



3



4

## ADDITIVE FERTIGUNG EINES DEMONSTRATORS FÜR EINE RAKETENBRENN- KAMMER DURCH LMD

### Aufgabenstellung

Die zunehmende Anzahl innovativer Raumfahrtunternehmen erhöht die Konkurrenz und erfordert die Notwendigkeit zur Kostensenkung bei der Produktion von Spezialbauteilen. Als Alternative zur konventionellen Herstellung (z. B. Schmieden, mechanische Bearbeitung) werden deshalb additive Verfahren wie das Laserauftragschweißen (LMD) untersucht. Hintergrund sind u. a. die erheblichen Kosten für Schmiederohlinge und für Elektronenstrahlschweißungen bei Komponenten aus Nickelbasis-Superlegierungen. Die Additive Fertigung bietet signifikante Vorteile: es wird kein Schmiederohling mehr benötigt und gleichzeitig wird der Rohmaterialbedarf reduziert. Außerdem können durch den flexiblen, integralen Ansatz Einzelteile zusammengefasst und so die Anzahl der Schweißnähte reduziert werden. Ziel des Projekts ist die Herstellung einer rotationssymmetrischen Schalenstruktur mit Anschlussflansch als monolithische Komponente aus Inconel 625 durch LMD für eine Raketenbrennkammer der Ariane Group (Bild 3).

### Vorgehensweise

Bei der zu fertigenden Komponente handelt es sich um die Upper Shell (US) inklusive Anschlussflansch der Oberschale des Verteilerrings einer Demonstrator-Raketenbrennkammer. Auf Basis der Entwicklung von geeigneten Prozessparametern und Aufbaustrategien wird die Upper Shell als durchgehende Torusschale ohne Flansch anhand eines CAD-Modells aufgebaut.

Im nachfolgenden Schritt wird der Anschlussflansch integral direkt auf der Schale gefertigt. Die Umsetzung erfolgt an einem Knickarmroboter mit Dreh-Kippmodul, einem 4 kW-Scheibenlaser und einer koaxialen Fraunhofer ILT-Pulverzufuhrdüse. Zur Kontrolle des Aufbauergebnisses, des Verzugs und des Aufmaßes für die mechanische Nachbearbeitung wird das Bauteil mit einem optischen System gescannt und digitalisiert.

### Ergebnis

Der Upper-Shell-Demonstrator ( $D_a$  400 mm) mit integriertem Anschlussflansch wurde vollständig und erfolgreich aus Inconel 625 aufgebaut (Bild 4). Das Gewicht des LMD-Volumens beträgt 12,5 kg bei einer Prozesszeit von ca. 24 h. Durch die Digitalisierung konnte ein ausreichendes Aufmaß für die Nachbearbeitung nachgewiesen werden.

### Anwendungsfelder

Die gewonnenen Erkenntnisse des LMD-Raumfahrt-demonstrators lassen sich auch auf andere Branchen übertragen. Sie bieten Potenzial insbesondere für Bauteile, die kostenintensive Rohlinge erfordern und/oder ein hohes Zerspanungsvolumen aufweisen, wie z. B. Integral- und Triebwerksbauteile für den Luftfahrtsektor oder Turbinen aus Hochleistungswerkstoffen zur Energiegewinnung. Für den Werkzeug- und Formenbau ergeben sich effektive und flexible Möglichkeiten, z. B. zur Bauteilmodifikation.

### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Jochen Kittel  
Telefon +49 241 8906-136  
jochen.kittel@ilt.fraunhofer.de

3 CAD-Modell Upper Shell inklusive Flansch.

4 Demonstratorkomponente nach LMD-Aufbau.