

INDUSTRIAL REVIEW — AUS DER INDUSTRIE

DIE KREISELTHEODOLIT-FAMILIE

Dipl. Ing. F. PUSZTAI

Ungarische Optische Werke

Im letzten Jahrzehnt häufen sich die Messungen mit Kreiseltheodoliten mehr und mehr. Parallel damit erscheinen zahlreiche Fachartikel über die Erfahrungen mit ihrer Anwendung, und immer zahlreicher sind die Vorträge, die zu diesem Thema gehalten werden. Das Anwendungsgebiet der Kreiseltheodolite erweitert sich immer mehr, obwohl die präziseren Geräte noch ziemlich schwer sind und ihr Preis das Mehrfache desjenigen der Theodolite ähnlicher Kategorien erreicht.

Besondere Bedeutung hat der Kreiseltheodolit als autonomes Gerät der Azimutbestimmung.

Bei geringeren Genauigkeitsanforderungen kann er die astronomische Bestimmung mit dem Vorteil ersetzen, daß der Zeitpunkt der Bestimmung von Tageszeit und Witterung unabhängig ist und der Zeitbedarf der Messung um etwa 50—70%, kürzer wird. Freilich muß zugegeben werden, daß die Ausrüstung heute noch ungefähr doppelt so schwer ist wie die zu astronomischen Beobachtungen niedriger Genauigkeit erforderlichen Geräte und Ausrüstungen.

Was sein Anwendungsgebiet anlangt, liegt die Bedeutung des Kreiseltheodolits vor allem in Verwendbarkeit in der Vermessung unter Tage für bergmännische Zwecke, da sich mit ihm eine größere Genauigkeit erzielen läßt als nach den klassischen Verfahren der Schachtlotung. Hier sind die Anforderungen an die Stabilität des Instrumentes wesentlich geringer als bei der unmittelbaren Azimutbestimmung. Im ersten Falle bedarf es zur Orientierung zumeist keiner Azimutbestimmung, in der Eichkonstantenänderung

macht sich also nur die Wirkung der Temperaturänderung bemerkbar, und auch diese nur dann, wenn zwischen der Übertage- und der Untertage-Temperatur ein größerer Unterschied besteht. Die zeit- und transport-(erschütterungs-)bedingte Eichkonstantenänderung ist — wegen der kurzen (meist nur einige Stunden langen) Zeitspanne zwischen der Übertage- und der Untertagemessung — so gering, daß sie praktisch vernachlässigt werden kann.

In den vergangenen Jahren sind bei den Ungarischen Optischen Werken (MOM) mehrere Typen von Kreiseltheodoliten entwickelt worden, bei denen die Richtigkeit der Konstanz weitgehend berücksichtigt wurde.

Das Werk hat seit 1961 fünf Typen herausgebracht, von denen die beiden Baumuster Gi-B1 und Gi-B2 selbständige Geräte darstellen, während die drei Typen Gi-C1, Gi-C2 und Gi-D1 als Aufsatzgeräte auf bereits seit längerem in Fertigung befindliche Theodoliten gebraucht werden können.

Die Typen Gi-B1, Gi-C1 und Gi-D1 sind mit manueller Nachführung versehen, Gi-B2 hat ein automatisches Nachführungssystem.

Das erste Baumuster war der Typ Gi-B1. Er ging 1961 in die Serienfertigung. Es handelte sich um das eigentliche Grundbaumuster. Zugleich mit der Aufnahme der Serienproduktion begann seine Weiterentwicklung zu einem automatischen Gerät. Aus dieser Entwicklung ist der Typ Gi-B2 hervorgegangen.

Von den drei anderen Typen eignen sich zwei (Gi-C1, Gi-C2) zum Aufbau auf den Sekundentheodolit Te-B1, und einer (Gi-D1) zum Aufbau auf den Kleintheodolit Te-E6.

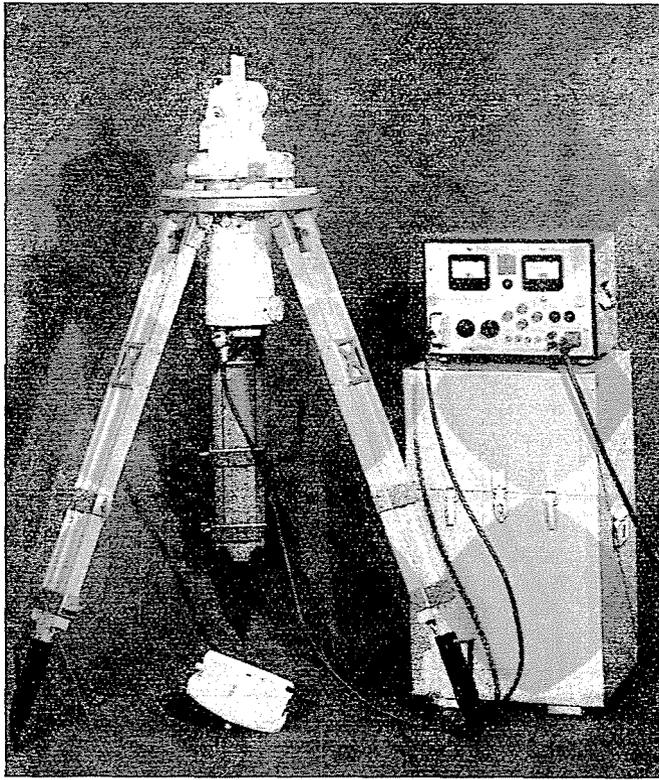


Abb. 1

Diese letzteren vier Typen waren im Laufe des Jahres 1964 serienreif.

Im folgenden sollen an Hand einiger Abbildungen die in Fertigung stehenden Kreiseltheodolite und einige ihrer Kenndaten näher erörtert werden.

Die komplette Kreiseltheodolit-Ausrüstung gliedert sich in vier Hauptteile (Abb. 1):

1. Theodolit mit dem Nachführungssystem.
2. Die das Gyroskop einschließende Wahrnehmungseinheit.
3. Der transistorisierte Dreiphasengenerator zum Antrieb des Gyromotors.
4. Die Stromquelle (Akkumulator).

Der Winkelmeßteil des Gerätes ist ein auch für nächtliche Messungen geeigneter Sekundentheodolit (Abb. 2).

Sein optischer und mechanischer Aufbau stimmt in seinen wesentlicheren Zügen mit dem des Theodoliten MOM Te-B1 überein,

gewisse Abweichungen dienen lediglich der Verbindung mit der Wahrnehmungseinheit und der Nachführung der Schwingungen des Pendels. An ihrer rechten Seite trägt die Alhidade den Autokollimator für die Nachführung der Schwingungen. Über dem Autokollimator befindet sich zum Zwecke der Ablesung der Umkehrpunktewinkel auch ein Winkelablese-Hilfsmikroskop. Wegen der großen Belastungen und der besonderen Genauigkeitsanforderungen ist die Stehachse des Theodolits in ein Spezial-Kugellagersystem gelagert. Die axiale Belastung wird von einem Drucklager aufgenommen, während die Zentrierung durch eine optisch bearbeitete Kugel­fläche und durch eine 90gradig ausgebildete Rotationsfläche gesichert ist. Das Achsen­system ist hohl, so daß es einem auf das Pendel­system der Wahrnehmungseinheit befestigten Spiegel für die Nachführung der Schwin-

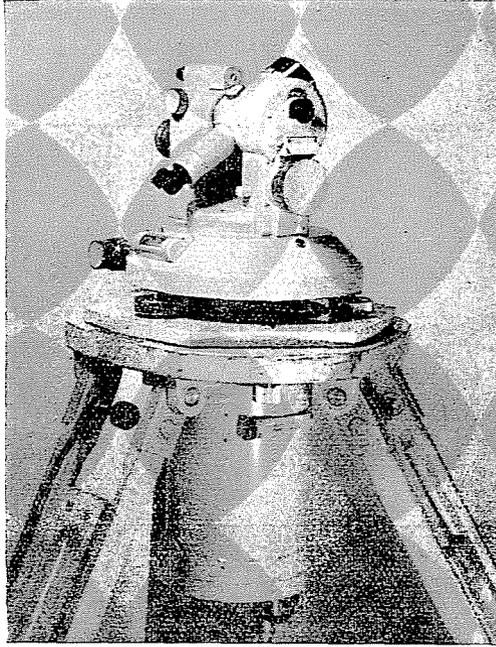


Abb. 2

gungen Platz bietet. Die horizontale Feinschraube ist endlos und doppelt wirkend.

Die Abb. 3 zeigt einen Teilschnitt durch das Gerät, an dem die konstruktiven Lösungen deutlich zu erkennen sind.

Der Autokollimator des Gerätes (Abb. 4) hat ein spezielles Prismensystem, das die Bewegung des durch das schwingende System rückprojizierten geteilten Skalenbildes in einander entgegengesetzte Bewegungsrichtungen zerlegt.

In der geschlossenen, aber leicht austauschbaren Wahrnehmungseinheit ist der Gyromotor untergebracht (Abb. 5), dessen Drehzahl 24 000 U/min beträgt. Der Gyromotor rotiert im Vakuum. Die zu seinem Antrieb benötigte Leistung beträgt 7—8 Watt. Die nötige Dreiphasenspannung wird dem Motor über zwei Spiralfedern und eine Tragleitung zugeleitet. Die Arretierungsvorrichtung des schwingenden Systems ermöglicht es, die Schwingungen sehr klein zu halten (1—3°).

Die eventuell schadhafte gewordene Wahrnehmungseinheit des Gerätes kann auch im

Gelände in wenigen Minuten ausgetauscht werden, ohne daß die Gerätekonstante neu eingestellt zu werden brauchte.

Die garantierte Betriebsdauer des Motors der Wahrnehmungseinheit beträgt minimal 500 Betriebsstunden. Zur kompletten Ausrüstung gehört ein sehr massives Stativ, eine Reserve-Wahrnehmungseinheit, ein Magnetkompaß und einiges Spezial-Zubehör, wie z. B. ein ausleuchtbarer Signalisierstab und zeiltafeln (Abb. 6).

Das Gerät arbeitet auch bei -40° C und $+50^{\circ}$ C verlässlich; seine Meßgenauigkeit ist selbst unter ungünstigsten Verhältnissen besser als $\pm 20''$. Die innere Genauigkeit ist bei Beobachtung von vier Umkehrpunkten besser als $\pm 15''$. Bei einem geübten Beobachter ist der Arbeitsaufwand nicht höher als 25—30 Minuten.

Ein weiterentwickeltes Baumuster des Gi-B1-Gerätes ist der Typ Gi-B2, ein Kreisels theodolit mit automatischer Nachführung (Abb. 7). Bei diesem Gerät ist die manuelle Nachführung durch eine automatische Nach-

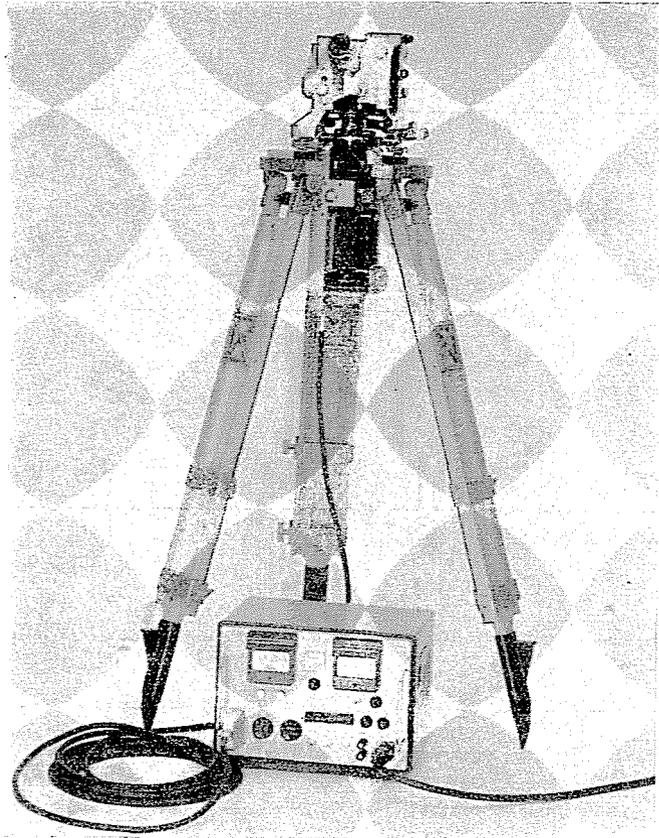


Abb. 3

führung des elektrooptischen Systems ersetzt. Auf der Abbildung ist sie in der Mitte der Wahrnehmungseinheit zu sehen.

Der Theodolitteil bildet eine ganz selbständige Einheit, woraus folgt, daß mit dem Theodolit während der Schwingungen des Kreisel-systems die geodätischen Richtungen bestimmt werden können. Das hat den Vorteil, daß die Beobachtung der Schwingung bzw. die Nachführung von den subjektiven Fehlern des Beobachters frei ist.

Die Abb. 8 veranschaulicht das Aufbau-prinzip des automatischen Kreiseltheodolits Gi-B2.

In der Mitte der Wahrnehmungseinheit ist das Aufbauprinzip des automatischen

Nachführungssystems zu sehen. Ein auf das schwingende System montierter Spiegel reflektiert einen Lichtimpuls, der über ein optisches System Photodioden steuert. Die von den Photodioden kommenden elektrischen Impulse bewegen über einen Verstärker einen Servomechanismus, der mit dem oberen Einspannungspunkt des Tragseiles mechanisch verbunden ist, so daß dieser der Bewegung des Spiegels durch das automatische System stets nachgeführt wird. Die Genauigkeit der Nachführung ist selbst bei Schwingungs-amplituden von $\pm 10^\circ$ nicht größer als $\pm 10''$. Der Aufbau der übrigen Teile des Gerätes ist dem des Typs Gi-B1 ähnlich. Die Wahrnehmungseinheit kann auch im Gelände unschwer ausgetauscht werden.

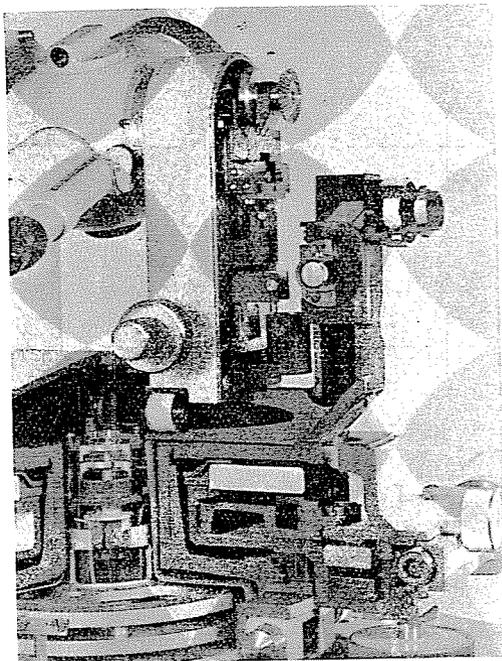


Abb. 4

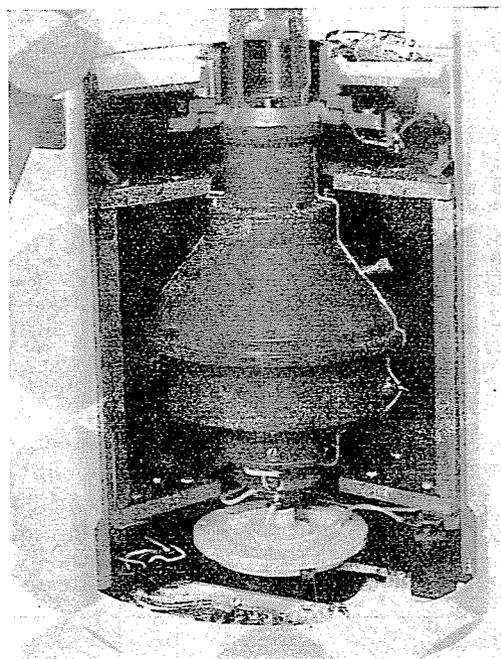


Abb. 5

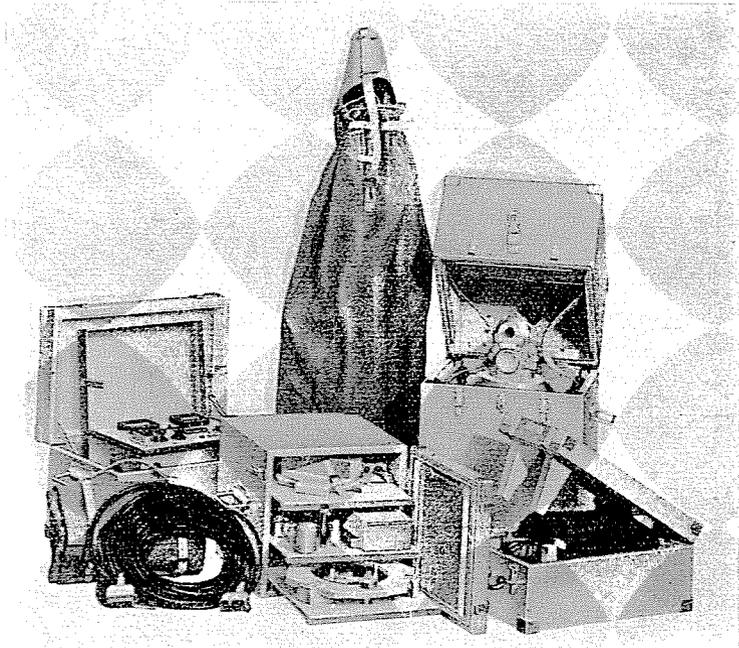


Abb. 6

Sämtliche wichtigen Kenndaten des Kreisels-theodolits Gi-B2 stimmen mit denjenigen des Gi-B1 überein, mit Ausnahme der Meßgenauigkeit. Die Genauigkeit der Azimutbestimmung ist unter durchschnittlichen Verhältnissen besser als $\pm 12''$, in bestimmten Fällen sogar besser als $\pm 10''$. Die innere Genauigkeit unter Laborverhältnissen erreicht $\pm 5''$.

Mit mehreren Geräten wurden vom Werk im Laufe eines Jahres einige tausend Untersuchungen durchgeführt, wobei die Stabilität der Eichkonstante geprüft wurde. Im Verlauf eines ganzen Jahres hat die Änderung der Eichkonstante den Wert $15''-20''$ nicht überschritten, und praktisch hat sie sich als vom Transport und von Schwankungen der Außentemperatur absolut unabhängig erwiesen.

Das nächste Ziel des Werkes war die Entwicklung eines den geodätischen Anforderungen entsprechenden, leichten Kreisels-theodolits geringerer Genauigkeit. Das geringere Gewicht konnte nur durch ein Gerät

in Gestalt eines Aufsatz-Kreisels-theodolits erzielt werden.

Indessen ist es weder konstruktiv noch in technologischer Hinsicht leicht, beim Aufsatz-Gyroskopsystem die Probleme der Eichkonstantenstabilität zu lösen. Der Theodolit und die Wahrnehmungseinheit können nämlich miteinander zu keiner organisch kompletten Einheit zusammengebaut werden, einerseits weil der Theodolit kein speziell zu diesem Zweck gebautes Gerät ist, andererseits weil es vom Gesichtspunkt des Transportes unvorteilhaft wäre. Da die Eichkonstante durch die relative Lage der beiden Einheiten zueinander bestimmt wird, mußten bei der Ausgestaltung der Konstruktion folgende Überlegungen berücksichtigt werden:

1. Die relative Lage der beiden Einheiten zueinander darf sich auch nach wiederholtem Zerlegen und Zusammenbauen nicht ändern, die Mechanik der Konstruktion muß also eine hochpräzise und zugleich stabile, deformationsfreie und dauerhafte Verbindung ermöglichen.

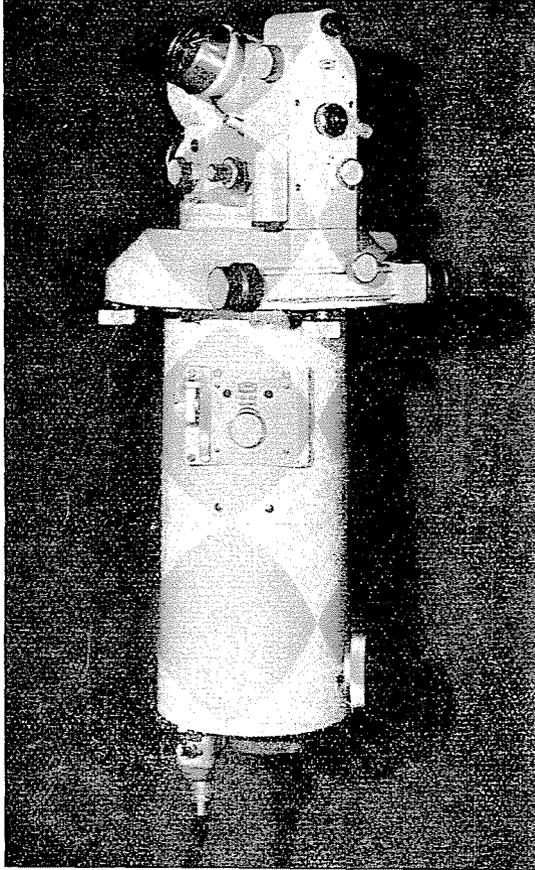


Abb. 7

2. Läßt sich eine solche Verbindung nicht herstellen, dann muß es ermöglicht werden, daß der Beobachter im Gelände nach dem Aufsetzen der Wahrnehmungseinheit vor jeder Messung den Winkel zwischen dem schwingungsbeobachtenden und dem Theodolitfernrohr — d. h. die Eichkonstante — auch selbst bestimmen kann.

3. Es muß gesichert werden, daß die relative Lage des Instrumentes zur Wahrnehmungseinheit während des Messens unverändert bleibt.

Im Falle 1 muß noch an sämtliche mechanische Elemente zwischen dem geodätischen Fernrohr und dem schwingungsbeobachtenden Kollimator die Forderung hochgradiger Stabilität gestellt werden, weil all diese Ele-

mente bei der eventuellen Änderung der Eichkonstante eine Rolle spielen.

Um diese Gesichtspunkte zur Geltung bringen zu können, mußte eine große Zahl von Untersuchungen durchgeführt werden. Unter Umgehung der Einzelheiten, soll hier nur die Schlußfolgerung erörtert werden.

Im ersten Falle tauchten vorwiegend Probleme technologischer Natur auf. Im zweiten Falle hätte man nach einer Meßmethodik arbeiten müssen, die den Zeitaufwand des Messens unnötig vergrößert hätte. Auf Grund der Untersuchungen gelangte das Werk zu einer Konstruktion, bei der die Eichkonstante von Temperaturschwankungen weitgehend unabhängig und gegen Erschütterungen unempfindlich ist. Für

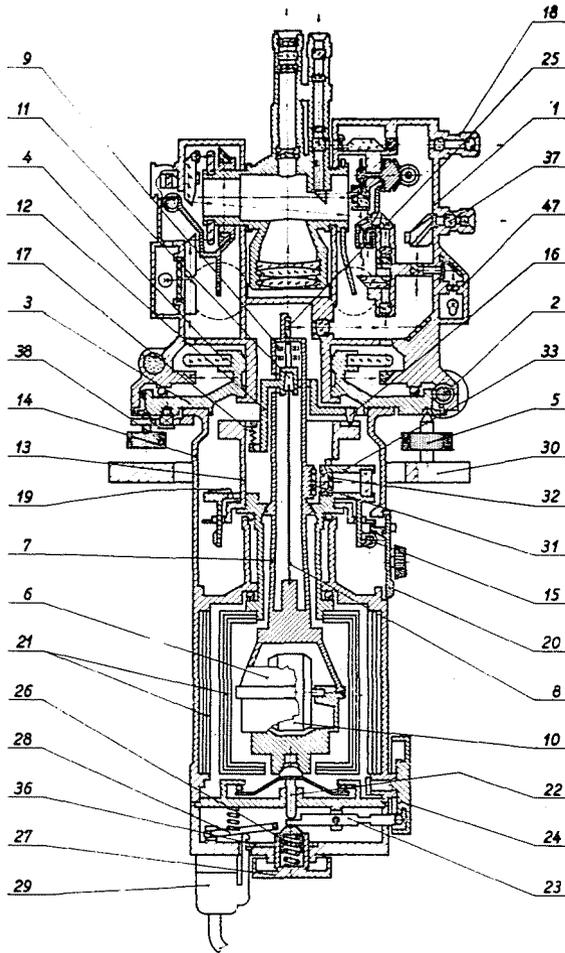


Abb. 8

die ganze Einheit ergab sich schließlich eine sehr einfache Konstruktion. Die Zahl der optischen Elemente ist verhältnismäßig gering (Abb. 9).

Die Lampe 4 beleuchtet eine geteilte Skala im Brennpunkt des Objektivs 57. Durch das Prisma 2 tritt ein paralleles Strahlenbündel hindurch. Das Objektiv 13 ist dasjenige eines Theodolitfernrohres. Die Beobachtung der Schwingungen des Gyroskops wird durch die planparallele Glasplatte 54 ermöglicht. Die Schwingungen bzw. die Umkehrpunkte können durch das Okular des geodätischen Fernrohres beobachtet werden.

Das schwingende System ist im arretierten Zustand zusammen mit der planparallelen Glasplatte aus dem Gesichtsfeld des Objektivs 57 herausgehoben, so daß im Gesichtsfeld des Fernrohres das Bild der Skala 8 erscheint.

Vor dem Messen wird die Wahrnehmungseinheit — nachdem sie am Theodolit fixiert wurde — mit einer Feinschraube um ihre Vertikalachse so lange gedreht, bis der mittlere dicke Teilungsstrich der Skala 8 zwischen die beiden Fäden des Fernrohres zu liegen kommt.

Hierbei fallen die horizontalen Projektio-

KREISELTHEODOLITE

Erzeugnis der

Ungarischen Optischen Werke MOM

Die Kreiseltheodolite der Schutzmarke MOM sichern eine Genauigkeit laut folgender Tabelle

Diese Meßgenauigkeit wird unter folgenden Bedingungen garantiert:

Im Laufe einer Reihe von höchstens 50 Messungen, unter Annahme einer Gerätekonstante-Bestimmung pro Monat,
bis zur geographischen Breite von 75° , bei Temperaturen von $-40^\circ \text{ C} - +50^\circ \text{ C}$, bei einer Windgeschwindigkeit von höchstens 7 m/sec.

Genauigkeits-Tabelle

Bezeichnung	Benennung	Gewicht (kg) Theodolite, Giroeinheit, Generator, ohne Transportkisten und Zubehör	Genauigkeit und Zeitaufwand einer Messung **)			Innere Genauigkeit quadratischer mittlerer Fehler einer Messung von 5 Sätzen	Skalenteilung des optischen Mikrometers des Theodolitenteiles	Stromverbrauch bei $+20^\circ \text{ C}$ im Falle von 4 Umkehrpunkten
			mit zwei Umkehrpunkten	mit drei	mit vier			
Gi—B1	Kreiseltheodolit mit Handnachführung, die Giroeinheit angebracht unter dem Theodoliten	32	—	$\pm 16''/32 \text{ Min.}$	$\pm 15''/35 \text{ Min.}$	$\pm 10''$	$1'' (2^{cc})$	1 Amp. Stunden
Gi—B2	Kreiseltheodolit mit automatischer Nachführung, die Giroeinheit angebracht unter dem Theodoliten	29,5	—	$\pm 13''/32 \text{ Min.}$	$\pm 12''/35 \text{ Min.}$	$\pm 8''$	$1'' (2^{cc})$	1,3 Amp. Stunden
Gi—C1	Aufsatzkreiseltheodolit mit Beobachtung der Schwingungen im Fernrohr, Handnachführung	14,8	$\pm 40''/18 \text{ Min.}$	$\pm 30''/22 \text{ Min.}$	$\pm 25''/25 \text{ Min.}$	$\pm 15''$	$1'' (2^{cc})$	0,4 Amp. Stunden
Gi—D1	Kleiner Aufsatzkreiseltheodolit mit Handnachführung	12,5	$\pm 60''/15 \text{ Min.}$	$\pm 50''/18 \text{ Min.}$	$\pm 40''/20 \text{ Min.}$	$\pm 25''$	$10'' (20^{cc})$	0,3 Amp. Stunden

Bemerkung

Das mitgelieferte Normalzubehör ist: hölzerne Transportkiste, Stativ, Vollkreisbussole mit optischem Lot, diverses anderes Zubehör zum Messen und zum Service. Der Theodolitenteil des Aufsatzkreiseltheodoliten Gi—C1 und Gi—D1 kann auch separat als Normaltheodolit verwendet werden.

**) Der quadratische mittlere Fehler der Azimutbestimmung errechnet aus 9 Messungen, unter Berücksichtigung der vorher bestimmten Gerätekonstante.

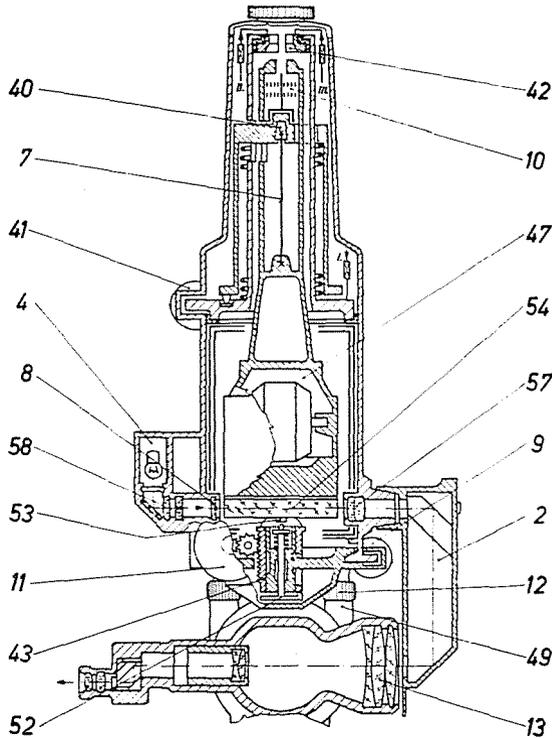


Abb. 9

nen der Ziellinien des schwingungbeobachtenden Kollimators und des geodätischen Fernrohres entweder zusammen, oder sie liegen parallel zueinander, d. h. der von ihnen eingeschlossene Winkel wird Null.

Der Kollimator zur Beobachtung der Schwingung ist mit dem Fernrohr durch das sogenannte Basisprisma 2 verbunden. Der horizontale Projektionswinkel der optischen Achsen der beiden Fernrohre, d. h. also praktisch die Eichkonstante wird durch den Winkel bestimmt, den die horizontalen Projektionen der durch das Prisma 2 ein- und austretenden Strahlen einschließen.

Wird die Wahrnehmungseinheit mit dem Theodolit justiert, dann wird zusammen mit dem auf Touren kommenden Gyroskopmotor auch der planparallele Glaskörper in das Gesichtsfeld des Kollimators heruntergelassen. Im weiteren erfolgt auch die Beobachtung der Umkehrpunkte durch das Okular des Fernrohres.

Eine mit dieser schematischen Abbildung übereinstimmende Konstruktion haben auch die Kreiseltheodolite Typ Gi-C1 und Gi-C2 (Abb. 10). Der untere Teil des Gerätes wurde übrigens aus dem des bekannten Sekundentheodolits Te-B1 hergeleitet. Die horizontale Feinschraube ist endlos, die Nachführung ist also bei beliebig großen Amplituden ohne weiteres möglich.

Die Wahrnehmungseinheit wird mit drei Bajonettverschluß-Schrauben an den Theodolit angeschlossen. Durch diese Schrauben erhält der Gyromotor in der Wahrnehmungseinheit die Speisespannung. Die Wahrnehmungseinheit ist mit dem Fernrohr des Theodolits optisch durch ein Basisprisma verbunden, das vor dem Objektiv steht. Die Meßgenauigkeit und der Zeitaufwand gehen aus Tabelle 1 hervor.

Beide Typen wurden zuerst unter Laboratoriumsverhältnissen auf einer erschütterungsfreien Säule geprüft. Die innere Genauig-

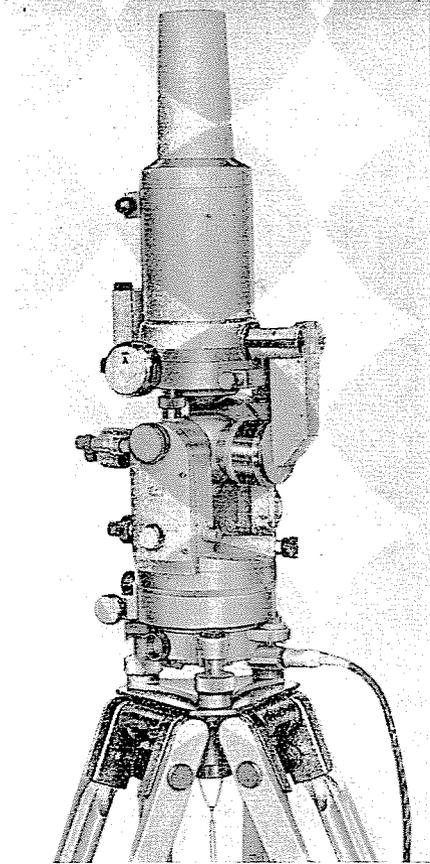


Abb. 10

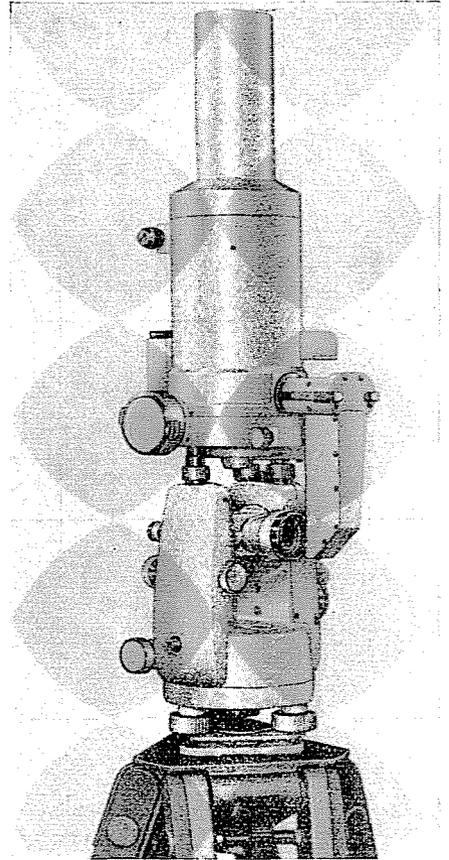


Abb. 11

keit des Gerätes Gi-C2, d. h. der mittlere Fehler einer Einzelmessung aus einer Serie von 9 Messungen betrug für zehn Geräte durchschnittlich nicht mehr als $\pm 12''$, beim Typ Gi-C1 nicht mehr als $\pm 15''$. Bei den Messungen wurde mit 4 Umkehrpunkten gearbeitet. Der Grund für den Unterschied in der Genauigkeit der beiden Typen war in den Beobachtungsfernrohren zu suchen; der Typ Gi-C1 hat nämlich ein normales geodätisches, der Typ Gi-C2 dagegen ein bildvergleichendes Fernrohr.

Im Gelände kann natürlich keines dieser Instrumente die im Laboratorium erzielte innere Genauigkeit halten, und obzwar ihr Gyroskopsystem mit dem des Typs Gi-B1 identisch ist, können sie auch die innere Ge-

nauigkeit dieses Typs nicht erreichen. Nichtsdestoweniger war die äußere Genauigkeit der geprüften Geräte auch im Gelände nicht schlechter als $\pm 25''$. Die halbe Schwingungszeit des Gyroskopsystem beträgt unter mittleren geographischen Breiten 3.5 Minuten.

Die Wahrnehmungseinheit des Kreiseltheodolits Typ Gi-D1 ist identisch mit derjenigen des Typs Gi-C1 (Abb. 11). Der Theodolitteil ist ein Kleintheodolit Typ Te-E6, dessen horizontale Winkelablesungsfähigkeit beim Gebrauch eines optischen Mikrometers geschätzte $5''$, ohne optisches Mikrometer hingegen geschätzte $30''$ beträgt. Der Kleintheodolit wiegt 2,7 kg. Die Meßgenauigkeit liegt — je nach der Anzahl der Umkehrpunkte — zwischen $\pm 40''$ und $1'$. Dieser

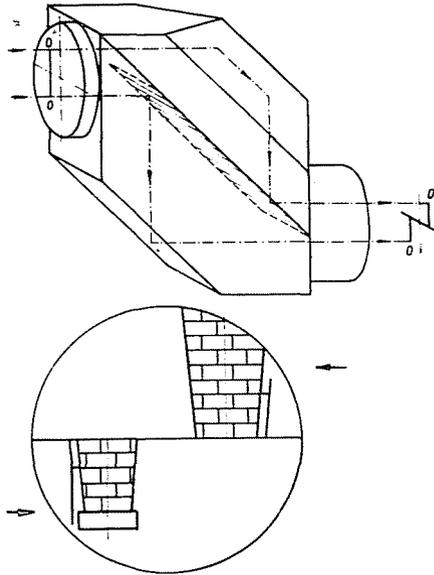


Abb. 12

Kreiseltheodolittyp ist für rasche Messungen bestimmt, weshalb der Antriebsgenerator des Gyromotors eine Speisespannung niedrigerer Frequenz (300 Hz) liefert. Die Schwingungszeit verkürzt sich somit um etwa 30%. Da demnach das Rückführmoment des Gyroskopmotors geringer ist, wird auch die Meßgenauigkeit kleiner. Bei der gyroskopischen Variante dieses Kleintheodolits ist das Fernrohr nicht das bisher benutzte geodätische, sondern ein Fernrohr mit halbiertem Gesichtsfeld, das zwei Bilder bewegt. Darunter ist zu verstehen, daß das Gesichtsfeld des Fernrohres in zwei Teile geteilt ist und daß sich die beiden Bilder in einander entgegengesetzten Richtungen bewegen. Die schematische Zeichnung des bildtrennenden Prismas und ein Beispiel für das Gesichtsfeld ist in Abb. 12 dargestellt. Der Vorteil dieser Lösung besteht darin, daß sich die Relativbewegung der unteren zu der oberen Hälfte der in den Wahrnehmungseinheiten befindlichen Skala im Vergleich zu den klassischen Lösungen verdoppelt, ist doch der Index, d. h. der Visierfaden dort an das Fernrohr gebunden, also stehend. Bei geodätischen Visierungen wird

als horizontaler Faden die Trennungskante, und da es im Gesichtsfeld des Fernrohres keinen vertikalen Faden gibt, statt eines solchen die Identifizierung der beiden Teile des entzweitrennten Bildes zum Anvisieren des geodätischen Zieles benutzt. Die Visierung ist besonders bei vertikal stehenden symmetrischen Objekten erheblich genauer als bei der klassischen Methode. Einen weiteren Vorteil bildet es, daß die Fadenplatte bei nächtlichen Vermessungen nicht beleuchtet zu werden braucht.

Die horizontale Feinschraube des Theodolits ist endlos, seine vertikale Feinschraube ist eine Friktionsschraube und gleichfalls endlos. Die Generatoren der Geräte Gi-C1 und Gi-C2, sowie Gi-D1 sind volltransistorisiert, ihre Speisespannung ist 24 V Gleichstrom. Zum Abstellen des Gyromotors ist eine automatische Bremsenrichtung eingebaut, die sich automatisch abschaltet, sobald der Motor still steht.

Für die Geräte von MOM ist es im allgemeinen kennzeichnend, daß sie bis 75° geographischer Breite mit der in der Spezifikation angegebenen Genauigkeit arbeiten. Gegen

Windeinwirkungen sind sie weniger empfindlich, bei Windstärken unter 5 m/sec ändert sich die Meßgenauigkeit nicht. Ihre magnetische Abschirmung ermöglicht ein ungestörtes Messen auch an Stellen mit einer magnetischen Feldstärke bis 2 Oe. Gegen Beanspruchungen beim Transport sind sie weniger empfindlich und ohne schadhaft zu werden, vertragen sie eine erschütterungsbedingte Beschleunigung von 4 g. Ihre Schlagfestigkeit beträgt 6 g. Sie arbeiten auch unter den verschiedensten meteorologischen Verhältnissen zuverlässig. Zwischen -40° C und $+50^{\circ}$ C sowie bei Regen, der die geodätische Visierung noch ermöglicht, sind sie meßfähig.

Ihre Eichkonstante ist so stabil, daß sie selbst nach einem Kraftwagentransport über

mehrere hundert Kilometer die Durchführung von Messungen besonderer Genauigkeit ermöglicht. Die zeitbedingte Änderung der Eichkonstante ist mehrere Monate hindurch praktisch Null, es genügt also, die Eichkonstante ein- bis zweimonatlich zu kontrollieren oder zu bestimmen.

Zu der Durchführung der Beobachtungen genügt im allgemeinen eine Person. Der Zeitaufwand beim Messen ist gering. Mit 4 Umkehrpunkten je Gerät beträgt er

bei Gi-B1 und Gi-B2 . . .	25—35 Minuten,
bei Gi-C1 und Gi-C2 . . .	20—25 Minuten,
bei Gi-D1	15—20 Minuten.

Hierin ist auch die zur Aufstellung des Gerätes erforderliche Zeit eingeschlossen.

Printed in Hungary

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója

A kézirat nyomdába érkezett: 1968. XI. 11. — Terjedelem: 12.50 (A/5) ív, 55 ábra, 1 melléklet

Műszaki szerkesztő: Farkas Sándor

1 melléklet

68.66581 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György