



Doctoral Thesis

## Das Masskörperverfahren zur Vermessung von Robotern

**Author(s):**

Tanner, Charles

**Publication Date:**

1990

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000577961> →

**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](#).

19. Nov. 1990

Diss. ETH

Diss. ETH Nr. 9261

# DAS MASSKÖRPERVERFAHREN ZUR VERMESSUNG VON ROBOTERN

ABHANDLUNG  
Zur Erlangung des Titels  
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

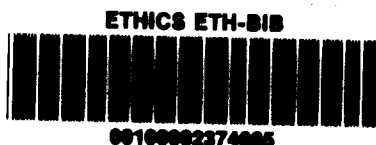
CHARLES TANNER

Dipl. El.-Ing. ETH  
geboren am 6. Januar 1961  
von Luzern LU

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr.-Ing. J. Hugel, Referent  
Prof. Dr.-Ing. J. Weiler, Korreferent

1990



*J. Hugel*

# Kurzfassung

---

Mit dem Wandel in der Produktionstechnik, als Stichwort sei nur CIM erwähnt, vollzieht sich im Bereich der Roboterprogrammierung der Uebergang von der "Teach-in-" zur "Off-line-Programmierung".

Als Folge dieser Entwicklung ergeben sich neue Forderungen an die Genauigkeit der Maschinen. Für den Roboterhersteller, sowie auch für den Anwender, stellt sich somit vermehrt die Frage der Spezifikation und Kontrolle von Genauigkeitskenngrössen. Hierzu sind eine ganze Reihe von Messmitteln bekannt, deren Preis in der Regel jedoch nur für den Roboterhersteller akzeptabel ist.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es nun, ein kostengünstiges Messverfahren zu entwickeln, das den Bedürfnissen der Roboteranwender entgegen kommt.

Der Vergleich verschiedener Verfahren lässt erkennen, dass Masskörper die gestellten Bedingungen bezüglich Kosten, Einsatz und Genauigkeit sehr gut erfüllen. Die Suche nach einem solchen, speziell für die Robotervermessung geeigneten Körper, zeigt jedoch, dass eine hohe Messpunktdichte im Volumen mit herkömmlichen Prüfkörpern nur schwer zu erreichen ist.

Diese Situation führte zur Entwicklung einer Würfelplatte, die gewisse Eigenschaften von Stufenendmass, Lochplatte und Kugelwald verbindet. In einem Messraum von  $300 \times 300 \times 300 \text{ mm}^3$  lassen sich damit mehr als 5000 Antastpunkte erfassen. Ermöglicht wird dies durch die Kombination des Masskörpers mit einem geeigneten Aufbausystem von Stützelementen, die mit grosser Präzision aufeinander geschichtet werden.

Neben der Bestimmung von Genauigkeitskenngrössen erlaubt die grosse Anzahl von Messpunkten auch die Bestimmung von lokalen Korrekturfunktionen. Integriert man diese Funktionen in Programme zur "Off-line-Programmierung", so ergeben sich für den Anwender neue Möglichkeiten der Kompensation von Koordinatenverzerrungen des Maschinenkoordinatensystems.

# Abstract

---

In the changes taking place in production technology - CIM is only one of them - we can observe the transition from teach-in to off-line-programming in robotics. From this development ensue new requirements on the precision of the machines. Both the robot manufacturers and the users have to deal with the specification and control of the characteristic accuracy parameters. A whole range of methods of measurement is already known, the price of which, however, is only acceptable to the manufacturers of robots. The aim of the present thesis is the development of a cost-effective method of measurement which meets the requirements of robot users.

The comparison of various methods shows that measurement standards meet the requirements as far as costs, use, and accuracy are concerned. The search for such a measurement standard, particularly suitable for robot calibration, shows that a high concentration of measurement points is not easily attainable with common instruments.

This situation leads to the development of a multicube-gauge with evenly spaced cubes that combines certain properties of step gauge, boring plate and three-dimensional ball-plate. In a volume of  $300 \times 300 \times 300 \text{ mm}^3$  more than 5000 reference points can be obtained thanks to this new gauge. This is made possible by combining the gauge with a suitable system of mounting elements organized in precise layers.

The high concentration of reference points makes it possible to determine not only the characteristic accuracy parameters but also local correcting functions. If these functions are integrated in programs for off-line-programming the user has new possibilities of compensating the deformation of the machine's coordinate system.