

5-Achs-Bearbeitungszentrum im Alzmetall-spezifischen Gantry-Konzept

Foto: Alzmetall

Das letzte μ herauskitzeln

Laser-Messsystem steigert Fertigungsgenauigkeit von 5-Achs-Bearbeitungszentren

Über volumetrische Kompensation lassen sich geometrische Abweichungen der Linear- und Rotationsachsen einer Werkzeugmaschine feststellen. Speziell für diesen Anwendungszweck wurde ein sub-mikrometergenaues Laser-Messsystem entwickelt. Es erfasst die Fehler und Korrekturwerte für alle Parameter und übergibt diese direkt an die Steuerungssoftware. Dadurch sind eine maximale Reduktion aller Geometriefehler und eine prozessstabile Fertigung ab dem ersten Bauteil möglich. Somit gibt es kaum Ausschuss oder Nachbearbeitungsaufwand.

Auch wenn alle Werkzeugmaschinen-Hersteller mit höchsten Genauigkeiten werben: Vor minimalen systematischen Geometriefehlern ist keine Maschine gefeit. Deutlich

wird dies vor allem bei modernen 5-Achs-Bearbeitungszentren, bei denen geometrische Abweichungen sowohl in den Linearachsen als auch in den Rotationsachsen auftreten können. Schnell summieren sich hier viele

kleine Geometriefehler zu Fertigungsungenauigkeiten, die im Falle sehr strenger Toleranzen die Maßhaltigkeit der gefertigten Bauteile gefährden können.

Abhilfe schafft das Verfahren der volumetrischen Kompensation, bei dem die einzelnen Abweichungsparameter der Achsen mit dem sub-mikrometergenauen Messsystem LaserTracer-MT von Etalon erfasst werden und die Korrekturwerte für alle Parameter anschließend direkt an die Steuerungssoftware der Werkzeugmaschine übergeben werden. Das Ergebnis: Eine maximale Reduktion aller Geometriefehler, eine prozessstabile Fertigung ab dem ersten Bauteil und somit kaum Ausschuss oder Nachbearbeitungsaufwand.

Hohe Genauigkeitsanforderung

Hans-Jürgen Bozner, Leiter des Alzmetall-Technologiezentrums, suchte für die hochdynamischen Bearbeitungszentren der Modellreihe GS in Gantry-Bauweise eine Möglichkeit, die verbleibenden minimalen Geometriefehler der ansonsten so thermostabilen und wiederholgenauen Werkzeugmaschinen wirksam zu kompensieren. Denn die Bearbeitungszentren des Typs GS werden vor allem dort genutzt, wo schwer zerspanbare Werkstoffe verarbeitet und/oder sehr hohe Genauigkeitsanforderungen an die Komponenten gestellt werden. Ein Beispiel ist die Flugzeugindustrie. Hier kommt es beim Zer-



Mittels Finite-Elemente- und Modalanalyse optimiertes Bearbeitungszentrum GS 1000/5-FDT mit extremer dynamischer und statischer Steifigkeit und höchster Präzision durch thermosymmetrischen Aufbau des Box-in-Box-Systems

spanen von Titan- oder Inconellegierungen zu enormen thermischen Belastungen der Werkzeugschneide. Darum werden üblicherweise große Schnittgeschwindigkeiten vermieden. Gleichzeitig müssen die komplexen Werkstücke in höchster Präzision gefertigt werden, denn bei derart teuren Werkstoffen ist Ausschuss inakzeptabel.

Volumetrische Kompensation in Linear- und Drehachsen

Bozner stieß auf das Messsystem LaserTracer-MT. Es handelt sich hierbei um ein selbstnachführendes Laserinterferometer mit Nanometerauflösung, das die Erfassung der Geometriefehler von Werkzeugmaschinen grundlegend vereinfacht: Mit konventionellen Messmitteln können die gesamten Geometrieabweichungen einer 5-Achs-Maschine nur mit extrem hohem Aufwand ermittelt werden – der gesamte Prozess kann mehrere Tage in



Der LaserTracer-MT wurde von Etalon für die Kalibrierung und Überwachung von Werkzeugmaschinen entwickelt. Grundkomponente ist ein Laserinterferometer mit Nanometer-Auflösung, das vollautomatisch einem Reflektor folgt und so in fast jede beliebige Richtung Längenmessungen mit höchster Genauigkeit durchführen kann.

Anspruch nehmen. Das Laserinterferometer hingegen benötigt nicht mehr als drei bis vier Stunden zur vollumfänglichen Erfassung aller Geometrieabweichungen. Kombiniert mit einer ausgeklügelten Software analysiert das Messsystem den gesamten Arbeitsraum der Werkzeugmaschine. Es liefert eine Genauigkeit von 1 µm und ermittelt dabei Positionsabweichungen, Geradheitsabweichungen, rotatorische Abweichungen (Nicken, Gieren, Rollen) und die Rechtwinkligkeit der Achsen zueinander. Auch die Winkelpositionierabweichungen, die Axial- und Radialbewegung und das Taumeln der Rotationsachsen werden vollständig erfasst.

Die Bestimmung der volumetrischen Abweichungen führt Alzmetall nach der Auslieferung direkt beim Kunden durch. „Man weiß nie, was auf dem Transport passiert. Darum ermitteln unsere Anwendungstechniker die Kompensationsdaten erst während der Endabnahme am finalen Standort der Maschine“, erklärt Bozner. „Da das Messsystem und die notwendigen Vorrichtungen in handlichen und stabilen Transportkoffern geliefert werden, können wir das System zu jedem beliebigen Ort mitnehmen.“

Messprozess: schnell, genau und effektiv

Auch der Zeitaufwand für die Ermittlung der Kompensationsdaten ist überschaubar. „Ist der Messprozess einmal aufgesetzt, kann eine komplette Werkzeugmaschine innerhalb eines Vormittags vermessen werden“, berichtet der Fachmann und fährt fort: „Was die Leistungsfähigkeit, Messgeschwindigkeit und Genauigkeit angeht, gibt es auf dem Markt keine Alternative zu diesem Messgerät.“

Zur Messung wird das System ohne spezielle Feinausrichtung im Maschinenraum ortsfest platziert. Anstelle eines Werkzeugs spannt der Anwendungstechniker eine magnetische Kugelhalterung ein. Im darauffolgenden automatisierten Messprozess vermisst das Gerät, das mit einem mehrstufigen Teleskopauszug ausgestattet ist, die Maschine in ihrem gesamten Arbeitsraum. Die notwendigen NC-Programme werden von der Etalon-Software automatisch generiert und die jeweiligen Distanzen zum Tool Center Point werden interferometrisch ermittelt. Die aufgenommenen Messwerte werden an die angeschlossene Messsoftware Trac-Cal übertragen, welche die Messdaten automatisiert auswertet. Die so gewonnenen Kompensationsdaten können visualisiert und anschließend direkt in die Steuerungssoftware der Werkzeugmaschine eingelesen werden. Damit die Übertragung der Korrekturdaten an die Steuerungssoftware wirklich problemlos erfolgt, arbeitet Etalon seit Jahren u.a. eng mit den Steuerungsherstellern Siemens und Heidenhain zusammen. Eine manuelle Aufbereitung der Daten durch den Anwendungstechniker ist nicht notwendig.

Steigerung der Geometrie-genauigkeit um 75 %

Der Technologiezentrumleiter fasst zusammen: „Mit der Volumenkompensation lässt sich das letzte µ an Genauigkeit aus der Werkzeugmaschine herauskitzeln, was für Unternehmen aus der Luftfahrtindustrie oder dem Rennsport sehr interessant ist. Unsere Erfahrung zeigt: Im Schnitt lässt sich die Geometrie-genauigkeit um rund 75 % steigern.“

Aber auch Hersteller, die keine allzu engen Toleranzen einhalten müssen, profitieren von dieser Funktionalität: einerseits, weil volumetrisch kompensierte Maschinen die Einlaufzeit von Fertigungsprozessen verkürzen, was sich insbesondere bei Kleinserien und einer großen Variantenvielfalt auszahlt – andererseits, weil sich die Originalgenauigkeit der Maschine nach einer Kollision sehr schnell wieder rekonstruieren lässt. Auch zur Kalibrierung der Maschine nach einer Wartung ist das Messverfahren von Etalon sehr gut geeignet.

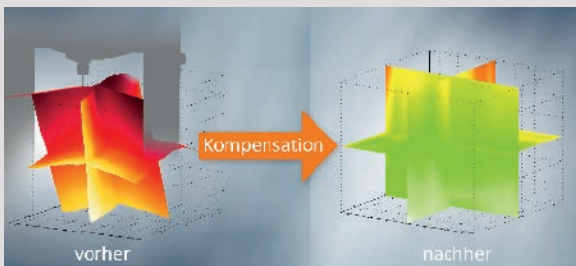
Autorin

Jutta Thiel, freie Redakteurin

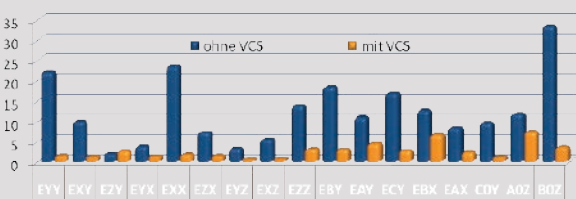
Kontakt

Etalon AG, Braunschweig
Tel.: +49 531 70 2228 00
info@etalon-ag.com
www.etalon-ag.com

Alzmetall Werkzeugmaschinenfabrik und
Gießerei Friedrich GmbH & Co.KG, Altenmarkt
Tel.: +49 8621 88 0
info@alzmetall.com
www.alzmetall.com



Mit Hilfe der volumetrischen Kompensation können die Geometriefehler von Werkzeugmaschinen deutlich reduziert werden. Die numerische Korrektur entfaltet jedoch erst dann ihre volle Wirkung, wenn die Werkzeugmaschine von sich aus eine hohe Wiederholgenauigkeit und eine hohe thermische Stabilität bietet.



Vergleichsgrafik: Geometrieabweichungen einer Werkzeugmaschine mit und ohne volumetrische Kompensation – hier über Software-Option VCS von Siemens.