

Thermische Optimierung einer Werkzeugmaschine

Produktionstechnik / Betreuer: Dr. Beat Neuenschwander

Experte: Prof. Dr. Reinhold Krause

Projektpartner: CH-Firma/

Das Beherrschen des thermischen Verhaltens von mechanischen Konstruktionen ist eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung einer Werkzeugmaschine. Moderne Simulationsprogramme ermöglichen eine Voraussage über dieses thermische Verhalten. Die Anwendung von gekoppelten Simulationen erlaubt zusätzlich einen Einblick in thermische Verformungen und mechanische Spannungen, welche aufgrund der Temperaturverteilung in den Bauteilen entstehen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden gekoppelte Simulationen zur thermischen Optimierung einer Werkzeugmaschine durchgeführt.

Problemstellung

Die untersuchte Werkzeugmaschine besteht aus mehreren Werkzeugen, welche auf Leisten montiert sind. Die Werkzeuge müssen auf eine Temperatur von 50 °C aufgeheizt werden, was eine Erwärmung der Konstruktion zur Folge hat. Unter Einfluss von Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung entsteht eine ungleichförmige Temperaturverteilung, welche zu unerwünschten Verformungen führt. Bereits kleine Temperaturunterschiede erzeugen unzulässige relative Positionsfehler der Werkzeuge und beeinträchtigen die Präzision der Maschine (siehe Zeichnung).

Ziele

Das wichtigste Ziel ist das Beseitigen der relativen Positionsfehler,

so dass die gewünschte Genauigkeit erreicht werden kann. Zusätzlich soll die Bereitstellungszeit der Maschine verkürzt werden, indem die Verformungen bereits während der Aufheizphase kontrolliert werden können.

Umsetzung

Anhand von Simulationen eines Testmodells und Vergleichsmessungen wurde in der ersten Phase der Arbeit die Simulationmethode entwickelt. Dadurch konnten die wichtigsten Simulationsparameter bestimmt werden. Anschliessend wurde die bestehende Konstruktion der Maschine thermisch und strukturell untersucht. Die Ergebnisse liefern den aktuellen Zustand der Maschine und dienen als Grundlage für die spätere Beurteilung von Massnahmen.

Im zweiten Teil der Arbeit wurden Massnahmen zur Beseitigung des

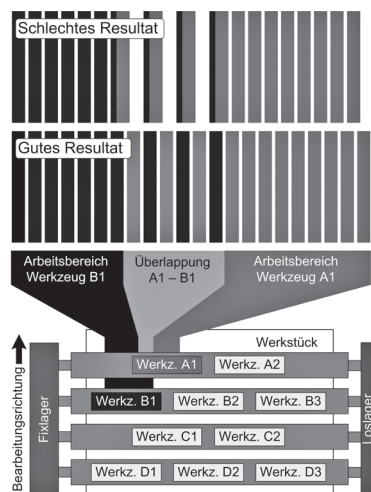
Positionsfehlers und zur Verkürzung der Bereitstellungszeit erarbeitet. Die Anwendung von verschiedenen Ansätzen wie die Verringerung des thermischen Widerstands zwischen den Bauteilen und die Temperierung einzelner Bereiche haben zu einer gut geeigneten Lösung geführt, nämlich die gezielte Temperaturregelung der Konstruktion mit Hilfe von Heizungen.

Ergebnisse

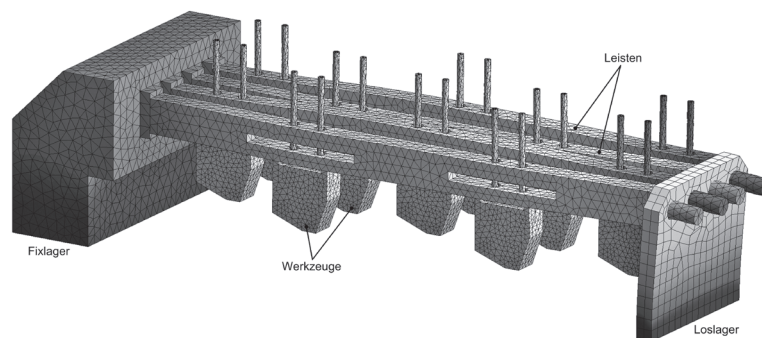
Durch die Massnahme sind eine Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit und des Wärmeaustauschs sowie eine Temperierung der Leisten möglich, wodurch die thermischen Verformungen der Maschine erfolgreich reduziert werden können. Dabei wird die gewünschte Präzision erreicht und um ein Vielfaches erhöht sowie die Bereitstellungszeit der Maschine um Faktor fünf reduziert.



Luca Roncarati



Entstehung des Bearbeitungsfehlers



Thermische Verformungen der Konstruktion aus der Simulation