

Hochauflösend und dynamisch: Bilder sichern Qualität beim 3D-Druck

Die additive Fertigung macht derzeit einen riesigen Sprung in Richtung Serienproduktion. Die Verfahren der Technologien sind ausgereift, der industrielle 3D-Druck hat sich als effizientes Herstellungsverfahren erwiesen. Vor einer großen Herausforderung stehen die Unternehmen aber noch: der Qualitätssicherung. Um diese erfolgreich zu meistern, bringt EOS als Hersteller von Maschinen für die additive Fertigung eine innovative Lösung für die Qualitätsüberwachung im laufenden Prozess auf den Markt: Optische Tomographie (OT). Das Herzstück des Systems ist die sCMOS-Kamera pco.edge.

Wenn Matthias Geisbauer, Programm Manager Monitoring der Firma EOS in Krailling bei München, außerhalb seines Arbeitsumfelds erklärt, was das Unternehmen herstellt, muss er häufiger etwas ausholen. Dabei ist EOS ein führender Technologieanbieter im industriellen 3D-Druck von Metallen und Kunststoffen. Das Unternehmen gilt als Pionier und Innovator für ganzheitliche Lösungen in der additiven Fertigung. Schämen muss sich trotzdem niemand, der nicht auf Anhieb weiß, um welches Verfahren es sich dabei genau handelt. Denn selbst in der Fertigungsindustrie gehören das Direkte Metall Laser Sintern (DMLS) und seine Möglichkeiten noch nicht zum Standard-Know-how. Dabei wird diese Form des industriellen 3D-Drucks in einigen Branchen schon seit Jahren erfolgreich eingesetzt – vor allem die Automobil-, aber auch die Luft- und Raumfahrtindustrie. Bislang stand dabei – wie bei der additiven Fertigung insgesamt – vor allem die Herstellung von Einzelstücken im Vordergrund, beispielsweise für den Rennsport oder Rapid Prototyping. „Immer mehr unserer Kunden weltweit wollen die additive Fertigung auch für die Serienproduktion einsetzen“, erklärt Matthias Geisbauer. EOS-Kunde MTU Aero Engines beispielsweise will bis 2030 einen signifikanten Anteil der Bauteile im industriellen 3D-Druck herstellen. Hier bietet EOS alles aus einer Hand: Systeme, Werkstoffe und Prozessparameter. Die sind intelligent aufeinander abgestimmt und ermöglichen eine hohe Bauteilqualität und Wettbewerbsvorteile. Bleibt eine Schwierigkeit zu lösen: Teile, die im Flugzeugbau verwendet werden, müssen zu 100 Prozent qualitätsgeprüft werden. Doch mit konventionellen Prüfverfahren wie Ultraschall oder Röntgenstrahlung lassen sich viele Teile nicht oder nicht wirtschaftlich prüfen. Deshalb stattet EOS seine DMLS-Maschinen der Baureihe EOS M 290 ab sofort mit dem Monitoring-System EOSTATE Exposure OT aus, bei dem die Kamera pco.edge 5.5 die schichtweise Abbildung des Bauteils während des Fertigungsprozesses übernimmt. Die Haupt-Komponenten des Systems wurden in enger Kooperation mit der MTU Aero Engines entwickelt.

Qualitätssicherung spart Zeit und Kosten

Durch das innovative Qualitätssicherungssystem werden Störungen im Herstellungsprozess, die zu Fehlern im Objekt führen könnten, sichtbar und in Form hochauflösender, hochdynamischer Bilder dokumentiert. Der Qualitätsingenieur des Kunden entscheidet dann anhand der Bilder, ob er ein Teil als gut oder Ausschuss klassifiziert – oder ob weitere Prüfungen nötig sind. „Die Entwicklung dieses Verfahrens auf Basis einer Vorentwicklung unseres Kunden MTU ist ein strategischer Schritt auf dem Weg zur Nutzung des Direkt Metall Laser Sinterns für die Serienfertigung“, erklärt Matthias Geisbauer. „Insbesondere in der Medizintechnik sowie in der Luft- und Raumfahrt ist Qualitätssicherung während des Bauprozesses nicht nur notwendig, sie hilft auch Zeit und Kosten zu sparen.“ Bei der MTU beispielsweise wird das System bereits in der Serienfertigung eingesetzt.

Lückenlose Erfassung und Dokumentation

In der Praxis sieht die Qualitätsüberwachung mit EOSTATE Exposure OT so aus: Beim Direkt Metall Laser Sintern wird jeweils eine Schicht aus einem Metallpulver auf eine Bauplattform aufgebracht. Anschließend wandert ein Laserstrahl über das Pulverbett und verschweißt auf seinem Weg das Pulver in der Form des späteren Bauteils. Die dabei freigesetzte elektromagnetische Strahlung im Nahen Infrarot-Bereich zeichnet die pco.edge während des Prozesses auf – mit einigen Bildern pro Sekunde, die dann zu einem Gesamtbild pro Schicht zusammengesetzt werden. Abgebildet wird jeweils das komplette Pulverbett. So ist der Schweißprozess über die ganze Schicht lückenlos erfasst und dokumentiert. „Da jedes Mal die komplette Bauplattform abgelichtet wird, entdecken wir auch Unregelmäßigkeiten, die sich außerhalb des Arbeitsbereichs des Lasers ergeben, beispielsweise dadurch, dass sich einzelne Partikel außerhalb des belichteten Bereichs im Pulverbett absetzen“, erklärt Geisbauer.

Software unterstützt bei der Fehlersuche

Sobald eine Schicht fertiggestellt ist, wird das jeweiligen Gesamtbild in der externen Steuerungseinheit des EOSTATE Exposure OT-Systems von EOS abgespeichert, vollständig synchronisiert mit dem laufenden Bauprozess. Anschließend wird eine neue Pulverschicht aufgetragen und der Prozess läuft weiter. Ist das Bauteil fertig, beinhaltet das Monitoring-System ein dreidimensionales virtuelles Abbild des Objekts, das sich aus mehreren Tausend Bildern zusammensetzt. Damit der Qualitätsingenieur nicht jede einzelne Schicht überprüfen muss, markiert die Software des Monitoring-Systems automatisch die Schichten, in denen es Indikationen für mögliche Fehler gibt. Dazu gleicht die Software die von der Kamera gemessene Strahlung u.a. mit dem Wert ab, der im Rahmen der Qualifizierung des Herstellungsprozesses als Nominalwert gesetzt wurde. Wo das Bild heller (hot spot) oder dunkler (cold spot) ist als normal, besteht die Gefahr, dass eine Störung vorliegt. Das können Risse im Gefüge sein, Blasen, Pulvereinschlüsse, Einschlüsse von anderen Materialien oder Segregationen, bei denen die Verbindung der Schichten nicht vollständig war. Solche Abweichungen, selbst wenn sie nur wenige Mikrometer klein sind, können die Festigkeit des Teils beeinträchtigen.

Leistungsfähigkeit überzeugt – auch die Kunden

Ausgewählt wurde die Kamera pco.edge vor allem wegen ihrer Leistungsmerkmale. Da der Laserspot während des Schweißvorgangs jeweils auf wenige Mikrometer begrenzt ist und die Indikationen teilweise sehr klein sind, benötigt EOS eine sehr hohe Auflösung. EOSTATE Exposure OT arbeitet mit etwa 130 Mikrometer pro Pixel bei 2560x2160 Pixel. Auch bei der Dynamik stellte die Anwendung hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Kamera. „Zwischen einem kalten Spot mit geringer Strahlungsintensität und einem heißen Spot mit hoher Intensität liegt ein sehr großer Unterschied in der Helligkeit, für deren Erfassung die Kameradynamik der entscheidende Parameter ist. Deshalb ist die Dynamik von 1:35.000 ein Hauptargument für die Wahl der pco.edge gewesen.“ Hinzu kommt, dass die Maschinen in der Praxis mit unterschiedlichen Materialien genutzt werden. Das vergrößert den benötigten Dynamikbereich, denn ein Prozess mit Stahl läuft erheblich intensiver ab als einer mit Aluminiumpulver. Die pco.edge erfüllt die hohen Anforderungen von EOS mit ihrem leistungsfähigen sCMOS-Sensor (sCMOS: scientific Complementary Metal Oxide Semiconductor), der von PCO mitentwickelt wurde. Darüber hinaus der günstige Formfaktor überzeugen: „Den Platz unter der Haube der M 290 wollen unsere Kunden möglichst effektiv nutzen, deshalb freuen wir uns, dass die pco.edge kleiner ist als andere sCMOS-Kameras.“ Erste Erfahrungen bestätigen die getroffene Wahl: Bei den Kunden kommt das Qualitätssicherungssystem mit der PCO-Kamera gut an. „Unsere Auftragsbücher sind voll und die Pilotkunden sind begeistert von den neuen Möglichkeiten der Qualitätskontrolle bei der additiven Fertigung mit unseren

Maschinen. Wir arbeiten bereits daran, den Katalog der Indikationen auszuweiten und die Detektion stärker zu automatisieren.“

PCO

PCO, gegründet 1987, ist einer der führenden Hersteller für wissenschaftliche Kameras. Das Portfolio umfasst digitale Kamerasysteme mit hoher Dynamik, hoher Auflösung und niedrigem Ausleserauschen, welche international sowohl in wissenschaftlichen als auch in industriellen Anwendungen eingesetzt werden.

Der aktuelle weite Bereich von spezialisierten Kamerasystemen ist das Ergebnis von technischer Herausforderung und produktspezifischem Know-how. Ein Design aufgrund modernster Technik, ein hoher Standard in der Fertigung und strikte Qualitätskontrollen garantieren die hohe Zuverlässigkeit der Kamerasysteme.

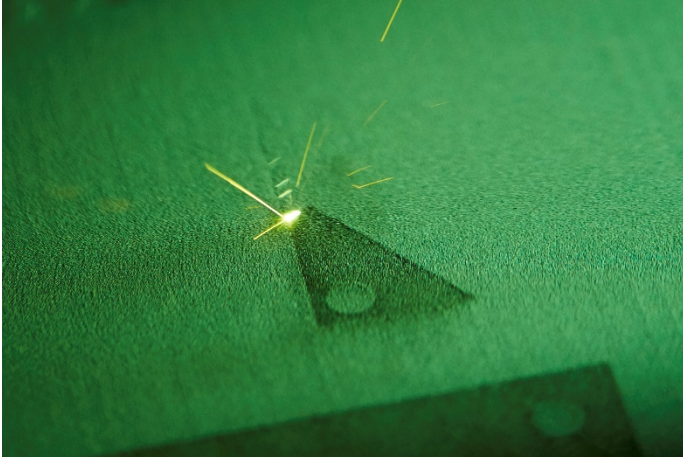
Bilder



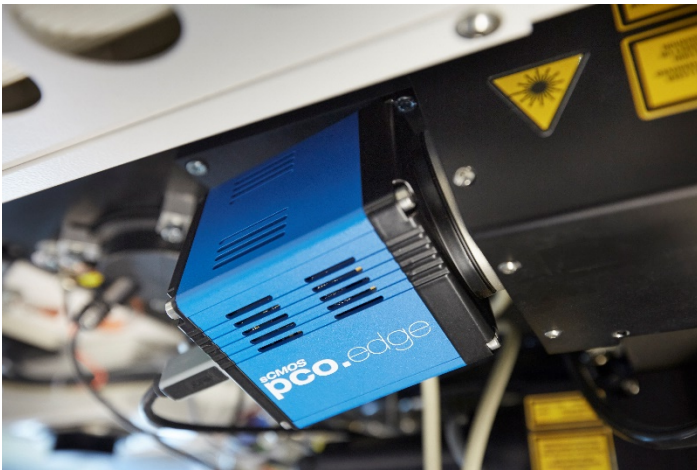
BU: Matthias Geisbauer, Program Manager Monitoring, EOS: „Unsere Auftragsbücher sind voll und die Pilotkunden sind begeistert von den neuen Möglichkeiten der Qualitätskontrolle bei der additiven Fertigung mit unseren Maschinen. Wir arbeiten bereits daran, den Katalog der Indikationen auszuweiten und die Detektion stärker zu automatisieren.“



BU: Gewichtsreduzierung durch innovative Konstruktionsformen ist ein Hauptnutzen der additiven Fertigung mit dem Direkt-Metall-Laser-Sintern – wie hier bei einem Gaspedal aus dem Automobilrennsport.



BU: Der Laserstrahl schweißt mikrometerweise eine neue Schicht eines Bauteils.



BU: Klein und fein: die pco.edge liefert höchste Dynamik und Auflösung bei einem deutlich günstigeren Formfaktor als andere Kameras mit sCMOS-Sensor.



BU: Als erstes industrielles 3D-Druck-System für Direkt-Metall-Laser-Sintern ist die EOS M 290 serienmäßig mit dem Qualitätsüberwachungssystem Exposure OT lieferbar.