

Paper-ID: VGI\_192615



## Der neue Wildsche Universaltheodolit mit Präzisionsdistanzmesser

Eduard Demmer

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **24** (6), S. 97–103

1926

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Demmer_VGI_192615,  
Title = {Der neue Wildsche Universaltheodolit mit Präzisionsdistanzmesser  
},  
Author = {Demmer, Eduard},  
Journal = {{\u}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen},  
Pages = {97--103},  
Number = {6},  
Year = {1926},  
Volume = {24}  
}
```



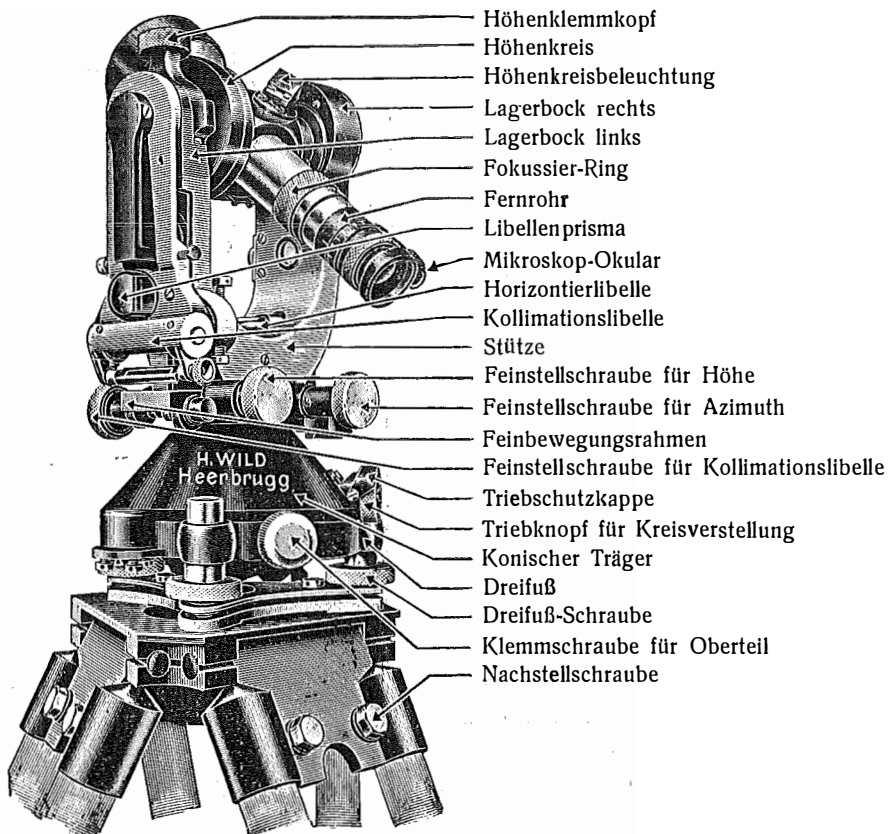
## Der neue Wildsche Universaltheodolit mit Präzisionsdistanzmesser.

Vortrag des Hofrates Ing. Eduard Demmer, abgehalten in der Monatsversammlung des Österreichischen Geometervereines.

Die Prismenanwendung beim Bau geodätischer Instrumente hat in Verfolgung ihrer äußersten Möglichkeiten zu einer Type von Theodoliten geführt, welche die bisherige bewährte Form zu verdrängen beabsichtigt.

Eine der ersten bemerkenswerten Neuerungen ist die Anwendung der Prismen bei der Libelleneinstellung an Nivellierinstrumenten.

Durch eine geeignete Anordnung der Prismen wird der in den Fig. 1 und 2 ersichtliche Strahlengang erreicht, wobei nur eine Längshälfte der Blase zur Abbildung gelangt. Vom Fernrohrokulare aus sieht man, die Justierung vorausgesetzt, die Enden dieser Blasenlängshälfte genau übereinander liegen und eine halbkreisförmige Rundung bilden (Fig. 1), wenn die Visierlinie des Nivellierfernrohres eine horizontale Lage einnimmt. Decken sich die Enden der Blasenhälften nicht (Fig. 2), so ist ihr wahrgenommener Abstand doppelt so groß, als der Ausschlag der Blase gegenüber ihrer einspielenden Stellung. Dieser Umstand macht es möglich, halb so empfindliche Libellen zu verwenden.



Universal-Theodolit

$\frac{1}{3}$  nat. Größe

Bei dem neuen Wild'schen Theodolite wird gleichwie bei seinem Vorläufer, dem Wild'schen Theodolite der Firma Zeiss in Jena, eine ungleich kompliziertere Prismenanordnung dazu benützt, um die gegenüberliegenden Kreisstellen, durch das Mikroskopokular gesehen, übereinander abzubilden. Durch Messung der Entfernung zwischen den gegenüberliegenden Strichen dieser Kreisstellen wird mit einer einzigen Ablesung sofort das Mittel einer Fernrohrlage erhalten.

Der Strahlengang ist aus der schematischen Darstellung (Fig. 3) ersichtlich. Die Prismen 1, 2 und 4 bringen in Verbindung mit der Linse 3 Licht unter den Glaskreis bzw. die Horizontalkreisteilung, deren Silberbelag die gegenüberliegenden Kreisstellen zurückspiegelt. Die Strahlen dieser Spiegelbilder werden durch die Prismen 5 zum Objektivsystem 6 geführt, durch welches, vom Prismenrhombus 7 rechtwinklig abgeleitet, die reellen Bilder der Kreisstellen am Scheideprisma 10 übereinander liegend entworfen werden. Die Bezeichnung Scheideprisma ist dadurch erklärt, weil das Bild der rechten Kreisstelle infolge des verkürzten Strahlenganges in diesem Prisma an dessen Stirnfläche, vom Okular aus gesehen, unterhalb des Bildes der linken Kreisstelle erscheint, also, beide Bilder voneinander getrennt werden.

Die Bezifferung der Kreisstellenbilder laufen in entgegengesetzter Richtung und erscheinen bezüglich der linken Kreisstelle aufrecht und bezüglich der rechten Kreisstelle verkehrt stehend. Als Alhidade ist auf der Stirnfläche des Scheideprismas ein Zeigerstrich so angebracht, daß er über der aufrecht bezifferten Kreisstelle erscheint. Die Messung der Entfernungen dieses Zeigerstriches von den vorhergehenden Strichen beider Teilungen des in Drittelgrade geteilten Kreises erfolgt mit dem in den Strahlengang eingeschalteten optischen Mikrometer, das durch die planparallelen, gegeneinander verdrehbaren Platten 8 und 9 gebildet wird. Der Drehungswinkel dieser Platten wird durch die Glastrommel *T* gemessen, welche die Sekundenteilung enthält. Wird ihr Nullstrich auf den Zeigerstrich des Prismas 10 eingestellt, so nehmen die Platten 8 und 9 jene Stellung ein, bei der die Bildstrahlen der linken und rechten Kreisstelle dieselben geradlinig passieren.

Zur Messung der Entfernung des Zeigerstriches von dem vorhergehenden Teilstrich (Fig. 4) der linken Kreisstelle müßte dessen Bild durch Drehung der Platte 8 mit dem Zeigerstrich zur Deckung gebracht werden. Da durch die gleichzeitige Gegendrehung der Platte 9 auch der vorhergehende Teilstrich der rechten Kreisstelle gegen den Zeigerstrich geführt wird, so ist an der Sekundenteilung die halbe Entfernung dieser beiden Teilstriche dann gemessen worden, wenn dieselben zur Deckung gebracht wurden. Da diese Entfernung gleich ist der Summe aus den Abständen des Zeigerstriches von dem vorhergehenden Teilstriche der linken bzw. rechten Kreisstelle, so erhält Wild durch die gemessene halbe Entfernung mit einer einzigen Ablesung das Mittel der Kreislesungen einer Fernrohrlage. Der Zeigerstrich über der aufrecht bezifferten linken Kreisstelle dient hierbei nur zur Ablesung der Grade und Zehnerminuten.

Die Sekundenteilung an der Glastrommel *T* wird vom Okular aus wegen des rhombischen Prismas 11 über der linken Kreisstelle gesehen. Am verlängerten

Zeigerstrich wird die Anzahl der Minuten und Sekunden gelesen, welche der vollführten Gegendrehung der Platten 8 und 9 entspricht. Die Teilung der Sekundentrommel umfaßt gemäß der größten zu messenden Entfernung, einem halben Kreisteilintervall,  $10' = 600''$ .

Das im Okular gesehene Bild der Ablesung am Horizontalkreis geben die Fig. 4 bis 6. Die Figur 4 zeigt die Stellung der Teilungen bei geradlinigem Durchgang der Bildstrahlen durch die planparallelen Platten, die Fig. 5 und 6 die vollzogene Koinzidenz. Bei der Ablesung am Horizontalkreis ist nur eine Koinzidenz möglich. Hierbei kommt der Zeigerstrich entweder über der Mitte zweier Striche (Fig. 5) der aufrecht bezifferten linken Kreisstelle oder über einem Strich derselben (Fig. 6) zu stehen. Dementsprechend ist die Lesung an der Sekundentrommel zu der Zehnerminutenlesung hinzuzufügen, welche jener Mitte oder jenem Teilstrich entspricht.

Die Abbildung des Höhenkreises erfolgt in gleicher Weise wie jene des Horizontalkreises nach Einschaltung des Prismas 20 in den Strahlengang.

Da die Drittelgradintervalle des Höhenkreises mit 50 mm Durchmesser ungefähr halb so groß sind als jene des Horizontalkreises mit einem Durchmesser von 95 mm, kann bei entsprechender Abstimmung durch die Bilddistanz für die Ablesung am Höhenkreis dasselbe optische Mikrometer benützt werden. Die Sekundenteilung der Glastrommel *T* umfaßt dann ein ganzes Höhenkreisintervall, das bei der Doppelgradbezifferung dieses Kreises — 2 Grade sind beim Höhenkreis als einer beziffert und dieser Doppelgrad in 6 Teile geteilt — auch mit  $10'$  bewertet erscheint (Fig. 7). Da deshalb bei der Gegendrehung der Platten 8 und 9 zwei Teilstriche der beiden Kreisstellenbilder aneinander vorüberziehen, wenn die Sekundenteilung erschöpft wird, so sind zwei Koinzidenzen möglich. Eine, wenn der Zeigerstrich sich über einem Strich (Fig. 7) der oberen aufrecht bezifferten Kreisstelle, die zweite, wenn der Zeigerstrich sich über der Mitte zweier Striche befindet. Nur die erstere Koinzidenz kommt für die Ablesung in Frage, da die Entfernung des Zeigerstriches bis zur vorausgehenden vollen Zehnerminute zu messen ist, die bei der Doppelgradbezifferung des Höhenkreises eben nur durch einen Teilstrich und nicht wie beim Horizontalkreis auch durch die Mitte zwischen zwei Teilstrichen repräsentiert erscheint. Eine weitere Folge der Doppelgradbezifferung des Höhenkreises ist die, daß die erhaltenen Höhenwinkel durch die einfache Differenz aus den Ablesungen in beiden Fernrohrlagen gebildet werden. Der Bezifferung des Höhenkreises entsprechend werden Höhenwinkel negativ und Tiefenwinkel positiv erhalten.

Die oben beschriebene Ableseinrichtung ist als ein Meisterwerk der Mechanik zu bezeichnen. Die Ausführung dieser Einrichtung muß eine äußerst präzise sein, damit bei den kleinen Abmessungen am Theodolite die Ablesung in Sekunden möglich ist. Beträgt doch beim 360teiligen Kreise die Länge eines Horizontalkreisintervalles zirka  $280 \mu$ , jene des Höhenkreisintervalles  $250 \mu$  und die Intervallgröße an der Sekundentrommel zirka  $40 \mu$ , d. s. vier Hundertstel eines Millimeters. Durch die 34malige Vergrößerung des Okularsystemes erscheinen dem Beobachter diese Teilkreisintervalle 9 bzw. 5 mm und das Sekundentintervall etwas über 1 mm groß.

Aber nicht nur die präzise Ausführung, sondern auch die Stabilität der Ableseeinrichtung ist bewundernswert, wenngleich Lageveränderungen einzelner Prismen die Ablesegenauigkeit nicht beeinträchtigen können.

Auch bezüglich des sonstigen Instrumentenbaues hat Wild gegenüber der bisherigen Theodolittypen abweichende Anordnungen getroffen. Um den Horizontalkreis vollständig dicht abzuschließen, ist derselbe unter dem unteren Ende der Vertikalachse angebracht. Das obere Ende der zylindrischen hohlen Vertikalachse wird durch einen konischen Träger gehalten. Die Horizontalachse und Zielachse sind nicht justierbar; es fehlt deshalb eine Aufsatzlibelle für die Horizontalachse. Beide Kreise sind aus Glas, auf welchem die Teilungen eingätzt sind.

Das hier vorgeführte Instrument wurde vor seiner Erwerbung im Bundesamte eingehenden Untersuchungen unterzogen, die auf die Genauigkeit der Teilung sowie auf die Stabilität der Ableseeinrichtung beim Feldgebrauche hielten. Die erstere Untersuchung wurde nach dem Verfahren von Professor Heuvelink angestellt und im Pendelkeller des Bundesamtes ein Horizontalwinkel von  $61\frac{1}{2}^{\circ}$  nach beleuchteten auf  $\infty$  eingestellten Fadenkreuzen zweier Hilfsinstrumente in drei Reihen von je sechs Kreisständen und in jedem Kreisstande in drei Sätzen, hierauf in umgekehrter Reihenfolge mit umgekehrter Reihenfolge der Kreisstände, also in insgesamt 108 Sätzen gemessen.

Zur Beurteilung einer Kreisteilung stellt Professor Heuvelink den Begriff des Durchmesserfehlers auf, d. i. der Einfluß der Teilungsfehler auf das von der Exzentrizität freie Mittel der an einem Durchmesser gemachten Ablesungen. Der mittlere Wert dieses Fehlers bildet das Kriterium für die Güte einer Kreisteilung. Dieser Durchmesserfehler setzt sich zusammen aus einem zufällig und einem regelmäßig auftretenden Teilungsfehler. Da letzterer durch Beobachtung in mehreren auf den halben Kreisumfang verteilten Kreisständen beseitigt wird, so lassen sich der zufällige und regelmäßige Teilungsfehler desto sicherer voneinander trennen, je mehr Kreisstände zur Beobachtung herangezogen wurden. Auf Grund der mit dem Wildschen Theodolite vorgenommenen obigen Messungen haben sich für den Durchmesserfehler folgende Werte ergeben, und zwar  $1.35'' = \tau$  als mittleren totalen Teilungsfehler ohne irgend welche Beseitigung von regelmäßigen Teilungsfehlern,  $0.26'' = \tau'$  als mittleren zufälligen Teilungsfehler bei Beseitigung der regelmäßigen Teilungsfehler durch Beobachtung in zwei Kreisständen und  $0.16'' = \tau''$  als mittleren zufälligen Teilungsfehler bei Beseitigung der regelmäßigen Teilungsfehler durch Beobachtung in vier Kreisständen.

Der Vergleich dieses Ergebnisses mit den sehr umfangreichen Untersuchungen Professor Heuvelinks an Schraubenmikroskoptheodoliten läßt erkennen, daß der Wildsche Theodolit mit seinem  $9.5\text{ cm}$  großen Horizontalkreis bezüglich der erreichbaren Genauigkeit in der Richtungsmessung nur wenig hinter der Genauigkeit zurücksteht, die mit Großkreisen erzielt wurde. Die kleinsten und größten Werte der Heuvelinkschen Ergebnisse mit Instrumenten, deren Teilungen nach dem Jahre 1910 hergestellt wurden, seien hier wiedergegeben. Für den  $27\text{ cm}$ -Horizontalkreis, geteilt im Jahre 1914, eines Hildebrand-

schen Theodolites mit 1" Angabe wurden die folgenden Werte für  $\tau$ ,  $\tau'$  und  $\tau''$  erhalten: 0'19" bzw. 0'17" und 0'18".

Für den 21 cm-Vertikalkreis, geteilt im Jahre 1921, eines Theodolites der gleichen Firma mit 1" Angabe wurden  $\tau$ ,  $\tau'$ , und  $\tau''$  mit 1'36", 0'54" und 0'46" erhalten.

Bezüglich des Höhenkreises am Wildschen Theodolite konnte eine derartige Untersuchung nicht angestellt werden, da er nicht verstellbar ist.

Beim Feldgebrauche des Instrumentes während einer Sommerperiode hat sich die Ableseeinrichtung als durchaus stabil erwiesen. Die Zeitersparnis durch Wegfall der Hälfte der bisher zu machenden Ablesungen ist eine sehr erhebliche. Die von Professor Hammer vermißte Kontrolle durch zwei Ablesungen in einer Fernrohrlage fällt wohl kaum ins Gewicht, da eine Kontrolle auch durch den Vergleich der Ablesungen beider Fernrohrlagen eines Satzes gegeben ist.

Das geringe Gewicht des Instrumentes, 5·8 kg samt Verpackung, ist vom wirtschaftlichen Standpunkte von besonderer Bedeutung, da man bei der Beobachtung im trigonometrischen Netze auch im Hochgebirge mit zwei Trägern vollkommen auslangt.

Störend machte sich bei dem Wildschen Theodolite mitunter die Verdunkelung der Ablesebilder unter dem Beobachtungsschirm bemerkbar, dem nunmehr durch die beschaffte elektrische Beleuchtungseinrichtung abgeholfen ist.

Ein Urteil über die Unveränderlichkeit der geätzten Teilungen, der unrektifikablen Lage der Horizontal- und Zielachse sowie der Prismenstellungen bei längerer Verwendung des Instrumentes läßt sich derzeit nicht abgeben. Im allgemeinen muß gesagt werden, daß die gegebene Type des Wildschen Theodolites wegen des Bestrebens, ein Universalinstrument zu schaffen, in seiner Verwendung als Triangulierungstheodolit eine dem Erbauer zweifellos bewußte Beschränkung aufweist. Für Triangulierungen mit Seitenlängen über 25 km reicht diese Type wegen der zu geringen, 20maligen Vergrößerung des Fernrohres nicht aus. Die Empfindlichkeit der Alhidadenlibelle von 20" für 2 mm ist für Messungen mit Steilvisuren zu gering in Ansehung der Sekundenablesung. Ein ähnliches Verhältnis besteht zwischen der Empfindlichkeit der Höhenlibelle mit 30" und der Ablesung des Höhenkreises auf Doppelsekunden, wenn auch die Verdoppelung dieser Empfindlichkeit durch die Prismeneinstellung der Höhenlibelle berücksichtigt wird. Für die gedachte Verwendung dieses Theodolites zur Winkelmessung im Polygonnetze spricht nur sein geringes Gewicht, da die Ablesung auf einzelne Sekunden bei diesen Arbeiten nicht notwendig ist und mit Rücksicht auf die übliche Stabilisierung der Polygonpunkte, ihre Figurierung und die Zentrierung des Instrumentes eine zu genaue ist. Aber auch bei strengeren Forderungen in dieser Betiehung z. B. bei Vermessung von größeren Städten würden die weitaus billigeren Theodolite mit 6" Angabe an einem Schätzmikroskop vollständig ausreichen. Für die Wahl dieser Universaltype mag wohl der wirtschaftliche Gedanke bestimmend gewesen sein, daß die Anschaffung eines wenn auch kostspieligen Instrumentes noch billiger ist als

wie jene zweier Theodolite, von welchen der eine nur für Triangulierungen und der andere nur für Polygonisierungszwecke dienen soll. Gleichwohl dürfte es bei dieser Trennung in dem Inventare größerer Ämter und Bureaus bleiben. Und es steht zu vermuten, daß auch Wild an den Bau eines Theodolites mit der gleichen Einrichtung schreitet, der ausschließlich für Triangulierungen, und zwar bis zur I. Ordnung dient. Auch ein solches Instrument würde bei Erfüllung aller hiebei zu stellenden Forderungen neben dem Vorteil der Verminderung der Ablesetätigkeit auf die Hälfte noch den Vorzug eines erheblich geringeren Gewichtes als das der bisherigen Triangulierungstheodolite \*) mit sich bringen.

In Verbindung mit dem beschriebenen Universaltheodolit hat Wild eine Distanzmessereinrichtung konstruiert, welche jedoch vom Bundesamte nicht angeschafft wurde. Mit diesem Distanzmesser werden die zu messenden Entfernungen an einer horizontalen Latte abgelesen, deren linke Hälfte in Dezimeter und deren rechte Hälfte in Zentimeter geteilt und von der Mitte ausgehend beziffert sind. Durch zwei Glaskeile, in ein Objektivansatzrohr montiert, werden die Bilder dieser beiden Lattenhälften übereinander gebracht. Bei hergestellter Koinzidenz der Striche beider Lattenteilungen wird die schiefe Länge aus der Summe der Werte je zweier koinzidierender Striche erhalten. Der distanzmessende Winkel ist durch die konstante Divergenz der Bildstrahlen gegeben, welche durch die beiden Glaskeile bewirkt wird. Die Ablesung der Bruchteile des Zentimeters erfolgt mit einem optischen Mikrometer, das wieder durch zwei planparallele Platten gebildet wird, die vor den Glaskeilen angebracht, um eine vertikale Achse gegeneinander verdrehbar sind. Bei der Nullstellung der diese Drehung messenden Zentimetertrommel nehmen diese beiden Platten eine solche Stellung ein, daß die Bildstrahlen durch dieselben geradlinig hindurch gehen. Werden die beiden Platten gegeneinander verdreht und dadurch die Bilder der Lattenhälften gegeneinander geführt, so kommt eine volle Drehung der Zentimetertrommel gleich der Gegenbewegung der beiden Teilungen um einen Zentimeter: Jedes Trommelintervall entspricht einem Zentimeter der Entfernung, so daß deren Millimeter noch geschätzt werden können. Die dem Objektiv vorgesetzten planparallelen Platten verlegen den Schnittpunkt der Bildstrahlen in die Richtung gegen den Beobachter, so daß eine Subtraktionskonstante in Rechnung zu ziehen wäre. Das umgeht Wild, indem er die Nullpunkte der Teilungen der beiden Lattenhälften um den Betrag dieser Subtraktionskonstante gegeneinander verschiebt, wobei noch die Entfernung der Glaskeile von der Drehachse des Fernrohres (eine kleine Additionskonstante) berücksichtigt ist. Der Gesamtbetrag der Verschiebung der Lattenhälfte ist ungefähr 43 *cm*. Das Fernrohr des Wildschen Theodolites an sich ohne aufgesetzte Distanzmessereinrichtung ist anallaktisch, die Additionskonstante für Entfernungen über 20 *m* kleiner wie 4 *mm*, also praktisch gleich Null.

Die Prüfungsmessungen, die mit dem Wildschen Präzisionsdistanzmesser vorgenommen wurden, haben durchaus befriedigende Resultate ergeben, die in einem einzigen Falle die vorgeschriebene Fehlergrenze überschreiten.

---

\*) 40–50 *kg* ohne Stativ.

Von der Anschaffung dieser Distanzmessereinrichtung für die Zwecke des Bundesamtes wurde hauptsächlich deshalb abgesehen, weil der Theodolit ausschließlich für Triangulierungen verwendet wird. Zum Teile auch deshalb, weil die Vibration der Luft die Genauigkeit jeder optischen Distanzmessung beeinträchtigt.

## **Die Ausstellung für Optik und Feinmechanik.**

In den Räumen des Technischen Versuchsamtes in Wien hat in der Zeit vom 13. September bis 13. Dezember 1926 eine äußerst instruktive Ausstellung für Optik und Feinmechanik getagt.

Besonders der Geodät hat auf seinem Gebiete eine solche Fülle des Gebotenen vorgefunden, daß es auch dem Fachmann schwer wurde, den nötigen Überblick zu bewahren.

Die Versuchsanstalt für Schweremessungen an der Technischen Hochschule in Wien (Vorstand Professor Dr. Richard Schumann) hatte in vier Tafeln Photographien zur Drehwagenmessung im Wiener Becken, die Linien gleicher Schwerkraft in diesem Gebiet, Messungen in einem Keller und die veröffentlichten Arbeiten der Versuchsanstalt dargestellt.

Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, von welchem der Präsident Herr Ing. Alfred Gromann, ferner Hofrat Ing. Franz Winter, Hofrat Dr. Gottfried Dimmer und Oberbaurat Dr. Friedrich Hopfner dem Kollegium angehört haben, brachte in zwei Tableaus übersichtlich die Einrichtungen zur Darstellung, die an der Versuchsanstalt für geodätische Instrumente und an jener für Behelfe zur Zeitmessung zur Vornahme von Prüfungen und Untersuchungen bestehen.

Von den ausgestellten geodätischen Instrumenten sind vor allem die von der Verkaufs-Aktiengesellschaft Heinrich Wild, Heerbrugg (Schweiz), durch die abweichende Bauart und die außerordentliche Handlichkeit und das geringe Gewicht bei größter Leistungsfähigkeit aufgefallen.

Wild brachte seinen in der jüngsten geodätischen Literatur öfters behandelten Universaltheodoliten, der in seiner Verwendung ein Unikum darstellt, da das Instrument zur Triangulierung, Polygonisierung, Absteckung usw. mit gleichem Vorteil verwendet werden kann und auch mit optischem Lot und elektrischer Beleuchtungsvorrichtung geliefert wird. Mit einer Ergänzungsvorrichtung, die einfach auf das Fernrohr aufzusetzen ist, wird es zum optischen Präzisionsdistanzmesser, der in Verbindung mit einer horizontalen Latte zur Anwendung gelangt. Die Reichweite für Entfernungsmessung ist ungefähr 145 Meter.

Der Wildsche Theodolit ist bisher im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen bei Triangulierungsarbeiten III. und IV. Ordnung während zweier Feldperioden in Verwendung gewesen und hat hiebei vorzügliche Messungsergebnisse geliefert. Auch den nicht immer sanften Transport im Hochgebirge hat er, ohne Schaden zu nehmen, vertragen.

Aus der gleichen Werkstätte stammt auch ein kleines, sehr leistungs-