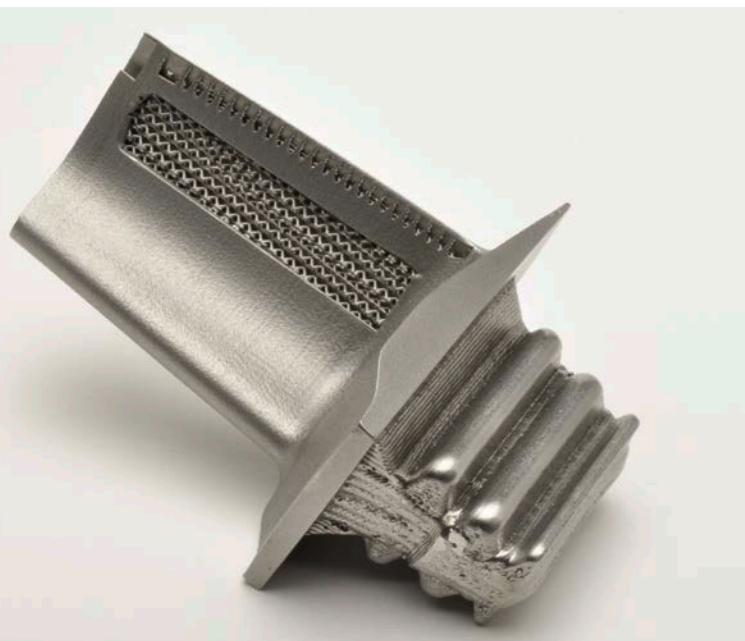
Die im additiven Prozess aufgenommenen Daten können nicht nur zur Regelung und Qualifizierung von Bauteilen eingesetzt werden. Durch ein effektives Datenmanagement können über verschiedenste Analysemethoden auch Veränderungen im zeitlichen Verlauf der Prozessfähigkeit erfasst und so Rückschlüsse auf die Prozessstabilität gezogen werden. Darüber hinaus lassen sich so beispielsweise auch Aussagen über den Wartungszustand einer Anlage treffen. Auf diese Weise können Probleme präventiv erkannt und entsprechende Gegenmaßnahmen rechtzeitig eingeleitet werden – lange bevor es zu unzulässigen Prozessabweichungen und gravierenden Qualitätsmängeln kommt. Ein effektives Datenmanagement schafft damit wesentliche Vorteile in Bezug

auf Effizienz und Produktivität in der additiven Fertigung.

► Standards schaffen

Mit ihren anwendungsnahen Lösungen für Qualitätsroutinen in der additiven Fertigung wollen die Fraunhofer-Forscher eine robuste Serienproduktion ermöglichen, vor allem auch in Branchen mit extrem hohen Qualitätsansprüchen wie dem Automobilbau. Hier ist eine funktionierende Qualitätssicherung gleichermaßen die Basis für sichere Prozesse und Produkte. Dazu trägt neben der nötigen Sensorik auch der Einsatz von Technologiedatenbanken und die Standardisierung von Abläufen sowohl in der Herstellung als auch im Qualitätsmanagement bei. Perspektivisch wollen die Wissenschaftler deshalb auch die Grundlage für eine Zertifizierung additiver Technologien schaffen. ■

Additiv gefertigte Turbinenschaufel (links) und SLM-gefertigte Gitterstruktur (rechts)



Ihre Ansprechpartnerin

Angelina Marko
Telefon: +49 30 39006-372
angelina.marko@ipk.fraunhofer.de