

## Wärmebehandlung von geschweisstem Waspaloy

Das Flugzeugtriebwerk CFM56-5C (Airbus 340) wird von SR Technics gewartet und überholt. Im Hinblick auf eine Schweissschmelze am LPT-Gehäuse (Low Pressure Turbine) musste die bisher angewendete Wärmebehandlung überarbeitet werden. Im Rahmen der vorliegenden Bachelorarbeit wurde eine neue Wärmebehandlung für das Turbinengehäuse aus Waspaloy (Nickelbasis-Superlegierung) entwickelt. Für Testversuche von Wärmebehandlungen wurde mittels Auswahlverfahren ein LPT-Gehäuse eruiert, das dem Neuzustand am ähnlichsten ist.

Als Grundlage für die neue Wärmebehandlung dienten die Erkenntnisse der vorgängigen Projektarbeit sowie eine Zusammenstellung vorhandener Wärmebehandlungsverfahren von verschiedenen Triebwerksherstellern. Eine Wärmebehandlung für das Schweißen besteht aus dem Lösungsglühen und anschliessendem Ausscheidungshärten. Mit dem Lösungsglühen sollten alle Ausscheidungen in Lösung übergehen und so die Schweißbarkeit des Werkstoffes verbessert werden. Das Ausscheidungshärten hat den Zweck, den ursprünglichen Gefügestand nach der Schweißung wieder herzustellen. Drei Lösungsglüh- und zwei Ausscheidungshärtungsvarianten wurden ausgearbeitet und geprüft. Zusätzlich wurde für Vergleichszwecke eine Probe komplett nach der heute angewendeten Prozedur gemäss Repair-Manual wärmebehandelt. Nach jeder abgeschlossenen Wärmebehandlungssequenz wurden an den Teststücken Schliifproben entnommen und anschliessend unter dem Licht- und Rasterelektronenmikroskop sowohl die Kornstruktur als auch die Ausscheidungen untersucht.

Die Auswertung der erarbeiteten Resultate ergab wichtige Erkenntnisse für die Empfehlung einer geeigneten Wärmebehandlung. Zum einen hat sich gezeigt, dass ein Lösungsglühen bei Temperaturen von 1060-1070 °C und einer Haltedauer von einer Stunde alle Ausscheidungen in Lösung übergehen. Somit kann eine wichtige Voraussetzung für die optimale Schweißung erfüllt werden. Zum anderen konnte das Ausscheidungshärten nicht abschliessend definiert werden, weil mit den erarbeiteten Varianten der geforderte Ausgangszustand des Gefüges nicht wieder erreicht werden konnte. Für weitere Untersuchungen müsste der erreichte Gefügestand auf seine Festigkeitseigenschaften geprüft werden. Die Wärmebehandlung nach Repair-Manual erzeugt näherungsweise wieder den Ausgangszustand, wobei zu berücksichtigen ist, dass durch das Teillösungsglühen das Bauteil nicht für das Schweißen geeignet ist.



Diplomierende  
Roger Knecht  
Martin Ricklin

Dozent  
Arnd Jung



LPT-Gehäuse (CFM56-5C) mit  
Statorsegment



Rasterelektronenmikroskop-  
Aufnahme einer Schliifprobe mit  $\gamma'$ -  
Ausscheidungen