

Genauigkeitsbeurteilung von Werkzeugmaschinen

Schnellverfahren verkürzt die Prüfung

Zunehmende Qualitätsansprüche bei der Teilefertigung stellen steigende Ansprüche an die geometrische Genauigkeit der Werkzeugmaschinen. Die Einhaltung der spezifizierten Genauigkeit neuer Maschinen wird bei deren Abnahme vom Maschinenhersteller mit verschiedenen Meßverfahren nachgewiesen. Weitere Prüfungen der Maschinengenauigkeit finden meist nicht statt.

Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Uwe Heisel
Dipl.-Ing. Rainer Krug

Diese Unterlassungssünde führt dazu, von innen oder äußeren Einflüssen bewirkte Veränderungen der anfänglich vorhandenen und nachgewiesenen Genauigkeit zunächst nicht zu bemerken. Erst fehlerhafte Werkstücke oder gar Ausschuß führen zur Suche nach den Fehlerursachen. Der Grund dafür ist, daß die herkömmlichen Methoden zur Maschinenvermessung wegen des zum Messen und Auswerten notwendigen Zeitbedarfs und Geräteaufwands für vorbeugende Untersuchungen als zu aufwendig erscheinen. Die regelmäßige Maschinenprüfung verlangt daher ein Meßverfahren, mit dem die Maschinengenauigkeit innerhalb kürzester Zeit einfach zu kontrollieren ist.

Ein dafür geeignetes, neues Meßsystem untersuchte und erprobte das Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart. Das PC-gestützte „Quick-Check-System“ erlaubt, innerhalb kürzester Zeit die für eine Genauigkeitsprüfung notwendigen Messungen durchzuführen. Lange Produktionsunterbrechungen lassen sich somit vermeiden.

▼ Kontrolle einer Fräsmaschine mit dem Quick-Check-System



Radiale Abweichungen werden bestimmt

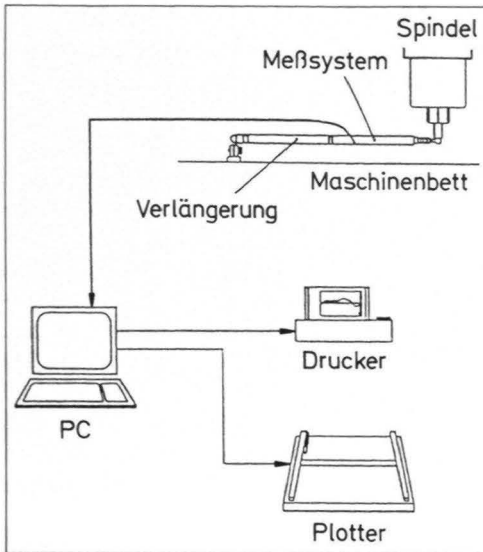
Der Meßablauf beruht darauf, die radialen Abweichungen eines von einer Spindel beschriebenen Halb- oder Vollkreises um eine zuvor als Zentrum definierte Kugel zu erfassen. Entsprechend des Verfahrensbereichs der Maschinenachsen kann der Radius zwischen 100 mm und höchstens 600 mm liegen. Sowohl statische als auch dynamische Messungen sind durchführbar.

Bei der statischen Messung fährt die Maschine, gesteuert von einem einfachen NC-Programm, einen Halb- oder Vollkreis, wobei sie in der Bewegung nach jeweils 45 Grad zur Meßwertübernahme kurz stoppt. Die statische Datenaufnahme dient der zahlenmäßigen Bewertung von Umkehrlosen, Wiederholgenauigkeiten, Skalierfehlern und der Bestimmung der Rechtwinkligkeit zwischen den beiden bewegten Achsen.

Die dynamische Messung erfaßt die Abweichungen über einen Kreisbogen oder Vollkreis ohne Bewegungsunterbrechung: Einflüsse des Interpolationsverhaltens der Steuerung werden erkennbar. Die dynamische Messung dient demnach hauptsächlich zum Ermitteln der Kreisforminterpolation und der Unrundheit.

Magnetsystem vereinfacht das Spannen

Im Einzelnen sind für die Durchführung einer Messung, unabhängig von statischer oder dynamischer Datenaufnahme, folgende Schritte notwendig: Ein Magnet hält eine Kugel – sie stellt den Kreismittelpunkt dar – auf dem Maschinentisch. Ein entsprechendes Aufnahmestück wird mit einem Spannfutter in die Spindel gesetzt. Im manuellen Betrieb wird dieses Aufnahmestück an die Kugel gefahren. Eine spezielle Kinematik



▲ System zum schnellen Prüfen der Maschinengenauigkeit, bestehend aus Meßeinrichtung, PC und PC-Peripherie (Bildnachweise: Renishaw GmbH, Filderstadt)

der am Maschinentisch befestigten Kugelaufnahme erlaubt es, die manuell aufeinandergefahrenen Elemente abzustimmen. Diese Position ist ein Werkstücknullpunkt. Die Maschine fährt dann zur Startposition des Meßlaufs. Nach dem Einsetzen des Meßsystems in die magnetische Aufnahme startet das NC-Programm.

Wie die Untersuchungen ergaben, beträgt der Zeitbedarf für die Durchführung einer Messung einschließlich der Justage des Meßsystems nur etwa fünf Minuten: Das heißt, die Messung in allen drei Hauptebenen dauert insgesamt nur etwa 15 Minuten.

Die Auswertung der Messungen geschieht mit einer auf einem IBM-kompatiblen PC lauffähigen Systemsoftware. Entsprechendes gilt für die Darstellung mit oder auf Peripheriegeräten. Einige Beispiele zeigen, wie sich geometrische Fehler in den Ergebnissen niederschlagen.

Personal Computer übernimmt die Auswertung

So läßt sich die resultierende Wiederholgenauigkeit zweier Achsen in den vorn genannten Kreissegmenten statisch messen. Den „schlechtesten“ Wert hebt das Programm optisch hervor, so daß von Messung zu Messung vergleichbare Genauigkeitsangaben vorliegen. – Die Rechtwinkligkeit zweier zueinander bewegter Achsen läßt sich tabellarisch darstellen. Neben den tatsächlichen Meßwerten zeigt das Programm die rechnerisch um die Nullpunktabweichung korrigierten Werte an. Maßeinheit der Rechtwinkligkeit ist die Bogensekunde. Zusätzlich ist der relative Skalierfehler x-y berechnet.

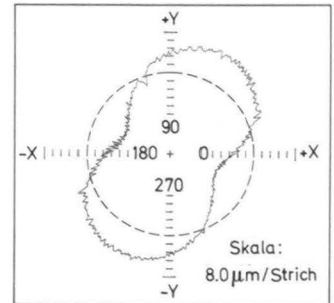
Beispiel einer dynamischen Messung ist die Kreisformabweichung bei einem Kreisdurchmesser von 300 mm, aufgezeichnet bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 20 m/min. Deutlich verzerren unterschiedliche Schleppfehler den Kreis, und es entsteht die charakteristische „Erdnußform“. Diese Messung prüft schnell die Wirkungen, die beim Verändern der Steuerungsparameter entstehen.

Darüber hinaus kann ein Meßlauf, der unmittelbar nach der Optimierung der Maschine stattfand, als „Fingerabdruck“ der Maschine gelten. Archiviert dient er als Referenz für spätere Genauigkeitsprüfungen, da der Vergleich der Messungen auftretende Abweichungen offenlegt.

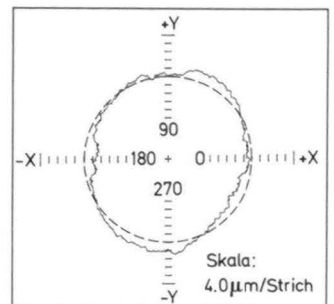
Fazit:

Untersuchungen und Vergleiche mit anderen Meßverfahren ergaben, daß mit dem „Quick-Check-System“ Geometriefehler schnell zu messen und gut zu erkennen sind. Im Rahmen der vorbeugenden Instandhaltung sind somit regelmäßige Genauigkeitsüberwachungen leicht durchführbar: Maschinenabweichungen lassen sich frühzeitig erkennen, weiter beobachten und bei Bedarf mit entsprechenden Maßnahmen korrigieren.

*Weitere Informationen:
Institut für Werkzeugmaschinen
der Universität Stuttgart,
Holzgartenstr. 17, 7000 Stuttgart 1*



▲ Ergebnis einer dynamischen Messung: Unterschiedliche Schleppfehler verzerren die Kreis- zur „Erdnußform“



▲ Die dynamische Messung einer kurz zuvor abgenommenen Maschine zeigt die Kreisform. Alle geometrischen Abweichungen liegen innerhalb der Toleranz