



1 Schnell zum geometrischen Fingerprint einer Werkzeugmaschine: Etalon präsentiert auf der EMO den X-AX Laserbar zur teilautomatisierten volumetrischen Erfassung der Genauigkeit aller Linear- und Drehachsen einer Werkzeugmaschine in ihrem Zusammenwirken (© Hexagon)

Laserinterferometrie ■ volumetrische Maschinengenauigkeit ■ Analyse, Überwachung, Optimierung

# Blitzschnell zum geometrischen Fingerprint ihrer Maschine

Hexagon zeigt auf der EMO, wie auf schnelle Weise die volumetrische Genauigkeit von Werkzeugmaschinen bestimmt und Abweichungen kompensiert werden können. Mit dem neuem X-AX Laserbar von Etalon werden alle Werte normgerecht per Laserinterferometer ermittelt.

von Karl-Heinz Gies

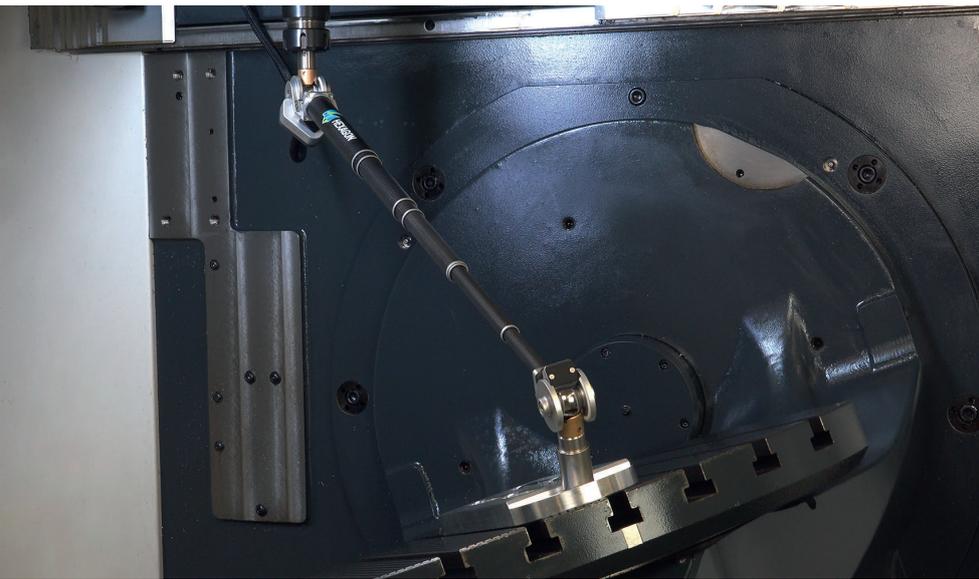
Die geometrische Grundgenauigkeit einer Werkzeugmaschine hat wesentlichen Einfluss auf die Genauigkeit in der spanenden Bearbeitung. Neue Maschinen werden daher in aller Regel vor Auslieferung aufwendig geprüft und einzelne Abweichungen bereits über Korrekturwerte in der Steuerung kompensiert. Um die Genauigkeit einer Maschine aber in ihrem gesamten Lebenszyklus immer auf gleichbleibend hohem Niveau zu halten, ist ein regelmäßiges Prüfen und Kompensieren dieser Abweichungen empfehlenswert.

Denn es ergeben sich im Laufe eines Maschinenlebens eine ganze Reihe von geometrischen Veränderungen. Allen gemeinsam ist, dass sie  $\mu\text{m}$ -genaues Arbeiten erschweren. Wer also hohe Genauigkeiten im hundertstel Millimeter oder gar Mikrometerbereich fertigen muss, sollte diese Veränderungen im Auge behalten.

#### Statik und Thermoelastik im Blick

Betrachtet werden sollten zunächst statische Einflüsse. Schon die Aufstellung einer Maschine nach deren Transport vom Werk und ihre Fundamentabstüt-

zung kann die Geometrie nachhaltig verändern, nicht nur in den einzelnen Achsen, sondern vor allem im kompletten Arbeitsraum. Das Gleiche ist gegeben, wenn Maschinen innerhalb eines Betriebs umgesetzt werden. Auch Verschleiß hinterlässt über die Lebensdauer seine Spuren. Wiederkehrende einseitige Belastungen des Arbeitstisches machen sich ebenso bemerkbar wie immer wieder gefahrene Achswege oder punktuell häufig wiederholte Bearbeitungslasten an gleicher Stelle. Auch unentdeckte Kollisionen hinterlassen in aller Regel Maß- und Winkelabweichungen.



2 Weil sich die Genauigkeit einer Maschine mit ihrer Nutzungsdauer verschlechtert: Das innovative Messsystem X-AX Laserbar von Etalon ermittelt auf Basis der Laserinterferometrie volumetrische Abweichungen im Arbeitsraum und gewinnt daraus Kompensationsdaten, die direkt an die Steuerung gesendet werden (© Hexagon)

Hinzu kommen thermoelastische Verformungen, denen Werkzeugmaschinen in ihrem täglichen Einsatz und durch klimatische Veränderungen über die Jahreszeiten hinweg unterliegen. Wer im Hundertstelbereich arbeitet oder gar das  $\mu\text{m}$  sucht, muss die Veränderungen seiner Maschine nachvollziehen.

#### Regelmäßige Kontrollen sinnvoll

Immer häufiger werden deshalb Maschinen in regelmäßigen Abständen auf Ihre Genauigkeit hin geprüft, nach DIN- oder ISO-Norm protokolliert und meist neu kompensiert. Bis dato ist eine solche Prüfung sehr aufwendig und

bedarf einer Vielzahl spezieller Messeinrichtungen. Das Handling dieser Messeinrichtungen ist Aufgabe für Experten und häufig mit Fehlern behaftet. Es hat sich herausgestellt, dass eine Prüfung ausschließlich entlang der Verfahrsachsen meist nicht ausreicht, um höchstmögliche Genauigkeiten im gesamten Arbeitsraum zu gewährleisten, insbesondere im 5-Achs-Betrieb.

Etalon, ein Unternehmen der Hexagon Gruppe, bietet Systemlösungen zur hochgenauen und umfassenden geometrischen Analyse, Überwachung und Genauigkeitssteigerung von Werkzeugmaschinen und Koordinatenmessgerä-

ten. Auf der EMO stellt Etalon den X-AX Laserbar vor, ein innovatives und universelles Messmittel, das die komplexe Geometrie von 3- bis 5-Achs-Maschinen mit sehr hoher Genauigkeit teilautomatisiert bestimmt.

#### Innovative Laserinterferometer-Lösung

Im Gegensatz zum bewährten Etalon-Lasertracer-NG, der in erster Linie auf großen Bearbeitungsmaschinen und Koordinatenmessgeräten zum Einsatz kommt, ist der X-AX Laserbar speziell für kleinere und mittlere Maschinen gedacht. Kernkomponente des Messmittels ist ein kompaktes Teleskoprohr mit integriertem Laserinterferometer, das in zwei Kugelnestern geführt wird. Davon wird eines auf dem Werkzeugtisch und eines an der Maschinenspindel angebracht. In der Grundausführung deckt das Teleskoprohr einen Längsbereich bis 1000 mm ab. Dadurch kann die Werkzeugmaschinenachsen im gesamten Arbeitsraum bei eingespanntem Messgerät verfahren werden, während die Distanzänderung mit einer Genauigkeit von 1  $\mu\text{m}$  erfasst wird.

Um die hohe Präzision zu erreichen, setzt der X-AX Laserbar auf eine patentierte Technologie: Start und Endpunkt des Messstrahls sind durch eine geschickte optische Anordnung virtuell in die Mittelpunkte der Kugelgelenke gelegt. Dadurch wird das ›Abbe-Prinzip‹ »

# Drehmaschinen für jeden Anspruch

**EMO Hannover**  
16-21.9-2019

**WIR SIND DABEI!**  
Halle 17 · Stand D50



**Maschinenbau**

Fachkompetenz im Verbund

**R&D Maschinenbau**

**R&D Steuerungstechnik**

**R&D Elektronik**

**R&D Maschinenbau**  
GmbH & Co. KG

Hacksteiner Weg 87-95  
41189 Mönchengladbach  
Telefon: +49 21 66 / 5 50 6-0  
Telefax: +49 21 66 / 5 50 8-55

www.rud.info  
sales@rud.info



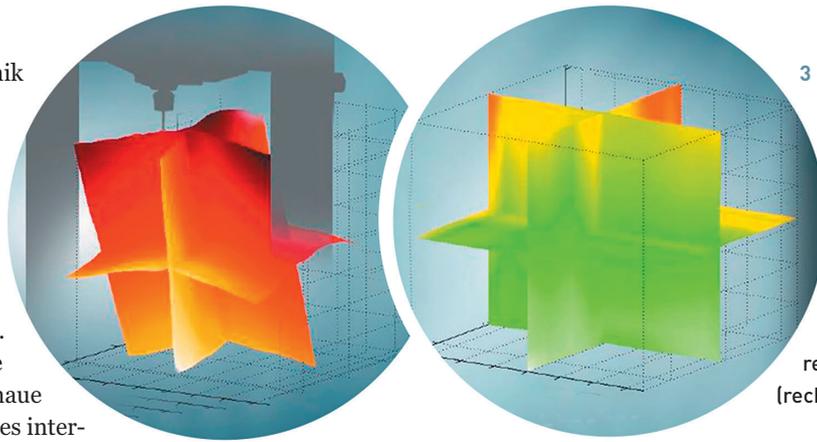
der Messtechnik eingehalten, demzufolge Maßstab und Messlänge keinen Versatz zueinander aufweisen sollten. Um dabei eine stets punktgenaue Ausrichtung des interferometrischen Messstrahls

zu gewährleisten, wird dieser automatisch durch Piezoelemente hochgenau nachgeführt. Der Messstrahl ist dabei vollständig von der Umwelt abgeschirmt, ein in das Teleskoprohr integrierter Temperatursensor sorgt außerdem für die interne Kompensation der Luftbrechung des Laserstrahls mit einer Genauigkeit von 0,1 µm pro Meter.

Durch Etalons Softwarelösungen wird dabei der Messprozess, die Datenauswertung und die Darstellung der Messwerte unterstützt. Nach Abschluss der Messung lassen sich aus den Messdaten Kompensationsdaten unterschiedlicher Komplexität erzeugen. Von einer klassischen Kompensation von Positionsabweichungen und/oder Geradheitsabweichungen bei Linearachsen und der Winkelpositionsabweichung bei Drehachsen bis hin zur vollständigen Kompensation der volumetrischen Abweichungen von 3- bis 5-Achs-Maschinen.

#### Normgerechte Protokollierung und Kalibrierung

Nach einem patentierten Verfahren erfasst der Laserinterferometer exakt alle Positionen und Wege der Maschine im



3 Nutzen eines geometrisches Fingerprints einer Maschine, ermittelt mithilfe des Etalon-X-AX-Laserbar-Messsystems: DIN- und ISO-Norm-konformes Prüfergebnis einer volumetrischen Vermessung der Ist-Maschinengenauigkeit (links) und Zustand nach erfolgreicher Volumenkompensation (rechts) (© Hexagon)

gesamten Arbeitsraum. Er ist hochpräzise, sodass die Werte im Sub-Mikron-Bereich erfasst und protokolliert werden. Mit der Software Trac-Cal werden die Werte für jede Maschinenachse und deren Freiheitsgrade aufgelistet und dargestellt. Per Knopfdruck können verschiedene Darstellungsarten und Diagramme gewählt werden, die kritische Werte hervorheben. Durch die volumetrische Messung werden bei Linearachsen die Abweichungen bei Positionierung, Geradheit in beiden Achsrichtungen, Nicken, Gieren und Rollen erfasst. Bei Drehachsen werden die Abweichungen in Orientierung, Winkelpositionierung, Axialbewegung (Hub), die Radialbewegungen und das Taumeln bestimmt.

Protokolle können mit der Software Trac-Check gemäß den Normen für Werkzeugmaschinen ISO 230-2 (achsparallele Linien), ISO 230-6 (Flächen- und Raum-Diagonalen), VDI 3441 oder ISO-230-4 (Kreisformtest) ausgelesen werden. Damit ergibt sich ein eindeutiger geometrischer Fingerprint der jeweiligen Maschine.

#### Ergebnis: Hochgenaue volumetrische Kompensation

Zur unmittelbaren Verbesserung der geometrischen Genauigkeit der Maschinen können die ermittelten Werte dann als neue Korrekturwerte in die Steuerungen eingeben und die Maschinen aktuell kalibriert werden. Die Etalon-Software kann dazu mit den modernen Maschinensteuerungen kommunizieren und auf Wunsch die ermittelten Werte direkt in die Korrekturwerte der Steuerung übertragen. Die beschriebene Messung ist dank des flexiblen CNC-Generators auf allen Werkzeugmaschinen möglich, Kompensationsformate werden für die Steuerungen von Siemens, Heidenhain, Fanuc, Fidia, Mitsubishi und Mazak direkt generiert.

In der Praxis zeigt sich die volumetrische Kompensation den bisher üblichen Verfahren überlegen. Die volumetrische Erfassung hat eine deutlich höhere Aussagekraft, die volumetrische Kompensation erhöht die Formtreue an den Werkstücken im Vergleich zur reinen Achskompensation, insbesondere bei der 5-Achs-Bearbeitung.

Nutzer dieser neuen Technik haben Verbesserungen der Geometrie Ihrer Maschinen im Bereich von 50 bis 90 Prozent bestätigt. Im Vergleich zu den bisherigen Verfahren ist die volumetrische Kompensation mit dem Etalon X-AX Laserbar zeitsparender und wesentlich einfacher durchzuführen. Werkzeugmaschinenhersteller zeigen großes Interesse und haben das Verfahren zum Teil schon in Ihre Abläufe integriert. Mit der deutlichen Reduktion von Messmitteln, der einfachen Bedienung und der hohen Flexibilität verbunden mit dem deutlich geringeren Investitionsaufwand gegenüber anderen Technologien rechnet sich dieses Verfahren aber auch für Dienstleister und jeden Hersteller eng tolerierter Teile.

Anwender können in regelmäßigen Abständen die Geometrie ihrer Werkzeugmaschinen verifizieren und bei Bedarf die Kompensationen erneuern. Durch die vollständige Erfassung der Maschinengeometrie entsteht eine erhöhte Bauteilqualität und Prozesssicherheit. Bei regelmäßiger, dokumentierter Überprüfung der Maschinengeometrie können auch bei Messungen auf der Werkzeugmaschine rückführbare, aussagekräftige Messprotokolle erzeugt werden. Hexagon bietet die hierfür geeignete Sensorik und Auswertesoftware an, sodass zusammen mit dem X-AX Laserbar von Etalon eine Komplettlösung für rückführbare Messungen von Bauteilen auf der Werkzeugmaschine angeboten wird. ■

## INFORMATION & SERVICE



### HERSTELLER

**Etalon GmbH**  
ein Unternehmen der Hexagon Gruppe  
38114 Braunschweig  
Tel. +49 531 702228-00  
[www.etalon-gmbh.com](http://www.etalon-gmbh.com)  
EMO Halle 6, B60

### DER AUTOR

**Karl-Heinz Gies** ist freier Fachjournalist und Inhaber der Agentur Gies Consult in Stuttgart  
[gies-consult@t-online.de](mailto:gies-consult@t-online.de)