



Qualitätssicherung von Messsystemen und Prüfmitteln

M. Hennes, C. Depenthal, M. Juretzko

Die Qualitätssicherung gewinnt immer größere Bedeutung in allen Bereichen der Vermessung. Deswegen müssen Messsysteme und Prüfeinrichtungen immer höheren Qualitätsansprüchen genügen. Um die generelle Funktion der Messsysteme unter den aktuellen Messbedingungen zu kontrollieren, werden immer häufiger Feldprüfungen durchgeführt. Diese können aber nicht die generell fehlerfreie Funktion gewährleisten (Beispiel: durch eine Nivellierprobe lässt sich der Kollimationsfehler beseitigen, sie eliminiert jedoch keine weiteren Fehler). Dies bedeutet, dass die Einhaltung der herstellerseitigen Spezifikationen und die Erhaltung der Systemeigenschaften bei Gebrauch und nach Lagerung geprüft werden müssen. Am Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe (GIK) sind Untersuchungen und Prüfungen hinsichtlich einer Reihe von Aspekten an verschiedenen Messsystemen und Prüfmitteln durchgeführt worden. Die Rückführung auf ein international anerkanntes Normal ist sichergestellt worden. Im folgenden werden einige Beispiele gezeigt.

Einhaltung der herstellerseitigen Spezifikationen

über den gesamten Messbereich

Prüfung: Elektronischer Kollimator (microradian ThetaScan T40 mit Verstärker E2)

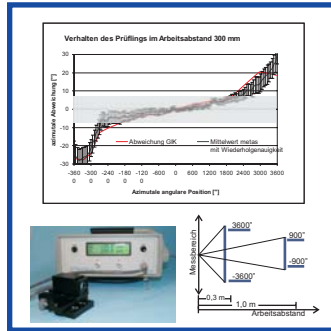
Problemstellung: Das vom Hersteller mitgelieferte Prüfprotokoll wird angezweifelt. Es weist für den Standardarbeitsabstand 12 inch (300 mm) eine Genauigkeit von 7.2" über den **Messbereich von ±3600"** aus.

Prüfmittel: T2002 und DKM2

Verifizierung am GIK: Unter Einhaltung der herstellerseitig spezifizierten Messbedingungen werden Linearitätsfehler aufgedeckt, die die Spezifikation weit übersteigen (vgl. Graphik rechts).

Konsequenz: Der Lieferant muss das minderwertige Gerät zum vollen Kaufpreis zurücknehmen (Urteil des Landgerichts Karlsruhe vom 1.4.2005, 2 O 358/04).

Rückführung: metas (Bundesamt für Metrologie Schweiz) bestätigt die Ergebnisse des GIK.



über den gesamten Arbeitsabstand

Prüfung: Elektronischer Kollimator (microradian ThetaScan T40 mit Verstärker E2)

Problemstellung: Die vom Hersteller spezifizierte Genauigkeit von 7.2" für **Arbeitsabstände bis zu 1 m** im Messbereich von 900" werden angezweifelt.

Prüfmittel: T2002 und Leitz-Kollimator

Verifizierung am GIK: Unter Einhaltung der herstellerseitig spezifizierten Messbedingungen werden Linearitätsfehler aufgedeckt, die die Spezifikation weit übersteigen.

Konsequenz: Der Lieferant muss das minderwertige Gerät zum vollen Kaufpreis zurücknehmen (Urteil des Landgerichts Karlsruhe vom 1.4.2005, 2 O 358/04).

Rückführung: metas (Bundesamt für Metrologie Schweiz) bestätigt die Ergebnisse des GIK.

bei kinematischem Betrieb

Prüfung A: Robottachymeter (Verschiedene Hersteller)

Prüfung B: zeitreferenzierter Dreharm (Neuentwicklung GIK)

Problemstellung: Die Leistungsfähigkeit von Robottachymetern ist für den kinematischen Betrieb aus Herstellerangaben nicht unmittelbar vergleichbar und für spezielle Problemstellungen nicht ableitbar. **Leistungsmerkmale** können nur durch Messungen zu definiert bewegten Objekten abgeleitet werden. Hierzu wurde ein zeitreferenzierter Dreharm entwickelt.

Prüfmittel für Robottachymeter: zeitreferenzierter Dreharm

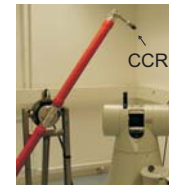
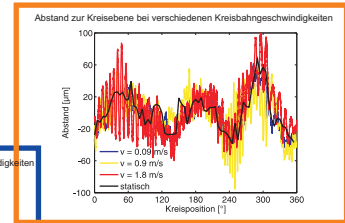
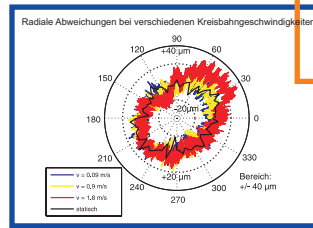
Prüfmittel für zeitreferenzierten Dreharm: kalibrierter Lasertracker, Spiegelpolygon und Autokollimator, Zähler Agilent 53132A

Verifizierung am GIK: A: Ableitung von Leistungsmerkmalen aus Messungen zu definiert bewegten Objekten; in Arbeit

B: bei $v <= 2$ m/s: räumliche Positionierung: radial: ± 0.04 mm, planar: ± 0.08 mm, tangential: ± 1 mm wegen Zeitreferenzierung besser als 1 ms

Konsequenz: Prüfeinrichtung erfüllt Anforderungen für Robottachymeter im kinematischen Betrieb

Rückführung: planar und radial: durch Lasertracker LTD 500, NIST-zertifiziert; tangential: selbstkalibrierendes Rosettenverfahren mit eingehängten Messreihen; Zeit: Agilent 51132A Zähler mit 225 MHz



Erhaltung der Systemeigenschaften bei Gebrauch

Bei Neukonstruktion (A) und nach (rauem) Transport (B)

Problemstellung: Während des Transports kann sich die **mechanische Justierung eines Lasertrackers** geringfügig ändern. Durch anschließende Kalibrierung wird eine Reihe von Justierparametern neu ermittelt. Dies geschieht unter anderem durch Vermessen von Referenzkreisen im kinematischen Messmodus, die durch einen Präzisionsdreharm erzeugt werden. Die Genauigkeitsforderung für diese Referenzbahn liegt bei:

- Radiale Abweichung vom Kreis: 5 µm
- Abweichung der Bahn aus einer Ebene: 10 µm

Sie ist bei **Neukonstruktionen vom Dreharm** vorab zu verifizieren

Prüfung A: Hochpräzisionsdreharm (Neuentwicklung GIK)

Prüfung B: Lasertracker (Leica LTD 500)

Prüfmittel für Hochpräzisionsdreharm: Messuhr

Prüfmittel für Lasertracker nach Transport: Hochpräzisionsdreharm

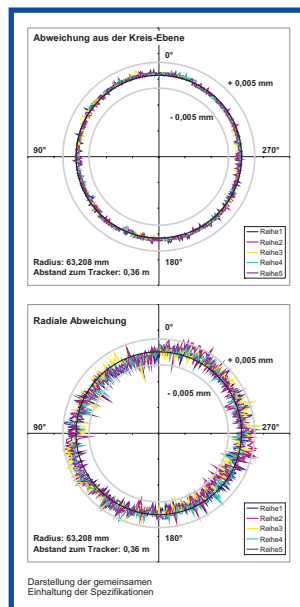
Verifizierung am GIK: A: Die Überprüfung der Rundlaufgenauigkeit der Dreharmachse erfolgte mit Hilfe eines Präzisionsmessfühlers (Skalenteilung 1µm). Die maximalen Abweichungen lagen unter 1µm, womit ein Taumeln der Achse ausgeschlossen werden kann. Haftreibungseffekte wurden durch den Versuchsaufbau weitgehend ausgeschlossen.

B: Die Überprüfung der Messgenauigkeit des Lasertrackers im kinematischen Messmodus erfolgte in verschiedenen Entfernungsbereichen. Im Nahbereich (0,36m) ergaben sich mit kleinem Dreharmradius:

Abweichung aus der Kreis-Ebene: 0,8 µm
Radiale Abweichung: 2,2 µm

Konsequenz:

Lasertrackermessungen im Nahbereich und Hochpräzisionsdreharm liegen gemeinsam innerhalb der Spezifikation



bei Gebrauch unter variablen Messbedingungen

Prüfung: Tachymeter (Leica TCRP1201)

Problemstellung: Wird im Nahbereich die spezifizierte Distanzmessgenauigkeit bei **verschiedenen Oberflächen und Materialien** eingehalten? Kann sie durch eine Kalibrierfunktion verbessert werden?

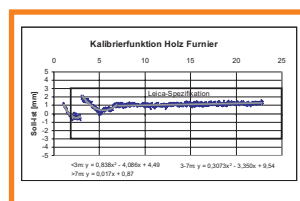
Prüfmittel: Interferometer HP 10885A

Verifizierung am GIK: Vergleichsmessung auf der Interferometerbahn des GIK

Konsequenz: bei weißem Plexiglas und Styropor wird die Spezifikation zum Teil deutlich nicht eingehalten.

Materialspezifische Kalibrierfunktionen verbessern die Distanzmessgenauigkeit um bis zu Faktor 15, wodurch die Spezifikation im Nahbereich um mehr als Faktor 3 unterschritten wird.

Rückführung: durch Weimer Messtechnik mit jod-stabilisiertem He-Ne-Laser System (Cal. N° 7744)



Information

Geodätisches Institut
Englerstrasse 7
D-76131 Karlsruhe

Information im Internet
www.gik.uni-karlsruhe.de

Veröffentlichung
JURETZKO, M. [2006]: Leistungsfähigkeit des reflektorlosen Distanzmessmoduls R300 der Tachymeterserie TPS1200 von Leica. FuB, 2/2006, S.90-95.

Kontakt
hennes@gik.uni-karlsruhe.de
depenthal@gik.uni-karlsruhe.de
juretzko@gik.uni-karlsruhe.de

Phone +49- (0) 721 6082300



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825



Geodätisches Institut