

# Der Präzisions-Theodolit Wild T3 mit photographischer Registrierung

Autor(en): **Kasper, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie**

Band (Jahr): **48 (1950)**

Heft 2

PDF erstellt am: **25.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-207431>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

$$e'^2 = 0.006\ 768\ 170\ 197\ 224\ 251\ 27$$

$$\log e'^2 = 7.8304\ 7127\ 1246\ 3854\ 4150\text{ ---}10$$

$$g_a = 978.0490\ \text{cm sec}^{-2}$$

$$\log g_a = 2.990\ 3606\ 134$$

$$\omega = 0.000\ 072\ 921\ 151\ 466\ 700\ 400\ 43$$

$$\log \omega = 5.862\ 8535\ 178\text{ ---}10$$

Damit erhalten wir

$$W_s = 626\ 397\ 870\ 099\ \text{cm}^2\ \text{sec}^{-2}.$$

Die beiden letzten Glieder von (18) tragen nicht mehr zum Resultat bei; sie sind  $-0.0025$  und  $+0.0046$ , zusammen also  $+0.0021$ .

Die drei ersten Glieder wurden mit der Rechenmaschine, alle folgenden mit Hilfe von Logarithmen von geeigneter Stellenzahl bestimmt. Selbstverständlich ist die verwendete Genauigkeit von  $1\ \text{cm}^2\ \text{sec}^{-2}$  nur eine rechenmäßige. Nachdem aber die Daten des Internationalen Ellipsoides durch  $a$  und  $\alpha$ , die Internationale Schwereformel durch  $g_a$  definitionsmäßig festgelegt sind, während  $\omega$ , die Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation außerordentlich genau feststeht, durfte die Aufgabe, die Kräftefunktion  $W_s$  am Internationalen Ellipsoid rechnermäßig festzulegen, wohl unternommen werden.

Zollikon, Ende Oktober 1949.

*F. Baeschlin.*

## **Der Präzisions-Theodolit Wild T3 mit photographischer Registrierung**

*Von H. Kasper, Heerbrugg*

Es ist wohl unbestritten; daß von allen Theodoliten für höhere Genauigkeitsansprüche der Präzisions-Theodolit Wild T3 die größte Verbreitung gefunden hat und sich dank seiner genialen Bauart seit mehr als 20 Jahren in der ganzen Welt konkurrenzlos behaupten kann. Nur wenige geodätische Instrumente, die in den letzten Jahrzehnten entwickelt wurden, haben sich als so langlebig erwiesen wie der Wild T3. Die Wild'schen Baugrundsätze, – Verwendung von verdeckten Glaskreisen mit Koinzidenzablesung, Kreisablesung neben dem Fernrohrkular, zylindrische Achsen und eine leichte, aber stabile Bauart, – haben sich ausgezeichnet bewährt und rasch durchgesetzt.

Wenngleich der T 3 zunächst ein Instrument war, das man wegen seines geringen Gewichtes hauptsächlich für schwierigere Triangulationen, namentlich im Hochgebirge, eingesetzt hat, erkannte man bald, – insbesondere nach einer Umkonstruktion des Achsensystems, – daß der T 3 bedenkenlos bei allen Triangulationen I. Ordnung verwendbar ist und die Wirtschaftlichkeit gegenüber älteren Geräten erheblich verbessert.

Außer zu Triangulationsarbeiten hat man den Präzisions-Theodolit Wild T 3 wegen seiner Handlichkeit und hohen Präzision auch zu verschiedenen Spezialaufgaben herangezogen. Bei Staumauer-Prüfungen wie bei der Präzisions-Polygonisierung nach der Daniloff-Methode denkt man heute kaum an die Verwendung anderer Geräte; selbst astronomische Beobachtungen, namentlich Azimutmessungen, führt man mit dem Wild T 3 erfolgreich durch.

Fragt man heute den Praktiker nach seinem Urteil über das Instrument und den Wünschen für eine eventuelle Weiterentwicklung, so überwiegt die Meinung, das Gerät in gleicher Form weiterzubauen wie bisher. Eine Reihe von Geodäten bekundet jedoch auch lebhaftes Interesse an der Frage der *photographischen Registriermöglichkeit der Teilkreisablesungen*. Der Grund hierfür ist ein zweifacher:

Erstens möchte man in Fällen, wo bei der Triangulierung aus klimatischen Gründen die Zeit für Horizontalwinkelmessungen bloß auf die Spätnachmittagsstunden weniger Tage oder auf Nachtbeobachtungen beschränkt ist, den Ablesevorgang durch eine automatische Registrierung ersetzen und die gesamte verfügbare Zeit zum Zieleinstellen verwenden. Der Arbeitsfortschritt und die Wirtschaftlichkeit sollen durch diese Maßnahme gesteigert werden.

Zweitens zeigt man vielerorts lebhaftes Interesse an der Entwicklung von Verfahren zum trigonometrischen Überbrücken größerer Zielweiten als dies mit direkter Sicht von Festpunkt zu Festpunkt möglich ist. Solche Verfahren haben Bedeutung für trigonometrische Verbindungen über Meeresarme, den koordinatenmäßigen Zusammenschluß von Inseln mit dem Festlande und untereinander, ja selbst für die Schaffung eines weitmaschigen Koordinatenrahmens für Aero triangulationen. Die Zielweiten werden je nach der Art der Aufgabe bis zu mehreren hundert Kilometern betragen. Bodenziele wären ungeeignet, man muß sich beweglicher Hochziele bedienen. Ein entsprechendes Verfahren hat A. Berroth entwickelt, die «Hochzieltriangulation». Bei dieser handelt es sich im Prinzip um folgende Aufgabe:

Von mindestens zwei gegebenen Festpunkten und zwei Neupunkten werden gleichzeitig bewegliche Hilfsziele mit Theodoliten eingestellt und nachgeführt. Die Richtungen nach dem Ziel sind in gleichen Augenblicken abzulesen. Als Hilfsziele eignen sich beispielsweise Leuchtsignale,

die an Fallschirmen von einem Flugzeug etwa in der Mitte der zu überbrückenden Distanz aus großer Höhe abgeworfen werden und langsam zu Boden sinken. Die verwendeten Theodolite sollen für diese Art der Beobachtung mit drei speziellen Einrichtungen versehen sein: einer geeigneten Nachführungs-Feinschraube, einer photographischen Registriekammer für den Horizontalkreis und einer elektrischen Auslösevorrichtung, die z. B. über ein Relais drahtlos ausgelöst werden kann und eine wirklich synchrone Registrierung sämtlicher Theodolite gestattet. In der Praxis wird man 6 bis 8 Theodolite gleichzeitig verwenden.

Daß der Wild Theodolit T3 für die Lösung beider neuen Probleme geeignet ist, war von vorneherein klar. Dem Konstrukteur waren demnach folgende Aufgaben gestellt: Die Adaptierung des Theodolits und die Schaffung eines geeigneten Filmauswertegerätes.

Der Grundgedanke der ersten Aufgabe war, den Theodolit so umzubauen, daß

1. sein Charakter erhalten bleibe und er ohne weiteres für die bisherigen Aufgaben mit normaler Koinzidenzablesung brauchbar sei,
2. zusätzlich eine einfache photographische Registrierung mit automatischem Filmtransport nach jeder Exposition möglich sei,
3. die Auslösung der Registrierung und des Transportes auch elektrisch, bzw. drahtlos erfolgen könne.

Die Universalität des Instrumentes sollte also nicht nur erhalten, sondern durch die hinzukommenden speziellen Einrichtungen noch erhöht werden. Es war nicht beabsichtigt, sofort einen endgültigen neuen Theodolittyp mit photographischer Registrierung zu entwickeln, der in gleich großen Serien fabriziert wird wie der bisherige T3, sondern man wollte zunächst mit möglichst geringem Aufwand den Theodoliten so umbauen, daß die besonderen Aufgaben in der Praxis studiert werden können.

Detailfragen der Konstruktion waren die Wahl der Kammer, die Berechnung eines sehr scharf und verzeichnungsfrei abbildenden optischen Systems für die photographische Registrierung, die helle Kreis- ausleuchtung für Momentaufnahmen mit Abblendemöglichkeit für die direkte Koinzidenzablesung, der Auslösemechanismus und die Gestaltung der Nachführungsschraube für bewegliche Ziele.

Die zweite Aufgabe war die Entwicklung des *Filmauswertegerätes*. Wenn diametrale Kreisstellen in ähnlicher Lage photographiert werden, wie man sie im Ablesemikroskop des T3 sieht, kann die Ausmessung auf zwei Arten erfolgen; entweder in einem Mikroskop, das sich auch des Koinzidenzprinzipes bedient oder durch mikrometrische Ausmessung der abgebildeten diametralen Kreisstellen. Letzterer Weg hat sich bei den

Vorversuchen als wesentlich einfacher erwiesen. Die Genauigkeit der Vermessungen übertraf sogar die der Koinzidenzmethode.

Der erste Teil der Aufgabestellung, der Theodolitumbau, wurde auf folgende Weise gelöst:

Die Grundform des Theodolits ist die gleiche wie bisher (Abb. 1).

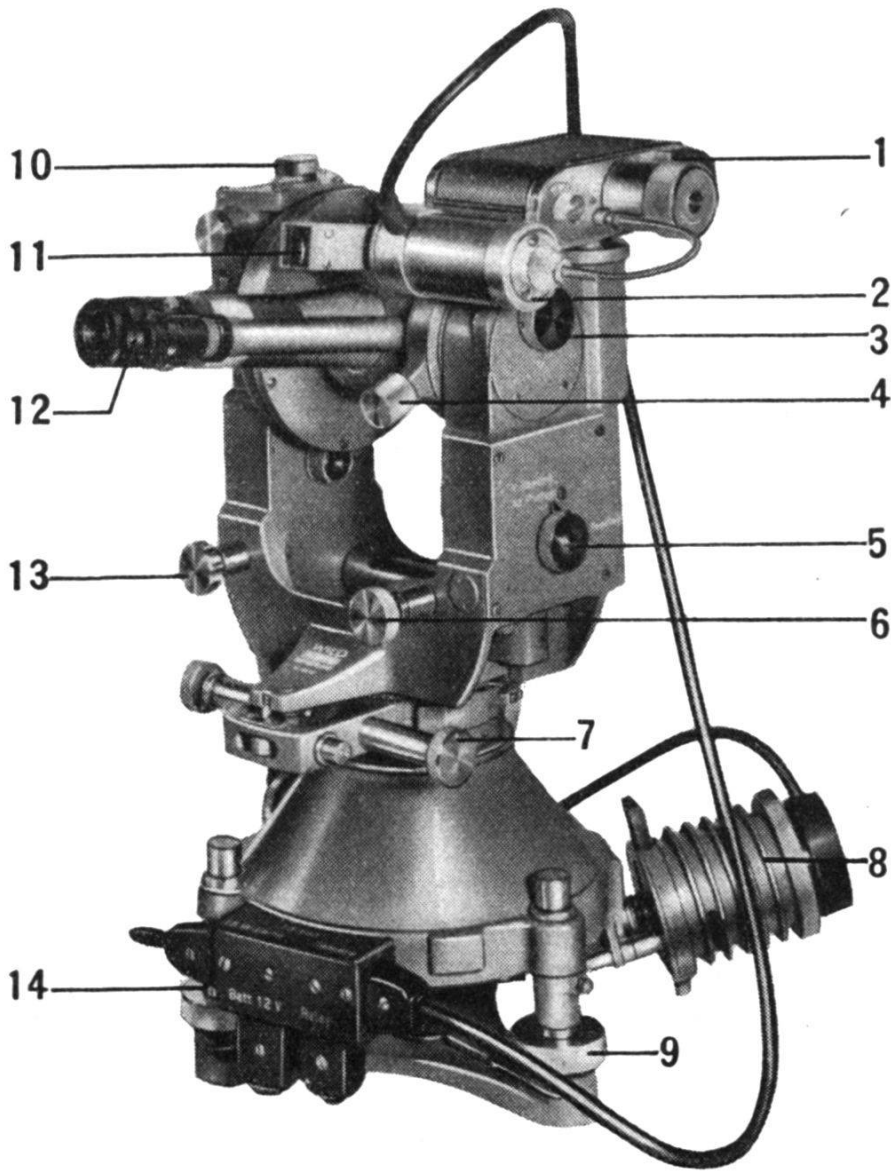


Fig. 1

*Präzisionstheodolit Wild T 3 mit aufgesetzter Registrierkammer*

- |                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 Registrierkammer                | 8 15-Watt-Lampe         |
| 2 Magnetauslöser                  | 9 Fußschraube           |
| 3 Knopf des optischen Mikrometers | 10 Libellenprisma       |
| 4 Höhenklemme                     | 11 Kollimator           |
| 5 Umschaltknopf                   | 12 Mikroskopokular      |
| 6 Höhenfeinschraube               | 13 Libellenfeinschraube |
| 7 Azimutfeinschraube              | 14 Verteiler            |

Die Registrierkammer ist eine umkonstruierte «Robot» (1) für 48 Aufnahmen auf Kinofilm mit dem Bildformat von  $24 \times 24$  mm. Sie wird ohne Objektiv mittels Bajonettverschluß auf eine umgebaute T3-Stütze aufgesetzt. Die Kammer trägt ein Uhrwerk für automatischen Filmtransport und Verschlußspannung nach jeder Exposition. Diese erfolgt entweder mit Drahtauslöser direkt von Hand aus oder durch einen elektromagnetischen Kontaktgeber (2). Man verwendet handelsüblichen panchromatischen Kinofilm in Robot-Tageslichtspulen. Der Film kann bei aufgesetzter Kamera gewechselt werden. Entwickeln, Fixieren und Wässern erfolgen in normalen Entwicklungsdosen für Kinofilm. Ungleichmäßige Schnelltrocknung soll vermieden werden.

Bei *einer* Anschlagstellung des Umschaltknopfes (5) kann wie bisher der Horizontalkreis mittels Koinzidenzablesung im Mikroskopokular (12) abgelesen werden. In der anderen kann sowohl der Höhenkreis bei (12) abgelesen als auch die Horizontalkreisstellung photographiert werden. Die Ausleuchtung des Kreises muß wegen der Momentbelichtung mit 1/100 Sekunde auch für hochempfindlichen panchromatischen Kinofilm sehr hell und gleichmäßig sein. Sie erfolgt mittels einer zentrierbaren 15-Watt-Lampe für 12 Volt über entsprechende Filter (8). Für die direkte Kreisablesung im Ablesemikroskop ist ein Graufilter vorgeschaltet.

Ein Verteiler (14) besitzt Anschlüsse für die 12-Volt-Batterie, die Lampe, den Magnetauslöser und das Relais. Letzteres wird durch ein im Radioempfänger eintreffendes Signal ausgelöst.

Um auch in der Nacht Leuchtziele bequem einstellen zu können, trägt das Fernrohr einen elektrisch beleuchteten Kollimator (11).

In den übrigen Einrichtungen unterscheidet sich der neue Theodolit vom normalen Modell nur um die parallel zur Kippachse angeordnete Azimut-Feinschraube (7), welche zwei Knöpfe trägt, damit in jeder Kreislage ein kontinuierliches Verfolgen eines beweglichen Zieles mit beiden Händen möglich ist.

Bei abgenommener Registrierkammer arbeitet das Instrument wie das bekannte Normalmodell.

Im *Film-Meßmikroskop* (Fig. 2) erkennt man auch bekannte und bewährte Bauelemente, das Stativ des Wild-Mikroskops M9 und ein Okularmikrometer des astronomischen Theodolites Wild T4.

Das Okular-Mikrometer trägt eine bewegliche Strichplatte mit aequidistanten Linien, deren bezifferte Abstände etwas größer sind als die Strichstärke der photographierten Teilkreisbilder. Einer Trommelumdrehung entspricht ein Intervall der Strichplatte. Trommel und Strichplatte sind runfrei justiert. Die aequidistante Teilung der Strichplatte bietet den Vorteil, daß man bei der Ausmessung von vier Teilstrichen im

Filmmittelfeld bloß den Bereich einer einzigen Trommelumdrehung benötigt, denn jeder auszumessende Teilstrich wird mit dem nächstliegenden Intervall der Strichplatte als Doppelstrich eingestellt (Fig. 3).

Die Ablesung wird den Praktiker wohl besonders interessieren.

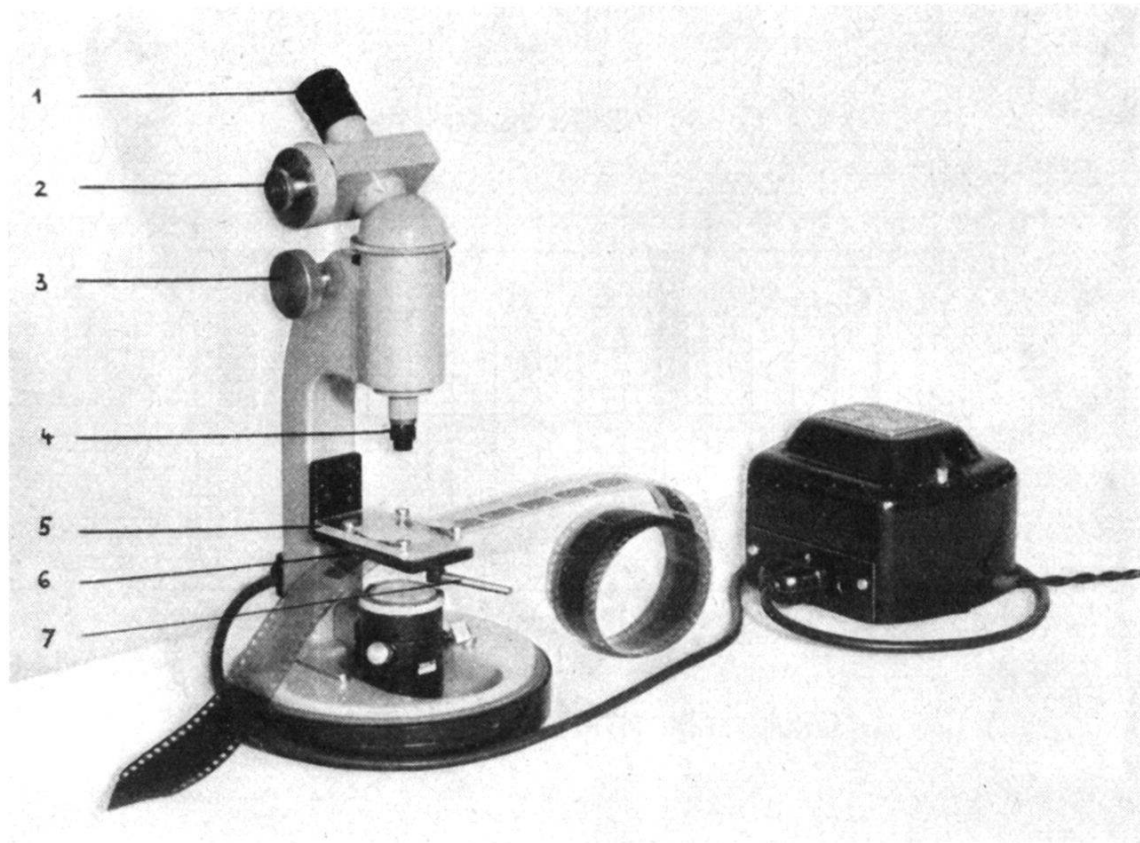


Fig. 2

*Film-Meßmikroskop mit 15-facher Vergrößerung*

- |                                 |                  |
|---------------------------------|------------------|
| 1 Okular                        | 5 Filmdeckplatte |
| 2 Trommel des Okularmikrometers | 6 Filmträger     |
| 3 Trieb                         | 7 Klemmhebel     |
| 4 Objektiv                      |                  |

Die Grobablesung auf 2 Minuten erfolgt auf dem Film mit freiem Auge oder mit einer Lupe. Man zählt von der Gradzahl links von Index die vollen Intervalle bis zur diametralen Lesung, also in Fig. 4 von  $31^{\circ}$  bis  $211^{\circ}$ , im vorliegenden Fall 17, welche mit je  $2'$  einzusetzen sind. Die Grobablesung lautet demnach:  $31^{\circ} 34'$ .

Bildet sich die Ausgangs-Gradzahl auf der Photographie des Teilkreises nicht mehr ab, weil sie zu weit links steht (wie im vorliegenden Falle), so kann man auch von der Gradzahl rechts vom Index rückwärts-

zählen, muß aber das Intervall, in dem die diametrale Lesung steht, *mitzählen*, hier also  $32^\circ - 13 \text{ Intervalle} = 32^\circ - 26' = 31^\circ 34'$ .

Die Feinablesung erfolgt im Mikroskop. Man mißt am besten vier Striche in der Bildmitte aus (Fig. 5). Der linke äußere Strich soll der unteren Teilung angehören. Das Stück (*ab*) in der Fig. 5 entspricht dem bei der Grobablesung vernachlässigten Rest, es ist gleich (*cd*). Kennt man die gegenseitige Lage von *a*, *b*, *c*, *d* in einem beliebigen Maßstab, so kann man

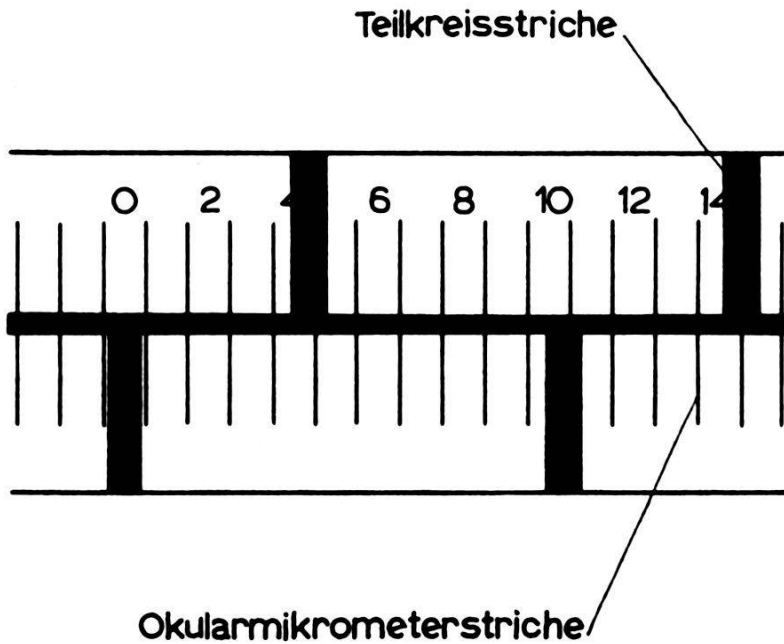


Fig. 3

*Feinablesung:*

Einstellung der Strichplatte des Okularmikrometers auf einen Teilstrich im Intervall 0

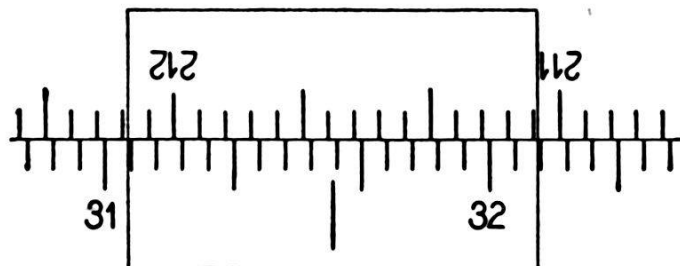


Fig. 4

*Grobablesung*

$$31^\circ + 17 \text{ Intervalle zu } 2' = 31^\circ 34'$$

$$\text{oder } 32^\circ - 13 \text{ Intervalle} = 31^\circ 34'$$



das Reststück  $(ab) = (cd)$  berechnen, wenn man berücksichtigt, daß  $(ac) = (bd)$  einem Intervall von  $2' = 120''$  entspricht.

Die Mikroskop-Vergrößerung soll zwecks Vereinfachung der Rechenarbeit am besten so eingestellt werden, daß dem Intervall etwas über 1000 Trommelteile entsprechen. Die Berechnung des Reststückes erfolgt nach der Formel

$$120'' \cdot \frac{(b-a) + (d-c)}{(c-a) + (d-b)},$$

bzw. nimmt man besser in Zähler und Nenner jeweils den Mittelwert beider Klammerausdrücke. (Fig. 5)

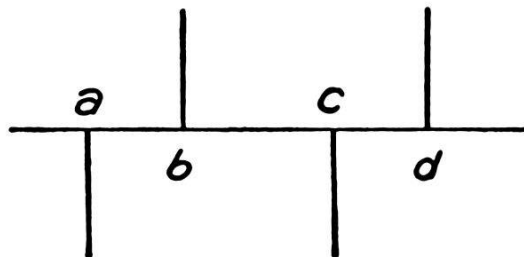


Fig. 5

*Feinablesung*

$$120'' \frac{\frac{1}{2} \cdot [(b-a) + (d-c)]}{\frac{1}{2} \cdot [(c-a) + (d-b)]}$$

Wir lesen z. B. ab:

$$a = 0 \ 13$$

$$b = 4 \ 70$$

$$c = 10 \ 17$$

$$d = 14 \ 75$$

wobei 0, 4, 10, 14 die Intervalle der Strichplatte sind, mit denen die Teilstriche  $a, b, c, d$  eingestellt wurden und 13, 70, 17 und 75 die zugehörigen Trommelablesungen.

Man bildet

$$b - a = 457$$

$$d - c = 458$$

$$c - a = 1004$$

$$d - b = 1005.$$

Sowohl die beiden ersten als auch die beiden letzten Zahlen werden

gemittelt und das erste Mittel durch das zweite dividiert. Die Restlesung ergibt sich durch Multiplikation mit 120", hier also

$$120'' \cdot \frac{457,5}{1004,5} = 54,7'' \text{ (Rechenschieber)}$$

Die vollständige Ablesung lautet daher:

$$31^\circ 34' 54,7''.$$

Die tatsächliche Anschreibung ist jedoch einfacher; sie beschränkt sich auf

$$\begin{array}{r} 013 \quad 457 \\ 470 \quad 458 \\ 1017 \quad 1004 \\ 1475 \quad 1005 \quad 31^\circ 34' 54,7'' \end{array}$$

Die bisherigen Versuchsmessungen mit dem neuen Theodolit ergaben sehr befriedigende Ergebnisse. Aus wiederholten Registrierungen derselben Kreisstellen und dem Vergleich mit den zugehörigen Koinzidenzablesungen bestätigte sich die Zuverlässigkeit der Filmregistrierung. Die Registriergenauigkeit ist tatsächlich etwas höher als die Koinzidenzgenauigkeit. Sie ist durch einen mittleren Fehler von  $\pm 0,2''$  für eine einmalige Registrierung und einmalige Filmausmessung gekennzeichnet. Die wiederholte Ausmessung bringt noch einen zusätzlichen Genauigkeitsgewinn.

Dank dieser günstigen Ergebnisse wurde der hier beschriebene Theodolit T3 mit photographischer Registrierung in das Bauprogramm der Firma Wild aufgenommen. Er ist sicherlich eine wertvolle und willkommene Bereicherung des geodätischen Instrumentariums.

## Kleine Mitteilungen

*Ehrung von Präsident M. Baudet.* Die ordentliche Generalversammlung der „Royal Institution of Chartered Surveyors“ in London hat am 2. Januar 1950 den Präsidenten des Schweiz. Vereins für Vermessungswesen und Kulturtechnik, Herrn *Marcel Baudet*, Cossonay, Präsident des Internationalen Geometerbundes einstimmig zum *Ehrenmitgliede* der Institution gewählt. Herr Baudet teilt diese hohe Würde außer mit einer Anzahl höchster Britischer Persönlichkeiten mit Col. Butault, R. Danger und J. S. Roupcinsky, die alle drei im Jahre 1926 geehrt worden sind. Es ist für den Schweizerischen Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik eine sehr hohe Ehre, daß ihr Präsident von der hochangesehenen englischen Geometer-Institution zum Ehrenmitglied ernannt worden ist.