

Paper-ID: VGI_193313



Entzerrung mit graphischer Kartierung aus dem Spiegelbild des Originalnegativs

A. Buchholtz

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **31** (6), S. 101–108

1933

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Buchholtz_VGI_193313,  
  Title = {Entzerrung mit graphischer Kartierung aus dem Spiegelbild des  
    Originalnegativs},  
  Author = {Buchholtz, A.},  
  Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen},  
  Pages = {101--108},  
  Number = {6},  
  Year = {1933},  
  Volume = {31}  
}
```



ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

ORGAN

des

ÖSTERREICHISCHEN VEREINS FÜR VERMESSUNGSWESEN.

Redaktion:

Hofrat Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. E. Doležal und o. ö. Professor Ing. Dr. H. Rohrer.

Nr. 6. Baden bei Wien, im Dezember 1933. XXXI. Jahrg.

Entzerrung mit graphischer Kartierung aus dem Spiegelbild des Originalnegativs.

Von Prof. A. Buchholz.

Die in der modernen Photogrammetrie gebräuchlichen Entzerrungsgeräte sind fast alle so eingerichtet, daß sie ein den Entzerrungsbedingungen entsprechendes reelles optisches Bild erzeugen, das dann auf photogrammetrischem Wege festgehalten wird.

Der hauptsächlichste Vorteil einer solchen „photographischen Kartierung“ besteht in der Bequemlichkeit und vor allem in der Schnelligkeit des Verfahrens. Andererseits muß bei einem solchen Verfahren mit nicht unbeträchtlichen Verziehungen des photographischen Papiers gerechnet werden — sowohl bei der photographischen Ausarbeitung der entzerrten Einzelbilder, als auch bei der Zusammenfügung dieser Einzelbilder zum Luftbildplan. Diese Verziehungen gehen unmittelbar in den Luftbildplan als entsprechende Lagefehler ein. Im Maßstab des Plans gemessen, fallen solche Fehler also umso mehr ins Gewicht, je kleiner dieser Maßstab ist.

Der im Wege photographischer Kartierung erzeugte Luftbildplan hat das Aussehen eines gewöhnlichen Luftbildes. Er weist alle Einzelheiten des Geländes auf, die in den zu seiner Herstellung benützten Originalbildern enthalten sind.

Diese Eigentümlichkeit des Luftbildplanes mag sehr schätzenswert sein, wenn eine auch dem Aussehen nach möglichst naturgetreue Darstellung des Geländes durch den Plan erwünscht ist.

Es kommen aber auch nicht selten Fälle vor, wo überflüssige Einzelheiten im Plan störend wirken und deswegen vermieden werden sollen. In solchen Fällen müssen also die erforderlichen Einzelheiten aus dem Luftbildplan auskopiert werden, oder man muß den überflüssigen Inhalt des Luftbildplanes ausmerzen.

Auf die zu solchem Zweck in Betracht kommenden Verfahren soll hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur bemerkt, daß die Genauigkeit des

auf solche Weise erhaltenen Linienplans natürlich nicht größer sein kann, als diejenige des ursprünglichen Luftbildplans. Vielmehr dürften die zur Ableitung des Linienplans aus dem Luftbildplan erforderlichen Operationen noch zusätzliche Fehler verursachen. Es erscheint daher zweckmäßiger, den im Endergebnis gewünschten Linienplan nicht auf dem Umweg über einen photographischen Luftbildplan, sondern unmittelbar aus den Originalbildern abzuleiten.

Gewiß können die normalerweise gebräuchlichen Entzerrungsgeräte auch dann benützt werden, wenn aus dem optischen entzerrten Bild nur die für den eigentlichen Zweck der Aufnahme erforderlichen Einzelheiten ausgezogen werden sollen. Immerhin begegnet die graphische Kartierung vermittels solcher Entzerrungsgeräte gewissen technischen Schwierigkeiten. Besonders unvorteilhaft muß aber ein solches Verfahren vom wirtschaftlichen Standpunkt erscheinen. Die für photographische Kartierung eingerichteten Entzerrungsgeräte — namentlich die mehr oder weniger automatischen — sind bekanntlich recht teuer. Wenn sie sich trotzdem auch in wirtschaftlicher Hinsicht bewährt haben, so ist dieses wohl hauptsächlich ihrer großen Leistungsfähigkeit zuzuschreiben. Es ist aber ohne weiteres einleuchtend, daß dieser Vorzug nur sehr unvollkommen zur Geltung kommen kann, wenn die Kartierung auf graphischem Wege erfolgt.

Soll die optisch-graphische Entzerrung sowohl in technischer wie in wirtschaftlicher Hinsicht Befriedigendes leisten, so muß das in Betracht kommende Gerät einerseits korrekte Entzerrung ermöglichen, andererseits bedeutend billiger sein als die normalerweise gebräuchlichen Entzerrungsgeräte.

Wird photographische Kartierung des entzerrten Bildes beabsichtigt, so muß notwendigerweise im Entzerrungsgerät ein reelles optisches Bild des Originalnegativs erzeugt werden. Außerdem muß dieses Bild unmittelbar im Maßstab des anzufertigenden Luftbildplans projiziert werden. Unter solchen Umständen ist es allerdings kaum technisch möglich, die obenerwähnten Forderungen gemeinsam zu befriedigen.

Soll dagegen aus dem optischen entzerrten Bilde graphisch kartiert werden, so liegen die Verhältnisse in dieser Hinsicht recht erheblich günstiger. Es ist dann nicht unbedingt notwendig, im Entzerrungsgerät ein reelles optisches Bild des Originalnegativs zu erzeugen. Vielmehr kann unter solchen Umständen das projizierende Strahlenbüschel unmittelbar durch das Originalnegativ selbst festgelegt werden, oder man kann ein subjektives Spiegelbild des Originalnegativs benützen. In beiden Fällen bereitet es keine besonderen Schwierigkeiten, den Augenpunkt so zu wählen, daß die Projektion vermittels desselben Strahlenbüschels erfolgt, welches bei der Aufnahme das Originalbild erzeugte.

Bezüglich des Maßstabes des auf die Zeichenebene subjektiv projizierten entzerrten Bildes ist folgendes zu bemerken. Bei graphischer Kartierung aus dem optischen Bild können die Konturen ebenso gut unmittelbar mit einem Zeichenstift wie mit dem Fahrstift eines Pantographen nachgezogen werden. Der Maßstab des optischen Bildes braucht also nicht unbedingt demjenigen der endgültigen Kartierung zu entsprechen, so daß man in dieser Hinsicht

größere Freiheit hat, als bei photographischer Kartierung. Allerdings bleibt auch unter solchen Umständen die Notwendigkeit bestehen, daß der Maßstab der Projektion von vornherein nach sachgemäßen Gesichtspunkten festgelegt sein muß.

Bei der Wahl dieses Maßstabs ist zu erwägen, daß bei subjektiver Projektion das auf die Zeichenebene projizierte Bild im allgemeinen von der Lage des Augenpunkts abhängt. Abweichungen des Augenpunkts von seiner theoretisch richtigen Lage verursachen also entsprechende Entzerrungsfehler. Der Einfluß dieser Fehlerquelle ist natürlich umso geringer, je kleiner der Abstand zwischen der Zeichen-(Projektions-)Ebene und dem Originalnegativ, bzw. dessen Spiegelbild ist. Es empfiehlt sich daher, den Maßstab der Projektion ungefähr gleich dem mittleren Maßstab des Originalnegativs zu wählen, da dann das richtunggebende Bild annähernd in die Zeichenebene fällt. Aus technischen Gründen ist das natürlich nur dann möglich, wenn nicht unmittelbar aus dem Originalnegativ, sondern aus dessen Spiegelbild kartiert wird.

Die Idee der Entzerrung von Luftbildern im Wege graphischer Kartierung aus einer subjektiven optischen Projektion des Originalnegativs ist an sich bekanntlich nicht neu. Sie hat auch bereits in einigen Geräten konstruktiven Niederschlag gefunden. Von solchen Geräten seien hier z. B. der im Weltkrieg in der deutschen Heeresfliegerei benützte „einfache Umzeichner mit Pantograph 1)“ und die „chambre claire“ 2) von Varon erwähnt. Im ersten Gerät wird die Zeichenebene, in welcher der Fahrstift eines Pantographen geführt wird, unmittelbar durch das Originalnegativ hindurch betrachtet. Im zweiten wird aus dem vermittels eines total reflektierenden Prismas erzeugten subjektiven Bild des Originalnegativs unmittelbar im endgültigen Maßstab kartiert. In beiden Geräten befindet sich also die Zeichenebene in mehr oder weniger beträchtlichem Abstand vom Originalnegativ, bzw. dessen Spiegelbild.

Im folgenden soll ein ähnlichen Zwecken dienendes Gerät beschrieben werden, dessen Modell im Geodätischen Institut der Universität Lettlands mit einfachsten Hilfsmitteln gebaut worden ist.

Das „Projektionssystem“ dieses Gerätes besteht aus dem Gehäuse G (Abb. 1), welches folgende Bestandteile enthält:

- 1) den Bildträger B zur Aufnahme des Originalnegativs N ,
- 2) die elektrische Lampe L ,
- 3) den halbdurchsichtigen Spiegel S ,
- 4) die den Augenpunkt bestimmende kleine runde Oeffnung O' ,
- 5) die Kompensationsplatte K .

Vermittels des Triebes Q kann das in den Bildträger eingelegte Originalnegativ N durch Drehung um seinen Hauptpunkt Ω beliebig verkantet werden. Die zur Ebene N senkrechte optische Achse des Projektionssystems ist durch

1) P. Seeliger, Über die Entwicklung der deutschen Heeresphotogrammetrie von 1901 bis 1914/18. B. u. L. 1931 Nr. 3.

2) Cours de Photogrammétrie. Paris, 1930.

den Hauptpunkt Ω und den dem Augenzentrum O' in bezug auf den Spiegel S optisch konjugierten Punkt O bestimmt. Die entsprechende optische Achse des projizierenden Strahlenbüschels verläuft durch den Augenzentrum O' und den Punkt Ω' , der im Spiegelbild N' des Originalnegativs dem Hauptpunkt Ω entspricht. Die Bildweite $O'\Omega' = O\Omega$ kann durch Verschiebung des Bildträgers in der Richtung der optischen Achse des Projektionssystems der Brennweite f des bei der Aufnahme des Originalnegativs benützten Objektivs gleichgemacht werden. Das durch O' und das Spiegelbild N' bestimmte projizierende Strahlenbüschel ist dann identisch mit demjenigen, welches bei der Aufnahme das Originalnegativ erzeugte.

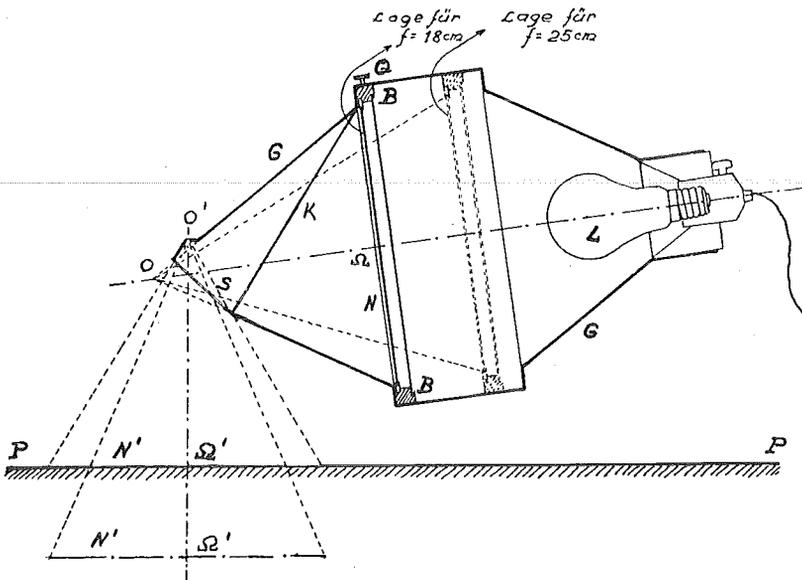


Abb. 1.

Der Spiegel S soll genügend durchsichtig sein, damit durch ihn hindurch aus O' die unmittelbare Betrachtung der Zeichenebene P möglich sei. Als solcher Spiegel eignet sich wohl am besten eine planparallele Glasplatte mit halbdurchsichtigem Silberbelag auf der dem Augenzentrum zugekehrten Seite. In Ermangelung eines solchen halbdurchsichtigen Spiegels wurde eine durchsichtige farbige Glasplatte ohne Spiegelbelag benützt. Bei kräftiger Beleuchtung des Originalnegativs erzeugt eine solche Glasplatte ein genügend helles Spiegelbild. Das von der hinteren Fläche der Glasplatte reflektierte sekundäre Spiegelbild wird durch die Farbfilterwirkung der Platte unterdrückt.

Die von der Zeichenebene P zum Augenzentrum O' gelangenden Lichtstrahlen erleiden beim Hindurchgehen durch die planparallele Spiegelplatte gewisse Parallelverschiebungen. Um dadurch verursachte Entzerrungsfehler zu vermeiden, müssen in dem durch das Originalnegativ N und den Punkt O bestimmten Strahlenbüschel entsprechende Parallelverschiebungen hervorgerufen werden. Zu diesem Zweck ist im Gehäuse G zwischen dem Bildträger

und dem Spiegel die Kompensationsplatte K angebracht. Dieselbe ist im Strahlenbündel des Originalnegativs ebenso orientiert wie der Spiegel S im projizierenden Strahlenbündel; ihre Dicke entspricht der des Spiegels.

Das Projektionssystem muß so eingestellt werden, daß im Schnitt des projizierenden Strahlenbündels mit der Zeichenebene sich das entzerrte Bild ergibt. Zu dem Zweck muß das Originalnegativ im Bildträger mittels des Triebs Q so verkantet werden, daß der Bildhorizont der Zeichenebene parallel gerichtet ist. Außerdem muß das Projektionssystem in bezug auf die Zeichenebene entsprechend der Nadirdistanz des Originalnegativs geneigt werden.

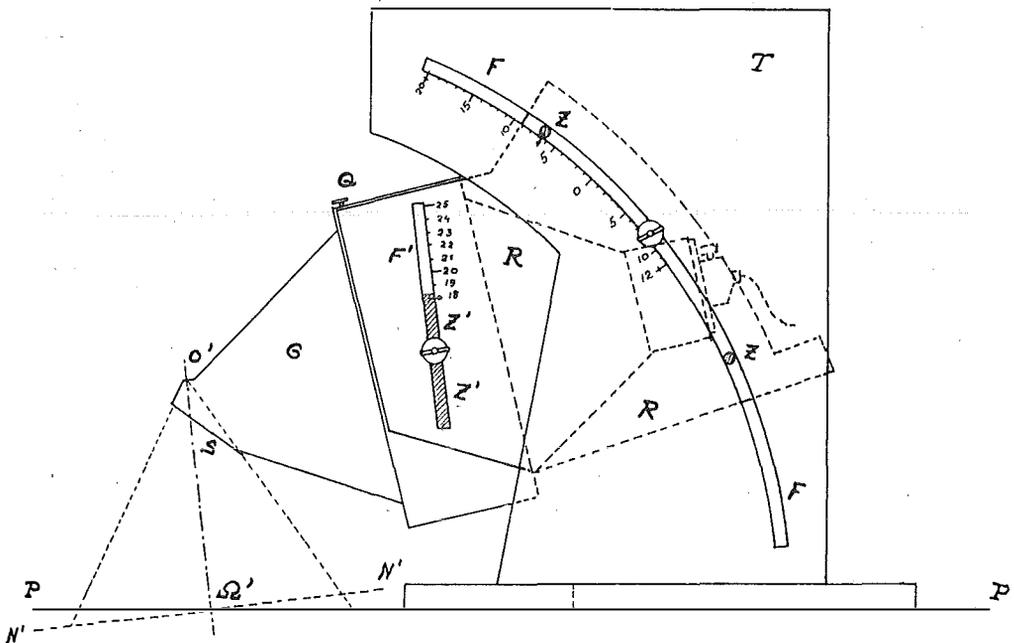


Abb. 2.

Zwecks Einstellung der Nadirdistanz ist das Gehäuse G in den Rahmen R eingehängt, dessen Zapfen Z in kreisbogenförmigen Führungsschlitzen F des auf die Zeichenebene aufgesetzten Traggestells T gleiten (Abb. 2). Durch Verschiebung des Rahmens R in den Führungsschlitzen F wird das Projektionssystem, bzw. das projizierende Strahlenbündel um eine ideelle Achse gekippt. Diese Kippachse liegt in der Zeichenebene P , ist der Ebene des Originalnegativs N parallel und geht durch den Schnittpunkt der Zeichenebene mit der optischen Achse des projizierenden Strahlenbündels $O'Q'$.

Das auf die Zeichenebene subjektiv projizierte entzerrte Bild soll mit seinem Hauptpunkt Q' ungefähr in die Zeichenebene P fallen. Das ist der Fall, wenn das projizierte Bild den mittleren Maßstab des Originalnegativs aufweist. Die entsprechende Einstellung des Maßstabs wird dadurch bewirkt, daß man das Gehäuse G im Rahmen R in der Richtung der optischen Achse des projizierenden Strahlenbündels verschiebt. Zu diesem Zweck sind im Rahmen R die Führungsschlitze F' angebracht, in denen die Zapfen Z' des

Gehäuses G gleiten. Vermittels dieser Vorrichtung ist der in der Richtung der optischen Achse des projizierenden Strahlenbüschels gemessene Abstand des Augenpunkts O' von der Zeichenebene P gleich $O'\Omega' = O\Omega = f$ zu machen. Dann fällt Ω' in die Zeichenebene und behält hier bei Kippung des Projektionssystems seine Lage unverändert bei. Auch der Maßstab des subjektiv projizierten Bildes in dessen Hauptpunkt Ω' wird dann durch die Kippung des Projektionssystems nicht beeinflusst.

Am Rande des Führungsschlitzes F ist eine Skala angebracht, an der unmittelbar die Nadirdistanz des Originalnegativs abgelesen wird. Eine zweite Skala befindet sich am Rande des Führungsschlitzes F' . An ihr wird die Stellung des Projektionssystems im Rahmen R als die entsprechende Brennweite f des Aufnahmeobjektivs abgelesen.

Der Entzerrungsvorgang gestaltet sich wie folgt. Es wird der mittlere Maßstab des zu entzerrenden Originalnegativs ermittelt und zweckentsprechend abgerundet. Der bei der Kartierung zu benützte Pantograph wird auf das Verhältnis dieses Maßstabs zum Maßstab der endgültigen Kartierung eingestellt und eventuell zur Anfertigung des Paßpunktplans im mittleren Maßstab des Originalnegativs benützt. Das Originalnegativ wird, mit der Schichtseite zum Spiegel gewendet, in den Bildträger eingelegt, dessen Abstand vom Projektionszentrum entsprechend der Brennweite des Aufnahmeobjektivs reguliert wird. Dementsprechend wird auch das Projektionssystem im Rahmen R eingestellt.

Nach diesen vorbereitenden Arbeiten erfolgt die Einstellung des Geräts in üblicher Weise. Der auf die Zeichenebene aufgelegte Paßpunktplan wird nach Bedarf verschoben und gedreht und zugleich die Verkantung des Originalnegativs und die Neigung des Projektionssystems so reguliert, daß bei Beobachtung durch die Öffnung O' das subjektiv auf die Zeichenebene projizierte Spiegelbild mit dem Paßpunktplan übereinstimmt. Erforderlichenfalls kann hierbei auch die ursprüngliche Einstellung des Maßstabs durch Verschieben des Projektionssystems im Rahmen R verbessert werden.

Schließlich werden dann bei Beobachtung durch den Augenpunkt O' die zu kartierenden Einzelheiten des auf die Zeichenebene projizierten Bildes mittels des Pantographen nachgezogen. Hierbei empfiehlt es sich, den Fahrstift des Pantographen durch einen flach aufliegenden Zeiger zu ersetzen.

Das im Geodätischen Institut der Universität Lettlands gebaute Modell des Geräts (Abb. 3) ist in ziemlich primitiver Weise in Holz ausgeführt. Der Spiegel und die Kompensationsplatte bestehen aus gewöhnlichen ungeschliffenen Glasplatten. Die Bewegungen in den Führungsschlitzern erfolgen einfach von Hand; es sind hier nur Klemmschrauben vorhanden. Die den Augenpunkt bestimmende Öffnung hat einen Durchmesser von etwa 1 mm. Man kann durch diese Öffnung bei gegebener Stellung des Auges ungefähr die Hälfte des Bildfeldes 13×18 cm überblicken. Verschiebungen des Augenpunkts im Bereich der erwähnten Öffnung rufen bei Nadirdistanzen bis etwa 20° keine merklichen Verschiebungen im subjektiv projizierten Bild hervor.

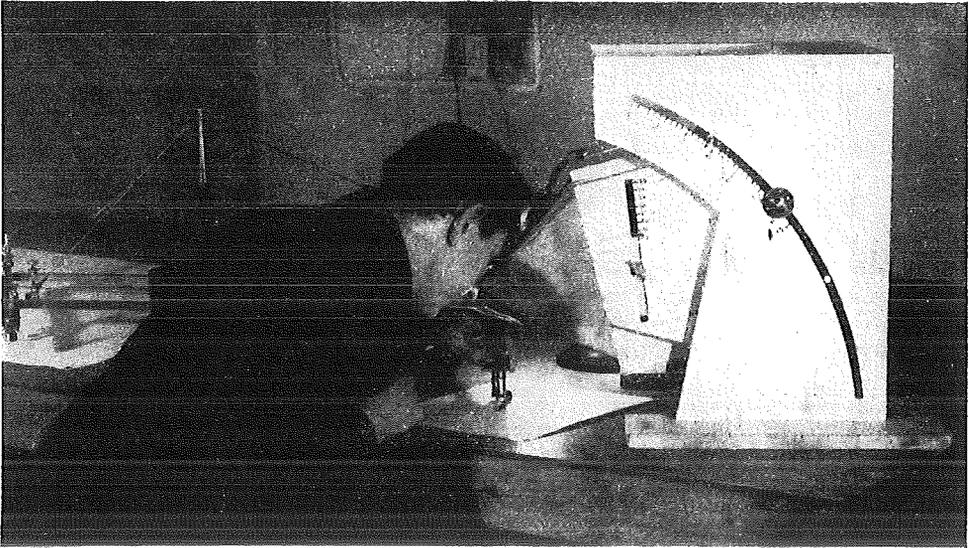


Abb. 3.

Der Anwendungsbereich des Modells wird durch folgende Daten charakterisiert:

Format des Originalnegativs — bis 13×18 cm,
 Brennweite des Aufnahmeobjektivs — 18 bis 25 cm,
 Nadirdistanz — bis 20° .

Trotz der erwähnten und mancher sonstiger konstruktiver Unzulänglichkeiten des Modells ist die Bequemlichkeit seiner Handhabung eine recht leidliche.

Zwecks einer Genauigkeitsprüfung des Modells wurde eine das „Gelände“ vertretende Originalzeichnung vermittels einer gewöhnlichen Kammer photographiert. Im Originalnegativ 13×18 cm wurden insgesamt 57 „Geländepunkte“ identifiziert, deren Koordinaten im „Gelände“ so genau gemessen wurden, daß sie als praktisch fehlerfrei bestimmt gelten konnten. Von diesen Punkten wurden vier bei der Einstellung des Geräts als Paßpunkte benützt. Die übrigen wurden in der angegebenen Weise im mittleren Maßstab des Originalnegativs kartiert. Die im erhaltenen Plan gemessenen Koordinaten wurden mit den entsprechenden im „Gelände“ bestimmten Koordinaten verglichen. Aus den Widersprüchen wurden alsdann die mittleren Koordinatenfehler m_x und m_y und der mittlere Lagefehler m_p eines kartierten Punkts berechnet. Hierbei wurden die Punkte in zwei Gruppen geteilt, je nach ihrer Lage innerhalb oder außerhalb des Paßpunktvierecks. Es ergab sich:

innerhalb des Paßpunktvierecks

$$m_x = \pm 0.25 \text{ mm}, \quad m_y = \pm 0.28 \text{ mm}, \quad m_p = \pm 0.37 \text{ mm},$$

außerhalb des Paßpunktvierecks

$$m_x = \pm 0.37 \text{ mm}, \quad m_y = \pm 0.35 \text{ mm}, \quad m_p = \pm 0.51 \text{ mm}.$$

Bei der Beurteilung dieser Ergebnisse sind die konstruktiven Unzulänglichkeiten des benützten Modells zu berücksichtigen, die bei Ausführung des

Geräts mit den Hilfsmitteln einer optisch-mechanischen Werkstatt vermieden werden könnten. Auch mögen Verzeichnungsfehler des Aufnahmeobjektivs sich als scheinbare Entzerrungsfehler ausgewirkt haben. In gebührender Berücksichtigung dieser Umstände darf das Ergebnis der Genauigkeitsprüfung wohl als befriedigend bezeichnet werden.

Ein einlotbares Dreieckspunktzeichen für Kleintriangulierungen.

Von Prof. Dr. F. A u b e l l, Leoben.

Für Kleintriangulierungen verwendet man in der Regel Signale, die aus einer auf die Punktvermarkung gestellten, am Fuße verstreuten oder durch einen eisernen oder hölzernen Dreifuß gehaltenen lotrechten Stange gebildet werden, an deren Spitze man Querbrettchen oder eine Flagge anbringt. Diese Art der Sichtbarmachung hat zwar den Vorteil, daß ihre Aufstellung und Wegräumung ziemlich rasch bewerkstelligt wird und auch die Einlotung eine sichere ist, sie sind jedoch dann nicht vorteilhaft, wenn die Vermessung in mehreren Arbeitsgruppen durchgeführt wird, weil für die Dauer der Besetzung des Punktes dieser für die Anzielung ausgeschaltet ist. Auch aus drei Streben zusammengesetzte niedere Gerüstpyramiden finden Verwendung, welchen wieder der Nachteil mangelhafter Einlotfähigkeit anhaftet.

In Folgendem wird ein Triangulierungssignal beschrieben; das eine Reihe von Vorzügen aufweist und bisher bei den Übungsvermessungen der Mont. Hochschule Leoben vorteilhaft verwendet wurde. Das Kennzeichnende ist der Kopf des Signals, welcher aus Schmiedeisen hergestellt ist und auf drei 3 m lange Absteckstäbe oder Stangen aufgesetzt wird. Sein Gewicht ist 14 kg;

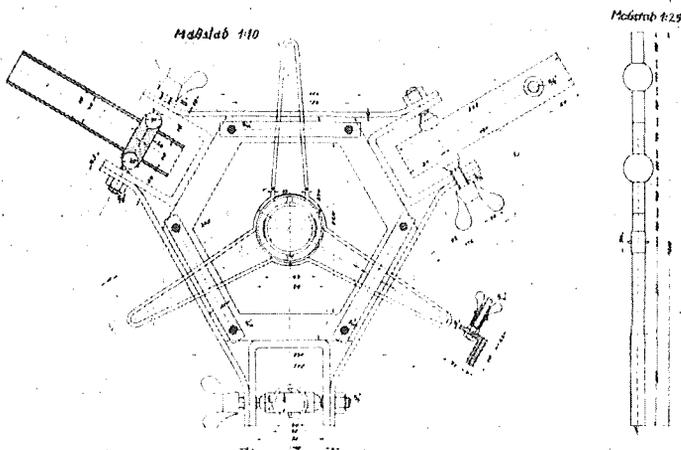


Abb. 1.