

# PRODUKTIONSSYSTEME THERMISCH ROBUSTE STRUKTUREN

## Entwicklung thermisch stabiler Maschinenstrukturen

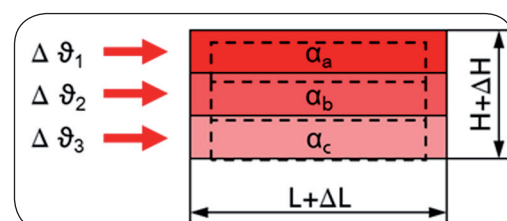
Ständig steigende Genauigkeitsanforderungen an die Fertigung, zunehmende Leistungsdichten im Antriebsstrang sowie der Trend zur Trockenbearbeitung führen zu immer höheren thermischen Belastungen von Werkzeugmaschinen. Durch die Erhöhung der Produktivität bei gleichzeitiger Verringerung des Energiebedarfs soll des Weiteren ein hohes Maß an Ressourceneffizienz erlangt werden. Mit dem sich daraus ableitenden Anspruch den Grundlast-Energiebedarf von Werkzeugmaschinen zu reduzieren gewinnt die Minimierung der Kühlleistung und das bedarfsgerechte Zu- und Abschalten von Komponenten immer weiter an Bedeutung.

All diese Entwicklungen führen jedoch zunehmend zum Betrieb der Maschinen im thermisch instationären Zustand. Damit verbunden sind Verlagerungen, welchen in der spanenden Fertigung mittlerweile bis zu 80 % der Maßabweichung zuzuordnen sind [1]. Die Beherrschung thermisch bedingter Fehler in der Produktion ist somit eine große Herausforderung für die Zukunft.

Da vor allem großvolumige Bauteile, wie beispielsweise Maschinengestelle, auch bedingt durch räumliche Temperaturschichtungen dazu neigen, sich nicht achsparallel zu verformen wird so die steuerungsinterne Korrektur von Lageabweichungen wesentlich erschwert. Passive und aktive Gegenmaßnahmen sollen diese Effekte deutlich reduzieren. Aktuelle Forschungsansätze verfolgen dabei beiden Strategien.

### 1. Ansatz: Das gradierte Mineralgussbett

Durch die gezielte Variation der Materialeigenschaften von Mineralguss soll ein über die Bauteilhöhe und an die

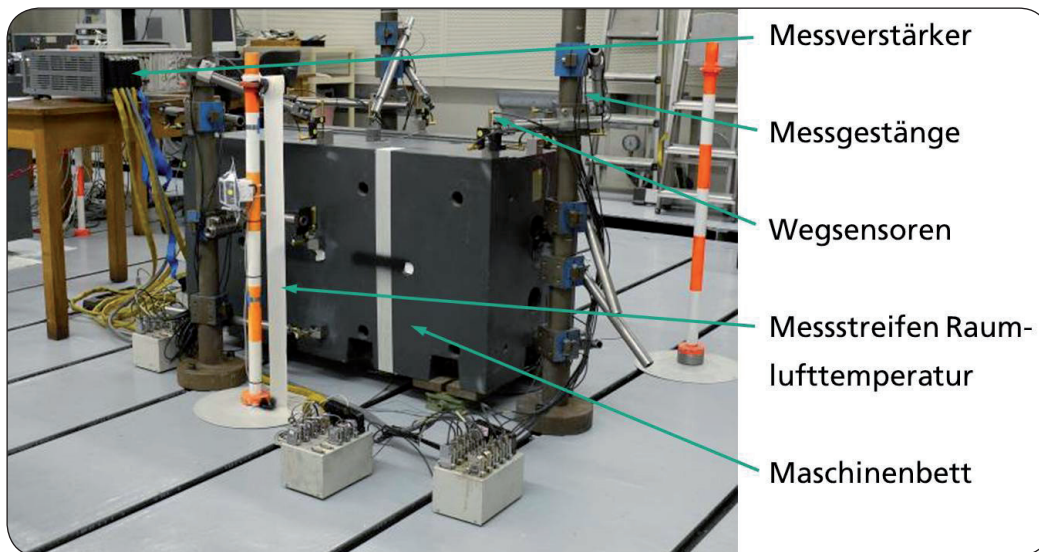


Funktionsprinzip eines gradierten Mineralgussbettes

dominant vorherrschenden Raumtemperaturen angepasster Ausdehnungskoeffizient Aufwölbungen der Bett-oberfläche reduzieren.

# PRODUKTIONSSYSTEME

## THERMISCH ROBUSTE STRUKTUREN



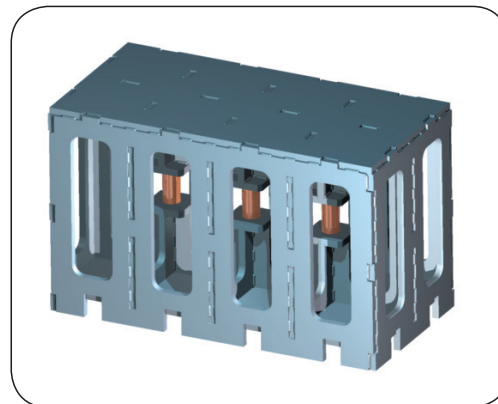
Messaufbau Mineralgussbett

Mit dem schichtweisen Aufbau des Bettes kann ein gerichtetes und damit nahezu ebenes Dehnungsverhalten erzielt werden. Dieser bereits patentierte Lösungsansatz würde die Prozessstabilität passiv, also ohne Zufuhr von Energie, erhöhen.

Simulationsergebnisse zur Vorbestimmung des thermischen Verhaltens werden durch Materialuntersuchungen abgesichert. Diese umfassen Eigenschaften von Mineralguss, wie beispielsweise Längendehnung, Wärmeleitfähigkeit und -kapazität. So wird es auch möglich sein Aussagen bezüglich der Hetero- bzw. Homogenität des Materials zu treffen.

## 2. Ansatz: Das aktiv kompensierte Maschinenbett als Stahlschweißkonstruktion

Über die Integration von Aktoren in eine Schweißbettkonstruktion soll das Verformungsverhalten eines Maschinenbettes aus Stahl aktiv beeinflusst



Demonstrator aktiv kompensiertes Schweißbett

werden. Die dabei vorgesehenen Stellemente arbeiten auf Grundlage des Piezoeffektes. Die Herausforderung ist hier speziell die querkraftfreie Integration der Elemente in die Gestellstruktur. Über ein eigens entwickeltes Aktormodulgehäuse konnte diese Problematik gelöst werden.

Durch das gegengerichtete Verspannen der Struktur können zudem auch mechanisch bedingte Verformungen kompensiert werden.

Das in der Abbildung dargestellte Konzept eines Funktionsdemonstrators ist skalierbar und kann somit in Länge und Breite an individuelle Vorgaben angepasst werden.

Grundlegend ist erkennbar, dass Kompensationsmaßnahmen als Basis für effiziente Korrekturmaßnahmen dienen können. Dabei nutzen energieoptimale technische Lösungen aktive oder passive Materialeffekte aus.

Die grundlegende Funktion der beschriebenen Ansätze zur Kompensation von thermisch bedingten Verlagerungen in Werkzeugmaschinen konnten bereits prototypenhaft nachgewiesen werden. Nächster Schritt ist es, die gewonnenen Erkenntnisse in komplexe Werkzeugmaschinen zu integrieren, wodurch das thermische Verhalten verbessert und die Prozessstabilität nachhaltig erhöht wird. Die beiden beschriebenen Verfahren können dabei ergänzend und unabhängig von anderen Kompensations- und Korrekturstrategien eingesetzt werden.

### Literatur:

[1] Mayr, Josef: „Entwicklung einer Methode zur Analyse, Vorhersage und Bekämpfung thermisch verursachter Verlagerungen auf Werkzeugmaschinen“ Zürich 2010