



Doctoral Thesis

Vorschlag zur Abnahme von Drei-Koordinaten-Messgeräten

Author(s):

Knapp, Wolfgang

Publication Date:

1984

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000311703> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 7555

Vorschlag zur Abnahme von Drei-Koordinaten-Messgeräten

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der technischen Wissenschaften
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
WOLFGANG KNAPP
Dipl. Masch.-Ing. ETH
geboren am 14. Februar 1956
in Bregenz, Österreich

Angenommen auf Antrag von
Prof. E. Matthias, Referent
Prof. Dr. C. Wehrli, Korreferent

ADAG Administration & Druck AG

Zürich 1984

Knapp, W.: Testing Coordinate Measuring Machines

Abstract

It is suggested to test coordinate measuring machines by measuring calibrated disks or rings of different diameters at different positions in the working area of the measuring machine ("circular test").

A three-coordinate measuring machine has 21 geometric error components (three errors of non-perpendicularity and per axis one positioning error, two straightness errors, one roll-, pitch- and yaw-movement). The influence of these 21 errors on the measurement of circles is shown analytically and with the help of computer simulations.

The results lead to the conclusion, that all 21 geometric error components can be detected by measuring six circles, two per principal plane of the measuring machine. The detection and separation of the errors is shown in a systematic arrangement of patterns of circular deviations.

A test on a measuring machine starts with the measurement of small circles (dia. smaller than 50 mm) to test the probe system. To test the geometry of the machine larger circles (dia. greater than 50% of the shortest axis of travel) are measured. If no calibrated disks or rings are available, the deviations of the disk or ring can be detected by using the reversal method.

For a first check of the geometry it is sufficient to measure one circle in a three-dimensional arrangement. To be able to recognize the machine axis that is the main source of the circular deviations, three tests, one per principal plane of the machine, are necessary. To separate all 21 error components six tests, two per principal plane of the machine, have to be carried out.

In the annex the used mathematics and computer programs are described in detail. Drawings of a disk and of workpieces to mantle the disk and systematic patterns of three different machines are included.

Vorschlag zur Abnahme von Koordinaten-Messgeräten

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird ein Verfahren zur geometrischen Abnahme von Dreikoordinaten-Messgeräten beschrieben. Bei diesem Verfahren werden kalibrierte Kreisringe oder Kreisscheiben verschiedener Durchmesser in verschiedenen Raumlagen gemessen ("Kreisformtest").

Im ersten Teil der Arbeit werden die Auswirkungen der 21 geometrischen Abweichungen eines Dreikoordinatenmessgerätes auf Kreismessungen in verschiedenen Koordinatenebenen gezeigt (Die 21 Abweichungen sind im einzelnen: drei Rechtwinkligkeitsabweichungen und pro Koordinatenachse eine Positionsabweichung, zwei Geradheitsabweichungen, eine Roll- und zwei Kippbewegungen.). Die Auswirkungen der Geometrieabweichungen werden analytisch und durch Rechnersimulationen bestimmt.

Aufgrund der Auswirkung der einzelnen Geometrieabweichungen kann für jeden Gerätetyp eine Systematik der Geometrieinflüsse auf Kreismessungen hergeleitet werden. Es wird gezeigt, dass mit sechs Kreismessungen, zwei pro Koordinatenebene, die Einflüsse aller 21 Geometrieabweichungen erkannt und in ihrer Grösse abgeschätzt werden können.

Im zweiten Teil der Arbeit werden praktische Abnahmeverfahren mit Kreisformtests vorgestellt. Zur Erfassung der Abweichungen im Tastsystem werden kleine Kreise (Durchmesser kleiner als 50 mm), zur Erfassung der Geometrieabweichungen grosse Kreise (Durchmesser grösser als die halbe Länge der kürzesten Geräteachse) gemessen. Die Messungen können auch mit unkalibrierten Kreisscheiben oder Kreisringen ausgeführt werden, da durch eine Umschlagsmessung die Kreisformabweichungen der Kreisnormale eliminiert werden können.

Für eine grobe Kontrolle der Gerätegeometrie wird ein schräg im Raum angeordnetes Kreisnormal gemessen ("Schnelltest"). Für eine Geometriekontrolle mit grober Zuordnung der Abweichungen zu den einzelnen Achsen sind drei Kreismessungen, eine pro Koordinatenebene, notwendig ("einfache Abnahme"), für eine detaillierte Analyse der Geräteabweichungen sind sechs Kreismessungen, zwei pro Koordinatenebene, notwendig ("systematische Abnahme").

Die verwendeten Simulationsprogramme und die analytischen Herleitungen der Kreisformabweichungen werden im Anhang detailliert beschrieben. Ausserdem sind Konstruktionszeichnungen für ein Kreisnormal und für Vorrichtungen zur Montage der Normale, ebenso je eine Systematik der Geometrieabweichungen für drei verschiedene Gerätetypen in der Arbeit enthalten.