

Bachelor-Thesis 2010

Genauigkeits- untersuchung des Absolute Trackers AT401



Autoren: Christoph Berger
Timo Kohler

Examinator: Prof. Dr. Reinhard Gottwald

Experte: Dr. Raimund Loser

Genauigkeitsuntersuchung des Absolute Trackers AT401

Im Frühjahr 2010 brachte die Leica Geosystems den Absolute Tracker AT401 auf den Markt. Er ist Dank seiner kompakten Bauweise das mobilste Koordinatenmessgerät der Welt, welches mit Batterie betrieben werden kann. Der AT401 ist eine Kombination aus klassischem Laser Tracker und einem Tachymeter. Er zeichnet sich durch seine hohe Koordinatenmessgenauigkeit aus, welche mit Hilfe des hochgenauen Absolutdistanzmessers (ADM) erreicht wird.

Schlagworte: AT401, Laser Tracker, Genauigkeitsuntersuchung, Absolutdistanzmessung, Koordinatenmessgerät

1. Aufgabenstellung

In dieser Bachelor-Thesis soll eine umfangreiche Genauigkeitsuntersuchung des Absolute Tracker AT401 durchgeführt werden. Ziel ist es, die einzelnen Systemkomponenten zu prüfen und eine Beurteilung des Gesamtsystems vorzunehmen.

2. Funktionsprinzip

Die Distanzmessung wird nach dem Verfahren der Polarisationsmodulation durchgeführt. Die erreichbare Distanzgenauigkeit wird mit $\pm 10\mu\text{m}$ (MPE, Maximum Permissible Error) spezifiziert. Für die Winkelmessung werden 4 Encoder verwendet. Die damit erreichbare Genauigkeit einer Absolute Winkelmessung wird mit $\pm 15\mu\text{m} + 6\mu\text{m}/\text{m}$ (MPE) spezifiziert. Des Weiteren ist ein hochgenauer Zweiachskompensator integriert, der eine Orientierung zur Gravität mit einer Neigungseinstellgenauigkeit von 0.15mgon (1σ) ermöglicht.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Im Rahmen der Arbeit wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Untersuchungen der Wiederholgenauigkeit der Winkelmesssensoren (Hz, V) und des Distanzmessers
- Beurteilung der 3D Koordinatenqualität über eine räumliche Netzmessung
- Prüfung des AT401 gemäss VDI-Norm 2617
- Prüfungen des Kompensators und dessen Einfluss auf die Höhenbestimmung
- Prüfung der absoluten Richtungsgenauigkeit in Anlehnung an die ISO Norm 17123-3
- Untersuchung zum Aufwärmverhalten des Gesamtsystems
- Vergleichsmessungen des Distanzmessers mit einem Interferometer

4. Die wichtigsten Resultate

Richtungs- und Vertikalwinkelgenauigkeit:

Die Bestimmung der Richtungs- und Vertikalwinkelgenauigkeit wurden in Anlehnung an die ISO Norm 17123-3 durchgeführt. Diese Norm legt das Prüfverfahren für Theodolite fest. Das darin beschriebene Verfahren wurde zur Prüfung des Trackers adaptiert. Daraus resultieren empirische Standardabweichungen von **0.05mgon** für den Vertikalwinkel und **0.10mgon** für die Horizontalrichtung.

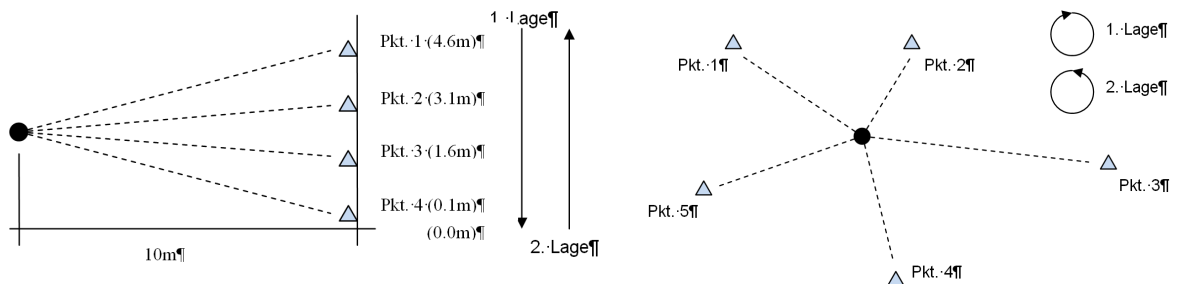


Abb 1 Schematische Darstellung des Aufbaus gemäss ISO, links: Vertikalwinkel, rechts: Richtung

Distanz:

Mit einer spezifizierten Wiederholgenauigkeit von $5\mu\text{m}$ (MPE) arbeitet der Sensor in einem Genauigkeitsbereich bei dem Umwelt- und andere Einflüsse einen wesentlichen Anteil zur erreichbaren Genauigkeit beitragen. Wie in

Abb 2 ersichtlich, hat die Messdauer einen Einfluss auf die Genauigkeit der Resultate.

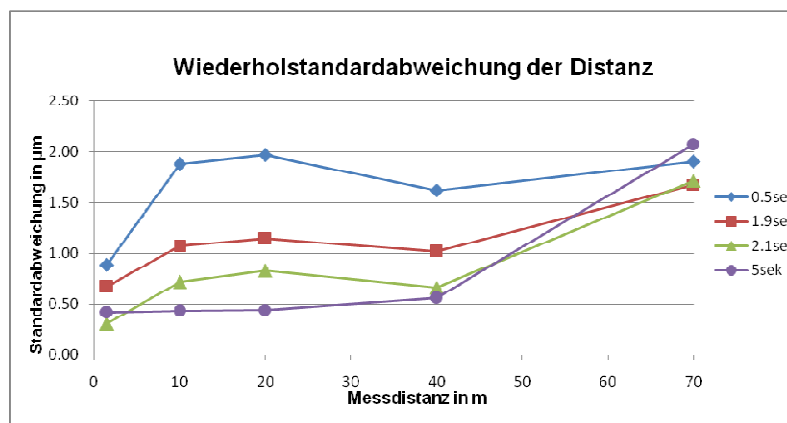


Abb 2 Wiederholgenauigkeit in Abhängigkeit der Messdauer

3D Koordinatenqualität:

Aus der Messung eines 20x20x5m grossen 3D Netzes werden die in Tabelle 1 ersichtlichen Resultate erzielt.

Messzeit	0.5 Sek	2.5 Sek
Max. Restklaffungen	120 μm	46 μm
Total RMS der ausgeglichenen Koordinate	63 μm	26 μm

Tab 1 Maximale Restklaffungen der Koordinaten von einer Station gegenüber den ausgeglichenen Nominalwerten

5. Fazit

Mit den durchgeführten Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass der AT401 innerhalb der Herstellerspezifikationen arbeitet. Die erreichten Resultate liegen im Bereich eines halben MPE, was auch den Erwartungen gemäss Instrumentenspezifikationen entspricht. Der AT401 ermöglicht eine einfache und zuverlässige Bestimmung von 3D-Punkten im Mikrometerbereich. Die Wahl einer genügend langen Messzeit ist entscheidend für die Qualität des Resultats. In Punkto Energieverbrauch, Mobilität und Bedienung erreicht das Instrument beinahe den Standard eines Tachymeters.

Autoren: Timo Kohler limoka@gmx.ch
Christoph Berger christoph.berger01@gmx.ch
Examinator: Prof. Dr. Reinhard Gottwald reinhard.gottwald@fhnw.ch
Experte: Dr. Raimund Loser raimund.loser@leica-geosystems.com