

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen

REDAKTION:

Hofrat Dr. Dr. Dr. h. c. E. Doležal
emer. o. ö. Professor
der Technischen Hochschule Wien

Dipl.-Ing. Karl Lego
Präsident

Dipl.-Ing. Dr. Hans Rohrer
o. ö. Professor
der Technischen Hochschule Wien

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen i. R.

der Technischen Hochschule Wien

Nr. 2

Baden bei Wien, Ende April 1951

XXXIX. Jg.

INHALT:

Abhandlungen:

- Zur logarithmischen Berechnung des Rückwärtseinschnittes . . . Karl H u b e n y, Graz
Die Näherungsmethoden des astronomischen Nivellements und
das Geoid im Nordteil des Meridianbogens Großenhain—
Kremsmünster—Pola Karl L e d e r s t e g e r, Wien
Studie über die Bestimmung der äußeren Orientierung von
Luftbildern mittels Hilfsaufnahmen der Sonne und des
Mondes (Schluß) Josef K r a m e s, Wien
Die Liesganig'sche Gradmessung (Schluß) Paula E m b a c h e r
Die Ausgleichung von Dreiecksnetzen mit direkt gemessenen
Seiten A. M o r p u r g o, Wien
Literaturbericht. — Engl. franz. Inhaltsverzeichnis. — Mitteilungsblatt zur „Österreichischen
Zeitschrift für Vermessungswesen“, redigiert von Vermessungsrat Dipl.-Ing. Ernst R u d o r f



Herausgegeben vom

ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

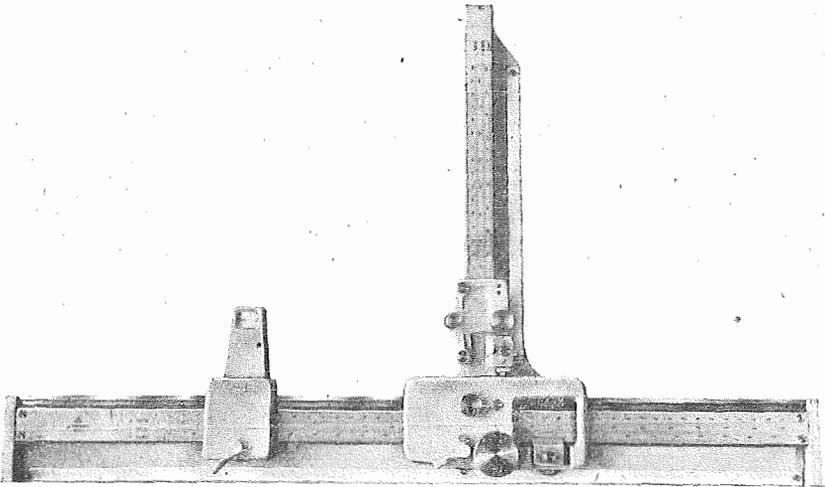
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Gruppe Vermessungswesen),
der Österreichischen Kommission für Internationale Erdmessung und
der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

Baden bei Wien 1951

ADOLF FROMME

Fabrik für geodätische und kartographische Instrumente
Zeichenmaschinen

Wien XVIII., Herbeckstraße 27 • Tel. A 26-3-83



Nr. 324a Klein-Koordinatograph 400 × 200 mm

Präzisions-Koordinatographen
Detail-Koordinatographen
Polar-Koordinatographen
Auftragslineale, Abschiebedreiecke
Planimeter, Maßstäbe

Präzisions-Teilungen und Gravierungen

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen

Für die Redaktion der Zeitschrift bestimmte Zuschriften und Manuskripte sind an eines der nachstehenden Redaktionsmitglieder zu richten:

Redakteure: Hofrat emer. o. Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. *Eduard Doležal*, Baden b. Wien, Mozartstr. 7
Präsident i. R. Dipl.-Ing. *Karl Lego*, Wien I, Hohenstaufengasse 17
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. *Hans Rohrer*, Wien IV, Technische Hochschule

Redaktionsbeirat: Dipl.-Ing. Dr. techn. *Alois Barvir*, Wien VIII, Krotenthallergasse 3
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. *Friedrich Hauer*, Wien IV, Technische Hochschule
Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. *Karl Hubeny*, Graz, Techn. Hochschule, Rechbauerstr. 12
Dr. phil. *Karl Ledersteiger*, Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3
wirkl. Hofrat Ing. *Karl Nemmaier*, Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3
Dipl.-Ing. *Leo Ühlich*, Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3

Für die Redaktion des Mitteilungsblattes bestimmte Zuschriften und Manuskripte sind an *Verm.-Rat Dipl.-Ing. Ernst Rudolf*, Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3, zu senden.

Die Manuskripte sind in lesbarer, druckreifer Ausfertigung, die Abbildungen auf eigenen Blättern als Reinzeichnungen in schwarzer Tusche und in möglichst großem, zur photographischen Verkleinerung geeignetem Maßstab vorzulegen. Von Photographien werden Hochglanzkopien erbeten. Ist eine Rücksendung der Manuskripte nach der Drucklegung erwünscht, so ist dies ausdrücklich zu bemerken.

Bezugsbedingungen pro Jahr:

Mitgliedsbeitrag für den Verein oder die Österr. Gesellschaft für Photogrammetrie	S 35.—
für beide Vereinigungen zusammen	S 40.—
Abonnementgebühr für das Inland	S 40.—

Postcheck-Konto' Nr. 119.093

Telephon: A 24-5-60

In der Reihe „Technische Handbücher für Baupraktiker“

herausgegeben von Hofrat Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. J. Duhm
ist als Band VIII, 1. Teil, erschienen:

Geodäsie und Photogrammetrie

1. Teil: **Instrumente und Verfahren der Vermessung und graphisch-mechanischen Auswertung**

Von **DR. FRANZ ACKERL**

o. Professor für Geodäsie und Photogrammetrie an der Hochschule für Bodenkultur in Wien

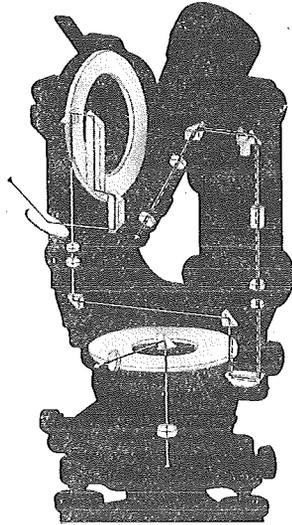
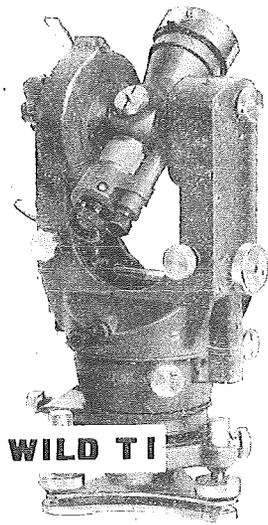
476 Seiten mit 294 Abbildungen und 14 Tabellen
Kartoniert S 92.—, Halbleinen S 98.—

Dieses modernste Buch über Geodäsie und Photogrammetrie bietet in gedrängter Kürze alles Wissenswerte für den mit Vermessungsaufgaben betrauten Praktiker. Es ist zugleich ein vortrefflicher Studienbehelf für Hoch- und Fachschüler, der mit seinen zahlreichen, genauen Literaturhinweisen auch ein tieferes Eindringen in die gesamte Materie erleichtert. Der Text ist mustergültig durchgearbeitet und gegliedert, veranschaulicht durch eine große Zahl instruktiver Abbildungen, wobei besonders hervorgehoben werden muß, daß auch die neuesten Geräte, die bisher in ähnlichen Fachbüchern noch nicht zu finden waren, berücksichtigt sind. Angesichts seines reichen Inhaltes und im Vergleich mit ähnlichen Werken des Auslands darf das Buch als billig bezeichnet werden. — Auf Wunsch wird die Bezahlung in 3 bis 4 Monatsraten gewährt.

VERLAG GEORG FROMME & CO. IN WIEN V.

Die optischen Teile

WILD
HEERBRUGG



im **Repetitionstheodolit WILD T 1** sind mit hoher Präzision geschliffen, poliert und eingepaßt. Die Kreise aus Glas geben helle Bilder, was die Augen schont und Ablesefehler verhütet.

WILD
HEERBRUGG

Die **WILD-Theodolite** sind robust gebaut, handlich, leicht, sehr genau und unempfindlich gegen äußere Einflüsse.

Alleinvertretung für Österreich
und Spezialreparatur:

Rudolf & August Rost
Mathematisch-Mechanisches Institut
Wien 15
Märzstraße 7 · Telephon B 33-4-20

A black and white photograph showing two surveyors in the field. One man in a dark suit stands next to a theodolite mounted on a tripod, looking through the eyepiece. Another man is kneeling in the background, also working with a theodolite. A large umbrella is open behind them, suggesting an outdoor setting. The WILD HEERBRUGG logo is visible in the upper right corner of the photograph.

ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom
ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Gruppe Vermessungswesen),
der Österreichischen Kommission für Internationale Erdmessung und
der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

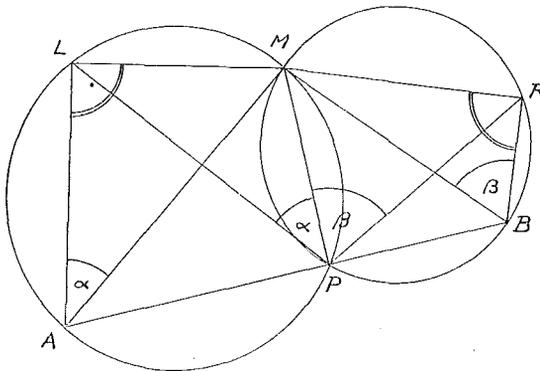
REDAKTION:
Hofrat Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. E. D o l e ž a l,
Präsident i. R. Dipl.-Ing. K. L e g o und o. ö. Professor Dipl.-Ing. Dr. H. R o h r e r

Nr. 2 Baden bei Wien, Ende April 1951 XXXIX. Jg.

Zur logarithmischen Berechnung des Rückwärts- einschnittes

Von Karl H u b e n y, Graz

Während die Berechnung des Rückwärtseinschnittes mit Hilfe der Rechenmaschine auf Grund einer Reihe verschiedener geometrischer und rechentechnischer Überlegungen ausgeführt wird, scheint für dessen logarithmische Durchrechnung die Lösung nach Kästner [1] der kürzeste Weg zu sein. Alle anderen Methoden (Collin'scher Hilfspunkt, Cassini'sche Figur, Gauß'sche Abbildung durch reziproke Entfernungen usw., siehe z. B. [2]) bestehen im wesentlichen darin, nach einigen vorbereitenden Rechnungen das gestellte Problem auf Vorwärtseinschnitte zurückzuführen. Meist ergibt sich dabei keine Ersparnis an Rechenarbeit gegen [1]; im Gegenteil, der Gang der Rechnung erscheint weniger flüssig.



Im Hinblick auf den ziemlich großen Arbeitsaufwand auch bei der Kästner'schen Lösung scheint es aber doch von gewisser Bedeutung, andere Wege einzuschlagen

und es soll daher im Folgenden auf einige, bisher wenig beachtete Zusammenhänge eingegangen werden.

Als Grundlage sei die bekannte Cassini'sche Figur gewählt; im üblichen Rechengang wird die Lösung über die Hilfspunkte A, B (Cassini'sche Hilfspunkte) durch Vorwärtseinschneiden des Punktes P aus A und M , bzw. M und B gewonnen.

Die Koordinaten der Hilfspunkte sind aus den gegebenen Stücken leicht angebbbar; es ist

$$\overline{LA} = \overline{LM} \cdot \text{ctg } \alpha$$

und

$$x_A - x_L = \overline{LM} \cdot \text{ctg } \alpha \cdot \cos ((LM) + 90^\circ)$$

Weiter ist

$$\overline{LM} = \frac{y_M - y_L}{\sin (LM)}$$

woraus

$$x_A - x_L = (y_L - y_M) \text{ctg } \alpha$$

folgt.

Auf die gleiche Art erhält man die übrigen Koordinatenunterschiede, so daß die Punkte A und B aus

$$y_A - y_L = (x_M - x_L) \cdot \text{ctg } \alpha$$

$$x_B - x_R = (y_M - y_R) \cdot \text{ctg } \beta$$

$$y_B - y_R = (x_R - x_M) \cdot \text{ctg } \beta$$

gegeben sind.

Gelingt es, das Verhältnis zu bestimmen, in dem der Neupunkt die Strecke AB teilt, so ist die Aufgabe in ziemlich einfacher Weise gelöst, da die Koordinaten der Punkte A und B nach obigen Formeln leicht ausführbar ist.

Die Dreiecke PAM und PMB sind, wie sich aus der Figur ablesen läßt, rechtwinklige Dreiecke mit einer gemeinsamen Kathete PM . Bezeichnet man die Strecken \overline{AP} und \overline{PB} mit a und b , weiterhin die Kreisdurchmesser AM und BM mit d_1 und d_2 , so folgt

$$MP^2 = h^2 = d_1^2 - a^2 = d_2^2 - b^2$$

woraus sich

$$a^2 - b^2 = d_1^2 - d_2^2$$

und

$$(a + b) (a - b) = d_1^2 - d_2^2 \quad (1)$$

ergibt.

Nach der getroffenen Annahme der Strecken a und b ist

$$a + b = \overline{AB}$$

Diese Beziehung ergibt — auch in (1) eingetragen — zwei Gleichungen zur Berechnung von a und b , nämlich

$$a - b = \frac{d_1^2 - d_2^2}{\overline{AB}} \quad (2)$$

$$a + b = \overline{AB}$$

Indem man aus (2) die Strecke a berechnet, läßt sich das Teilungsverhältnis der Strecke AB durch P mit

$$\frac{a}{a+b} = \frac{d_1^2 - d_2^2 + \overline{AB}^2}{2 \overline{AB}^2} \quad (3)$$

angeben; aus

$$\frac{y_P - y_A}{y_B - y_A} = \frac{x_P - x_A}{x_B - x_A} = \frac{a}{a+b} \quad (4)$$

ergeben sich die Koordinaten x_P , y_P des zu bestimmenden Punktes P .

In (3) führen wir nun ein

$$\begin{aligned} d_1^2 &= (x_M - x_A)^2 + (y_M - y_A)^2 \\ d_2^2 &= (x_M - x_B)^2 + (y_M - y_B)^2 \\ \overline{AB}^2 &= (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 \end{aligned}$$

woraus sich nach einiger Rechnung ergibt

$$\frac{a}{a+b} = \frac{(y_M - y_A) \operatorname{tg}(AB) + (x_M - x_A)}{(y_B - y_A) \cdot \operatorname{tg}(AB) + (x_B - x_A)} \quad (5)$$

Nach (4) ist

$$\begin{aligned} x_P - x_A &= (x_B - x_A) \frac{a}{a+b} \\ y_P - y_A &= (y_B - y_A) \frac{a}{a+b} \end{aligned} \quad (6)$$

Trägt man hierin (5) ein, so folgt

$$\begin{aligned} x_P - x_A &= \frac{(y_M - y_A) \operatorname{tg}(AB) + (x_M - x_A)}{\operatorname{tg}^2(AB) + 1}; \\ y_P - y_A &= \frac{(y_M - y_A) \operatorname{tg}(AB) + (x_M - x_A)}{\operatorname{tg}(AB) + \operatorname{ctg}(AB)} \end{aligned} \quad (7)$$

wobei diese Werte durch

$$y_P - y_A = (x_P - x_A) \cdot \operatorname{tg}(AB)$$

einander zugeordnet sind.

Für die logarithmische Rechnung ist es zweckmäßig, auf andere trigonometrische Funktionen überzugehen; man erhält durch Multiplikation der Zähler und Nenner von (7) mit $\cos^2(AB)$, bzw. $\sin(AB) \cdot \cos(AB)$

$$\begin{aligned} x_P - x_A &= (y_M - y_A) \sin(AB) \cos(AB) + (x_M - x_A) \cos^2(AB) \\ y_P - y_A &= (y_M - y_A) \sin^2(AB) + (x_M - x_A) \sin(AB) \cos(AB) \end{aligned} \quad (8)$$

Aus diesen Gleichungen können die Koordinaten von P leicht errechnet werden. Wenn man überlegt, daß der Arbeitsaufwand zur Berechnung der Koordinaten von A und B sowie des Richtungswinkels (AB) etwa jenem entspricht, der allein für die Berechnung der Seiten \overline{LM} und \overline{MR} und deren Richtungen in der

Lösung nach Kästner notwendig ist, so ist die Vereinfachung des Vorganges ziemlich offensichtlich. Die Rechnung kann weiterhin noch dadurch mehr schematisiert werden, daß für (8) Vorzeichenregeln gegeben werden. Diese folgen aus der Überlegung, daß in den Gliedern mit $\sin^2(AB)$ und $\cos^2(AB)$ das Vorzeichen durch jenes der Koordinatendifferenz bestimmt wird; in den Gliedern mit $\sin(AB) \cdot \cos(AB)$ ist das Vorzeichen gleich jenem der Koordinatendifferenz, wenn für die Strecke \overline{AB} die Differenzen $y_B - y_A$ und $x_B - x_A$ gleiche Vorzeichen haben. Ist dies nicht der Fall, so ist diesen Gliedern das der Koordinatendifferenz entgegengesetzte Vorzeichen vorzusetzen.

Eine Möglichkeit der Kontrolle ergibt sich durch die Einführung des Verhältnisses $\frac{b}{a+b}$; ohne diese Entwicklung nochmals anzuführen, sei deren Endergebnis (Koordinatenunterschiede von B aus) mit

$$\begin{aligned} x_P - x_B &= (y_M - y_B) \sin(AB) \cos(AB) + (x_M - x_B) \cos^2(AB) \\ y_P - y_B &= (y_M - y_B) \sin^2(AB) + (x_M - x_B) \sin(AB) \cos(AB) \end{aligned} \quad (8a)$$

angegeben.

Eine den Gleichungen (8) entsprechende Lösung kann noch auf Grund anderer Beziehungen gefunden werden. Ist nämlich die Strecke $\overline{MP} = h$ bekannt, so ergibt sich für den Punkt P

$$\begin{aligned} x_P - x_M &= h \cdot \cos((AB) + 90^\circ) \\ y_P - y_M &= h \cdot \sin((AB) + 90^\circ) \end{aligned} \quad (9)$$

und daraus

$$\begin{aligned} x_P - x_M &= -h \cdot \sin(AB) \\ y_P - y_M &= h \cdot \cos(AB) \end{aligned} \quad (10)$$

Die Strecke h könnte aus der der Gleichung (1) zugrundegelegten Beziehung errechnet werden; man erhält sie aber einfacher durch die Überlegung, daß die Fläche des Dreieckes AMB einerseits aus

$$2F = \overline{AB} \cdot h \quad (11)$$

und andererseits aus der Gauß'schen Flächenformel mit

$$\begin{aligned} 2F &= \sum y_n (x_{n-1} - x_{n+1}) \\ 2F &= \sum x_n (y_{n+1} - y_{n-1}) \end{aligned} \quad (11a)$$

gefunden werden kann.

Die Gleichsetzung der Ausdrücke für die doppelte Fläche in (11) und (11a) ergibt

$$h = \frac{(y_M - y_A)(x_A - x_B) - (x_M - x_A)(y_A - y_B)}{\overline{AB}}$$

und

$$h = \frac{-(y_M - y_B)(x_B - x_A) + (x_M - x_B)(y_B - y_A)}{\overline{AB}}$$

Ersetzt man hierin die Strecke \overline{AB} durch die Ausdrücke

$$\overline{AB} = \frac{x_B - x_A}{\cos(AB)} = \frac{y_B - y_A}{\sin(AB)}$$

so folgt

$$\begin{aligned} h &= (y_A - y_M) \cos(AB) + (x_M - x_A) \sin(AB) \\ h &= (y_B - y_M) \cos(AB) + (x_M - x_B) \sin(AB) \end{aligned} \quad (12)$$

Mit (10) folgt daraus

$$\begin{aligned} x_P - x_M &= (y_M - y_A) \sin(AB) \cos(AB) - (x_M - x_A) \sin^2(AB) \\ &= (y_M - y_B) \sin(AB) \cos(AB) - (x_M - x_B) \sin^2(AB) \\ y_P - y_M &= - (y_M - y_A) \cos^2(AB) + (x_M - x_A) \sin(AB) \cos(AB) \\ &= - (y_M - y_B) \cos^2(AB) + (x_M - x_B) \sin(AB) \cos(AB) \end{aligned} \quad (13)$$

Die Koordinatendifferenzen sind hier im Gegensatz zu (12) gleichsinnig geordnet; damit ergeben sich im Aufbau gleiche Formeln, wie sie in (8) mitgeteilt wurden; eine allenfalls erwünschte weitere Möglichkeit der Kontrolle ist mit diesen Formeln gegeben.

Es sei noch an eine Möglichkeit erinnert, eine Rechenkontrolle zu gewinnen. Addiert man in (8) und (8a) gleiche Koordinatenunterschiede, so erhält man, wenn man mit

$$x_s = \frac{x_A + x_B}{2} \quad y_s = \frac{y_A + y_B}{2}$$

die Koordinaten des Halbierungspunktes der Strecke AB einführt, aus

$$\begin{aligned} x_P - x_s &= (y_M - y_s) \sin(AB) \cos(AB) + (x_M - x_s) \cos^2(AB) \\ y_P - y_s &= (y_M - y_s) \sin^2(AB) + (x_M - x_s) \sin(AB) \cos(AB) \end{aligned} \quad (14)$$

die auf den Halbierungspunkt der Strecke \overline{AB} bezogenen Koordinatenunterschiede.

Ebenso ergeben sich diese Gleichungen aus (13), womit die Formelsysteme (8), (8a) und (13) miteinander verbunden und kontrolliert sind.

L i t e r a t u r

- [1] J o r d a n - E g g e r t, Handbuch der Vermessungskunde II/1, § 94, Seite 433.
[2] Derselbe, § 94, Seite 435 ff.

Die Näherungsmethoden des astronomischen Nivellements und das Geoid im Nordteil des Meridianbogens Großenhain—Kremsmünster—Pola

Von Karl Ledersteger, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

Zusammenfassung: Ö l a n d e r s Näherungsformel für das astronomische Nivellement wird aus der Voraussetzung gleichmäßiger Krümmung des Geoids entwickelt und auf den Nordteil des Meridianbogens Großenhain—Pola angewendet. Es zeigt sich deutlich ein Genauigkeitsabfall vom Flachland zum Hochgebirge. Während im Alpenvorland das Dreiecksnetz 1. Ordnung im allgemeinen ausreicht, ist bei der Annäherung an das Gebirge stellenweise eine Verdichtung durch Punkte 2. Ordnung erwünscht. Die Ergebnisse gestatten eine Überprüfung der wesentlich verschiedenen, originellen Methode A. P r e y s. Schließlich werden möglichst absolute Geoidhöhen von 35 Punkten abgeleitet, wozu die absolute Lage des europäischen Netzverbandes auf dem

H a y f o r d'schen Ellipsoid herangezogen wird. Der Geoidanstieg vom Nordrand Röhmens bis zum Alpenkamm beträgt rund 7 m.

Summary: Ö l a n d e r's approximate formula for astronomical levelling is developed on the supposition of an uniform curvature of the geoid and is applied to the northern part of the meridian Großenhain—Pola. A decrease of accuracy appears distinctly from the flat country to the highland. Though in the foreland of the Alps usually the ordinary triangulation net of 1st order suffices, it is desirable to fill up this net with points of 2nd order approaching the mountains. The results allow a test of the original and essentially different method of P r e y. Finally, as far as possible the absolute height of the geoid of 35 points is derived on the base of the absolute position of the European net on H a y f o r d's ellipsoid. The elevation of the geoid from the northern border of Bohemia to the crest of the Alps amounts to about 7 metres.

Résumé: La formule d'approximation d'Ö l a n d e r pour le nivellement astronomique a été développée, en supposant une courbure du géoïde uniforme, et appliquée dans le calcul du secteur Nord de l'arc du méridien Großenhain—Pola. En montant des pays plats vers la haute montagne, on observe très nettement une diminution de précision. Tandis que dans la région de Préalpes le réseau de premier ordre suffit en général, il est souhaitable de multiplier les points de second ordre en s'approchant de la montagne. Les résultats permettent de vérifier la méthode de P r e y, originale et essentiellement différente. Enfin, on déduit pour 35 points les altitudes du géoïde autant que possible absolues, en utilisant la position absolue sur l'ellipsoïde d'H a y f o r d, du groupe des réseaux européens. Le rehaussement du géoïde depuis le bord septentrional de la Bohême jusqu'à la crête des Alpes comporte environ 7 m.

1. Das astronomische Nivellement nach Helmert und Niethammer

Helmerts astronomisches Nivellement war ursprünglich für synthetische Detailuntersuchungen des Geoids in bezug auf ein willkürliches Referenzellipsoid mit willkürlichem Nullpunkt gedacht. Es beruht bekanntlich auf der Integration differentieller Unterschiede zwischen dem Referenzellipsoid und dem Geoid und hat daher die Kenntnis der relativen Lotabweichung in vielen, nahe beieinander liegenden Punkten zur Voraussetzung. Man geht im allgemeinen mit dem Punkt- abstand nicht über 2 km. Liegen die astronomischen Beobachtungen nicht so dicht, so werden weitere Punkte auf Grund der Erfahrungstatsache interpoliert, daß die Differenzen aus beobachteten Lotabweichungen und theoretischen Lotablenkungen, die aus densichtbaren Massenstörungen berechnet wurden, einen sehr regelmäßigen Verlauf aufweisen. Das Grundprinzip des astronomischen Nivellements ist bekannt und soll daher nur in aller Kürze dargelegt werden.

Wir betrachten (Abb. 1) zwei benachbarte Punkte P_i und P_k des Nivellements, zwischen denen die geodätische Linie im Ausgangsazimut α_i verläuft. Sind ferner ξ_i und η_i die meridionale und Ostwestkomponente der Lotabweichung in P_i , so ist die in das Azimut des Bogens fallende Lotabweichungskomponente durch:

$$\varepsilon_i = \xi_i \cos \alpha_i + \eta_i \sin \alpha_i \quad (1)$$

gegeben und man erkennt unmittelbar, daß die Berechnung von Meridianprofilen am bequemsten ist, weil sie lediglich astronomische Breitenbeobachtungen erfordert. ε_i ist der Winkel zwischen der Niveaufläche von P_i und einer Parallelfäche zum Referenzellipsoid. Wegen der Nichtparallelität der Niveauflächen wird der entsprechende Winkel ε'_i zwischen dem Geoid und einer Parallelfäche zum Ellipsoid davon etwas verschieden sein. Die gesuchte Erhebung des Geoids über dem Referenzellipsoid ist dann durch:

$$dN = \varepsilon' \cdot ds \quad (2)$$

bestimmt. Nebenbei bemerkt hat eine Geoidhebung zur Voraussetzung, daß die Richtung von P_i nach P_k im Geoidschnitt der Abweichung des astronomischen Zenits vom geodätischen Zenit im Punkte P_i entgegengesetzt ist. Für eine erste Annäherung würde es genügen, den Unterschied zwischen ε und ε' zu vernachlässigen. Da man aber gerade bei Detailuntersuchungen die Feinheiten im Geoidverlauf erfassen will, darf die Korrektion wegen Lotkrümmung nicht unterdrückt werden. An Stelle von (2) kann man nämlich schreiben:

$$dN = \varepsilon ds - (\varepsilon - \varepsilon') ds, \quad (2 a)$$

worin das letzte Glied die Korrektion wegen Lotkrümmung darstellt. Weil die Lotlinien die orthogonalen Trajektorien der Schar der Niveauflächen sind, ist die Lotkrümmung nur ein anderer Ausdruck für den Umstand, daß die Niveauflächen der Erde nicht parallel sind. Bereits Helmert¹⁾ hat darauf aufmerksam gemacht,

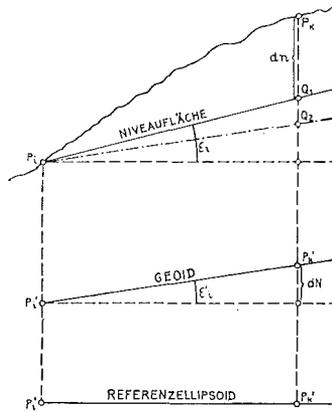


Abb. 1

daß diese Korrektion bis auf kleine Größen höherer Ordnung identisch ist mit der orthometrischen Korrektion des geometrischen Nivellements. Das unmittelbare Nivellementsergebnis $dn = \overrightarrow{Q_1 P_k}$: unterscheidet sich ja vom Unterschied der Seehöhen $dH = \overrightarrow{Q_2 P_k}$ gemäß:

$$dH = dn + (\varepsilon - \varepsilon') ds \quad (3)$$

um den gleichen Betrag.

Diese Überlegung gestattet eine für die Berechnung notwendige Transformation der Korrektion wegen Lotkrümmung:

$$dE = d(H - n) = (\varepsilon - \varepsilon') ds. \quad (4)$$

Bezeichnet allgemein \overline{G} den Mittelwert der Schwerebeschleunigung in der Lotlinie eines Punktes der Erdoberfläche und H seine Seehöhe, so ist der Potentialunterschied gegenüber dem Geoid $\overline{G}H$ und daher für den Übergang von P_i nach P_k :

$$g dn = d(\overline{G}H). \quad (5)$$

¹⁾ F. R. Helmert: Zur Bestimmung kleiner Flächenstücke des Geoids aus Lotabweichungen mit Rücksicht auf Lotkrümmung, I. u. 2. Mitteilung, Sitz.-Ber. d. preuß. Akad. d. Wiss., Berlin 1900 und 1901.

Führt man mit Niethammer²⁾ einen beliebigen konstanten Schwerewert g_0 ein:

$$\begin{aligned} g &= g_0 + (g - g_0) \\ \bar{G} &= g_0 + (\bar{G} - g_0), \end{aligned}$$

so läßt sich (5) schreiben:

$$\left[g_0 + (g - g_0) \right] dn = d \left[g_0 + (\bar{G} - g_0) \right] \cdot H = d(g_0 H) + d \left[H (\bar{G} - g_0) \right]$$

und es wird zusammen mit (4):

$$g_0 dE = g_0 d(H - n) = g_0 dH - g_0 dn = (g - g_0) dn + d(g_0 - \bar{G})H. \quad (6)$$

Durch Integration findet man für die Geoiderhebung von B über A:

$$N_A^B = \int_A^B \varepsilon ds - E_A^B = \int_A^B \varepsilon ds - \frac{1}{g_0} \left\{ \int_A^B (g - g_0) dn + H(g_0 - \bar{G}) \right\} \quad (7)$$

Niethammer hat übrigens für die Korrektur wegen Lotkrümmung noch zwei andere Ausdrücke entwickelt, hinsichtlich welcher auf die Originalarbeit verwiesen sei. Genau so, wie man schließlich beim geometrischen Nivellement die sphäroidische Reduktion, die Helmertsche Gebirgsreduktion und Niethammers „wahre“ Reduktion unterscheidet, kann man auch für die Korrektur wegen Lotkrümmung je nach den verwendeten Schwerewerten verschiedene Grade der Annäherung erzielen. Man wird natürlich umso genauer vorgehen müssen, je größer die Höhenunterschiede in dem zu berechnenden Geoidprofil sind. Niethammer weist noch den Unterschied zwischen seinem Verfahren und dem von Galle³⁾ für die Berechnung des Geoids im Harz eingeschlagenen einfacheren Weg nach.

Die Auswertung des Integrales $\int_A^B \varepsilon ds$ erfolgt mittels mechanischer Quadratur,

indem die horizontalen Entfernungen im Geoidschnitt als Abszissen und die Lotabweichungskomponenten ε als Ordinaten aufgetragen werden. Die Hauptarbeit verursacht aber die Reduktion wegen Lotkrümmung und es ist daher von Interesse, daß diese Reduktion selbst bei dem 187 km langen Meridianprofil des St. Gotthard trotz eines Höhenunterschiedes von fast 2400 m nur bis auf 43 cm ansteigt. Für das zentrale Meridianprofil des Brocken, das eine Längserstreckung von knapp 69 km hat, berechnete Galle eine maximale Korrektur von 4.8 cm! Der Höhenunterschied liegt hier bei rund 1000 m. Man erkennt, daß bei Untersuchungen, deren Ziel die Abschätzung der kontinentalen Undulationen ist, die Lotkrümmung vernachlässigt werden darf. Die Gesamtamplitude des Geoidverlaufs im Meridianprofil des St. Gotthard beträgt 234 cm und bei Berechnung ohne Berücksichtigung der Lotkrümmung 271 cm. Die entsprechenden Größen sind im Meridianprofil des Brocken 224 und 226 cm.

²⁾ Th. Niethammer: Das astronomische Nivellement im Meridian des St. Gotthard II. Teil, Astr.-geod. Arbeiten in der Schweiz, Band 20, Bern 1939.

³⁾ A. Galle: Das Geoid im Harz, Veröffentl. d. Geod. Inst. Potsdam, Neue Folge, Band 61, Berlin 1914.

2. Die Näherungsformel für größere Distanzen

Das astronomische Nivellement im Sinne Helmer's ist ein Liniennivellement, das ähnlich wie das geometrische Nivellement aus der Summation möglichst kleiner Schritte hervorgeht. Eine großräumige Geoidbestimmung auf Grund von Lotabweichungen muß sich daher von der genannten Einschränkung zu befreien suchen. Sollen an Stelle der genäherten Differentiale des bisherigen Nivellements längere Seiten bis etwa 50 km treten, so kann man natürlich nicht ohneweiters mit der Formel (2) operieren. Was für die Bogendifferentiale ds eine Selbstverständlichkeit ist, muß für die Seiten eines Triangulierungsnetzes 1. Ordnung hypothetisch postuliert werden, nämlich, daß die Krümmung zwischen je zwei benachbarten Punkten dank einer ausreichenden Gleichförmigkeit gestattet, den zugehörigen Geoidschnitt durch einen Kreisbogen zu ersetzen. Diese Forderung setzt der Länge der geodätischen Linien sofort eine obere Grenze, die theoretisch aber nicht streng angebar ist, weil sie in hohem Maße von den topographischen Verhältnissen und den Massenunregelmäßigkeiten in der Erdkruste abhängt. Sie wird noch am ehesten erfüllt sein, wenn die Lotabweichungen in sämtlichen Punkten eines Fundamentalnetzes bekannt sind.

Bekanntlich wird ein auf der physischen Erdoberfläche beobachtetes Dreiecksnetz auf einer bis zu einem gewissen Grade willkürlichen Referenzfläche berechnet. Die Dreiecksexzesse und damit die ausgeglichenen Dreiecksseiten hängen nur sehr geringfügig von den Krümmungsverhältnissen des Ellipsoides ab, während die durch geodätische Übertragung gewonnenen Koordinaten stark mit den Parametern der Referenzfläche variieren. Gemäß obiger Voraussetzung entsprechen also einer geodätischen Linie AB auf dem Geoid und dem gewählten Referenzellipsoid zwei gleich lange Kreisbögen verschiedener Amplitude. Sind φ', λ' die astronomischen, φ, λ die geodätischen Breiten und Längen, so sind die Amplituden Δ_1 und Δ_2 gegeben durch:

$$\begin{aligned} \cos \Delta_1 &= \sin \varphi_A' \sin \varphi_B' + \cos \varphi_A' \cos \varphi_B' \cos (\lambda_B' - \lambda_A') \\ \cos \Delta_2 &= \sin \varphi_A \sin \varphi_B + \cos \varphi_A \cos \varphi_B \cos (\lambda_B - \lambda_A) \end{aligned} \quad (8)$$

Der Vollständigkeit halber sei hier noch einmal auf die Frage der Lotkrümmung eingegangen. Die Berechnung von Δ_1 setzt in aller Strenge die Lotrichtungen in den Geoidpunkten voraus, während sich die astronomischen Beobachtungen auf Punkte in verschiedenen Sechöhen beziehen. Die Reduktion der beobachteten Breite auf Meeresniveau erreicht nach der bekannten Formel:

$$\Delta \varphi'' = 0.0001712'' \sin 2\varphi \cdot h_m \quad (9)$$

in der mittleren Breite von 45° erst in einer Sechöhe von 5840 m eine Bogensekunde. Für zwei benachbarte Netzpunkte wird demnach die Amplitude Δ_1 durch diese Korrektur am stärksten dann beeinflußt, wenn der Bogen bei einer Mittelbreite von 45° in meridionaler Richtung verläuft, und zwar erreicht in diesem Falle die Änderung bei einem Höhenunterschied von 1000 m den Betrag von $0.17''$. Dieser Wert ist höchstens zweimal so groß wie der mittlere Fehler einer Polhöhenbestimmung. Schließlich wird bei einer Seitenlänge von 50 km und dem angenommenen

Höhenunterschied von 1000 *m* der maximale Fehler in der Geoidhebung erst 2 *cm*, wenn man diese Korrektur vernachlässigt. Noch klarer und allgemeiner zeigt sich der Einfluß der Lotkrümmung, wenn man fiktiv die Referenzfläche mit dem Geoid zusammenfallen läßt. Dann gibt es überhaupt nur als Folge der Lotkrümmung kleine meridionale Lotabweichungen, die für jeden Punkt eine Funktion der Seehöhe sind und in 1000 *m* Höhe 0.17'' betragen. Für eine in dieser Höhe und in 45° Mittelbreite meridional verlaufende geodätische Linie von 1° oder rund 111 *km* Länge ergibt dann die spätere Formel (13) eine Geoidhebung von 9 *cm*, in völliger Übereinstimmung mit der orthometrischen Reduktion. Die Fehler, die wir mit der hypothetischen Annahme einer ideal gleichmäßigen Krümmung des Geoides begehen müssen, können natürlich beträchtlicher sein. Aus diesen Erwägungen heraus darf sicherlich eine auch bloß genäherte Berücksichtigung der Lotkrümmung unterbleiben.

Gemäß unserer grundlegenden Annahme wollen wir voraussetzen, daß der Geoidschnitt von *A* nach *B* durch einen Kreisbogen der Länge *s* ersetzt werden darf. Der zugehörige Zentriwinkel ist Δ_1 und daher der Krümmungsradius des Geoids zwischen *A* und *B*:

$$r_1 = \frac{s \rho''}{\Delta_1''}. \quad (10 a)$$

Das Referenzellipsoid sei in eine derartige Lage zum Geoid gebracht, daß seine Figurenachse mit der Rotationsachse der Erde parallel liege, der Geoidpunkt *A* mit seinem Bildpunkt *A'* zusammenfalle und die Lotrichtung in *A* mit der Ellipsoidnormalen den Lotabweichungswinkel ϑ einschließe. Die Flächennormale des Ellipsoides liegt natürlich nicht in der Ebene des Geoid-Vertikalschnittes. Ihre Projektion auf diese Ebene schließt aber mit der Lotrichtung in *A* den durch (1) definierten Winkel ein. Komplizierter liegen die Verhältnisse im Endpunkt *B* der geodätischen Linie. Denn der Bildpunkt *B'*, der nicht durch eine Projektion aus *B*, sondern durch die Netzausgleichung und die nachfolgende geodätische Übertragung auf dem Referenzellipsoid hervorgegangen ist, liegt selbst nicht in der Schnittebene. Aber selbstverständlich darf diese geringe Abweichung vernachlässigt werden. Auch die Linie *A' B'* wird als Kreisbogen der Länge *s* mit dem Zentriwinkel Δ_2 und dem Krümmungsradius r_2 aufgefaßt:

$$r_2 = \frac{s \rho''}{\Delta_2''}. \quad (10 b)$$

Ferner schließt die Projektion der Flächennormalen von *B'* mit der Projektion der Lotrichtung im Punkte *B* abermals die Komponente des zugehörigen Lotabweichungswinkels ein. Die Strecke *B' B**, die fast vollständig mit *B'' B* zusammenfällt, gibt die Geoiderhebung des Punktes *B* über dem Ellipsoid, bezogen auf den Ausgangspunkt *A*. (Abb. 2.)

Aus unseren Erfahrungen über die Lotabweichungen geht hervor, daß die beiden Amplituden Δ_1 und Δ_2 im allgemeinen nur um wenige ‰ differieren, wenn man von extremen Ausnahmefällen absieht. Dasselbe gilt natürlich auch für die Krümmungsradien r_1 und r_2 . Ersetzt man die Kreisbögen durch die Sehnen σ , so folgt aus:

$$s = r \frac{\Delta''}{\rho''} \quad ; \quad \sigma = 2r \sin \frac{\Delta}{2}$$

leicht

$$\sigma = s \left(1 - \frac{\Delta''^2}{24\rho''^2} \right). \quad (11)$$

Der Unterschied zwischen Sehne und Kreisbogen beträgt bei einer Entfernung von 50 km erst rund 20 cm und kann daher vernachlässigt werden. Die Sehnen erfahren bei A gegenüber den Kreisbögen Depressionen, die gleich sind den halben

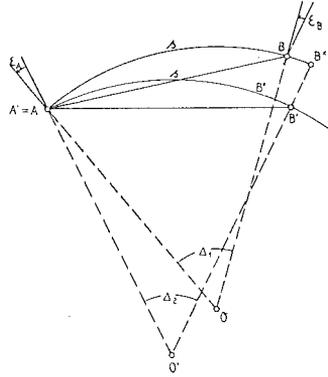


Abb. 2

Zentriwinkeln. Die Lotabweichungen sind im Sinne (astr.-geod.) definiert. Zählt man ferner den Bogen s oder die beiden Zentriwinkel Δ_1 und Δ_2 im Sinne \overrightarrow{AB} , also in der Figur 2 entgegengesetzt zu den Lotabweichungen, so gilt:

$$\begin{aligned} \varepsilon_A &= \zeta_{A'} - \zeta_A & ; & \quad \Delta_1 = \zeta_{B'} - \zeta_{A'} \\ \varepsilon_B &= \zeta_{B'} - \zeta_B & ; & \quad \Delta_2 = \zeta_B - \zeta_A \end{aligned}$$

Dann wird der Winkel, den die beiden Sehnen bei A einschließen, gemessen in Richtung des Überganges vom Ellipsoid auf das Geoid:

$$\varepsilon_A + \frac{\Delta_1}{2} - \frac{\Delta_2}{2} = \frac{1}{2} (\varepsilon_A + \varepsilon_B). \quad (12)$$

Diese Sehnen können jetzt als Seiten eines gleichschenkligen Dreiecks aufgefaßt werden, dessen Basis die Erhebung des Geoids über das Referenzellipsoid im Punkte B darstellt:

$$h_A^B = -2s \sin \left(\frac{\varepsilon_A + \varepsilon_B}{4} \right).$$

Das negative Vorzeichen muß eingeführt werden, weil eine Hebung nur dann eintritt, wenn der Vertikalschnitt von A nach B der Abweichung des astronomischen Zenits von der Projektion des geodätischen Zenits abgewendet ist, oder wenn, kurz gesagt, ε und s entgegengesetztes Vorzeichen haben. Damit haben wir die Formel gefunden:

$$h_A^B = -\frac{s}{2} \cdot \frac{(\varepsilon_A + \varepsilon_B)''}{\rho''}, \quad (13)$$

in die die Projektionen der Lotabweichungen gemäß (1) einzuführen sind. Sie zeigt eine weitgehende Analogie zur Differentialformel (2), in die sie mit abnehmendem Abstand der beiden Punkte übergeht. Tatsächlich werden die bei der Ableitung von (13) begangenen Vernachlässigungen umso mehr berechtigt sein, je kleiner s ist.

Die Formel (13) ist für den Gebrauch noch nicht sehr bequem. Sie erfordert die Kenntnis des Azimuts der Linie, um die Projektionen der Lotabweichungen berechnen zu können, und eine genäherte Kenntnis des linearen Punktabstandes. Wir gewinnen aber leicht eine einfache Gebrauchsformel, wenn wir (1) in (13) einführen und genähert setzen:

$$s \cos \alpha = M \cdot \frac{(\varphi_B - \varphi_A)'}{\rho'} \quad ; \quad s \sin \alpha = N \cos \varphi_m \cdot \frac{(\lambda_B - \lambda_A)'}{\rho'}$$

wobei die Breiten- und Längendifferenzen in Bogenminuten ausgedrückt sind. Nunmehr setzen wir mit Ö l a n d e r ⁴⁾:

$$\frac{M \text{ (in cm)}}{\rho' \rho''} \doteq \frac{N \text{ (in cm)}}{\rho' \rho''} \doteq 0.9. \quad (14)$$

Weil M zwischen 6335 km und 6399 km, N zwischen 6377 km und 6399 km schwankt, ist der damit begangene Fehler maximal 0.0066 für M und 0.0024 für N . Mithin stellt Ö l a n d e r s Formel:

$$h_A^B \text{ (in cm)} = -0.9 \left[(\varphi_B - \varphi_A)' \cdot \left(\frac{\xi_A + \xi_B}{z} \right)'' + (\lambda_B - \lambda_A)' \cos \varphi_m \left(\frac{\eta_A + \eta_B}{z} \right)'' \right] \quad (15)$$

eine vollkommen ausreichende Näherung dar, die in den späteren Rechnungen benützt wird. Selbst bei den extremen Annahmen eines Breitenunterschiedes von 100' und einer gleichzeitigen mittleren meridonalen Lotabweichungskomponente von 10'' erreicht der Fehler im Höhenunterschied erst 6.6 cm, ein Betrag, der leicht aus der hypothetischen Voraussetzung gleichmäßiger Krümmung folgen kann, wie Dreieckszusammenstellungen beweisen.

Der Ausdruck (15) bedarf aber noch einer prinzipiellen, ergänzenden Betrachtung. Denn die bisherigen Überlegungen gingen von der Annahme aus, daß der Anfangspunkt A mit seinem Bildpunkt zur Deckung gebracht wird, also streng genommen $h_A = 0$. Andererseits ergibt sich die relative Geoidhebung h_B in B in Richtung der Flächennormalen des Ellipsoides. Um also für die nächste Linie BC den Höhenunterschied h_B^C , gemessen in der Ellipsoidnormalen von C zu bestimmen, müssen wir uns vorerst das Ellipsoid entlang der Flächennormale in B um h_B verschoben denken, damit wieder der neue Ausgangspunkt B mit seinem Bildpunkt zur Deckung gelangt. Bei dieser Verschiebung wird aber h_B mit dem cos des Zwischenwinkels $(BC) = \Delta$ auf die Flächennormale in C übertragen. Es ist also:

$$h_C = h_B \cos (BC) + h_B^C, \quad h_D = h_C \cos (CD) + h_C^D, \dots \quad (16)$$

⁴⁾ V. R. Ö l a n d e r: Lotabweichungen und Geoidhöhen, Veröffentl. d. Finnisch-geod. Institutes, Nr. 34, Helsinki 1944.

Nun erkennt man aber leicht, daß man bei der sukzessiven Aufsummierung der Höhenunterschiede die Multiplikation mit dem Cosinus des Zwischenwinkels unterdrücken darf. Selbst bei einem so großen Zwischenwinkel wie 1^0 weicht der \cos erst um 0.0002 von der Einheit ab. Nimmt man noch an, daß die Höhenunterschiede bereits auf 10 mm angewachsen sind, so beträgt der Fehler bei der folgenden Seite erst 2 mm, liegt also weit innerhalb der Abschlußfehler der einzelnen Dreiecke.

Die jeweilige Verschiebung unserer Referenzfläche entlang der Flächennormalen im gerade erreichten Endpunkt des Polygonzuges ist ein reines Gedankenexperiment, um den Voraussetzungen der Formel (14) oder (15) gerecht zu werden. Die Höhen (16) beziehen sich demnach einheitlich auf jene Lage des Referenzellipsoides, für die $h_A = 0$. Denken wir uns aber nachträglich das Ellipsoid so verschoben, daß sein Mittelpunkt mit dem Erdschwerpunkt zusammenfällt, so kann prinzipiell eine größere Ausgangshöhe h_A auftreten, und die bisherigen Höhen (16) gehen über in:

$$h_K \rightarrow h_K + h_A \cos (AK). \quad (17)$$

(Schluß folgt)

Studie über die Bestimmung der äußeren Orientierung von Luftbildern mittels Hilfsaufnahmen der Sonne und des Mondes

Von Josef K r a m e s, Wien, korrespondierendes Mitglied der Österr. Akademie
der Wissenschaften

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

(Schluß)

Nr. 4. *Die äußere Orientierung einer Luftaufnahme.* Wir betrachten vorerst zwei Himmelsaufnahmen, die im gleichen Augenblick von einem Flugzeug **F** und von einem festen Erdstandpunkt **E** aus hergestellt werden. Greift man aus den zugehörigen Zielstrahlbündeln die zu bestimmten Raumrichtungen parallelen Strahlen heraus, so bilden die so mittels Parallelität einander zugeordneten (gerichteten) Strahlenpaare zwei untereinander *kongruente Bündelfiguren*. Diese können durch eine reine *Parallelverschiebung* zur Deckung gebracht werden. Bringt man nun das Bündel (**F**) der Flugzeugaufnahme in irgend eine andere Lage (wie dies dem Vorgang bei der Auswertung von Luftbildern entspricht), so kann man das Bündel (**E**) der zweiten Aufnahme immer so bewegen, daß zwei seiner Strahlen mit ihren entsprechenden, d. h. ursprünglich parallelen Strahlen von (**E**) (auch der Zielrichtung nach) zur Deckung kommen. *Bei diesem Vorgang fällt jeder Strahl mit seinem entsprechenden zusammen, kurz gesagt, die beiden Bündelfiguren vereinigen sich.* Wir betrachten nun insbesondere die zur Erdachse **a** und zur Lotrichtung im Flugzeugstandpunkt **F** parallelen Bündelstrahlen **a^F**, **a^E** und **l^F**, **l^E** (s. Abb. 3). Sind in beiden Bündeln die zu zwei weiteren Raumrichtungen parallelen Zielstrahlen **s^E**, **m^E**, bzw. **s^F**, **m^F** bekannt und bringt man **s^E** mit **s^F** und zugleich **m^E** mit **m^F** zur Deckung, so fallen nach Obigem auch die Strahlen der Paare **l^E**, **l^F** und **a^E**, **a^F**

zusammen. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, die Lotrichtung \mathbf{l}^F und die Richtung \mathbf{a} der Erdachse aus dem Zielstrahlbündel (\mathbf{E}) in das der Flugzeugaufnahme zu übertragen. Hiefür ist nur erforderlich, daß in beiden Aufnahmebündeln durch die Bildpaare zweier Gestirnpunkte zwei Paare „photographisch“ paralleler Zielstrahlen $\mathbf{s}^E, \mathbf{s}^F$ und $\mathbf{m}^E, \mathbf{m}^F$ vorhanden sind. Daraus ergibt sich folgende, im Grunde genommen einfache Bestimmung der äußeren Orientierung einer Luftaufnahme des Geländes:

1) Gleichzeitig mit jeder Geländeaufnahme werden sowohl im Flugzeug \mathbf{F} wie auch in einer festen Erdstation \mathbf{E} die Sonne und der Mond (oder zwei andere Gestirne), zum Beispiel mittels eines Weitwinkelobjektives von extrem großem Öffnungswinkel¹²⁾ aufgenommen. Dabei wird zunächst vorausgesetzt, daß die Entfernung zwischen \mathbf{E} und \mathbf{F} die in Nr. 2 angegebene Maximallänge b (beim Mond rund 30, höchstens 70 km) nicht überschreitet.

2) In die Stationsaufnahme werden die Richtungen der Erdachse \mathbf{a} und des Lotes \mathbf{l}^F im Flugzeugstandpunkt \mathbf{F} (letztere auf Grund einer Funkortung während des Bildfluges, s. Nr. 3) etwa mit Hilfe von Markenpaaren einbezogen.

3) Durch Vereinigen der zum Sonnen- und Mondmriß gehörigen Zielstrahlkegel Σ^E, Λ^E der Stationsaufnahme mit den entsprechenden Kegeln Σ^F, Λ^F der Luftaufnahme werden die Richtungen der Erdachse \mathbf{a} und des Lotes \mathbf{l}^F aus der Stationsaufnahme in die Luftaufnahme übertragen.

Damit ist die äußere vollständige Orientierung der Geländeaufnahme gegen das Lot und die Nord-Südrichtung bestimmt (vgl. Nr. 3). Hiezu sei im einzelnen noch folgendes bemerkt:

Zu 1): Die Gleichzeitigkeit der Aufnahmen wird durch eine Funkverbindung zwischen Flugzeug und Erdstation leicht gewährleistet. Die im Flugzeug verwendete Gestirnkammer muß mit der Geländekammer derart gekoppelt sein, daß die Zielstrahlbündel dieser beiden Aufnahmen genau zur Deckung gebracht werden können. Die Frage, ob Sonne und Mond zweckmäßig mittels getrennter Kammern, verschiedener Filter usw. aufzunehmen sind, wird hier nicht näher behandelt.

Zu 2): Da die äußere Orientierung der Stationsaufnahme ein für allemal bekannt ist, kann das Einstellen der Lotrichtung \mathbf{l}^F usw. auch nach dem Bildflug (beim Auswerten) erfolgen.

Zu 3): Die Kegel Σ^E, Σ^F , bzw. Λ^E, Λ^F haben immer „photographisch“ gleiche Öffnungswinkel, wenn die Entfernung zwischen \mathbf{E} und \mathbf{F} die am Schluß von Nr. 2 angegebenen beträchtlichen Grenzen (6000 km) nicht überschreitet.

Durch die gleichzeitig mit der Luftaufnahme hergestellte Stationsaufnahme der Gestirne erübrigt sich die Registrierung der genauen Aufnahmezeit jeder einzelnen Aufnahme und vor allem jede darauf gegründete *unständige Berechnung des Standortes der Sonne und des Mondes*. Darin ist ein beachtenswerter Vorzug der beschriebenen Operationen zu erblicken¹³⁾, besonders wenn man noch bedenkt, daß sich die

¹²⁾ Ein Objektiv von dieser Art ist das um 1940 bei Zeiss in Jena entwickelte „P l c o n“, siehe O. S. R e a d i n g - J. J. D e e g, Report of Commission I to the sixth international Photogrammetry Congress and Exhibition, The Hague, Sept. 1948, p. 31—36, Fig. 21—24.

¹³⁾ Denn die Photogrammetrie ist ja (nach K. S c h w i d e f s k y, Einführung in die Luft- und Erdbildmessung, Leipzig und Berlin 1939, S. III) „d i e K u n s t, R e c h n u n g e n z u v e r m e i d e n“.

Gestirne bis zu rund 15 Bogensekunden (46 Neusekunden) in der Sekunde fortbewegen. Demgegenüber ist z. B. bei Verwendung des „*Sonnenperiskopes*“ von E. Santoni¹⁴⁾ für jede einzelne Luftaufnahme des Geländes ein *sphärisches Dreieck zu berechnen*, das durch den genauen Zeitpunkt der Aufnahme und die geographischen Koordinaten des Flugzeugstandpunktes bestimmt ist. Dabei bleibt aber für die Ermittlung der äußeren Orientierung gegen das Lot und die Nord-Südrichtung immer noch ein Bestimmungsstück unbekannt.

Nr. 5. *Verallgemeinerung für beliebige Lage der Erdstation.* Die praktische Anwendung des angegebenen Verfahrens wäre besonders beim Überbrücken größerer festpunktloser Räume einschneidend behindert, wenn die in Nr. 2 erwähnte Beschränkung für die Entfernung zwischen Flugzeug **F** und Erdstation **E** unbedingt einzuhalten wäre. Theoretisch ließe sich damit zwar das Auslangen finden, weil man ja eine geeignet ausgerüstete (fahrbar) Erdstation **E** in die erforderliche Lage zum Aufnahmegebiet bringen könnte. Aus verschiedenen naheliegenden Gründen ist jedoch ein fester Aufnahmestandpunkt **E** in beliebiger Entfernung vom Gelände (z. B. bei einer Wetterstation auf einem Berggipfel) weitaus vorzuziehen.

Wir können nun zeigen, daß die Bilder des Mondes auch dann noch im wesentlichen ebenso wie bereits erläutert verwertbar sind, wenn diese Entfernung **E F** selbst bis an die (am Schluß von Nr. 2 vermerkte) Grenze von 6000 km heranreicht. Wir bezeichnen zu diesem Zweck die von **E** und **F** aus zum Sonnen- und Mondmittelpunkt zielenden Strahlen mit s^E , m^E , bzw. s^F , m^F und setzen jetzt voraus, daß die Basisstrecke **E F** die Maximallänge b (s. Tabelle und Gl. 1) überschreitet. Danach sind die Winkel

$$\varphi = \sphericalangle s^E m^E \quad \text{und} \quad \mu = \sphericalangle s^F m^F$$

nicht mehr „photographisch“ gleich. Da ferner die Richtung von **E** nach **F** einigermaßen genau bekannt ist (Nr. 3), läßt sich auch das (geometrisch bestimmte) Bild F^E des Standpunktes **F** auf der Bildebene Π^E der Stationsaufnahme angeben. F^E fällt z. B. in einen Fernpunkt von Π^E , wenn **E** und **F** sich annähernd auf gleicher Meereshöhe befinden¹⁴⁾ und überdies die Aufnahmekammer in **E** so aufgestellt wurde, daß die Nadirpunkt N^E und L^E auf Π^E zum Hauptpunkt H^E symmetrisch liegen (siehe Abb. 3). *Wir suchen nun zuerst innerhalb des Zielstrahlbündels (**E**) jenen Strahl m^x , der in der Aufnahmelage zum Zielstrahl m^F des Bündels (**F**) „photographisch“ parallel war.* m^x liegt innerhalb der Verbindungsebene α von m^E mit F^E (oder **F**), die für die beiden Gestirnaufnahmen aus **E** und **F** zugleich als *Kernebene* gelten kann. Überdies schließt m^x mit s^E einen mit $\mu = \sphericalangle m^F s^F$ „photographisch“ gleichen Winkel ein. Mithin ergibt sich der Schnittpunkt M^x von m^x mit Π^E sehr einfach mittels des Drehkegels Δ , der seinen Scheitel im Zentrum **E**, seine Achse im Zielstrahl s^E und den Öffnungswinkel 2μ hat. Die Spurkurve zweiter Ordnung **c** von Δ auf Π^E schneidet die Spur **k** von α auf Π^E , d. i. die Verbindungsgerade von M^E mit dem Fernpunkt F^E , im gesuchten Punkt M^x (s. Abb. 4). Da die Winkel φ und μ (sogar für $E F = 6000$ km) höchstens um rund 1' verschieden sind, *liegt M^x stets so nahe an M^E , daß eine Verwechslung mit dem zweiten Schnittpunkt von **c** und **k***

¹⁴⁾ Dies böte auch den Vorteil, daß sich die Refraktion der Erdatmosphäre auf die beiden in **E** und **F** hergestellten Gestirnbilder ungefähr gleich auswirken würde.

nicht zu befürchten ist. Wohl aber kann die Lösung ungenau werden, nämlich sobald \mathbf{c} und \mathbf{k} einander berühren, d. h. sobald sowohl \mathbf{s}^E wie auch \mathbf{m}^E auf die Verbindungsgerade der Aufnahmezentren \mathbf{E} und \mathbf{F} (annähernd) normal stehen.

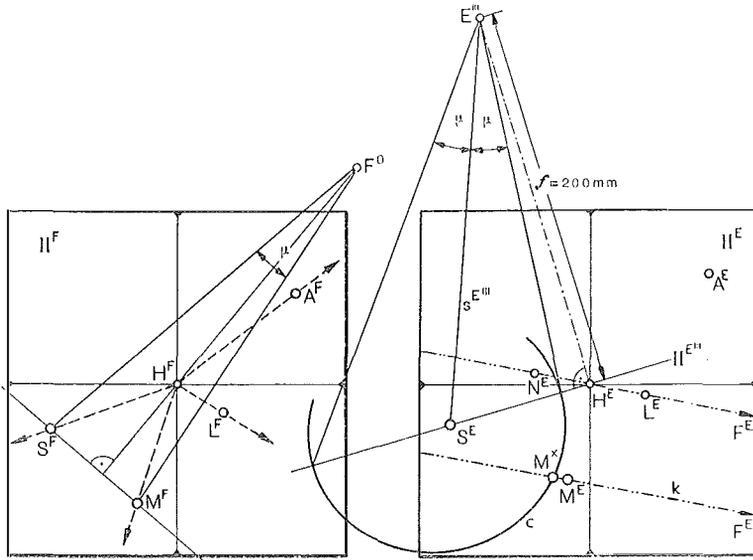


Abb. 4

Der so gewonnene Punkt \mathbf{M}^x wird auch erhalten, wenn man sich den Mond vom Standpunkt \mathbf{F} aus derart zentrisch ähnlich verändert (gestreckt) denkt, daß sein Durchmesser und sein Erdbstand etwa hundertfach vergrößert werden. (Im selben Verhältnis erhöht sich sodann auch die in Nr. 2 angegebene Maximalentfernung zwischen \mathbf{E} und \mathbf{F}). Bei dieser räumlichen Transformation bleibt der dem Mond aus dem Punkt \mathbf{F} umschriebene Kegel Λ^F und daher auch das Mondbild auf der Plattenebene Π^F völlig ungedändert. Hingegen erfährt das Bild des Mondes auf Π^E hauptsächlich eine kleine Verschiebung in der Richtung $\mathbf{M}^E \rightarrow \mathbf{F}^E$. Wie man sich mittels Gl. (3) leicht überzeugt, hat aber der dem transformierten Mond aus \mathbf{E} umschriebene Kegel Λ^x immer noch denselben Öffnungswinkel wie Λ^E und Λ^F .

Da die Punkte \mathbf{M}^E und \mathbf{M}^x auch im äußersten Fall nur wenige Millimeter voneinander entfernt sind, hat ein Richtungsfehler der Geraden \mathbf{k} im angegebenen Ausmaß von 1' bis 2' (Nr. 3) auf die „photographische“ Genauigkeit der Bestimmung des Punktes \mathbf{M}^x keinerlei Einfluß. Übrigens könnte der Fehler von \mathbf{k} noch beträchtlich größer sein. Wird nun der Zielstrahl \mathbf{m}^E durch den mit \mathbf{M}^x bestimmten Bündelstrahl \mathbf{m}^x (oder der Kegel Λ^E durch Λ^x) ersetzt, so ist die weitere Ermittlung der äußeren Orientierung auf den in Nr. 4 behandelten Fall zurückgeführt. In Abb. 4 sind auch die Schnittpunkte der Strahlen \mathbf{l}^F und \mathbf{a}^F des Bündels (\mathbf{F}) mit der Bildplatte Π^F , also der Nadirpunkt \mathbf{L}^F und der Fluchtpunkt \mathbf{A}^F der Erdachse eingetragen. Diese Punkte ergaben sich aus den entsprechenden Punkten \mathbf{L}^E und \mathbf{A}^E von Π^E mittels einfacher darstellend-geometrischer Konstruktionen. Dies diene hier nur zur Veranschaulichung der besprochenen Bündelvereinigung; für eine praktische Auswertung von Luftbildern kommen solche Konstruktionen kaum in Frage.

Hat der Bildpunkt \mathbf{F}^E des Zentrums \mathbf{F} auf der Bildebene Π^E eine beliebige Lage (meist außerhalb des Gesichtsfeldes), so kann die Vereinigung der beiden Bündel auch ohne Verwendung des Zielstrahles \mathbf{m}^x (oder des Kegels Λ^x) u. a. wie folgt herbeigeführt werden: Man legt innerhalb des Bündels (E) durch den Zielstrahl nach \mathbf{F}^E die beiden möglichen Tangentialebenen τ_1 und τ_2 an das auf Π^E vorhandene Mondbild und bringt (E) vorerst in eine solche Lage, daß der Sonnenkegel Σ^E mit dem entsprechenden Kegel Σ^F des Bündels (F) zusammenfällt. Hierauf wird (E) um die Achse \mathbf{s}^F von Σ^F noch derart verdreht, daß die Ebenen τ_1, τ_2 den Kegel Λ^F berühren. Dieser Vorgang ist in Abb. 5 veranschaulicht, wobei die Bündel (E) und (F) im Schnitt mit zwei (ineinander bewegbaren) Kugelkalotten dargestellt sind; die gemeinsame Mitte dieser Kugeln liegt in $\mathbf{F} = \mathbf{E}$.

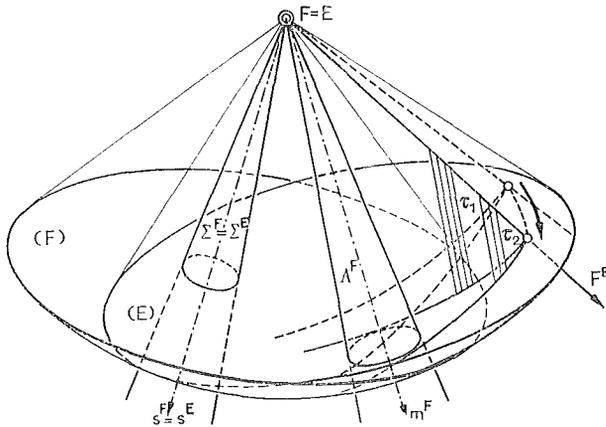


Abb. 5

Das soeben gekennzeichnete verallgemeinerte Prinzip ist auch dann noch anwendbar, wenn an die Stelle des Mondes irgend ein anderer Zielpunkt \mathbf{M} tritt, der von beiden Standpunkten aus aufgenommen werden kann. Ein solcher Punkt steht unter Umständen auf einem Berggipfel oder auf einem Fesselballon zur Verfügung. Obige Konstruktion des zum Zielstrahl \mathbf{m}^F von \mathbf{F} nach \mathbf{M} parallelen Strahles \mathbf{m}^x durch \mathbf{E} kann sodann ebenfalls ausgeführt werden, jedoch mit dem Unterschied, daß hier die Winkel φ und μ im allgemeinen stärker voneinander abweichen. Dies hat zur Folge, daß der Strahl \mathbf{m}^x nur minder genau erhalten wird (sofern nicht der in (E) enthaltene Zielstrahl nach \mathbf{F} genauer bestimmbar ist als oben angenommen wurde). Dennoch kann auch diese Bestimmung der äußeren Orientierung für besondere Zwecke (etwa bei der Auswertung eines einzelnen Bildpaares) von cinigem Nutzen sein. Dabei könnten u. a. \mathbf{E} und \mathbf{M} am aufgenommenen Gelände liegen und die Sonne und das Flugzeug \mathbf{F} gleichzeitig von \mathbf{E} aus photographiert werden.

Nr. 6. *Instrumentelle Erfordernisse.* Von der rein theoretischen Darlegung eines Orientierungs- und Auswertverfahrens für Luftaufnahmen bis zu seiner praktisch brauchbaren Durchbildung ist meistens noch ein weiter Weg zurückzulegen. Im vorliegenden Fall würde es sich in erster Linie darum handeln, die oben beschriebenen geometrischen Operationen und Konstruktionen durch geeignete *mechanische*

und optische Vorgänge zu ersetzen. Insbesondere wären Vorrichtungen zu entwickeln, mit deren Hilfe folgende Operationen leicht ausführbar sind:

A) Das Einstellen der Lotrichtung $\mathbf{l}^E \parallel \mathbf{l}^F$ des jeweiligen Flugzeugstandpunktes \mathbf{F} an der Kammer der Stationsaufnahme (auf Grund der Funkortung während des Fluges).

B) Die Einstellung oder Festlegung des Bildpunktes \mathbf{F}^E von \mathbf{F} auf der Ebene der Bildplatte Π^E für das nach Nr. 5 verallgemeinerte Verfahren.

C) Die Übertragung der Richtungen des Lotes \mathbf{l}^E und der Erdachse aus dem Bündel (\mathbf{E}) in das der Luftaufnahme im Sinne von Nr. 4 sowie die Vereinigung der durch die Luftaufnahmen des Geländes und der Gestirne bestimmten Zielstrahlbündel.

D) Die Ermittlung des zu \mathbf{m}^F „photographisch“ parallelen Zielstrahles \mathbf{m}^x der Stationsaufnahme (siehe Nr. 5) auf optisch-mechanischem Wege (vgl. Abb. 5).

Für die zuletzt genannten Zwecke sind Instrumente von der Art der bekannten Entzerrungsgeräte erforderlich, an denen jedoch die Brennweiten der verwendeten Aufnahmen genau einstellbar sein müßten.

Hat man nun die vollständige äußere Orientierung jeder einzelnen Geländeaufnahme hergestellt, so kann das gegenseitige Einpassen je zweier Folgebilder wesentlich einfacher als bisher üblich erfolgen. Hiefür genügt jetzt nämlich ein Instrument, in dem die betreffenden Zielstrahlbündel bloß parallel gegeneinander zu verschieben sind, nachdem ihre Lotstrahlen und Nord-Südrichtungen parallel eingestellt wurden. Da die b_y -Schiebungen bekanntlich durch gemeinsame Verkantungen um genau gleiche Winkel ersetzbar sind, kommt vor allem ein Orientierungsgerät in Betracht, das neben solchen gemeinsamen Verkantungen (die durch einen Zahnradtrieb gewährleistet werden) nur noch die b_z -Schiebungen ermöglicht¹⁵⁾. Allenfalls können zur Beeinflussung des Maßstabes des Raummodells noch Basisänderungen vorgesehen sein.

Mit derartigen Vereinfachungen der Geräte und mit der unmittelbaren Bestimmung der äußeren Orientierung jeder einzelnen Luftaufnahme (noch vor dem gegenseitigen Einpassen) wäre zweifellos eine ansiebige Genauigkeitssteigerung verbunden. Vielleicht könnte es nun sogar gelingen, z. B. die Winkelfehler der gegenseitigen Orientierung bis nahe an die „photographische“ Genauigkeit herabzudrücken. Damit wäre aber der eingangs erwähnte tote Punkt der Luftphotogrammetrie überwunden.

Nach Bereitstellung der angedeuteten instrumentellen Einrichtungen würde sich auch der erforderliche materielle und personelle Aufwand in mäßigen Grenzen halten, besonders da ja nur ein Vermessungsflugzeug gebraucht wird¹⁶⁾ und das gegenseitige Einpassen grundlegend vereinfacht ist. Weitere Verbesserungen sind ferner zu erwarten, wenn es einmal gelingt, auch andere Gestirne von einem Flugzeug aus bei Tag zu photographieren.

¹⁵⁾ Ein derartiges Orientierungsgerät wurde bereits in der mit Fußn. 7 zitierten Patentanmeldung näher beschrieben.

¹⁶⁾ Demgegenüber hat E. S a n t o n i am Schluß seines „Rapport“ (s. Fußn. 4) ein Orientierungsverfahren vorgeschlagen, bei dem gleichzeitig z w e i Flugzeuge zum Einsatz kämen. — Ferner verwenden H. D o c k und K. K i l l i a n in „Verfahren und Einrichtung zur Überbrückung festpunktloser Räume“, D. R. P. Nr. 746502 (1943) gleichzeitig d r e i Aufnahmeflugzeuge.

Wenn auch ein Nachteil des beschriebenen Verfahrens, nämlich die Erschwerung der Bildflugplanung zufolge der seltener erfüllten astronomischen und meteorologischen Voraussetzungen, nicht zu übersehen ist, so dürfte dennoch die theoretische Erörterung der aufgezeigten Orientierungsmöglichkeiten für die Luftphotogrammetrie von einigem Nutzen sein.

Die Liesganig'sche Gradmessung

Von Dipl.-Ing. Dr. techn. Paula Embacher

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

(Schluß)

Vergleichende Beobachtungen

Um ein Urteil über die Güte der Arbeit Liesganig's zu erhalten, wurde versucht, möglichst viele Punkte Liesganig's mit Punkten des heutigen Landesdreiecksnetzes zu identifizieren. In erster Linie waren Spuren der Endpunkte der Marchfelder Basis in Seyring und in Glinzendorf aufzusuchen. Durch Koordinatentransformation und Einzeichnen der Endpunkte in die Katastermappe wurden an Ort und Stelle Nachforschungen unter Vornahme vergleichender Winkelmessungen durchgeführt. Diese Arbeit war ergebnislos, da äußerlich nicht die geringsten Merkmale einer Bezeichnung vorgefunden werden konnten, denn die in die Natur übertragenen Punkte liegen inmitten von Ackerparzellen. Die nächste Untersuchung galt dem Punkt Oberleis. Aber auch dieser ist verlorengegangen, von der bei der Gradmessung verwendeten Marienkirche stehen nur mehr Reste der Grundmauern und die Pfarrkirche steht heute etwa 200 m weiter westlich. Ebenfalls konnte die alte Lage der Kapelle Schrick, die Liesganig als Triangulierungspunkt benützte, nicht mehr festgestellt werden, denn die Reichsstraße ist dort etwas nach Westen verlegt und die Kapelle an die neue Straße überstellt worden. An der alten Stelle befinden sich nur mehr zwei hohe, weithin sichtbare Bäume.

Punkte, die aller Voraussicht nach als ident angenommen werden können, sind: Brünn, Spielberg; Leopoldsberg; die beiden Endpunkte der Wiener-Neustädter Basis; Neunkirchen; Rosalia; Graz, Observatorium des P. Guldin; Graz, St. Johann und Paul; Riegersburg; Wildon; St. Urban bei Marburg; St. Magdalena; St. Urban bei Ankenstein; Warasdin, Jesuitenkolleg.

Bei der Triangulierung ist ein grober Fehler in dem Dreieck Wildon—St. Urban—St. Magdalena unterlaufen. Um dies zu untersuchen, wurde zunächst die vermutliche Lage des Liesganig'schen Zeichens durch Messungen in Wildon festgestellt. Der Festpunkt, der nach Protokoll Nr. 9 der Militärtriangulierung mit dem bei Hauptmann Fallon³⁾ gemessenen Punkt vollständig ident ist, konnte auf Grund der vorliegenden im Meridianstreifensystem *M 34* errechneten Koordinaten ausgesteckt werden; dann begann die Nachgrabung. In nächster Nähe dieser Stelle sind auch die Richtungen nach den im Liesganig'schen Netz vorkommen-

³⁾ Hauptmann Fallon war beteiligt an der Militärtriangulierung 1808.

den Punkten Riegersburg, Oberradkersburg, St. Magdalena und St. Urban bei Marburg festgestellt, der Punkt bezeichnet und die Sichten freigemacht worden. Die genannten Richtungen konnten bei guter Sicht mit dem Wild-Universaltheodolit in 4 Sätzen beobachtet werden. Sie stimmen mit den aus Koordinaten im konformen Netz gerechneten Richtungen recht gut überein und damit ist der Beweis erbracht, daß die Sicht Wildon—St. Magdalena vorhanden ist, was Zach in einem Artikel seiner „Monatlichen Correspondenz“⁴⁾ angezweifelt hat. Noch bevor die Messung der sehr langen Visuren (30 bis 48 *km*), die infolge ihrer Lage nur an sehr günstigen Nachmittagen durchführbar ist, möglich war, wurde die Umgebung des neuen Standpunktes nach allfälligen Resten einer Vermarkung weiterhin genau abgesucht. Hierbei konnten in einer Entfernung von 0,94 *m* vom Standpunkt und 20 *cm* unter der Erdoberfläche Tonscherben vorgefunden werden, die in einem Kreis von ungefähr 12 *cm* lagen. Die Mitte dieser Stelle ist ausgepflockt, vom KT-Stein Wildon III aus der Lage und Höhe nach eingemessen und nachträglich durch ein Eisenrohr bezeichnet worden. Es sind dies zweifellos Reste der Fallon'schen Vermarkung, vor deren Entfernung kleine photographische Aufnahmen gemacht wurden. Damit ist also der alte Punkt mit einer Genauigkeit von ± 5 *cm* aufgefunden worden. Seine Koordinaten lauten auf Grund der gemachten Einmessungen im Meridianstreifensystem *M 34*:

$$y = -61.705,38, \quad x = 5.192.782,71;$$

die Höhe des Rohres beträgt 528,18 *m*.

Bestimmung des Dreieckes Wildon—St. Urban bei Marburg—St. Magdalena

Je mehr man sich in die Arbeit Liesgani's vertieft, umso stärker ist man von der „religiösen Sorgfalt“, mit der Pater Liesgani zu Werke ging, überzeugt. Aus seinen Arbeiten geht nicht hervor, daß er, wie seine Gegner behaupteten, Fehler auf Fehler machte oder gar Messungen absichtlich fälschte. Wenn auch das eine Dreieck Wildon—St. Urban bei Marburg—St. Magdalena fehlerhaft ist, so schließt das noch nicht in sich, daß auch die anderen Dreiecke falsch sein müssen. Als Entschuldigung für den unterlaufenen Fehler mag das unübersichtliche Hügel-land in dieser Gegend angeführt werden, in dem es sogar heute noch schwer ist, sich zu orientieren, oder besser gesagt, die Ziele zu identifizieren, auch wenn man mit modernem Kartenmaterial und mit modernen Instrumenten ausgerüstet ist. Im ganzen Umkreis sieht man nur Hügel, von denen einer aussieht wie der andere und auf jedem steht eine Kapelle mit einzelnen Bäumen. Da gerade die fragliche Sicht 48 *km*, also eine sehr lange Visur ist, ist es erklärlich, daß Liesgani auf diese Weise St. Magdalena mit Schloß Oberradkersburg verwechselte und eine ebensolche Verwechslung ist ihm in St. Urban bei Marburg unterlaufen; noch dazu ergänzten sich die Winkel in diesem Dreieck unglücklicherweise trotzdem auf 180°. Teils gestützt auf Nachmessungen, teils aus Rückrechnung von identen Punkten

⁴⁾ Freiherr v. Zach: Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde, Bd. VIII, 1803.

wurde nun das richtige Dreieck Wildon—St. Magdalena—St. Urban bei Marburg in die Liesganig'sche Dreieckskette eingefügt. Die folgende Tabelle II stellt das von Liesganig angeführte Dreieck dem nachgemessenen gegenüber.

Tabelle II

Punkt	Winkel nach Liesganig	nachgemessener Winkel
St. Magdalena	37° 17' 59"	38° 42' 06,2"
Wildon	46° 59' 00"	42° 33' 43,0"
St. Urban bei Marburg	95° 43' 01"	98° 44' 10,8"

Rechenarbeit

Der nächste Schritt war nun, die von Liesganig in der Ebene der jeweiligen Zielpunkte und des Standpunktes mit einem Quadranten beobachteten Winkel auf den Horizont zu reduzieren. Diese Berechnung wurde mit Hilfe sphärischer Dreiecke teilweise streng, teilweise durch Reihenentwicklung und Berechnung des Korrektionsgliedes durchgeführt. Der sphärische Exzeß für die Dreiecke bewegt sich zwischen 0,3" und 6,0". Die Dreieckswinkel wurden auf 180° ergänzt, und zwar so, daß jeder Winkel ein Drittel des Widerspruches erhielt, da Liesganig nach seinen Angaben in jedem Dreieck alle drei Winkel gemessen hat. Die Berechnung der Dreiecke erfolgte mit Hilfe des Sinussatzes und die Kontrolle mit dem Projektionssatz; das einzige Netz, das vorhanden war, und zwar das um das Wiener Observatorium, wurde durch einen Näherungsausgleich in die Dreieckskette eingepaßt. Die Reduktion der gemessenen Wiener-Neustädter Basis erfolgte mit Hilfe der Formel

$$L - L' = \frac{L \cdot h}{\rho + h},$$

wobei die Euler'sche Formel den Krümmungsradius ρ lieferte.

Nachdem sämtliche Dreiecksseiten berechnet waren, konnte das in Graz und Wien beobachtete Azimut mit Hilfe der ersten geodätischen Übertragungsaufgabe für Brünn berechnet werden. Beim Vergleich der drei Azimute in Brünn zeigte sich ein Unterschied von mehr als 50 Sekunden; da dieser Betrag nun weitaus größer ist als die Lotabweichungskomponente in unserer Gegend (diese beträgt nach einer Arbeit von Hopfner-Schumann⁵⁾ etwa 4''), wurde die Dreieckskette nicht nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen, sondern die nach Brünn übertragenen und das dort gemessene Azimut gemittelt und mit diesem gemittelten Azimut die geodätischen Linien Brünn—Wien, Brünn—Graz, Brünn—Warasdin und Wien—Graz, Wien—Warasdin berechnet. Die Benützung einer mittleren Breite für den sphärischen Exzeß erwies sich zur Vereinfachung der Rechnung als vorteilhaft. Die Meridianbögen wurden mit Hilfe einer Formel von Helmer⁵⁾ berechnet. Die Kontrolle bestand darin, den Bogen Wien—Brünn

⁵⁾ Hopfner-Schumann: Der Meridianbogen Großenhain—Kremsmünster—Pola. Astronom. geodät. Arbeiten, Wien 1922.

zweimal unabhängig zu rechnen und den Bogen Wien—Warasdin auch aus der Summe Wien—Graz und Graz—Warasdin zu bestimmen.

In der nächsten Tafel sind die von *Liesganig* ermittelten und die neu durchgerechneten Meridianbogen angeführt.

Tafel III

Bogen von	Liesganig	neu durchgerechnet
Wien—Brünn	109.209,02 <i>m</i>	109.209,63 <i>m</i>
Wien—Graz	126.463,04 <i>m</i>	126.455,74 <i>m</i>
Wien—Warasdin	211.843,88 <i>m</i>	211.354,50 <i>m</i>
Graz—Warasdin	85.380,84 <i>m</i>	84.898,79 <i>m</i>

Ein Vergleich der Meridianbogen von *Liesganig* mit den neu durchgerechneten zeigt, daß der Bogen Wien—Brünn fast übereinstimmt, während der Bogen Wien—Graz einen Unterschied von ungefähr 9 *m* aufweist. Der Grund hiefür ist in den kleinen Unterschieden der Dreieckswinkel in den großen Dreiecken südlich des Wechsels zu suchen. (Die Reduktion der Dreieckswinkel auf den Horizont ergab teilweise andere Resultate als *Liesganig* sie erhielt.) Die Bogen Graz—Warasdin und Wien—Warasdin klaffen wegen der Verschwenkung im Dreieck bei Wildon.

A b s c h l i e ß e n d e B e t r a c h t u n g e n

Ein Vergleich der Bogen mit modernen Daten scheidet an der Schwierigkeit, Koordinaten der identen Punkte zu erhalten; so liegen z. B. die beiden Endpunkte Brünn und Warasdin im Ausland. Ein ungefährer Vergleich der Breitendifferenzen zeigt, daß die Werte von *Liesganig* um etwa 5—10 Sekunden zu klein sind; der Wert für eine Meridiansekunde für eine Mittelbreite von 48°08' beträgt bei *Liesganig* 30,853 *m*, während sich nach *Bessel* 30,883 *m* hiefür ergeben.

Die Frage nach der Größe der großen Halbachse der Erde, aus den Messungen von *Liesganig* und dem Wert der *Bessel'schen* Abplattung errechnet, soll noch beantwortet werden. Aus drei Meridianbögen von *Liesganig* und der Abplattung nach *Bessel* erhält man die große Halbachse der Erde mit einem Wert von 6,373.046 *m*; aus denselben *Liesganig'schen* Bögen und unter Benützung der Abplattung nach *Clarke* wurde ein Mittelwert von 6,373.190 *m* für die große Halbachse errechnet. Beide Werte differieren mit den heute üblichen Größen um weniger als 1‰. Nun wurde noch der Versuch unternommen, aus dem *Liesganig'schen* Bogen Brünn—Wien und dem von dem französischen Gelehrten *De la Condamine* gemessenen Bogen von Peru die Größe der Abplattung des Rotationsellipsoides zu berechnen. Der Peruanische Bogen, in den Jahren 1735—1741 zwischen *Cotschesqui* und *Tarqui* im heutigen Staate Ecuador mit einer Amplitude von 3°07' bestimmt, ergab im Zusammenhang mit dem Lappländischen Bogen eine Abplattung von 1/215. Einen wesentlich besseren Wert erhält man, wenn man die Abplattung aus dem peruanischen Bogen und aus dem oben genannten Bogen von *Liesganig* berechnet: man bekommt dafür eine

Größe $1/285$ ⁶⁾, eine Abplattung, die viel näher bei den Werten von Bessel, Clarke und Hayford liegt.

Liesganiĝ stellte am Anfang seiner Arbeit fest, daß er in der Frage der Erddimensionen kein voreiliges Urteil bilden wolle und in der Tat hat er diese Größen erst im Anschluß an die ungarische Gradmessung bekanntgegeben. Leider fehlen zu einer Bearbeitung und Stellungnahme der ungarischen Gradmessung sämtliche Möglichkeiten, diese nachzurechnen.

Bekanntlich läßt sich das Geoid nicht durch ein bestanschließendes Rotationsellipsoid darstellen und es hieße die Entwicklung zurückdrehen, wollte man versuchen, aus mehreren irgendwo auf der Erde gemachten Gradmessungen die Parameter eines Rotationsellipsoides abzuleiten. Wenn Laplace so wie alle seine Zeitgenossen diesen Versuch unternahm, so war man eben damals der Meinung, aus mehreren Gradmessungen und durch einen geschickten Ausgleich (die Methode der kleinsten Quadrate war damals noch nicht veröffentlicht) allgemein gültige Werte für die Achsen der Erde ermitteln zu können. Daß aber ein so großer Gelehrter wie Laplace den Gradbogen von Liesganiĝ für seinen Ausgleich mitverwendete ⁷⁾, zeigt, in welchem hohem Ansehen Liesganiĝ bei seinen Zeitgenossen stand. Auch in dem Buch: La figure de la terre ⁶⁾ wird Liesganiĝ und seine Arbeit in einem Atemzug mit den Arbeiten von Lacaille, DelaCoudamine, Boscovich und Delambre genannt.

Damit und durch seine Arbeit, wenn sie in das richtige Licht gerückt wird, ist erwiesen, daß Liesganiĝ seinen großen französischen Zeitgenossen durchaus ebenbürtig ist. Jetzt, 150 Jahre nach seinem Tod, sollte Liesganiĝ und seine Arbeit endlich auch in seinem Vaterland die entsprechende Würdigung finden, denn er hat für das ganze österreichische Vermessungswesen und damit auch für Österreich eine bedeutende Leistung vollbracht.

⁶⁾ G. Perrier: La figure de la terre, Paris 1908.

⁷⁾ Laplace: Traité de mécanique céleste, tome seconde, p. 138 f., Paris 1799.

Die Ausgleichung von Dreiecksnetzen mit direkt gemessenen Seiten

Von Hofrat Ing. A. Mörpurg o, Wien

Prof. Dr. Hubeny hat in seiner Abhandlung in dieser Zeitschrift, Jahrg. 1950, Heft Nr. 5/6, in gutem Glauben angenommen, die in der Schweizerischen Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, Jahrg. 1950, Heft 7 und 8, von Dr. Rinner veröffentlichte Arbeit „Geometrie mit Strecken“ stelle die erstmalige Behandlung dieses Problems dar.

Da dieser Zukunftsaufgabe immer größere Bedeutung zukommen dürfte, erscheint es wünschenswert, verschiedene Lösungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen und diese — bei gleichwertigen Endergebnissen — in bezug auf Zeitaufwand und Übersichtlichkeit des Rechnungsganges zu vergleichen.

In diesem Sinne sieht sich der Verfasser veranlaßt, auf seine Abhandlung: „Gleichzeitige Ausgleichung mehrerer, durch mehrfachen Bogenschnitt bestimmter Punkte“, Zeitschrift für Vermessungswesen, Bd. 59, Heft 22, Stuttgart 1930, hinzuweisen.

Um eine möglichst vollständige Übersicht über den Stand dieses interessanten Problems zu gewinnen, muß noch der im Anschluß an die vorerwähnte Publikation, in den Mitteilungen aus dem Markscheidewesen, 41. Jahrg., Stuttgart 1930, erschienene Artikel „Vektorische Ausgleichungen bei mehrfachem Bogenschnitt“ von Prof. Dr. S c h u m a n n, Wien, in Erinnerung gebracht werden.

Literaturbericht

1. Buchbesprechungen

Dr. Ing. Otto L a c m a n n: „Die P h o t o g r a m m e t r i e i n i h r e r B e d e u t u n g a u f n i c h t t o p o g r a p h i s c h e n G e b i e t e n. Band I der Sammlung „Sondergebiete der Wissenschaft und Technik“, herausgegeben von Prof. Dr. phil. A. N a r a t h, Technische Universität Berlin-Charlottenburg, 16 × 24 cm, XII und 220 Seiten mit 240 Abbildungen im Text und auf 3 Tafeln. Verlag S. H i r z e l, Leipzig 1950. Preis geb. DM 24.—.

In dem bekannten photogrammetrischen Institut des Professors L a c m a n n an der Technischen Hochschule in Berlin wurde schon seit vielen Jahren auch jenen Anwendungsmöglichkeiten der Photogrammetrie besonderes Augenmerk zugewendet, die außerhalb der Topographie auf den verschiedensten Gebieten von Wissenschaft und Technik liegen. Die hierzu dienenden photogrammetrischen Meßmethoden wurden systematisch untersucht, erprobt und ausgebaut, und zwar sowohl in theoretischer als auch in instrumenteller Richtung. Manche wertvolle Abhandlung L a c m a n n s ist diesen Arbeiten zu danken.

Die technische Fachwelt begrüßt es daher besonders, daß dieser nicht nur als Forscher, sondern auch als Lehrer wohlbekannte Fachmann nunmehr die Ergebnisse seiner Untersuchungen in einem eigenen Werk vorlegt.

Diese verdienstvolle Arbeit gliedert sich in zwei Teile: Im ersten, 48 Seiten umfassenden Teil gibt der Autor eine orientierende Übersicht der grundlegenden photogrammetrischen Meßmethoden und der wichtigsten Geräte, als Einführung für jene Leser, die keine fachlichen Vorkenntnisse besitzen. Im zweiten Teil, dem Kern des Buches, wird auf 162 Seiten die Anwendung der Photogrammetrie auf allen nichttopographischen Gebieten in instruktiver Weise behandelt. Auch die weitere Unterteilung dieses Abschnittes in Anwendungsgebiete der Photogrammetrie mit sichtbarer und unsichtbarer Strahlung hält der Rezensent für eine sehr gute Lösung.

In der ersten Gruppe, also Photogrammetrie unter Benützung s i c h t b a r e r Strahlung, wird ihre Anwendung im Ingenieurwesen (Deformationsmessungen, Lage-, Geschwindigkeits- und Leistungsmessungen, technisches Versuchswesen u. dgl.), in der Architektur, Denkmalpflege, Archäologie, Physik, Geophysik, Astronomie, im Forstwesen, in der Landwirtschaft, Anthropologie, Zoometrie, Medizin, Mikrophotogrammetrie, Kriminalistik, bei Tatbestandsaufnahmen sowie bei anderen Aufgaben behandelt.

Die zweite Gruppe, also Photogrammetrie unter Benützung u n s i c h t b a r e r Strahlung, umfaßt die Röntgenphotogrammetrie (in der Medizin, Materialprüfung), die Infrarotphotogrammetrie (in der Medizin, Telephotogrammetrie, Luftschiffahrt) und die Nanophotogrammetrie. Dies ist eine von Prof. L a c m a n n gewählte Bezeichnung für die Verwendung

der Photogrammetrie in Verbindung mit dem Elektronenmikroskop ($1/1,000,000 \text{ mm} = 1 \text{ Nanometer}$).

Die von L a c m a n n behandelten Fragen, den heterogensten Wissensgebieten angehörend, betreffen von einander total verschiedene Probleme. Trotzdem versteht es der Verfasser, sie klar und verständlich zu erläutern, die zur Verwendung gelangenden Methoden und Hilfsmittel anschaulich zu beschreiben und dem Leser die oft komplizierte und schwierige Materie nahe zu bringen. Diese Gewandtheit in der Behandlung ist nur der souveränen Beherrschung des Stoffes und dem pädagogischen Geschick des erfahrenen Lehrers zu danken.

Die erschöpfenden, wertvollen Literaturzusammenstellungen am Ende der einzelnen Abschnitte werden sicherlich begrüßt und das vollständige Sach- und Namensverzeichnis am Schluß des Werkes als willkommene Zugabe betrachtet werden.

Der Rezensent ist überzeugt, daß dieses in seiner Art einzig dastehende Buch mit größtem Interesse und Beifall von allen in Betracht kommenden Kreisen aufgenommen werden wird. Dem Autor gebührt das Verdienst, als Erster in deutscher Sprache ein Werk verfaßt und publiziert zu haben, das eine zusammenfassende Darstellung der Anwendungen der Photogrammetrie auf nichttopographischen Gebieten in ausführlicher Weise bringt.

Das Buch steht auch drucktechnisch auf der Höhe der Vorkriegszeit. Die Abbildungen, in richtiger Größe gebracht, sind durchwegs geschickt angelegt und geeignet, das Studium in hohem Maße zu unterstützen.

Abschließend soll auf die Anregung Professor L a c m a n n s hingewiesen werden, in Deutschland ein Zentralinstitut als wissenschaftliche Forschungsstelle zu schaffen, in welchem unter fachkundiger Leitung systematisch und rationell photogrammetrische Methoden auf Gebieten, die außerhalb der Topographie liegen, erprobt, geprüft und nutzbringend angewendet werden könnten.

Möge L a c m a n n s verdienstvolles, inhaltsreiches und originelles Werk weite Verbreitung finden und ihm auch verdiente Würdigung bringen als Lohn für die große Mühe, welche die Verfassung eines so gezielten Buches an einen Gelehrten stellt! D.

W e l t - A t l a s, hergestellt nach dem Wenschow-Verfahren. Wissenschaftliche Bearbeitung, Reliefherstellung, Kartographie und Reproduktion K a r l W e n s c h o w G m b H M ü n c h e n. (1 + 34 Seiten, $22\frac{1}{2} \times 31 \text{ cm}$.)

Der vorliegende Atlas benützt das Wenschow-Reliefverfahren*), um zu Reliefkarten von anschaulicher Plastik zu gelangen. Das Prinzip dieses Verfahrens besteht darin, daß auf Grundgenauer Höhenlinienkarten mechanisch mittels einer Fräsmaschine, die nach dem Storchschnabelprinzip arbeitet, ein Stufenrelief aus einem Gipsblock herausgefräst wird. In Handarbeit werden diese Stufen dann abgeschrägt und so ein morphologisches Relief erhalten. Die Reliefs werden bei schräg oder seitlich einfallenden Nordwestlicht photographiert, wobei die günstigste Lichteinfallrichtung und Lichtwirkung durch sorgfältige Versuche vor der Aufnahme erprobt wird, und ergeben die Geländeplastik der Wenschow-Reliefkarten, die noch durch eine Folge von Höhenschichtenfarben ergänzt wird. Der Vorzug solcher Reliefkarten besteht darin, daß sie ein sehr anschauliches plastisches und allgemein verständliches Bild der Oberflächenformen geben.

Der vorliegende Atlas enthält in dieser Manier die folgenden Karten: Physische Karte der Erde 1: 90,000,000, Deutschland 1: 2,000,000, Mitteleuropa 1: 4,000,000, Europa, nördl. Teil 1: 10,000,000, Europa, südl. Teil 1: 10,000,000, Europa und naher Osten 1: 20,000,000, Asien, nördl. Teil 1: 20,000,000, Afrika 1: 20,000,000, Nordamerika 1: 20,000,000, Südamerika 1: 20,000,000, Australien 1: 20,000,000, Pazifischer Ozean 1: 60,000,000, Nordpolargebiet 1: 40,000,000, Südpolargebiet 1: 40,000,000, Atlantischer Ozean 1: 60,000,000. Außerdem sind noch enthalten: Sonderkarten von Amerika und Afrika 1: 100,000,000, Sonderkarten von Mitteleuropa 1: 10,000,000, Sonderkarten von Europa 1: 50,000,000, Karten über Klimate und

*) s. Pillewizer, Wenschow-Reliefkartographie, Z. f. Verm. 1949, S. 47 u. f.

Pflanzenwelt der Erde 1: 90,000,000, Karten über Wirtschaftszonen der Erde 1: 90,000,000, Sonderkarten von Asien und Australien 1: 100,000,000, Karten über die Bevölkerung der Erde 1: 150,000,000 und über die Weltmächte 1: 190,000,000. Die letzte Seite bringt den Sternenhimmel Ende Oktober 24 Uhr in ungefähr 50° nördl. Breite.

Durch verschiedene Farbtöne werden in den Karten unterschieden: Ebenen bis 200 *m* je nach dem Maßstab in 2 bis 3 grünen Höhenabstufungen; die Bodenerhebungen werden, mit einem hellbräunlichen Ton beginnend, für die Schichtenabstände von 0—200, 200—500, 500—1000, 1000—2000 und über 2000 Meter in nach der Höhe zu dunkler werdenden braunen Tönen abgestuft; im Meere werden Tiefenschichten von 0—200, 200—2000, 2000—5000, 5000—7000 und tiefer als 7000 Meter unterschieden, die mit einem hellblauen Ton beginnen und nach der Tiefe zu immer dunkler werden; auch die Depressionsgebiete sind eigens gekennzeichnet.

Eine Eigentümlichkeit dieses Atlases besteht darin, daß das Format bis zum Rande voll ausgenützt wird. Um die Plastik nicht zu stören, werden die übrigen Kartenelemente sehr sparsam verwendet; so ist das Gradnetz nur in den Meeren durch weiße Linien ersichtlich gemacht. Dadurch wird zwar eine Bestimmung der geographischen Breite und Länge von Orten innerhalb der Landgebiete sehr erschwert, ja teilweise überhaupt unmöglich, der Hauptzweck jedoch, beim Beschauer ein ungemein anschauliches Bild der Landschaftsformung ohne die Verwendung weiterer zusätzlicher Hilfsmittel zu erwecken, wird auf diese Weise voll erreicht.

Der Atlas ist auch, was Druck und Papier anbelangt, gut ausgestattet. Man freut sich aufrichtig über das vortrefflich gelungene Werk und sieht weiteren Ausgaben in dieser Manier mit Karten größerer Maßstäbe mit Spannung entgegen. Allen Interessenten wird der Atlas auf das wärmste empfohlen. R.

E. B a c h m a n n: „Die Basler Stadtvermessung.“ 21 × 29½ *cm*, 92 Seiten, mit 32 ganzseitigen Abbildungen, Selbstverlag des Basler Stadtvermessungsamtes, Basel, 1950. Preis S. Fr. 3.—.

Der Leiter des Basler Stadtvermessungsbüros, Dipl.-Ing. E. B a c h m a n n, hat anläßlich des 50jährigen Bestandes dieses Amtes und des erfolgreichen Abschlusses der 4. Vermessung des Kantons Basel-Stadt ein Erinnerungswerk geschaffen, welches weit über den durch den Buchtitel gekennzeichneten Rahmen hinaus einen in allen geodätischen Belangen interessanten Einblick in die historische Entwicklung des gesamten Schweizer Vermessungswesens vom 16. Jahrhundert bis zur Jetztzeit vermittelt. Das Buch bietet daher nicht nur dem Katastergeodäten, sondern ebenso dem Triangulator, dem Kartographen, dem Städteplaner viel Interessantes und manches Nachahmenswerte. Dem österreichischen Leser drängt sich neidvoll der Gedanke auf, wie schön es wäre, wenn auch wir über ein ähnliches historisches Kulturdokument verfügen würden.

Aus der Fülle des Interessanten mögen einige bemerkenswerte Tatsachen und Daten festgehalten werden: Die erste Vermessung der Stadt Basel stammt bereits aus dem Jahre 1680 und lieferte einen Plan 1: 10.000 in der Größe 3 × 3½ *m*. Nach Beendigung der zweiten Vermessung des Kantons Basel im Jahre 1829 wurde bereits eine systematische Katasternachführung angeordnet, wobei die Vermarkung aller geänderten Besitzgrenzen bis zum Jahre 1875 durch das Gscheid, das ist eine 5—7gliedrige Kommission von Feldgeschworenen, periodisch erfolgte. Bemerkenswert ist weiter die Tatsache, daß bei der dritten Basler Kantonsvermessung zugrunde gelegten Triangulierung im Jahre 1856 ein Theodolit mit 400 \times Teilung verwendet wurde. Aus Anlaß dieser 3. Basler Vermessung wurde im Jahre 1683 die Vermarkungspflicht gesetzlich festgelegt. Im Jahre 1874 wurde das Technikum Winterthur geschaffen, welches anfänglich eine viersemestrige fachliche Ausbildung im Vermessungswesen vermittelte. Das Grundbuch in seiner heutigen Form wurde erst im Jahre 1883 errichtet. Sehr eingehend behandelt das Buch sodann die in den Jahren 1898—1950 stattgehabte 4. Katastralvermessung des Kantons Basel, welche seit dem Jahre 1943 unter der Leitung des Autors stand. Bemerkenswert ist die Kartierung auf Aluminiumtafeln seit dem Jahre 1899, ferner die zahlreichen und umfangreichen

Baulandumlegungen seit 1913, welche im Zuge dieser letzten Stadtvermessung durchgeführt wurden.

Die eingehenden fachlichen Schilderungen dieser vier Katastralvermessungen des Kantons Basel-Stadt sind durch zahlreiche, zumeist ganzseitige Abbildungen von historischen und modernen Stadtplänen, Baulinienplänen, Triangulierungsnetzen, Versicherungs- und Vermarktungsmitteln für Fixpunkte aller Art bildlich erläutert und enthalten weiters aufschlußreiche Genauigkeitstabellen, Aufnahms- und Berechnungsmanualien und betriebsstatistische Tabellen.

Die Anschaffung dieses Buches kann jedem Katastergeometer wärmstens empfohlen werden.

A p p e l

Georges Perrier: Kurze Geschichte der Geodäsie, übersetzt von Erwin G i g a s, Veröffentlich. des Institutes für Erdmessung Nr. 2, Verlag M e i s e n b a c h, Bamberg 1950, 190 Seiten und 16 Bildtafeln, 14 × 21 cm, Preis DM 6.—.

Die Übersetzung von G. Perriers rühmlich bekannter: „Petite Histoire de la Géodésie“ ins Deutsche war ein glücklicher Gedanke des Direktors des Instituts für Angewandte Geodäsie, E. G i g a s. Dieses ausgezeichnete kleine Werk aus der Feder eines der führenden Männer der Geodäsie, das die Geschichte unserer Wissenschaft vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart — das Buch ist 1939 erschienen — in überaus fesselnder und anregender Weise darstellt, hat durch die meisterhafte Übersetzung nichts an Ursprünglichkeit verloren. Naturgemäß stehen die Gradmessungsarbeiten, beginnend mit P i c a r d, im Vordergrund. Doch versteht es P e r r i e r sehr gut, gleich von Anfang an die Wechselwirkung zwischen Empirie und Theorie in das rechte Licht zu rücken, so daß ein überaus lebendiges Bild vom langsamen, aber stetigen Fortschritt der Wissenschaft entsteht. Man erlebt förmlich die gegenseitige Befruchtung der verschiedenen Wissenschaften mit, wobei selbstverständlich der Astronomie neben den geophysikalischen Problemen der gebührende Platz gesichert ist. Der großen Verbreiterung des menschlichen Wissens in der jüngsten Zeit wird jedoch nicht mehr voll Rechnung getragen, sondern es bleibt in weiser Beschränkung vielerlei, wie z. B. das Problem der Isostasie oder das Problem der Polhöhenchwankung, sowie die Detailuntersuchungen des Geoides mit Hilfe der Drehwaage, dem Studium größerer Werke vorbehalten. So ist das Buch eine sehr geistreiche Einführung in die Geodäsie, die wegen ihres betont historischen Charakters eine sehr volle Ergänzung zu dem bei uns so beliebten Büchlein: „Die Figur der Erde“ von F. H o p f n e r darstellt, welches letzteres dieselben Probleme von der mathematisch-physikalischen Seite behandelt. Darüber hinaus aber zeigt P e r r i e r s Werk die typischen Vorzüge des französischen Geistes, so daß die vorliegende deutsche Übersetzung auch geeignet ist, zum gegenseitigen Verständnis beizutragen und die Achtung vor der fremden Leistung zu vertiefen. Die 16 vom Übersetzer beigefügten Bildtafeln zeigen die großen Meister der Geodäsie und geben einen Begriff von der Entwicklung der geodätischen Instrumente. Besonderes Lob verdient auch die Fortsetzung der Geschichte der Internationalen Vereinigungen für Geodäsie von 1939—1949. Das Büchlein wird unseren Lesern sicherlich einige genußreiche Stunden schenken.

K. L e d e r s t e g e r

G. P o l y a, Professor an der Stanford University: „S c h u l e d e s D e n k e n s“ (Vom Lösen mathematischer Probleme). Sammlung Dalp, Band 36, 266 Seiten. A. Francke A. G. Verlag Bern, 1949. Preis DM 9.80.

Der von Elisabeth B e h n k e, Münster, Westfalen, ausgeführten Übersetzung ins Deutsche liegt der fünfte, etwas erweiterte Abdruck des englischen Originaltextes: „How to solve it“ zugrunde.

Dieses äußerst interessante Buch bringt neben verschiedenen mathematischen Problemen und Aufgaben auch reine Denkaufgaben und Rätsel. Der Autor geht von der vollkommen richtigen Annahme aus, daß in der Lösung eines jeden Problems etwas von einer Entdeckung

steckt, und versucht, die Erfindungsgabe des Lesers anzuregen und dadurch Freude und Sinn für geistige Arbeit hervorzurufen — er betont, daß es Aufgabe jedes Lehrers der Mathematik sein sollte, seine Schüler nicht in eingeübten Verfahren zu drillen, sondern ihren Wissensdrang zu wecken, indem er durch geschickte Fragenstellung hilft, Wege zur Lösung der Aufgabe durch selbständiges Denken aufzuzeigen. Der Autor behandelt jede Aufgabe nach folgenden 4 Punkten:

1. Das Verstehen der Aufgabe. Der Leser wird angeleitet, die Aufgabe zu erfassen, die in Worten formulierten Bedingungen in mathematischen Symbolen auszudrücken und Überlegungen anzustellen, ob die Aufgabe hinreichend bestimmt ist.

2. Das Ausdenken eines Planes. Hier wird der Leser dazu geführt, zu überlegen, ob er eine ähnliche oder verwandte Aufgabe bereits kennt, die er zur Lösung des gestellten Problems verwenden kann. Er wird ständig daran erinnert, darauf zu achten, daß er alle Angaben und Bedingungen benützt und alle wesentlichen Begriffe in Rechnung ziehen muß, die in der Angabe enthalten sind.

3. Das Ausführen des Planes. Der Leser wird dazu gebracht, jeden Schritt zu kontrollieren und allenfalls zu beweisen, daß der Schritt richtig ist.

4. Die Rückschau vom Resultat auf die Aufgabe. Der Leser wird dazu geführt, das Resultat zu kontrollieren, es auf andere Weise abzuleiten und zu überlegen, ob es nicht auf den ersten Blick hätte erhalten werden können. Die Anwendung des Resultates auf die Lösung verwandter Aufgaben wird diskutiert.

Der mit Sinn und Begabung für Mathematik ausgestattete Leser mag beim Studium dieses Buches finden, daß er in seiner Studienzeit, vielleicht auch ohne Hilfe seitens des Lehrers manchmal aus natürlichen Erwägungen ähnliche Wege zur Lösung von Problemen gegangen ist. Er wird aber wahrscheinlich erst durch das Studium dieses Buches erkennen können, daß Mathematik in einer Weise gelehrt werden könnte, daß auch weniger mathematisch begabten und an Mathematik interessierten Schülern Freude und Interesse an mathematischem Denken sowie — über das Gebiet der Mathematik hinaus — Vorliebe für logisches und scharfes Denken vermittelt werden würde. Diese Lehrmethode der Mathematik wäre daher nicht nur für den späteren Mathematiker oder Techniker, sondern für alle Mittelschulstudenten, gleichgültig welchem Hochschulstudium sie sich später zuwenden, von größter Wichtigkeit.

Das Büchlein wird jedem, der Freude an mathematischem und logischem Denken besitzt, eine willkommene Lektüre sein und es wäre besonders wünschenswert, wenn Lehrer der Mathematik an Mittelschulen die darin geschilderte Lehrmethode im Unterricht zur Anwendung brächten.

B i a c h

2. Zeitschriftenschau

Die hier genannten Zeitschriften liegen, wenn nicht anders vermerkt, in der Bibliothek des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen auf

I. Geodätische Zeitschriften

Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Berlin-Wilmersdorf (Jahrg. 1951): Nr. 2. B o d e m ü l l e r, Zum Problem der maschenweisen Koordinatenumformung (Schluß). — E n g e l, Beziehungen zwischen Senkungen und Messungen im Kohlenbergbaugebiet. — N i e m a n n, Übereignung von Grundflächen des Gemeinbedarfs. — Nr. 3. F i n s t e r w a l d e r, Erd- und Luftphotogrammetrie im Gebirge. Zur Karte des oberen Jostedal in Süd-norwegen. — B u r k h a r d t, Das Ausmessen von Kleinbildern am Aeroprojektor Multiplex.

B i l d m e s s u n g u n d L u f t b i l d w e s e n, Organ der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie. (Siehe „Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Nr. 3.)

B u l l e t i n G é o d é s i q u e, Paris (Nouvelle Série): Nr. 18. V i g n a l, Comptes rendus des séances de travail de la Section II, Nivellements, de l'Association Internationale de Géodésie à l'Assemblée Générale d'Oslo (Août 1948). — K u k k a m ä k i, Report on the causes of error affecting levelling. — R u n e, Report on Kukkamäki's method for computing the levelling effect of the atmospheric refraction. — R u n e, Report on gravity's anomalies and

levelling. — R u n e, Report on some in Sweden observed irregularities in the Fenno-Scandian post-glacial upheaval of land. — S i m o n s e n, Report on the secular movement of ground observed in Denmark by means of comparing precise level networks of 1885—1905 and 1938—1948. — K u k k a m ä k i, Report on a simplified method for an approximate comprehensive adjustment of neighbouring level networks. — R u n e, Report on Kukkamäki's simplified method for an approximate comprehensive adjustment of neighbouring level networks. — R u n e, Report on levelling and moon-sun diurnal oscillation of the vertical. — S i m o n s e n, Report on the astronomical diurnal correction in the new Danish precise level network. — E g e d a l, Report on the diurnal variation of the height difference between fixed points.

G e o d e t s k i l i s t, Zagreb (4. Jahrg. — 1950). In jugoslawischer Sprache. Artikel fallweise mit kurzem Kommentar in deutscher, bzw. französischer Sprache versehen. **Nr. 10—12**. Cinquième séance plénière de la Fédération des Sociétés des Ingénieurs et techniciens de la F.N.R.J. — K a s u m o v i ć, Niveau moyen de la mer Adriatique et le Niveau Zéro Trieste. — B a t u r i ć, Compensation graphique du point nodal sans orientation. — B o a g a, Sur la déformation des grandes digues (Tiré du journal „Rivista del Catasto“ No. 1 1949 Roma). — U n g a r o v, Appendice à l'étude historique du Cadastre en Dalmatie. — J a n k o v i ć, Sur l'emploi régulier de la Polygonation de précision. — K r e u z i g e r, L'origine des cartes et des plans. — J a n k o v i ć, Examen des principales conditions des accessoires polygonaux pour mesurer les angles.

J o u r n a l d e s G é o m è t r e s E x p e r t s e t T o p o g r a p h e s F r a n ç a i s, Paris (112. Jahrg. — 1951): **Nr. 2**. G r e l a u d, Note sur l'emploi des règles à calcul. — F i x, Le remembrement en Alsace-Lorraine (Schluß).

P h o t o g r a m m e t r i a, Amsterdam (Jahrg. 1950 — 1951): **Nr. 2**. R o e l o f s, Distortion, principal point symmetry and calibrated principal point. — B a c h m a n n, L'Aéropolygonation. — A n s e r m e t, L'équation générale aux cas critiques de l'aérorestitution. — B e l f i o r e, La détermination analytique préalable du prix de revient des leviers topographiques classiques et des leviers exécutés par la photogrammétrie aérienne. — D a w e, Des leviers photogrammétriques de haute précision à grande échelle.

P h o t o g r a m m e t r i c E n g i n e e r i n g, Washington (XVI. Jahrg. — 1950): **Nr. 5**. B o y d, The Louise A. Boyd Seven arctic Expeditions. — The Semi-Annual Meeting, Cambridge, Mass. — K n o w l e s s M i d d l e t o n, The Attenuation of Contrast by the Atmosphere. — M c C a f f r e y, The Airbone Profile Recorder. — S a m m i, The Application of Statistics to Photogrammetry. — S a n d e r s, A Commercial Laboratory for the Calibration of Photogrammetric Cameras. — N o r t o n, The Fairchild Precision Camera Calibrator. — C a l b i c k, The Study of Size and Shape by Means of Stereoscopic Electron Micrography. — A s c h e n b r e n e r, High Altitude Stereo Techniques. — Symposium: Information Relative to Uses of Aerial Photographs by Geologists Detailed Contents. — H a l l e r t, Photogrammetry in Sweden. — S a m s i o e and T h a m, Two Problems in Photogrammetry. — P r i c k e t t and M o r r i s, The Orthocamera: Orthogonal Photographic Scanning Camera. — C o l l i n s, A Canadian Operator's Report on Helicopter Transport of Survey Parties.

P r z e g l ą d G e o d e z y j n y, Warszawa (7. Jahrg. — 1951): **Nr. 1**. L i p i ń s k i, Documentation technique d'arpentage dans le plan sexennal. — P i a t k o w s k i, Cartographie dans le plan sexennal. — M i c h a l c z y k, Le rôle du géomètre-expert (génie rural) dans l'aménagement rural socialiste du plan sexennal. — B u c h o l c, Génie rural en U. R. S. S. I-repartie. — C z e k a l i ń s k i, Mécanique de compensation des aperçus immédiats et conditionnels. — **Nr. 2**. B u c h o l c, L'équipement rural en U. R. S. S. — S z m i d t, L'aménagement rural en Tchécoslovaquie. — O d l a n i c k i, Le plan d'urbanisme de Skalne Podhale. — S z a n c e r, Calcul des relèvements (arrières) par la méthode logarithmique. — Z a r u d z k i, Travaux des géomètres dans la construction des villages. — G r e s z e k, Une lettre d'un géomètre.

R e v u e F r a n ç a i s e d e P h o t o g r a m m é t r i e, Paris (Nouvelle Série — 1950): **No 1**. P o i v i l l i e r s, Du Bulletin de la Société Française de Photographie à la Revue Française de Photogrammétrie. — P o i v i l l i e r s, Le Général Perrier. — C r u s c t, Les conditions imposées aux objectifs de photogrammétrie aérienne et leur évolution en France. — C h a p p e r t,

L'Aquilon SOM-Bertiot. — P é r i v i e r, S. E. 1010, Avion pour levés photographiques à haute altitude. — D u b u i s s o n, L'enregistrement gyroscopique de la verticale en vol et un exemple de l'utilisation de cette mesure. — **No 2.** P o i v i l l i e r s, Détermination des éléments approchés de formation de l'image plastique. — P h e l i z o n, L'appareil automatique de prise de vues S. O. M. à film. — G l e i z e, L'avion photographique moderne et ses exigences: performances et devis de poids. — **No 3.** P o i v i l l i e r s, Remarques sur la restitution des radiographies (communication présentée à la Commission V du VI^e Congrès international de photogrammétrie). — K a s p e r, La chambre automatique à plaques Wild R. C. 7, munie de l'objectif „Aviotar“. — La séance générale annuelle de la „Section Laussedat“ à la Société Française de Photographie et de Cinématographie. — D a n i c l, Le développement de la photogrammétrie à l'Institut Géographique National. — G a b e t, Concours apporté par la photogrammétrie aux opérations de rénovation du Cadastre. — D u b u i s s o n, Utilisation de la photographie aérienne et de la photogrammétrie pour l'établissement des plans topographiques à grande échelle à la Direction de l'aménagement du Territoire. T o r q u e b i a u, L'évolution des fabrications d'instruments de photogrammétrie à la S. O. M. — **No 4.** P o i v i l l i e r s, Note sur un mode de formation de l'image plastique dans les appareils de restitution — B o n n e v a l, Note sur la détermination du canevas de restitution par cheminement photographique. Application à la feuille d'Aspet. — P o i v i l l i e r s, L'Exposition rétrospective de photogrammétrie organisée par la Section Laussedat à la Société Française de Photographie et de Cinématographie en juin 1950.

Rivista del Catasto e dei Servizi tecnici Erariali, Roma (Neue Serie, V. Jahrg. — 1950). In italienischer Sprache. **Nr. 4.** N i s t r i, I problemi della restituzione fotogrammetrica autografica ed un nuovo restitutore fotogrammetrico universale a visione binoculare stereoscopica. — B o n i f a c i n o, Sulla rifrazione laterale. — M o n c a d a, Questioni inerenti al calcolo di una triangolazione catastale nelle proiezioni di Gauss-Boaga e di Cassini-Soldner. — B o a g a, Ricerche analitiche sulla distribuzione della proprietà fondiaria in Italia. Parte II. — B a l d a c c i, Applicazioni della teoria degli errori nelle ricerche su materiali e su costruzioni.

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, Winterthur. (49. Jahrg. — 1951): **Heft 2.** T r u t m a n n, Vermessungstechnische Probleme in der Ölindustrie Venezuelas. — B a e s c h l i n, Das Prinzip der Isostasie und seine Verwendung in der Geodäsie (Schluß). — A n s e r m e t, Quelques considérations didactiques sur les problèmes de compensation. — **Heft 3.** T r u t m a n n, Vermessungstechnische Probleme in der Ölindustrie Venezuelas (Fortsetzung). — S ä u b e r l i, Graphische Ausgleichung.

Svensk Lantmäteritidskrift, Stockholm (42. Jahrg. — 1950): **Nr. 6.** A r n b e r g, Lantmäteriets organisation och arbetsförhållanden. — P a v e l l, Lantmäteriets organisation och arbetsförhållanden. — F. J. B. A., „Falsställelse eller laga kraft?“ — E l i a s, Befordringsmöjligheterna inom lantmäteristaten.

The Journal of the Royal Institution of Chartered Surveyors, London (Vol. XXX — 1951): **Nr. 7.** B r o w n i n g, A Critical Review of the Fourth Edition of the Standard Method of Measurement of Building Works. — H o t i n e, Survey of Colonial Development. — **Nr. 8.** S a c k s, The British West Indies and the Surveyor. — **Nr. 9.** T h o m p s o n, Some recent developments in photogrammetry.

Tijdschrift voor Kadastreren Landmeetkunde, Rotterdam (67. Jahrg. — 1951): **Nr. 1.** G o r t e r, Vijftientig jaren kadastraler uilverkavelingsdienst. — S l i c h e r v a n B a t h, Nederzettingen in Nederland. — T h u r l i n g s, Enige beschouwingen over het vraagstuk van de social-economische waarde van de grond. — V l a m, Perceelsnamen in Nederland.

Vermessungstechnische Rundschau, Zeitschrift für das Vermessungswesen (Hamburg (13. Jahrg. — 1951): **Heft 2.** D A G, Beirat für Vermessungswesen. — N e u m u t h, Wienecke-Verfahren. — W., Der Vermessungsjurist (Rezension). — D i e c k h o f f, Vervielfältigungstechnik. — Kataster- und Vermessungsverwaltungen. — S c h u l z, Grundkarte 1:5000. — H a a l c k, Mikro-Barometer. — H e r r m a n n, Curta-Kleinrechenmaschine.

— *Witkc*, Neue Brunsviga-Rechenmaschinen. — **Heft 3.** *Hoffmann*, Erläuterungen zum Entwurf eines Bundesbaugesetzes. — Kataster- und Vermessungsverwaltungen (Fortsetzung). — *Schulz*, Grundkarte 1:5000 (Schluß). — *Reichelt*, Geodätische Linie (vektoriell). — *Kaiser*, Umwandlung von Winkelteilungen.

Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart (76. Jahrg. — 1951): **Heft 2.** *Veit*, Eine neue Deutsche Topographische Karte 1:100.000. — *Seemüller*, Großstadtdurchbruch in Augsburg. — *Kuhnert*, Entwurf eines Baugesetzes für die Bundesrepublik Deutschland. — *Wolf*, Geodätische Anwendungen des Verfahrens der schrittweisen Annäherung (1. Teil). — *Loesch*, Polygonzüge mit beiderseitigem Koordinaten-, jedoch ohne Richtungsanschluß. — *Vollmar*, Zufällige Fehler beim Winkelbildverfahren. — **Heft 3.** *Köhler*, Die theoretische Genauigkeit der geodätischen Distanzmessung nach Reichenbach. — *Wolf*, Geodätische Anwendungen des Verfahrens der schrittweisen Annäherung (2. Teil). — *Hollinger*, Erfahrungen des Vermessungsingenieurs mit dem Aufbaugesetz von Rheinland-Pfalz. — *Rabensteiner*, Höhenlinien in der Karte 1:25.000.

II. Andere Zeitschriften

Abhandlungen des Dokumentationszentrums der Technik. Wien 1951. **Nr. 4.** *Embacher*, Vereinfachung der Uhrlesung für geographische Ortsbestimmung, bei gleichzeitiger Erhöhung der Genauigkeit.

Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines (Jahrg. 1951): **Nr. 3/4.** *Puw ein*, Bogenstreckung, Geradenbiegung und Winkelteilung.

VDI — *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure* (Jahrg. 1951): **Nr. 5.** *Gaertner*, Die Durchlässigkeit der getrübbten Atmosphäre für ultrarote Strahlen (im letzten Absatz: Fern-Photocodolit und Spiegel-Fernkamera).

Abgeschlossen am 31. März 1951

Zusammengestellt im Auftrage des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen
von Bibliotheksangestellten K. Gartner

3. Bücherschau

Die mit * bezeichneten Bücher liegen in der Bibliothek des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen auf.

Abkürzungen: A. V. N. = Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Ö. Z. f. V. = Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen, Schw. Z. f. V. u. K. = Schweizerische Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, V. R. = Vermessungstechnische Rundschau, Z. f. V. = Zeitschrift für Vermessungswesen.

1. Astronomie, Höhere Geodäsie und Geophysik:

Waldmeier, Tabellen zur heliographischen Ortsbestimmung. Verlag Birkhäuser, Basel 1950. (Bespr.: Archives des Sciences, Volume 3, Fascicule 6.)

2. Vermessungskunde:

Rothkegel, Geschichtliche Entwicklung der Bonitierungen und Wesen und Bedeutung der deutschen Bodenschätzung. Verlag Eugen Ulmer, Ludwigsburg 1950. (Bespr.: V. R. 3/1951 und Z. f. V. 2/1951.)

Friedrich und *Traschütz*, Vermessungskunde in elementarer Form für Schule und Praxis. Teil I: Horizontalmessungen. Verlag G. Braun, Karlsruhe. (Bespr.: V. R. 3/1951.)

* Die 10 Gebote des Feldmessers, oder die Satire im Dienste des Unterrichtes. Aufgestellt von F. A. Gez. von Mont. R. Haase. Hochschulbuchhandlung A. Riedel, Coblenz 1950. (Bespr.: V. R. 3/1951.)

Volquardts, Feldmessen II. B. G. Teubners Verlagsgesellschaft, Leipzig 1951. (Bespr.: Schw. Z. f. V. u. K. 3/1951.)

3. Mathematik, Geometrie und Tafelwerke:

Baule, Die Mathematik des Naturforschers und Ingenieurs. Band II. Ausgleichs- und Näherungsrechnung. 2. Auflage. Verlag S. Hirzcl, Leipzig 1950. (Bespr.: A. V. N. 2/1951.)

4. Photogrammetrie, Topographie, Kartographie und Reproduktionstechnik:

Rimli, Der neue Welt-Atlas. Fraumünster-Verlag A. G., Zürich/Frankfurt a. M. 1950. (Bespr.: A. V. N. 2/1951.)

Eckert-Greifendorff-Kleffner, Kartenkunde. Sammlung Göschen, Band 30. 3. Auflage. Walter de Gruyter & Co., Berlin 1950. (Bespr.: A. V. N. 2/1951, V. R. 2/1951 und Z. f. V. 2/1951.)

Kinzl-Schneider, Cordillera Blanca Peru. Mit einer Karte 1:200.000. Universitätsbuchhandlung Wagner, Innsbruck 1950. (Bespr.: A. V. N. 3/1951.)

Hart, Air Photography applied to Surveying. 3. Auflage. Longmans, Green and Co., London 1948. (Bespr.: A. V. N. 3/1951.)

* Historischer Atlas der österreichischen Alpenländer. II. Abt.: Kirchen- und Grafschaftskarte, Pfarr- und Diözesankarte von Österreich. Als Beilage: Verzeichnis der österreichischen Katastralgemeinden, Stand 1950, und Übersicht über die Pfarren im österreichischen Bundesgebiet vor der josephinischen Pfarregulierung. Herausgegeben von der österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien, 1951.

Eggen, Die Kopie im Flachdruck. Karl Garte Verlag, Einbeck 1948. (Bespr.: Z. f. V. 3/1951.)

5. Verschiedenes:

* Edtstadler, Das Grundbuch. Ein Leitfaden zum Verständnis der wichtigsten grundbuchrechtlichen Bestimmungen und der häufigsten Grundbucheintragen. Druck und Verlag der o.-ö. Landesregierung, Linz 1949.

Abgeschlossen am 31. März 1951

Zusammengestellt im Auftrage des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen
von Bibliotheksangestellten K. Gartner.

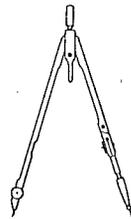
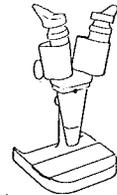
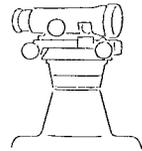
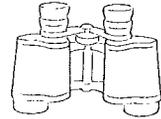
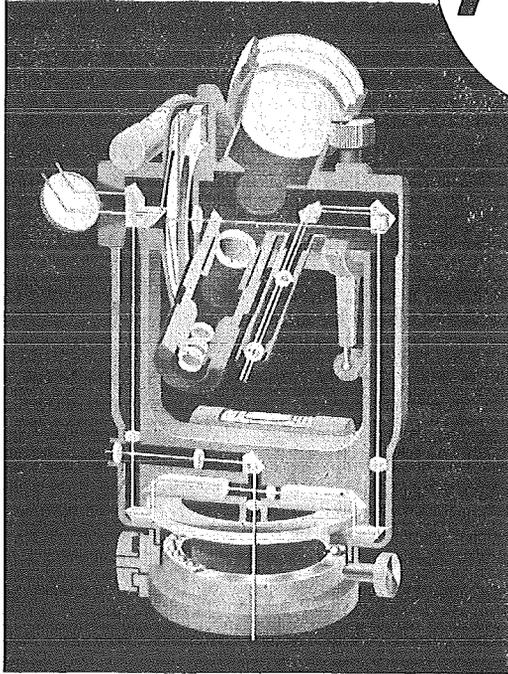
Contents:

K. H u b e n y: About the Logarithmical Calculation of the Plane Resection; K. L e d e r-
s t e g e r: The Methods of Approximation of Astronomical Levelling and the Geoid in the
Northern Part of the Meridian Großenhain—Kremsmünster—Pola; J. K r a m e s: A Study
of Determination of the Outer Orientation of Air Photographs by Means of Auxiliary
Photographs of the Sun and the Moon; P. E m b a c h e r: The Meridian of L i e s g a n i g;
A. M o r p u r g o: The Adjustment of Triangular Nets with Measured Sides.

Sommaire:

K. H u b e n y: Sur le calcul logarithmique du relèvement dans le plan; K. L e d e r-
s t e g e r: Les methodes d'approximation du Nivellement astronomique et le Geoïde dans la
partie septentrionale de l'arc de méridien Großenhain—Kremsmünster—Pola; J. K r a m e s:
Essai sur la détermination de l'orientation externe des vues aériennes à l'aide des vues du soleil
et de la lune; P. E m b a c h e r: La mesure d'arc de méridien par L i e s g a n i g; A. M o r-
p u r g o: Compensation de réseaux de triangulation à côtés mesurés directement.

Kern
AARAU



Vermessungsinstrumente, Theodolite, Tachymeter,
Doppelkreis-Theodolite, Nivellierinstrumente,
Meßtisch-Ausrüstungen, Selbstreduzierende Kippregel,
Pentaprismen, Prismen-Feldstecher, Aussichtsfernrohre,
binokulare Prismenlupe, Kolposkop, Polarimeter,
Elektrophorese-Apparatur, Kino-Aufnahme- und
Projektionsobjektive, Stroboskop, Präzisions-Reißzeuge

Vertretung für Österreich:

Ing. Carl Möckli, Wien V./55, Kriehbergasse 10

Telephon U 49-5-99

Theodolite, Nivelliere, Boussolen-Instrumente

sowie **sämtliche Vermessungsrequisiten**

für Feld- und Kanzleibedarf liefert in erstklassiger Ausführung

Neuhöfer & Sohn Akt.-Ges., Wien V., Hartmannngasse 5

Telephon A 35-4-40

Reparaturen von Instrumenten auch fremder Provenienz raschest und billigst

Prospekte gratis

KRIECHBAUM-SCHIRME

ERZEUGUNG ALLER ARTEN

VERMESSUNGS-

RUCKSACK- und

GARTEN-SCHIRME

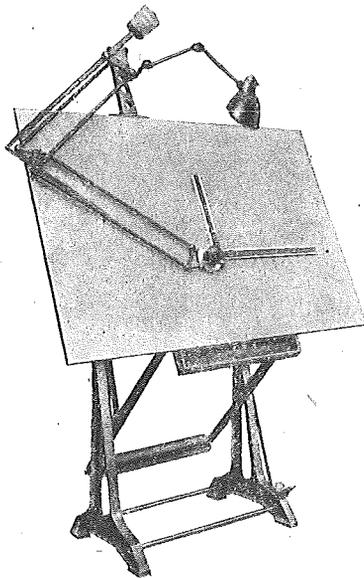


Hauptbetrieb:

WIEN 16

Neulerchenfelderstr. 40

Telephon B 40-8-27



„Planis“ Zeichenmaschine 1000 X 1500 mm
mit verstellbarem Tisch

Zeichenmaschinen

Bauart Fromme

„Planis“ Maßstäbe

für jede Zeichenmaschine
mit jeder Teilung

ADOLF FROMME

FABRIK FÜR GEODÄTISCHE UND
KARTHOGRAPHISCHE INSTRUMENTE
ZEICHENMASCHINEN

WIEN XVIII., Herbeckstraße 27

Tel. A 26-3-83



Feinpapier Spezialpapier
Zellulose

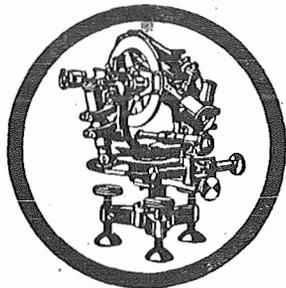
LEYKAM-JOSEFSTHAL

Actiengesellschaft für Papier und Druckindustrie

Wien, I., Parkring 2

Telephon R 27-5-95

Fernschreib Nr. 1824



Rudolf & August Rost

Feinmechanische Werkstätten

Erzeugung von geodätischen Instrumenten,
Auftrageapparaten und sämtl. Zubehör für
alle Zweige des Vermessungswesens
Präzisions-Kreis- und Längenteilungen

Telephon B 33-4-20

Gegründet 1888

Wien, XV., Märzstraße Nr. 7

typon

Phototechnische Filme und Papiere

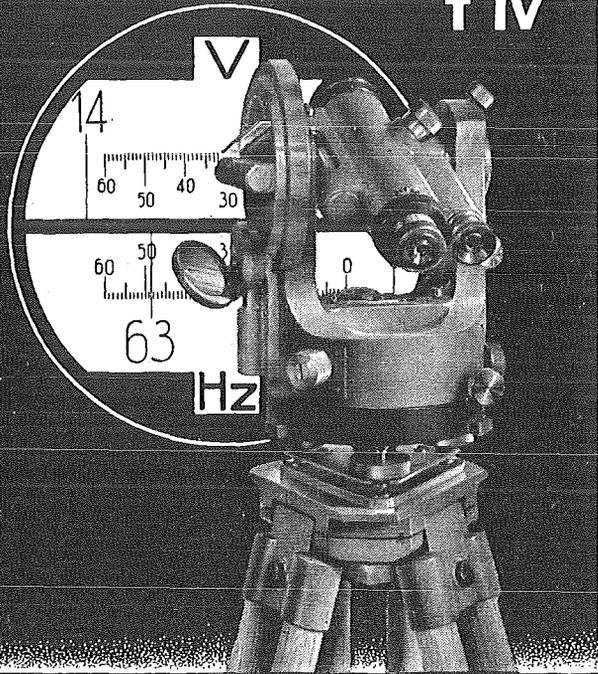
Das bewährte Material für feinste kartographische Arbeiten

Verlangen Sie bitte Prospekt von



Gesellschaft für Reproduktionsbedarf, Inhaber Friedrich A. Heinrici
Wien, XII., Steinbauergasse 25

**O P T I S C H E R
R E P E T I T I O N S - T H E O D O L I T
T I V**



M I L L E R
I N S B R U C K · A U S T R I A