

Qualifizierung additiv gefertigter Titan-Bauteile für die Luftfahrt

[voestalpine BÖHLER Aerospace GmbH & Co KG](#)
 Mariazeller Straße 25, 8605 Kapfenberg
sebastian.springer@voestalpine.com

Inhalt, Fotos: voestalpine BÖHLER Aerospace
 Förderung: [Basisprogramm](#)



Innovation in der Luftfahrt: Mit additiver Fertigung Richtung Zukunft

ENTWICKLUNG UND QUALIFIZIERUNG ADDITIV GEFERTIGTER LUFTFAHRT-BAUTEILE

Das Unternehmen voestalpine BÖHLER Aerospace GmbH & Co KG fertigt hochwertige Bauteile für die Luftfahrtindustrie sowie weitere High-Tech-Industriezweige. Additive Manufacturing (AM) bietet als innovative Technologie großes Potenzial für die Luftfahrt in Hinblick auf Reduktion des Materialeinsatzes (Buy-to-Fly-Ratio) und Senkung des CO₂-Fußabdrucks.

Innovationsgehalt

Die Prozessentwicklung inklusive der begleitenden Erarbeitung innovativer Simulationmethoden für AM schafft die Grundlage für die Qualifizierung der drahtbasierten additiven Fertigung für sicherheitskritische Bauteile der Luftfahrt, welche folgende wesentlichen Vorteile versprechen:

1. **Reduktion von Materialeinsatz** und damit ressourcenschonende Produktion;
2. **Verkürzung der Entwicklungs- und Produktionszeiten** und damit schnellere Markteinführung;
3. **Reduktion des CO₂-Fußabdruckes** durch verringerten Energieeinsatz

Herausforderungen von AM in der Luftfahrt

Aktuell gibt es **noch keine zugelassenen AM-Bauteile** für kritische Luftfahrtanwendungen. Die hohen Anforderungen verlangen dabei nicht nur eine stabile Prozessführung innerhalb enger Parameterfenster, sondern auch eine optimale Prozessauslegung, um den hohen Vorgaben hinsichtlich mechanischer Kennwerte gerecht zu werden.

Zusätzlich führen hohe Temperaturgradienten während des Schweißprozesses zu Eigenspannungen, die Verzug verursachen und **im schlimmsten Fall die Integrität des Bauteils gefährden können.**

Weg zu AM-Luftfahrtbauteilen

Um die **WAAM-Technologie** (Wire Arc Additive Manufacturing) auf Luftfahrtniveau zu etablieren, wurden umfangreiche Versuche **an einer Pilotanlage** durchgeführt. Durch die Optimierung nachgelagerter Fertigungsschritte, wie Wärmebehandlung und Zerspanung, konnte die Grundlage für die Produktion von hochqualitativen Bauteilen geschaffen werden.

SUCCESS STORY

Mit einem durchdachten Design-of-Experiments (DoE)-Plan wurde **auf systematische Weise das notwendige Know-how aufgebaut**.

Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der **Prozessstabilität**, die für die anspruchsvollen Anforderungen der Luftfahrt unerlässlich ist.

In Zusammenarbeit mit führenden akademischen Partnern wurde der Einfluss lokaler Charakteristika auf das **Materialverhalten von WAAM-Strukturen aus Ti-6Al-4V** – eine hochfeste Titanlegierung – **analysiert**.

Umfangreiche Simulationsmodelle zur Verzugs- und Eigenspannungsvorhersage wurden entwickelt und in weiterer Folge zur Optimierung des Herstellprozesses eingesetzt.

Begleitend wurden neben zerstörender Werkstoffprüfung zur Ermittlung mechanischer Kennwerte auch **modernste zerstörungsfreie Prüfmethode eingesetzt**, darunter Phased-Array-Ultraschallprüfungen, Röntgen- und CT-Untersuchungen.

Diese umfassende Herangehensweise ermöglichte es, selbst die kleinsten Poren präzise zu identifizieren und diese Information orts aufgelöst mit den erfassten Prozessdaten zu kombinieren.

Die daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden genutzt, um entsprechende prozesstechnische Gegenmaßnahmen zur Vermeidung von unerwünschten Fehlstellen abzuleiten.

WAAM-Technologie für höchste Qualitätsstandards

Ein wesentlicher Meilenstein in diesem Forschungsvorhaben war die **Entwicklung einer schnellen, automatisierten Simulationsroutine für die verzugsoptimierte Pfadplanung**, die die Effizienz der Prozessentwicklung hebt, und eine bedeutende Grundlage für die Herstellung verzugsarmer Strukturteile darstellt.

Zudem konnten auf Basis der großen Fortschritte in Bezug auf die Prozessauslegung **Demonstrator-Bauteile produziert werden, die den höchsten Standards der Luftfahrtindustrie gerecht werden können**.



voestalpine BÖHLER Aerospace GmbH & Co KG

voestalpine BÖHLER Aerospace GmbH & Co KG ist ein internationaler Entwicklungspartner und **führender Zulieferer von hochbelastbaren Gesenkschmiedeteilen aus Titan- bzw. Nickelbasislegierungen und hochlegierten Stählen**, insbesondere für die Luftfahrt.

WAAM Bauteile - „Ready for take-off“

Die Rolle der additiven Fertigung in der Luftfahrtbranche, bedingt u.a. durch das Potential in Hinblick auf Ressourcenschonung, wird zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen, sofern Prozess-Stabilität und Kosteneffizienz gewährleistet werden können.