



## Vorhersage und Kompensation von Bauteilverzügen durch Eigenspannungen während der 5-Achs-Fräsbearbeitung

(Projektlaufzeit 1.7.2019 – 30.6.2022)

Während der Fertigung von Metallbauteilen durchlaufen die Werkstücke Erwärmungs- und Abkühlphasen, in denen sie starken Temperaturschwankungen ausgesetzt sind. Bei der Herstellung von Halbzeugen durch Hochtemperaturprozesse wie Gießen oder Schmieden führen thermisch oder mechanisch induzierte Spannungen bei hohen Temperaturen zu plastischer Verformung des Materials. Die Belastungen und Verformungen sind meist räumlich inhomogen verteilt, was bei der Abkühlung wiederum zum Aufbau von Druck- und Zugspannungen führt, die bei Raumtemperatur als Verteilung von Eigenspannungen im Bauteil verbleiben.

Durch den nachfolgenden materialabtragenden Bearbeitungsprozess, etwa durch Fräsen oder Schleifen, in dem die gewünschte Endgeometrie des Werkstücks hergestellt wird, werden Teile des Materials entfernt. Die Kräfte aus den inneren Spannungen des verbleibenden Materials geraten durch den Materialabtrag in ein Ungleichgewicht. Die Folge: Die Eigenspannungsverteilung innerhalb des Bauteils verändert sich, es stellt sich ein neues Gleichgewicht der Eigenspannungen ein. Dies kann zu einem Verzug, also einer Formänderung des Bauteils führen.

Besonders bei großen und dünnwandigen Bauteilen, die im Leichtbau eine wichtige Rolle spielen, treten oft gravierende Eigenspannungsverzüge auf. Meist werden die Halbzeuge deshalb vor der mechanischen Bearbeitung »spannungsarmgeglüht«, also auf so hoher Temperatur gehalten, dass sich die Eigenspannungen im Werkstück deutlich verringern. Es verbleibt jedoch immer ein gewisser Anteil der Eigenspannungen im Bauteil.

Eine Möglichkeit, den Verzug zu korrigieren, ist, die verzogenen Werkstücke nach der mechanischen Bearbeitung zu richten. Dabei wird das Werkstück in die gewünschte Form gebogen. Das Richten ist jedoch ein sehr aufwändiger Prozess und besonders bei komplexen Geometrien nicht immer möglich. Verzüge zu reduzieren oder zu beheben ist immer zeit- und kostenintensiv; nicht selten führen sie am Ende dennoch zum Ausschuss des Werkstücks.

Ziel im Forschungsprojekt »VoKoES« ist es, die Vorhersage und Kompensation von eigenspannungsbedingten Bauteilverzügen während der 5-Achs-Fräsbearbeitung und in der CAM-Programmierung zu verbessern.

Das Forschungsvorhaben ist in vier Module gegliedert:

- Entwicklung einer Simulation zur Bestimmung von Eigenspannungszuständen in Halbzeugen.
- Entwicklung eines Algorithmus zur FEM-Simulation von Bauteilverzügen während der 5-Achs-Fräsbearbeitung. (Diese beiden Teilziele ermöglichen die Vorhersage von Bauteilverzügen und sind im Projekt aneinander gekoppelt.)
- Entwicklung von Methoden zur Kompensation von Bauteilverzügen während der 5-Achs-Fräsbearbeitung, die auf der zuvor entwickelten Vorhersagemethodik basieren.
- Entwicklung eines adaptiven Spannsystems zur Detektion und Relaxation von Bauteilverzügen

Zum Schluss erfolgt die Implementierung der erforschten Kompensationsmethoden in ein CAM-Modul.

Access wird in diesem Rahmen Halbzeuge mit definierten Eigenspannungszuständen herstellen. Hierzu werden verschiedene Gieß- bzw. Wärmebehandlungsprozesse angewandt und die jeweiligen Spannungs- und Verformungszustände in den Halbzeugen mittels thermomechanischer Simulation berechnet. Das Simulationsmodell wird anhand von Messdaten aus Spannungs- bzw. Verformungs-Messverfahren validiert.

## Partner

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT
- Access e. V., Aachen
- RWTH Aachen, Institut für Strukturmechanik und Leichtbau (SLA)
- Innoclamp GmbH, Aachen
- Module Works, Aachen
- BoTech GmbH, Mönchengladbach

## Projektförderer

Das Forschungsprojekt wird durch Mittel des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2014-2020 gefördert.

Ansprechpartner:

Dr. Herfried Behnken

Access e.V., Intzestr. 5, 52072 Aachen

[h.behnken@access-technology.de](mailto:h.behnken@access-technology.de)

Tel.: +49 241 8098008