

IC-MPPE
Integrated Computational
Materials Process and Product
Engineering.

Programm: non-COMET

Förderlinie: FFG, Take Off

Projekt: AeroDOM (nk216),
10/2021-09/2025, industrial
research/ multi-firm



Geschmiedete Flugzeugkomponenten. Bild: MCL KI-generiert (chatgpt)

OPTIMIERTE FLUGZEUGTEILE DANK EIGENSPANNUNGSMODELLIERUNG

DIE MODELLIERUNG VON EIGENSPANNUNGEN IN TI-6AL-4V-FLUGZEUG-KOMPONENTEN TRÄGT DAZU BEI, DEN PRODUKTIONSPROZESS BESSER ZU VERSTEHEN, AUSSCHUSS ZU VERMEIDEN UND SO WIRTSCHAFTLICHKEIT SOWIE NACHHALTIGKEIT ZU STEIGERN.

Ti-6Al-4V ist aufgrund seines hervorragenden Verhältnisses zwischen Festigkeit und Gewicht, ein idealer Werkstoff für Flugzeugkomponenten. Dieser Werkstoff wird für verschiedenen Bauteile eingesetzt, vor allem für Strukturkomponenten, bei denen die Einsatztemperatur unterhalb von 300 °C liegt.

Der gängigste Herstellpfad von kritischen Flugzeugkomponenten besteht grundsätzlich aus Schmieden, Wärmebehandlung und Fräsen. Während der Wärmebehandlung werden die Spannungen zufolge des Schmiedens abgebaut, sowie die mechanischen Eigenschaften des Bauteils eingestellt. Dabei wird das Bauteil bei hoher Temperatur gehalten

und auf unterschiedliche Weise auf Raumtemperatur abgeschreckt. Während des Abschreckvorgangs können Eigenspannungen im Bauteil entstehen, die bei der nachfolgenden Fräsbearbeitung zum Verzug des Bauteils führen können. Es ist daher wichtig diese Eigenspannungen im Bauteil zu kennen, damit der Verzug während des FräSENS so gering wie möglich gehalten wird. Auf diese Weise können Ausschussbauteile minimiert oder gar verhindert werden.

SUCCESS STORY

Wirkungen und Effekte

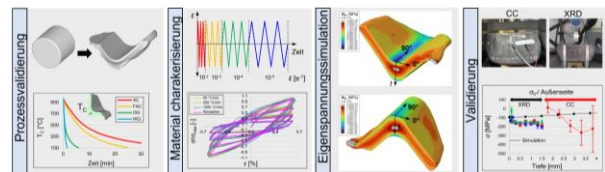
Eigenspannungen entstehen beim Abkühlen durch eine ungleichmäßige Temperaturverteilung in Kombination mit plastischem Materialverhalten. Es ist daher wichtig, beide Aspekte in einem Modell abzubilden.

Um die Temperaturverteilung zu ermitteln, wurde ein Testbauteil geschmiedet, das einem Abschnitt einer Flugzeugkomponente entspricht, und den entsprechenden Abkühlbedingungen ausgesetzt. Die Temperaturen des Bauteils wurden dabei an unterschiedlichen Positionen gemessen. Auf Basis dieser Messdaten kann das Auskühlverhalten in einem Modell abgebildet werden.

Um die Eigenspannungen zu simulieren, muss das Materialverhalten für einen großen Temperaturbereich untersucht werden. Diese Materialcharakterisierung ist das Grundgerüst für die mathematische Beschreibung des Materials. Mittels computergestützter Berechnungsmethoden kann daraus das Eigenspannungsfeld eines Bauteils berechnet werden.

Mithilfe moderner sowie intern entwickelter Messverfahren wurden die berechneten Eigenspannungsfelder validiert. Zusätzliche Fräsexperimente bestätigten diese Ergebnisse durch die Analyse des Bauteilverzugs. Die gewonnenen Daten dienen der Optimierung von Fräsprozessen zur Verzugsminimierung und fließen direkt in die Bauteilauslegung ein, da gezielte Druckeigenspannungen die Lebensdauer erhöhen.

Dies steigert die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der bei voestalpine BÖHLER Aerospace gefertigten Flugzeug-Halbzeuge. Angesichts eines prognostizierten Marktwachstums für Luftfahrtwerkstoffe auf 62,3 Milliarden US-Dollar bis 2030 sichert dieses tiefe Bauteilverständnis eine entscheidende Wettbewerbsposition in einem dynamischen, jährlich um 8,4 % wachsenden Marktumfeld.



Vorgehensweise bei der Eigenspannungssimulation und Validierung, Copyright MCL

Projektkoordination (Story)

Dr. Drazen Brescakovic
 Junior Scientist Digital Manufacturing Processes
 Materials Center Leoben Forschung GmbH
 T +43 (0) 3842 45922-556
 drazen.brescakovic@mcl.at

IC-MPPE / COMET-Zentrum

Materials Center Leoben Forschung GmbH
 Vordernberger Straße 12
 8700 Leoben
 T +43 (0) 3842 45922-0
mclbuero@mcl.at
www.mcl.at

Projektpartner

- Materials Center Leoben Forschung GmbH, Österreich
- voestalpine BÖHLER Aerospace GmbH & Co KG, Österreich
- Technische Universität Wien, Österreich
- ModuleWorks GmbH, Deutschland

Das COMET-Zentrum IC-MPPE wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch Technologies durch BMIMI, BMWET und die Bundesländer Steiermark, Oberösterreich und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt (www.ffg.at/comet).