

Untersuchung des Wärmegangs einer Werkzeugmaschine mit Einbezug des Kühlschmierstoffs

Fachgebiet: Produktionstechnik / Mechatronik

Betreuer: Prof. Dr. Beat Neuenschwander

Experte: Florian Fässler (WIFAG Maschinenfabrik AG)

Industriepartner: Zellweger Ingenieurgesellschaft mbH, Thun; Blaser Swisslube AG, Hasle-Rüegsau

Werkzeugmaschinen müssen heute immer höhere Anforderungen im Bereich der Präzision erfüllen. Damit wird ein Bereich erreicht, in welchem thermisch induzierte Verformungen einen grossen Einfluss haben. Das Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss des Kühlschmierstoffs auf das Wärmeverhalten einer Werkzeugmaschine zu untersuchen. Damit sollen unter anderem die Grundlagen für den Einbezug des Kühlschmierstoffs in die Wärmesimulation geschaffen werden.

Ausgangslage

Kuschmierstoff hat einen beachtlichen Einfluss auf das Wärmeverhalten von Werkzeugmaschinen und damit auf thermisch induzierte Verformungen. Der Einbezug in Simulationen gestaltet sich allerdings als schwierig, da zum einen benötigte wärmerrelevante Stoffwerte nicht bekannt sind und zum anderen der genaue Fliessverlauf des Kühlschmierstoffs in der Maschine sehr variabel ist. Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Möglichkeiten und Grenzen der Integration von Kühlschmierstoff in die Wärmesimulation zu erfassen und aufzuzeigen.

Vorgehen

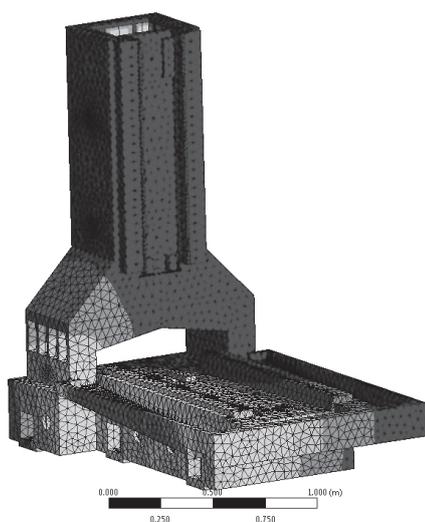
Um die Interaktion von Kühlschmierstoff mit einer Werkzeugmaschine quantifizieren zu können, wird ein Testaufbau aufgebaut, mit welchem der Wärmeübergangskoeffizient erfasst werden kann. Dieser

ist hauptsächlich abhängig vom eingesetzten Kühlschmierstoff und der Fliessgeschwindigkeit. Zusätzlich wird auch die Verdunstung des Kühlschmierstoffs mit der daraus folgenden Kühlwirkung untersucht und spezifiziert.

Auf dieser Basis wird ein Konzept für die Integration des Kühlschmierstoffs in die Wärmesimulation entwickelt. Dieses wird anschliessend durch das Erstellen eines Simulationsmodell einer Werkzeugmaschine mittels Finiter Elemente Software (FEM) umgesetzt. Zur Verringerung der Simulationszeit wird das Simulationsmodell zusätzlich einer Ordnungsreduktion unterzogen und in Matlab Simulink implementiert. Zur Validierung des Modells werden simulationsbegleitend Temperaturmessungen an einer entsprechenden Werkzeugmaschine durchgeführt und mit den Simulationsergebnissen verglichen. Dazu wird an gewisse Stellen der Maschine leicht erwärmter Kühlschmierstoff geleitet, welcher die Maschine erwärmt.



Manfred Schneeberger



Temperaturverteilung in einem Maschinenbett unter Einfluss von Kühlschmierstoff

Ergebnis

Als Ergebnis der Arbeit liegen nun Daten zu Wärmeübergangskoeffizienten unterschiedlicher Kühlschmierstoffe in Abhängigkeit der Fliessgeschwindigkeit vor, welche als Grundlage für die Wärmesimulation eingesetzt werden können. Die Möglichkeiten der Integration von Kühlschmierstoff in die Simulation konnten mittels der erstellten Simulationsmodelle und den zur Validierung durchgeführten Messungen gut aufgezeigt werden.

Dabei hat sich gezeigt, dass die Integration von Kühlschmierstoff in die Wärmesimulation zwar einen gewissen Aufwand mit sich bringt, aber durchaus möglich ist. Damit lassen sich auch ansprechende Ergebnisse erzielen, mit welchen es beispielsweise möglich ist, thermisch induzierte Verformungen einer Werkzeugmaschine in Echtzeit zu berechnen und zu kompensieren.