

Paper-ID: VGI\_195910



## Objektive luftphotogrammetrische Vermessung signalisierter Geländepunkte

Karl Killian <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **47** (2), S. 46–49

1959

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

```
@ARTICLE{Killian_VGI_195910,  
Title = {Objektive luftphotogrammetrische Vermessung signalisierter Geländepunkte},  
Author = {Killian, Karl},  
Journal = {{\u}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen},  
Pages = {46--49},  
Number = {2},  
Year = {1959},  
Volume = {47}  
}
```



strengen Erhaltung des Außenraumpotentiales gesellt. Das Freiluftgeoid ist ein künstliches Geoid, für welches die Restfunktion nicht verschwindet, dessen Niveausphäroid aber der Reihe der „benachbarten Geoide“ angehört, welche durch die Konstanz der Rotationsgeschwindigkeit und des Potentialwertes des aktuellen Geoides ausgezeichnet ist.

Abschließend sei noch scharf betont, daß das vorgeschlagene Verfahren nicht als einfache analytische Fortsetzung des Außenraumpotentiales in den Innenraum gedeutet werden darf. Es geht dies schon aus der Notwendigkeit hervor, die äußere Niveaufläche so hoch zu wählen, daß in ihrem Außenraum der Einfluß aller topographischen Massenunregelmäßigkeiten bereits vernachlässigt werden kann. Beim Rückgang mit dem normalen Freiluftgradienten wird in  $P$  weder der frühere Potentialwert noch der beobachtete Schwerewert  $g_P$  erhalten. Groß sind die Unterschiede zwischen der entwickelten verbesserten Freiluftreduktion und der analytischen Fortsetzung des Außenraumpotentiales allerdings nicht. Ja, die vereinfachten Schlußformeln (16) laufen direkt auf eine analytische Fortsetzung mit den beobachteten Potentialdifferenzen, jedoch mit den topographischen korrigiert beobachteten Schwerewerten hinaus. Es ist dies auch sehr einleuchtend; würde man überall in ideal ebenem Gelände die Schwere ( $g_P + T_P$ ) beobachten, so würde man bei Abstraktion von den innerkrustalen Massenunregelmäßigkeiten  $v_s = 0$  setzen.

## **Objektive luftphotogrammetrische Vermessung signalisierter Geländepunkte**

Von Dr. K. Killian

Neben der bedeutungsvollen Verwendung des Luftbildes zur topographischen Vermessung wird es mit dauernd ansteigendem Erfolg verwendet zur Verdichtung der Festpunktnetze mittels Aerotriangulation und zur Katastervermessung.

In den beiden letztgenannten Fällen werden im Gelände die auszumessenden Punkte gewöhnlich mit quadratischen weißen Tafeln, etwa  $20 \times 20$  cm, signalisiert, d. h. luftsichtbar gemacht. Der Kontrast zwischen den Tafeln und deren unmittelbaren Umgebung muß entweder von vornherein sehr groß sein oder es muß ein solcher durch eine entsprechend schwarze Umrahmung (schwarzer Anstrich, schwarze Maske aus Pappe usw.) geschaffen werden. Die Farben Weiß und Schwarz werden bekanntlich oft besser durch Gelb und Blau ersetzt.

Die im Luftbild abgebildeten Punkte erscheinen bei mikroskopischer Betrachtung als angenähert quadratische kleine Flächen, die infolge der Korngröße der Emulsion abgerundete Ecken aufweisen. Die Belichtungszeiten können im allgemeinen so klein gehalten werden, daß praktisch keine Bewegungsunschärfen auftreten.

Die Auswertung der Punkte erfolgt bekanntlich zweckmäßig mit Stereokomparatoren, die zur Vermeidung der umständlichen Koordinatenablesungen eine elektrische Registrierung der Koordinaten gestatten. Sind die Höhenunterschiede aller auszuwertenden Punkte gegeben, so dient das rechte Bild des Komparators

nur zur Identifikation der auszuwertenden Punkte. In diesem Fall kann man auch mit einem Einbildkomparator das Auslangen finden. Man kann in diesem Fall ein binokulares Mikroskop zur Betrachtung eines Luftbildes verwenden. Die Augen des Beobachters werden dadurch weniger beansprucht und die Einstellung der Punkte ist überdies genauer als bei monokularer Mikroskop-Beobachtung. Ferner wäre zu entscheiden, ob nicht das sogenannte Doppelbildverfahren (siehe *W. Illig*: Zeiss-Werkzeitschrift Nr. 27) auch für photogrammetrische Messungen mit Vorteil verwendbar ist.

In allen Fällen erfolgt aber die Einstellung der Bildpunkte visuell. In den folgenden Zeilen wird ein Vorschlag zur objektiven Einstellung der Bildpunkte auf Grund eines physikalischen Kriteriums gegeben.

Wir gehen zunächst von folgender, rein geometrischen Überlegung aus:  $K$  ist ein Kreis, dessen Mittelpunkt mit dem Ursprung  $O$  des Koordinatensystems  $x, y$  zusammenfällt (Fig. 1). Die zwei unter  $45^\circ$  gegen  $x$  und  $y$  geneigten Durchmesser  $s_1$  und  $s_2$  teilen den Kreis in vier Quadranten I, II, III, IV. Die Punkte 1, 2, 3, 4 sind Eckpunkte eines Quadrates. Wir denken uns den Kreis  $K$  sowie  $x, y$  und  $s_1, s_2$  fest. Mit dem Quadrat 1, 2, 3, 4 führen wir in der Ebene des Kreises Drehungen und Verschiebungen aus. Zunächst bringen wir den Mittelpunkt  $M$  des Quadrates mit dem Koordinatenursprung  $O$  zur Deckung und drehen es um  $O$  in eine beliebige Lage. Sodann erkennt man, daß die Flächen, die das Quadrat von den einzelnen Quadranten ausscheidet, untereinander gleich sind; denn diese Flächen werden von Vierecken gebildet, die sogar untereinander kongruent sind (zentrische Symmetrie). Quadranten ausscheidet, untereinander gleich sind, denn diese Flächen werden von Vierecken gebildet, die sogar untereinander kongruent sind (zentrische Symmetrie).

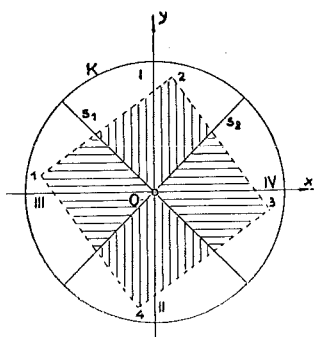


Fig. 1

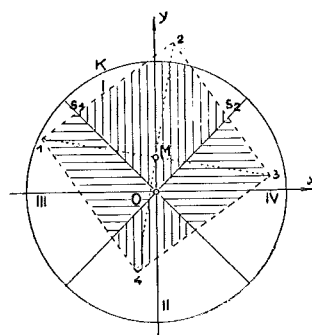


Fig. 2

Wir verschieben das in Fig. 1 dargestellte Quadrat um einen kleinen Betrag so, daß der Mittelpunkt  $M$  desselben immer auf der positiven  $y$ -Achse bleibt. Man erkennt, daß die Differenz zwischen oberer und unterer Fläche, die das Quadrat von den Quadranten I und II ausscheidet (vertikal schraffierte Flächen), immer größer wird, je weiter sich der Mittelpunkt  $M$  des Quadrates von  $O$  entfernt (Fig. 2). Ferner erkennt man, daß während der Verschiebung von  $M$  die rechte und linke Fläche, die das Quadrat von den Quadranten III, IV ausscheidet (horizontal schraffierte Flächen), fast einander gleich bleiben. (Die horizontal schraffierten

Flächen bleiben exakt einander gleich, wenn die Eckpunkte des Quadrates vor der Verschiebung in den  $x$ - und  $y$ -Achsen oder in  $s_1$  und  $s_2$  lagen.) Analoges tritt ein, wenn der Mittelpunkt  $M$  des Quadrates auf anderen Punkten der  $x$ - oder  $y$ -Achse liegt. Ist  $M$  sowohl in der  $x$ - als auch in der  $y$ -Richtung verschoben, so entstehen in den vertikal als auch in den horizontal schraffierten Flächen Differenzen, die um so kleiner werden, je kleiner die  $y$ - bzw.  $x$ -Abweichungen des Punktes  $M$  von  $O$  sind. Diese Differenzen werden immer und nur dann Null, wenn  $M$  mit  $O$  zusammenfällt.

Die Ergebnisse ändern sich nicht, wenn man an Stelle des Quadrates ein „Quadrat mit abgerundeten Ecken“ oder einen Kreis als gegeben annimmt.

### Einrichtung zur objektiven Einstellung der Bildpunkte

In Fig. 3 ist diese Einrichtung schematisch dargestellt.  $B$  ist das Luftbild (Diaspositiv),  $T$  ist ein Teilungswürfel, der durch eine entsprechende Versilberung der Hypotenusenfläche nur einen kleinen Teil des Lichtstromes durchläßt. Er gelangt in das normal gebaute Beobachtungsmikroskop (Objektiv  $O$ , Okular  $K$ ). Der andere Teil des Lichtstromes gelangt in ein optisches System, das aus zwei Sammellinsen

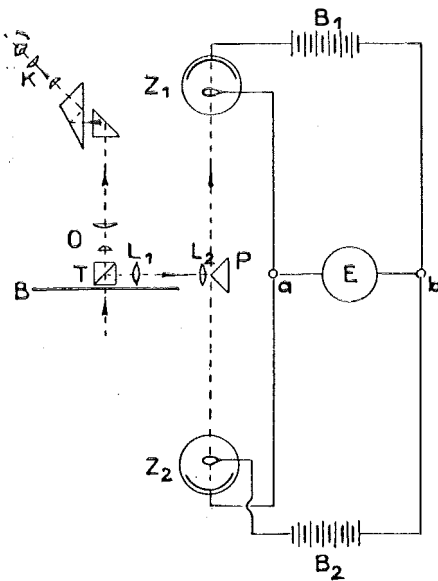


Fig. 3

bzw. Linsensystemen  $L_1$  und  $L_2$  und aus einer Pyramide  $P$  mit vier spiegelnden Seitenflächen besteht. Die Pyramide hat eine quadratische Grundfläche und vier unter  $45^\circ$  dazu geneigte Seitenflächen. Sie ist aus Glas geschliffen und die vier Seitenflächen sind versilbert.  $L_1$  erzeugt ein vergrößertes reelles Bild des „Bildpunktes“, das, abgesehen vom Korn der Emulsion, quadratische Form hat. Dieses Bild entsteht knapp vor dem vorderen Brennpunkt von  $L_2$ . Durch  $L_2$  wird somit ein neuerlich vergrößertes reelles Bild erzeugt. Vorher treffen jedoch die Lichtstrahlen die spiegelnden Flächen der Pyramide, die eine Viertelung und Ablenkung des Lichtstromes bewirken. Die vier abgelenkten Teile gelangen je in eine der Photozellen  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$ . (In der Figur sind nur die Photozellen  $Z_1$  und  $Z_2$  dargestellt.  $Z_3$

und  $Z_4$  sind symmetrisch zu  $Z_1$  und  $Z_2$  und senkrecht zur Zeichenebene angeordnet.) In der Figur sind in den Photozellen ringförmige Anoden angedeutet; sie sind erforderlich, um dem Licht freien Durchtritt zu den Kathoden zu gewähren. Die Schaltung der Photozellen  $Z_1, Z_2$  erfolgt nach der in Fig. 3 ersichtlichen Brückenschaltung.  $B_1, B_2$  sind Batterien und  $E$  ist ein Elektrometer. Zuvor werden die Spannungsverhältnisse der Batterien so reguliert, daß sich die Dunkelströme der beiden Photozellen kompensieren. Zwischen  $a$  und  $b$  besteht dann keine Potential-

differenz. Dies ist auch dann der Fall, wenn die Lichtintensität in  $Z_1$  und  $Z_2$  einander gleich sind. Sind sie ungleich, so besteht zwischen  $a$  und  $b$  eine Potentialdifferenz und es fließt sodann ein Strom, der am Elektrometer  $E$  abgelesen werden könnte. In der gleichen Art sind die Photozellen  $Z_2$  und  $Z_3$  sowie ein Elektrometer  $E'$  geschaltet. Das Mikroskop, Teilungswürfel  $T$ , Linsensysteme  $L_1$ ,  $L_2$ , Pyramide  $P$  und die Photozellen  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$ ,  $Z_4$  sind, abgesehen von Justiereinrichtungen miteinander starr verbunden. Die Justierung der Pyramide erfolgt mit Hilfe einer Strichplattenaufnahme eines Quadrates.

Sieht man nun den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Kreis  $K$  sowie das Quadrat 1, 2, 3, 4 als Gesichtsfeld der optischen Systeme  $L_1$ ,  $L_2$  bzw. als Bild des einzustellenden „Bildpunktes“ an, so erkennt man, daß der Zeigerausschlag der Elektrometer abhängig ist von den Differenzen der vertikal bzw. horizontal schraffierten Flächen und somit zur Bestimmung der Abweichung des Mittelpunktes  $M$  des Quadrates vom Mittelpunkt  $O$  des Kreises dienen kann.

Man könnte somit die das Auge wenig beanspruchende Grobeinstellung der Bildpunkte unter Verwendung des Mikroskops vornehmen. Die Feineinstellung hingegen könnte an Hand der Elektrometer-Ablesungen erfolgen. Es ist auch verhältnismäßig einfach, die beiden Skalen und Lichtzeiger der Elektrometer in das Gesichtsfeld des Mikroskops zu projizieren. Sodann wäre es zweckmäßig, die beiden Skalen so darzustellen, daß sie aufeinander senkrecht stehen und einen gemeinsamen Nullpunkt aufweisen; denn man könnte dann sofort die in den Koordinatenrichtungen notwendigen Verschiebungen sehen. Konstruktiv einfach wären die beiden Zeiger durch Summer zu ersetzen, die am linken und rechten Ohr angebracht werden. Auf Grund des beschriebenen physikalischen Kriteriums könnte das Problem der Feineinstellung rein automatisch gelöst werden. Der konstruktive Aufwand dazu ist zwar im Vergleich zu der genannten Feineinstellung von Hand aus erheblich größer. Aber alle dazu notwendigen Mittel sind heute schon vorhanden.

## Zur graphischen Punktbestimmung

Von Josef Mitter

*(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)*

Die Verbreitung der Tischrechenmaschinen und die damit verbundene Rationalisierung der Rechentechnik führte zur fast ausschließlichen Anwendung der strengen numerischen Verfahren zur trigonometrischen Punkteinschaltung und drängte die graphischen Methoden in die Nebenrollen von Näherungs- und Untersuchungsverfahren. Zu dieser Entwicklung trugen besonders bei der Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen die Schematisierbarkeit und die unpersönliche Rechensicherheit des gesamten Rechenganges (Zwischenkontrollen) bei der Aufstellung und Auflösung der Normalgleichungen bei. Das Aufkommen der programmgesteuerten Relaisrechenmaschinen und der elektronischen Rechenautomaten unterstreicht diese Tendenz noch mehr. Trotz dieser grundsätzlichen Entwicklung sind die graphischen Verfahren bei geschickter Anwendung in vielen Fällen mit