

## Beschreibung des Wärmeübergangs bei der kryogenen Zerspanung von Ti-6Al-4V in einem gekoppelten Simulationsmodell

Der Werkstoff Ti-6Al-4V wird aufgrund seiner ausgezeichneten Eigenschaften bezüglich Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit bei gleichzeitig geringer Dichte in einer Vielzahl von technischen Anwendungen genutzt. Die Zerspanung von Titanwerkstoffen ist aufgrund ihrer hohen Festigkeit und geringen Wärmeleitfähigkeit mit großen mechanischen und thermischen Belastungen der Schneidwerkzeuge verbunden. Eine mögliche Variante der Bearbeitung von Titanbauteilen stellt die kryogene Zerspanung dar, bei der die Verdampfungsenthalpie des verwendeten Kühlmediums genutzt wird, um die thermische Belastung von Werkzeug und Werkstück gering zu halten. Um auch Maßungenaugigkeiten durch thermisches Schrumpfen zu verhindern, gilt es, die Wärmemenge, welche durch das kryogene Medium entzogen wird, exakt zu dosieren, was bislang nicht möglich ist, da die erforderliche Menge kryogenen Mediums nicht exakt kalkuliert werden kann.

Es ist wünschenswert, bei den vielfach per Finite-Elemente(FE)-Methode durchgeführten Spanbildungssimulationen neben dem Festkörper zusätzlich die Kühlung durch das Fluid zu berücksichtigen. Eine detaillierte Berechnung würde jedoch aufgrund der erforderlichen hohen zeitlichen und örtlichen Auflösung einen impraktikabel hohen Berechnungsaufwand verursachen. Daher wird nach vereinfachten, aber doch hinreichend genauen Methoden gesucht, den Wärmestrom zwischen Fluid und Festkörper bei der Titanzerspanung zu berechnen. Durch detaillierte Simulationen sollen Informationen über den Wärmeübergang ermittelt werden, sodass diese in der Spanbildungssimulation genutzt werden können. Dazu wurde ein gekoppeltes Simulationsmodell aufgebaut. Die Festkörperberechnung erfolgt durch eine FE-Software, während die Berechnung des Strömungsfeldes sowie der thermodynamischen Zustandsgrößen durch den hauseigenen Code INSFLA erfolgt.

Mit der aktuellen Programmversion kann die Simulation mit einem kryogenen Gasstrom durchgeführt werden. Im Rahmen einer Bachelor- und Masterarbeit soll das bereits bestehende gekoppelte Simulationsmodell erweitert werden, sodass unter Berücksichtigung der Verdampfung sowie des Auftretens von Flüssig-/Dampfphase des Kühlmediums Stickstoff eine ausreichende Modellierung des übertragenen Wärmestromes gewährleistet werden kann. Die Simulationsergebnisse sollen begleitend durch Versuche (durchgeführt am Institut für Produktionstechnik) validiert werden. Letztendlich sollen die aus den Untersuchungen gewonnen Erkenntnisse zu einer Optimierung der spanenden Bearbeitung von Titanbauteilen beitragen.

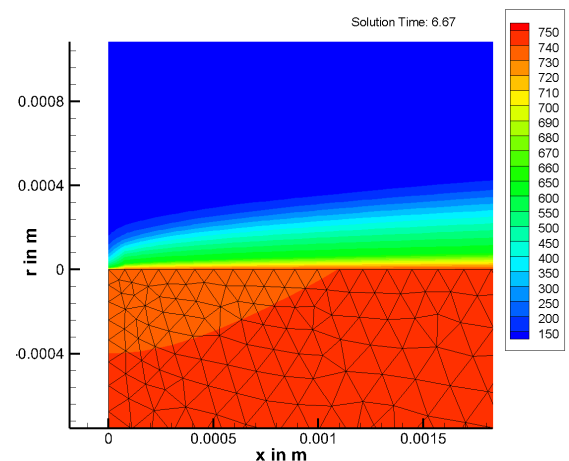


Abb.1: Temperaturfeld der Gasphase bzw. des Festkörpers; aufgetragen über den räumlichen Koordinaten  $x$  und  $r$

Ansprechpartner: Philipp Golda, [philipp.golda@kit.edu](mailto:philipp.golda@kit.edu)  
KIT Campus Süd, Geb. 10.91, Raum 321