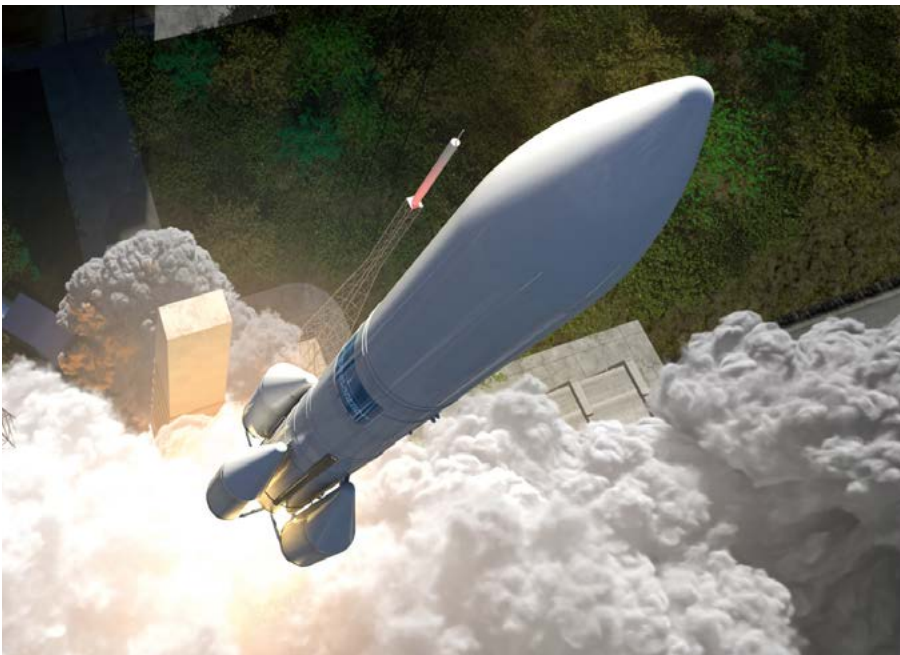


Zukünftiges Ariane Triebwerk: Ver-ein-facht mit additiver Fertigung

Quelle: ArianeGroup



Mithilfe von EOS-Technologie hat ArianeGroup den Einspritzkopf eines zukünftigen Oberstufentriebwerks im All-in-One-Design (AiO) realisiert.

Herausforderung

Fertigung eines Einspritzkopfs für Raketentriebwerke mit möglichst wenigen Bauteilen und reduzierten Stückkosten

Lösung

Additiv gefertigtes Produkt, das unter anderem durch Funktionsintegration aus einem einzigen Stück anstatt 248 Einzelteilen besteht

Ergebnisse

Vereinfacht: ein einziges Bauteil statt 248 Einzelteile

Wirtschaftlich: 50% niedrigere Kosten

Schnell: deutliche Reduktion der Produktionszeit

Mit EOS-Technologie von 248 Einzelteilen auf eine einzige Komponente

„Mission Critical“ – eine Aussage, die in der Luft- und Raumfahrt auf Bauteile der Klasse 1 absolut zutrifft. Eine bis zu mehreren hundert Millionen teure Mission hängt von ihnen ab. Aus diesem Grund sind Ingenieure kontinuierlich bestrebt, Komponenten mit höchster Qualität, Funktionalität und Robustheit zu entwickeln und dabei sowohl die Fertigungskette zu vereinfachen als auch die Anzahl der Einzelbauteile zu reduzieren. Mithilfe von EOS-Technologie hat ArianeGroup diese Maxime komplett neu definiert: Der Einspritzkopf eines Raketentriebwerks am Beispiel eines zukünftigen Oberstufentriebwerks zählt statt 248 Teile nur noch eines. Der Einspritzkopf wurde im wahrsten Sinne des Wortes „ver-ein-facht“ und wird als All-in-One-Design (AiO) bezeichnet.

Herausforderung

Die Europäische Weltraumorganisation ESA möchte mittels einer effizienten Trägerraketentechnik eine starke und unabhängige Position im Weltraumverkehr einnehmen. Um dies zu erreichen, wurde ArianeGroup, ein Gemeinschaftsunternehmen des europäischen Luft- und Raumfahrtunternehmens Airbus Group und des französischen Konzerns Safran, mit dem Bau der nächsten Generation beauftragt. Ariane ist eine Serie von europäischen Trägerraketen, mit denen schwere Nutzlasten in die Erdumlaufbahn befördert werden können, so zum Beispiel Kommunikationssatelliten.

In einem Raketentriebwerk wirken enorm hohe Kräfte unter extremen Bedingungen. Dafür ist ein Höchst-

maß an Zuverlässigkeit und Präzision bei geringer Baugröße gefragt. Der Einspritzkopf ist eines der zentralen Elemente des Triebwerks, da er das Treibstoffgemisch in den Brennraum einbringt. Konventionell hergestellt besteht er aus 248 Bauteilen, die in verschiedenen Fertigungsschritten produziert und montiert werden. Durch die Bearbeitungsschritte wie Gießen, Löten, Schweißen und Bohren könnten Schwachstellen entstehen, die bei extremen Belastungen ein Risiko darstellen können. Darüber hinaus sind die vielen Schritte zeitaufwendig und komplex. Bei konventioneller Fertigung werden im Bereich der Einspritzelemente über 8.000 Querbohrungen in Kupferhülsen gebohrt, die anschließend mit den 122 Einspritzelementen präzise verschraubt werden, um den

Kurzprofil

ArianeGroup, ehemals Airbus Safran Launchers – ein Gemeinschaftsunternehmen der Airbus Group und des französischen Konzerns Safran – verantwortet die Entwicklung und Produktion der kommenden neuen europäischen Trägerrakete Ariane 6.

Weitere Informationen www.ariane.group/de

Der additiv gefertigte Einspritzkopf im All-in-One Design (AiO) eines Raketentriebwerks mit 122 integrierten Einspritzelementen wurde aus EOS NickelAlloy IN718 gefertigt. (links)
Das funktionelle Einzelteil des All-In-One Designs: die Baseplate. (rechts)
(Quelle: EOS GmbH)



durchströmenden Wasserstoff mit dem Sauerstoff im Element zu vermischen. Ein Blick auf solche Zahlen macht deutlich, dass ein funktionsintegriertes Bauteil, welches alle Komponenten in sich vereint, das ehrgeizige Ziel sein muss. Wenn damit zusätzlich Bearbeitungsschritte und Produktionszeit eingespart werden, setzt das deutliche wirtschaftliche Potenziale frei, insbesondere für ein Bauteil der Klasse 1.

Lösung

Die Lösung für diese Herausforderungen liefert die additive Fertigung, denn „die Herstellung des Einspritzkopfs aus einem Bauteil ist mit EOS-Technologie realisierbar“, erklärt Dr.-Ing. Steffen Beyer, Leiter Produktionstechnologie – Werkstoffe & Prozesse bei ArianeGroup den Entschluss für den industriellen 3D-Druck. „Allein die additive Fertigung kann Funktionsintegration, Leichtbau, Designvereinfachung und die Reduzierung der Durchlaufzeiten in einem einzigen Bauteil zusammenbringen.“ Als Material setzte das Projektteam weiterhin auf eine hitze- und korrosionsbeständige Nickelbasislegierung (EOS NickelAlloy IN718). Diese zeichnet sich durch sehr gute Zug-, Dauer-, Kriech- und Bruchfestigkeit bei erhöhten Temperaturen aus und sollte auch bei der neuen Fertigungstechnologie eingesetzt werden.

„Nach der erfolgreichen Entwicklung des Bauteils durch uns lag der Fokus auf der Wirtschaftlichkeit“, berichtet Dr.-Ing. Fabian Riß, Produktionstechnologie – Werkstoffe & Prozesse. Die zentrale Vorgabe seitens ArianeGroup war es, die Durchlaufzeiten und Stückkosten zu senken. In einem stufenweisen Prozess wurde die Fertigung zunächst auf der EOS M 290 durchgeführt. Nach erfolgreichen Piloten erfolgte die Skalierung auf

„Beim Ariane Programm kombinieren wir unsere Innovationskraft mit der Expertise von EOS. Gemeinsam bereiten wir die additive Fertigung des Einspritzkopfs eines Raketentriebwerks vor. Eine deutlich reduzierte Produktionszeit und 50 % verringerte Kosten sind Ergebnisse, die überzeugen.“

Dr.-Ing. Steffen Beyer,

Leiter Produktionstechnologie – Werkstoffe & Prozesse bei ArianeGroup.

das größere System EOS M 400-4. Mittels der 4-Laser-Technologie konnte das Triebwerksteil so in bis zu vierfacher Geschwindigkeit hergestellt werden. „Die Skalierung des Bauprozesses auf das hochproduktive EOS M 400-4 System war für uns ein wichtiger Schritt, um die Industrialisierung und Wettbewerbsfähigkeit des Ariane Programms voranzutreiben. Dank der Erfahrung und des Branchenwissens der EOS-Kollegen verlief die Zusammenarbeit sehr effizient. Das Ergebnis spricht für sich und beweist die tolle Teamleistung“, ergänzt Dr. Steffen Beyer.

Ergebnisse

Die Ergebnisse des neuen, additiv gefertigten Einspritzkopfs überzeugen auf ganzer Linie: Statt aus 248 Bauteilen besteht er nun nur noch aus einem einzigen Teil – bei gleichem Funktionsumfang und maximal reduziertem Zeitaufwand.

Durch die pulverbettbasierte, industrielle 3D-Drucktechnologie von EOS gelang es unter anderem, die 122 Einspritzdüsen, die Grund- und Frontplatte sowie den Verteilerdom mit den entsprechenden Zuleitungsstützen für die Treibstoffe Wasserstoff und Sauerstoff als integrales Bauteil zu drucken. Die Formulierung

„aus einem Guss“ muss damit der Aussage „aus einem Druck“ weichen. Durch die deutlich höhere Produktivität des EOS M 400-4 Multi-Lasersystems im Vergleich zu Single-Lasersystemen konnten, am Beispiel des AiO-Einspritzkopfs, die Bauzeit um den Faktor 3 reduziert und die Kosten um 50% reduziert werden.

Das Projektteam konnte eine Reihe weiterer Erfolge für sich verbuchen. Durch die Vereinfachung des Designs und dank der verbesserten Werkstoffeigenschaften im Vergleich zur Gussqualität konnte mittels der additiven Technologie die Wandstärke deutlich verringert werden – und das bei gleichbleibender Robustheit. Eine deutliche Reduktion in puncto Gewicht bedeutet eine Reduktion der Aufbauzeit und natürlich auch der Kosten.

Nicht zuletzt lassen sich über additive Fertigungsverfahren Innovationszyklen deutlich beschleunigen. Bauliche Optimierungen, Designänderungen sowie die Herstellung von Testbauteilen in der Entwicklungsphase können im Vergleich z. B. zum Gießverfahren ohne zeitlich aufwendige Werkzeugherstellung direkt aus den CAD-Daten in die Fertigung gebracht werden. Damit ermöglicht der industrielle 3D-Druck einen zeitlichen Quantensprung. Halbjahresrhythmen für Iterationsstufen waren die Regel, jetzt sind es nur noch wenige Tage. Hinzu kommt, dass die komplette Produktionskette direkt bei ArianeGroup vor Ort ist. Kurz und gut: Mission erfüllt!

Produktionsverfahren	Bauzeit für 1 Einspritzkopf
Gießen & spanende Nachbearbeitung	3 Monate
EOS M 400 (1 Laser für 1 Bauteil)	65 Stunden
EOS M 400-4 (4 Laser für 1 Bauteil)	35 Stunden

Hauptsitz

EOS GmbH
Electro Optical Systems
Robert-Stirling-Ring 1
D-82152 Krailling bei München
Deutschland
Tel.: +49 89 893 36-0
Fax: +49 89 893 36-285

www.eos.info
info@eos.info

Niederlassungen

EOS China Et Taiwan
Tel.: +86 21 602 307 00

EOS Frankreich
Tel.: +33 437 497 676

EOS Indien
Tel.: +91 443 964 8000

EOS Italien
Tel.: +39 023 340 1659

EOS Japan
Tel.: +81 45 670 0250

EOS Korea
Tel.: +82 2 6330 5800

EOS Nordische Länder Et Baltikum
Tel.: +46 31 760 4640

EOS Nordamerika
Tel.: +1 248 306 0143

EOS Singapur
Tel.: +65 6430 0463

EOS Vereinigtes Königreich
Tel.: +44 1926 675 110

Stand 02/2019. Technische Änderungen vorbehalten. EOS ist nach ISO 9001 zertifiziert.
EOS® ist ein eingetragenes Warenzeichen der EOS GmbH in einigen Ländern.
Weitere Informationen unter www.eos.info/trademarks.

