

# EOT 2000 – ein elektrooptisches Tachymeter des VEB Carl Zeiss JENA

Wilfried Weigold

Seit einigen Jahren werden die klassischen feinmechanisch-optischen Vermessungsgeräte durch elektrooptische Strecken- und Winkel-Streckenmeßgeräte ergänzt und teilweise vollständig ersetzt. Dadurch konnten neue effektivere Technologien mit einer Steigerung der Arbeitsproduktivität erarbeitet werden.

Die Entwicklung von elektrooptischen Streckenmeßgeräten begann in Jena bereits Anfang der sechziger Jahre. Ab 1965 wurde das elektrooptische Streckenmeßgerät EOS und ab 1970 das EOK 2000 serienmäßig produziert.

Unser Vermessungsgeräteprogramm ist jetzt mit dem elektrooptischen Tachymeter EOT 2000 – einem kombinierten Winkel-Streckenmeßgerät mit automatischer digitaler Streckenmessung und visueller Kreisablesung – weiter modernisiert und vervollständigt.

## 1. Konzeption des EOT 2000

Bei der Festlegung der Konzeption einschließlich des Hauptparameters Genauigkeit sind wir davon ausgegangen, daß ein universell einsatzfähiges Gerät neben der heute üblichen Streckenmeßgenauigkeit von etwa  $\pm 1$  cm im gesamten Streckenmeßbereich eine entsprechend hohe Winkelmeßgenauigkeit im Sekundenbereich aufweisen muß.

Eine weitere Grundvoraussetzung für die konstruktive Lösung war die Anwendung einer gemeinsamen Optik für die Winkel- und Streckenmessung.

Aus diesen Gründen sind wir von dem in der Praxis bewährten Sekundentheodolit THEO 010 A als Meßkopf, kombiniert mit dem Strahlengang für die elektrooptische Streckenmessung, ausgegangen.

Die Verwendung des Theodolitenrohres mit einem Objektdurchmesser von 40 mm auch für den Streckenmeßstrahlengang ermöglicht den Einsatz von wesentlich kleineren und leichteren Reflektorprismen gegenüber den herkömmlichen elektrooptischen Streckenmeßgeräten, wie zum Beispiel dem EOK 2000. Durch diese Grundkonzeption mit den Hauptparametern

$m_s = \pm 10$  mm

$m_w = \pm 0,3$  mgon bzw.  $1''$

Meßbereich =  $0,2 \dots 3000$  m

ist das elektrooptische Tachymeter EOT 2000 für eine Vielzahl von Aufgabengebieten einsetzbar.

Typische Anwendungsgebiete sind u. a.:

– Tachymetrische Geländeaufnahme für alle

geodätischen Anwendungsgebiete

– Präzisionstachymetrie

– Polygonierungen aller Klassen einschließlich Präzisionspolygonierungen

– Paßpunktbestimmungen

– Messungen im Aufnahmenetz sowie für Triangulation und Trilateration

– Messungen für die Aufnahme, Absteckung und Überwachung von Bauwerken, besonders im Straßen-, Eisenbahn-, Wasser-, Städte- und Bergbau.

## 2. Konstruktive und elektronische Lösung

Das EOT 2000 besteht aus zwei nicht trennbaren konstruktiven Einheiten. Dem eigentlichen feinmechanisch-optischen Meßkopf und dem darunter befindlichen Elektronikteil. Der Streckenmeßstrahlengang wird durch die Stehachse des Meßkopfes, dem modifizierten THEO 010 A, in das Unterteil geführt. Damit ist der Meßkopf frei drehbar und das Fernrohr durchschlagbar. Zur Sicherung einer bequemen Bedienung und Ablesung der Meßwerte in allen Arbeitstellungen des Meßkopfes ist dem Elektronikteil ein Bedienpult zugeordnet. Da die Befestigung des EOT 2000 auf dem Stativ 3v über den Dreifuß 60 A erfolgt, kann mit der üblichen Zwangszentrierung gearbeitet werden. Zum schnelleren Aufsuchen der Gegenstation ist zusätzlich in die kombinierte Winkel- und Streckenmeßoptik ein regelbarer Scheinwerfer einblendbar. Für genaue Winkelmessungen kann der Scheinwerfer gleichzeitig zum Aufhellen der anzuziehenden Prismen verwendet werden. Als weitere Funktion übernimmt die Lampe des Scheinwerfers die Bleuchtung der Teilkreise sowie des Strichkreuzes. Dieser kombinierte Scheinwerfer ermöglicht die volle Einsatzfähigkeit des Gerätes auch bei ungünstigen Sichtbedingungen und bei Dunkelheit.

Die Streckenmessung einschließlich Kalibrierung erfolgt vollautomatisch durch Einschaltung einer internen Kurzschlußstrecke nach dem bereits mehrfach bewährten Phasenmeßprinzip. Die Intensität wird mit Hilfe des Indikatorinstruments manuell eingestellt.

Als Sender dient eine GaAs-Lumineszenzdiode und als Empfänger ein Halbleiterfotopempfänger. Eine komplette Streckenmessung dauert etwa 10 Sekunden. Die in der Anzeige am Bedienpult erscheinende Schrägstrecke ist bereits mit der Additionskonstante und – wenn vorher eingetastet – mit dem Korrekturfaktor

für die atmosphärische Korrektur versehen.

Da die Maßstabsfrequenz auf mittlere atmosphärische Bedingungen bezogen wird, ist die Anbringung des Korrekturfaktors in vielen Fällen nicht erforderlich.

Der visuell gemessene Vertikalwinkel kann zur Berechnung des Höhenunterschiedes und der Horizontalentfernung am Bedienpult eingetastet werden. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, die Standpunkthöhe über NN einzutasten, um somit die Zielpunkthöhe über NN zu ermitteln. Die Erdkrümmung wird automatisch berücksichtigt.

Im folgenden sollen die wesentlichen Parameter des EOT 2000 genannt werden:

Meßgenauigkeit

mittlerer Fehler einer Streckenmessung  $\pm 10$  mm

mittlerer Fehler einer in 2 Fernrohrlagen gemessenen Richtung für V und Hz  $\pm 0,3$  mgon bzw.  $1''$

Reichweite

bei günstigen atmosphärischen Bedingungen

mit 1 Prisma 1000 m

mit 3 Prismen 1500 m

mit 7 Prismen 2000 m

mit  $3 \times 7$  Prismen 3000 m

Eindeutigkeit der Streckenmessung 1999,999 m oder 6561,69 ft

Kleinste angezeigte bzw. eingetastete Einheit 1 mm oder 0,01 ft und 0,1 mgon bzw.  $1''$

Maßstäbe 10 m, 100 m, 2000 m

Arbeitstemperaturbereich  $-25^\circ\text{C} \dots +45^\circ\text{C}$

Zentrierengenauigkeit des optischen Lotes  $\pm 0,5$  mm

Durchmesser des gemeinsamen Objektivs 40 mm

Stromversorgung

Spannungsquelle 12 V +2 V, –1 V

Erforderliche Batteriekapazität für eine Tagesleistung etwa 7,5 Ah

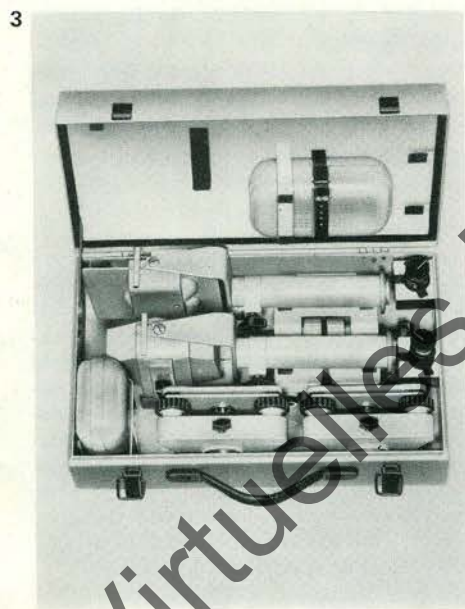
Masse des EOT 2000 einschließlich Dreifuß 60 A etwa 10 kg

## 3. EOT 2000 mit eingebautem Mikroprozessor

Durch den Einsatz eines Mikroprozessorsystems ergeben sich für den Anwender wesentliche Vorteile durch verschiedene Berechnungsmöglichkeiten im Feld und weitestgehende Ausschaltung von Bedienungsfehlern.

Der Mikroprozessor berechnet aus der Schrägstrecke und dem Vertikalwinkel die Horizontalstrecke, den Höhenunterschied und nach Ein-





**Bild 1:** Das EOT 2000 aus JENA.

**Bild 2:** Bedienpult des EOT 2000.

**Bild 3:** Reflektorausrüstung 1/1/3/7 im Metallbehälter.

**Bild 4:** Die Reflektoren für das EOT 2000; (von links nach rechts) Einfachreflektor auf Tachymeterstab, Reflektor mit 3×7 Prismen, Reflektor mit 7 Prismen, Reflektor mit 3 Prismen und Zieltafel.

gabe der Standpunkthöhe die Zielpunkthöhe über NN. Er berücksichtigt die atmosphärische Korrektur, die Additionskonstante und die Erdkrümmung.

Bei der Messung in zwei Fernrohrlagen werden beide Vertikalwinkel in beliebiger Reihenfolge eingetastet. Durch den Mikroprozessor wird der entsprechende Mittelwert gebildet und damit die reduzierte Strecke bzw. der Höhenunterschied berechnet. Auf Grund einer

internen Logik ist die Meßreihenfolge zwischen Strecke und Winkel beliebig wählbar.

Alle in den entsprechenden Zwischenspeichern des Gerätes stehenden Werte können jederzeit zur Anzeige gebracht werden.

Das EOT 2000 ist zusätzlich mit einem Anschluß für ein Datenspeichergerät ausgerüstet. Empfohlen wird der Anschluß des Digitalkassettenrecorders „Memodyne“ oder des Festkörperspeichers DM-445.

Das Bedienpult des EOT 2000 wurde demzufolge so ausgelegt, daß bis zu 99 zusätzliche Informationen im Kassettengerät abgespeichert werden können. Dazu gehören die Horizontalwinkel in Fernrohrlage I und II, die Stand- und Zielpunktnummer und weitere zusätzliche siebenstellige Zusatzinformationen. Zur Kennzeichnung aller Meß- und Rechenwerte sowie der Stand- und Zielpunktnummer wird jedem Wert eine fest programmierte zweistellige Kennziffer zugeordnet, die in der Anzeige und auf dem Magnetband erscheint.

#### 4. Zubehörprogramm zum EOT 2000

Für die vielfältigen Einsatzgebiete des EOT 2000 und die sich damit ergebenden unterschiedlichen Meßentfernungen und Genauigkeitsanforderungen wird eine umfangreiche Reflektor- und Stativausrüstung angeboten. Der 1- und 3fach Reflektor mit Zielzeichen, der 7fach Reflektor sowie der 21fach Reflektor sind auf den bekannten Zielzeichenträger aufsetzbar, wodurch die Zwangszentrierung gewährleistet ist. Der 21fach Reflektor setzt sich aus 3 7fach Reflektoren zusammen. Die Kippachsenhöhen dieser Reflektoren wurden dem EOT 2000 angepaßt. Die Reflektoren sind kippbar und sind ebenfalls mit einem optischen Visier ausgerüstet.

Für einen großen Teil der Anwendungsgebiete werden ein Tachymeterstab und ein Tachymeterstativ mit meßbar veränderlicher Höhe angeboten. Speziell hierfür wurde ein leichter 1fach Reflektor konzipiert. Ohne Zielzeichenträger können die übrigen Reflektoren ebenfalls mit dem Tachymeterstab bzw. -stativ verwendet werden. Die Kippachsenhöhe ist direkt an den beiden Stativen ablesbar. Der Behälter für die Reflektorgrundausrüstung enthält zwei 1fach Reflektoren, einen 3fach und einen 7fach Reflektor einschließlich Dreifüße und Zielzeichenträger. Der gleiche Behälter wird auch für die Reflektorausrüstungen

mit zwei 3fach bzw. zwei 7fach Reflektoren verwendet. Für den 21fach Reflektor wird ein besonderer Behälter einschließlich Reflektorträger geliefert. Der 21fach Reflektor kann aus vorhandenen 7fach Reflektoren bzw. den gesondert lieferbaren Ansetzreflektoren zusammengestellt werden.

Im Zubehörprogramm sind eine gasdichte NC-Batterie mit Gehäuse und einer Kapazität von 7,5 Ah sowie ein spezielles Ladegerät enthalten.

#### Zusammenfassung

Neben den Leistungen des in Jena entwickelten neuen elektrooptischen Tachymeters EOT 2000 wird auf die Konzeption, die konstruktive und elektronische Lösung, die besonderen Vorteile durch den eingebauten Mikroprozessor und das Zubehörprogramm eingegangen. Die gemessenen und durch den Mikroprozessor errechneten Daten können auch im Feld in ein Magnetbanddatenspeichergerät automatisch übernommen werden. Streckenmeßgenauigkeit  $\pm 10$  mm Winkelmeßgenauigkeit  $\pm 0,3$  mgon bzw.  $1''$  Reichweite 3000 m.

#### Summary

The EOT 2000 is an electro-optical tachymeter developed in Jena. The article describes its concept, mechanical and electronic design, performance, particular advantages provided by the built-in microprocessor, and a range of accessories. The measured and processed data can be automatically stored on magnetic tape right in the field.

Accuracy of distance measurement  $\pm 10$  mm  
Accuracy of angle measurement  $\pm 0.3$  mgon or  $1''$ , resp.  
Range 3,000 m.

#### Résumé

L'auteur décrit à part des performances du nouveau tachéomètre électro-optique EOT

2000, également la conception, la solution constructive et électronique, les avantages particuliers offerts par le microprocesseur incorporé et la gamme des accessoires. Les données mesurées et calculées par le microprocesseur peuvent être repris automatiquement — même sur le terrain — dans une mémoire des données à bande magnétique. Prévision de mesure de distances  $\pm 10$  mm Précision de mesure angulaire  $\pm 0,3$  mgon ou  $1''$  Portée 3000 m.

#### Resumen

Además del rendimiento del nuevo taquímetro electroóptico EOT 2000 desarrollado en Jena se entra en el concepto, la solución constructiva y electrónica, las ventajas peculiares originadas por el microprocesador incorporado y los accesorios. Los datos medidos y calculados por el microprocesador pueden transmitirse automáticamente también en el campo a una unidad de almacenamiento de datos sobre cinta magnética. Precisión en la medición de distancias  $\pm 10$  mm Precisión en la medición de ángulos  $\pm 0,3$  mgon ó  $1''$  respect. Alcance 3000 m.

#### Обобщение

Рядом с техническими характеристиками разработанного в Йене нового электрооптического тахеометра EOT 2000 в статье затрагиваются вопросы концепции, конструктивного решения, вопросы применения электроники в устройстве, особых преимуществ, вытекающих из употребления встроенного микропроцессора и вопросы объема принадлежностей. Замеренные и вычисленные микропроцессором данные можно прямо на поле записать на ленту запоминающего устройства. Точность измерения расстояния  $\pm 10$  мм Точность измерения угла  $\pm 0,3$  мгон или  $1''$  Дальность измерения 3000 м.