

# 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  
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen i. R.

Dipl.-Ing. Dr. Hans Rohrer

o. ö. Professor  
der Technischen Hochschule Wien

Nr. 5/6

Baden bei Wien, im Dezember 1950

XXXVIII. Jg.

## INHALT:

**Abhandlungen:**

- Martin Näbauer † . . . . . Prof. Dr. M. Kneißl, München  
 100-Jahr-Jubiläum von Hartner's Handbuch der Niederen  
 Geodäsie (inkl. der Neubearbeitungen) . . . . . Dr. H. Rohrer  
 Die Ausgleichung von Dreiecksnetzen mit direkt gemessenen  
 Seiten . . . . . Dr. K. Hubeny  
 Die Achse des Normalsphäroides der Erde . . . . . Dr. Karl Ledersteger  
 Über Form- und Größenänderungen von photographischen  
 Platten und Filmen für Meßzwecke . . . . . Dr. Ernst Rüst  
 Über das Einrechnen von Richtungen . . . . . Dr. K. Rinner  
 Über Gewichte beim gemeinsamen Ausgleich von Seiten  
 und Winkeln . . . . . Dr. W. Embacher

**Referate:**

- Die geodätische Woche in Köln . . . . . Dr. Karl Hubeny  
 Geodätische Bodenseetagung in Zürich 1950 . . . . . Dr. H. Rohrer  
 Tagung für mathematischen Unterricht in Graz . . . . . Ing. Oskar Appel

**Kleine Mitteilungen. Literaturbericht.**

**Mitteilungsblatt** zur „Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen“,  
 redigiert von Verm.-Rat Dipl.-Ing. Ernst Rudolf



Herausgegeben vom

**ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN**

Offizielles Organ

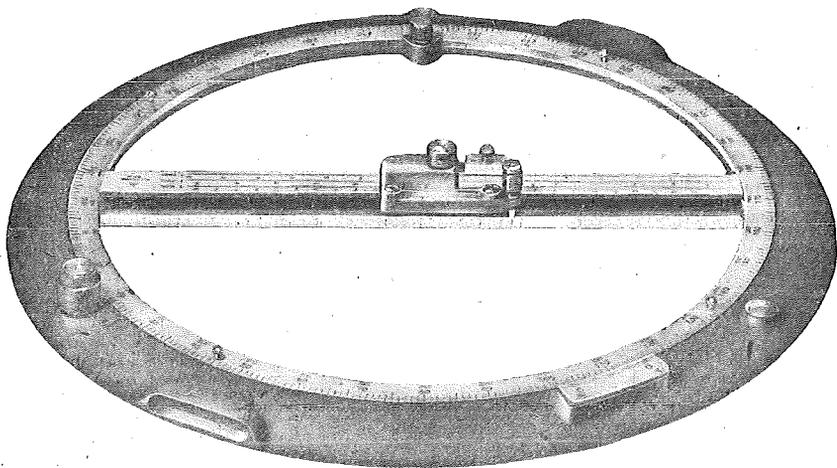
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Gruppe Vermessungswesen),  
 der Österreichischen Kommission für Internationale Erdmessung und  
 der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

**Baden bei Wien 1950**

# ADOLF FROMME

Fabrik für geodätische und kartographische Instrumente  
Zeichenmaschinen

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



Polar-Koordinatograph Nr. 362

*Erzeugung* Präzisions-Koordinatographen  
*von* Detail-Koordinatographen  
Polar-Koordinatographen  
Auftragslineale, Abschiebedreiecke  
Planimeter, Maßstäbe

---

Präzisions-Teilungen und Gravierungen

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

Kartonierte 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 gliedert, 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.

## *Mitgliedsbeitrag*

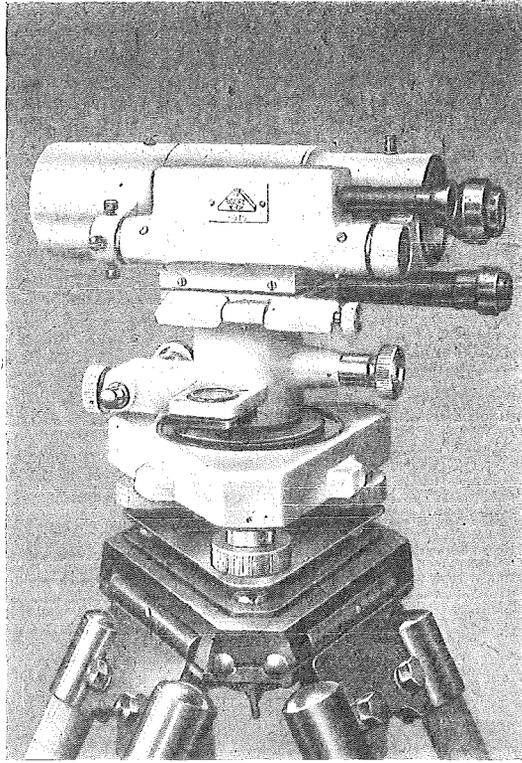
	Jahresbeitrag
Österr. Verein für Vermessungswesen . . . . .	S 35.—
Österr. Gesellschaft für Photogrammetrie . . . . .	S 35.—
Österr. Verein für Vermessungswesen und Österr. Gesellschaft für Photogrammetrie . . . . .	S 40.—

## *Abonnementgebühren*

der Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen für das Jahr S 40.—

Postscheck-Konto Nr. 119.093

Telephon A-24-5-60



## Modernste geodätische Instrumente höchster Präzision:

**Nivellierinstrumente, Type V 200.** mit  
Horizontalkreis, für genaue technische  
Nivellements (siehe Abbildung)

**Nivellierinstrumente, Type V 100.** ohne  
Horizontalkreis, für einfache technische  
Nivellements

**Doppelpentagone 90 und 180°**

**Tachymeter-Vollkreis-Transporteure**

**Auftragsapparate,** System „Demmer“  
System „Michalek“

**Abschlebedreiecke,**  
verbesserte Ausführung

**Lattenrichter,** mit Dosenlibelle

Verlangen Sie ausführliches Prospektmaterial

Optische Anstalt **C. P. GOERZ** Gesellschaft m. b. H.  
Wien X., Sonnleithnergasse 5 / Telephon Nr. U 42-555 Serie

*Reparaturwerk  
für  
Elektromotoren und Transformatoren*

**J. JURASEK & Co.**

Bennoplatz Nr. 8 WIEN VIII. Florianigasse Nr. 62

Telephon: A 20-2-54, A 22-4-80

WIENER PAPIER-

GROSSHANDLUNG Ges. m. b. H.

vorm. J. Grünhut, gegründet 1858

Wien I., Mahlerstraße 12 / Tel. R 24-5-70

Spezialsorten: LANDKARTENPAPIERE, TECHNISCHE  
PAPIERE ALLER ART



BRUNSVIGA

DIE

**RECHENMASCHINE**

DES WISSENSCHAFTLERS!

ORGANISATIONS-BÜROMÖBEL

**PLAN-SCHRÄNKE**

FÜR TECHNIKER

Bildprospekte unverbindlich und kostenlos

**BRUNSVIGA**

VERTRIEB VON BÜRO-EINRICHTUNGEN

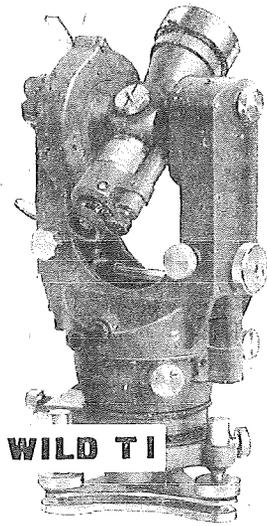
**ROTHHOLZ & FABER**

WIEN I., WILDPRETMARKT 1

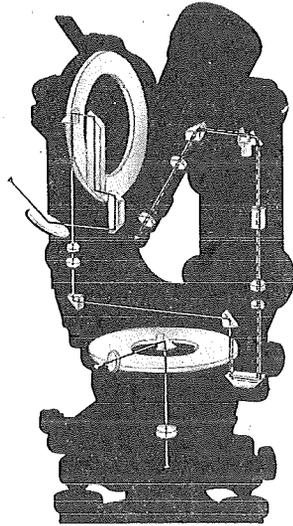
TELEPHON U 27-0-25

## Die optischen Teile

**WILD**  
HEERBRUGG



**WILD T 1**



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

# 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. 5/6

Baden bei Wien, im Dezember 1950

XXXVIII. Jg.

---

## Martin Näbauer †

Von Prof. Dr. Max K n e i ß l, München

Am 26. Oktober verschied der Geheime Baurat o. em. Prof. Dr.-Ing. habil. Martin N ä b a u e r. Mit ihm verlor die deutsche Geodäsie einen ihrer bedeutendsten Vertreter, der durch seine stille und unermüdliche Arbeit, durch sein bescheidenes Wesen und durch sein abgeklärtes Urteil in seltenem Maße das Vertrauen und die Sympathien seiner Kollegen gewann. Seine hingebende Sorge für die ihm anvertraute akademische Jugend, seine menschliche Güte und sein tiefes Verstehen sicherten ihm die aufrichtige Verehrung und dankbare Liebe seiner Hörer und Schüler.

Martin N ä b a u e r wurde am 14. Oktober 1879 in Blaufeld bei Wasserburg am Inn geboren. Nach Besuch der Realschule in Rosenheim und der bautechnischen Abteilung der Industrieschule München studierte er von 1898 bis 1900 an der Technischen Hochschule München Vermessungswesen. Nach einer zweijährigen praktischen Tätigkeit legte er im Herbst 1902 die Große Staatsprüfung für den bayerischen Vermessungsdienst ab. 1903 wurde N ä b a u e r Assistent bei Prof. Dr. Max S c h m i d t am Geodätischen Institut der Technischen Hochschule München und holte 1906 die inzwischen eingeführte Diplomprüfung für Vermessungsingenieure nach. Im Jahre 1907 promovierte er mit der Arbeit „Die Bedeutung der Koordinatengeometrie für die Bauingenieurtechnik“ und habilitierte sich 1908 mit einer Abhandlung „Theorie, Beschreibung und Gebrauch einer Ausgleichungsmaschine“. Am 1. Oktober 1910 erfolgte seine Berufung als Ordinarius für Geodäsie an die Technische Hochschule Braunschweig, 1917 folgte N ä b a u e r einem Ruf an die Technische Hochschule Karlsruhe, wo er das Studium für Vermessungsingenieure mit abschließender Diplomprüfung einführte. Am 1. April 1926 wurde er Ordinarius für Geodäsie und Topographie an der Technischen Hochschule München, wo er bis zu seiner 1949 erfolgten Emeritierung zielbewußt die

von B a u e r n f e i n d und S c h m i d t vorgezeichnete klare Linie in der Heranbildung und Ausbildung der Vermessungsingenieure fortsetzte. Durch seine Schule gingen eine ganze Generation bayerischer Vermessungsingenieure und tausende von Bauingenieuren und Architekten.

Die Amtsperiode N ä b a u e r s am Geodätischen Institut der Technischen Hochschule München zeichnete sich dadurch aus, daß N ä b a u e r bei der Ausbildung der Vermessungsingenieure für eine wesentliche Vertiefung in kulturtechnischen, landwirtschaftlichen und rechtswissenschaftlichen Fächern sorgen mußte, wobei gleichzeitig die vermessungswissenschaftlichen Fächer durch die Ausweitung der Topographie, insbesondere durch die Einführung der Erd- und Luftbildmessung und durch eine besondere Betonung der Kartographie ständig an Umfang zunahm. N ä b a u e r bewältigte die mit diesem Übergang verbundene Arbeitslast durch die ihm eigene überragende Arbeitskraft, die er ausschließlich seinem Beruf widmete und deren Nutznießer wir, seine Schüler und Berufsfreunde sind.

Die wissenschaftlichen Arbeiten N ä b a u e r s zeichnen sich bei aller Gründlichkeit durch sparsame Kürze besonders aus. Als Hauptwerke sind zu nennen seine in der „Handbibliothek für Bauingenieure“ 1922 erstmals, 1949 in dritter Auflage erschienene „Vermessungskunde“ und die „Grundzüge der Geodäsie“ (1. Aufl. 1915, 2. Aufl. 1925), im „Handbuch der Angewandten Mathematik“ von H. E. T i m e r d i n g. Unter seinen Monographien sind Untersuchungen über die astronomische und terrestrische Refraktion, Fehlerbetrachtungen zur Längen- und Richtungsübertragung in Dreiecken und Dreiecksnetzen, die Bestimmung des Flächenfehlers, Betrachtungen über die Beziehungen am Meridian und über Normalschnitt und Gegennormalschnitt auf dem Erdellipsoid besonders bemerkenswert.

Auf Grund seiner hervorragenden Leistungen auf dem Gesamtgebiet der Geodäsie wurde N ä b a u e r schon während seiner Karlsruher Tätigkeit zum Mitglied der wissenschaftlichen Kommission der Preußischen Landesaufnahme ernannt und in den Beirat für das Deutsche Vermessungswesen berufen. In München erfolgte 1927 seine Berufung zum Geheimen Baurat und 1943 zum ord. Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, nachdem er bereits 1931 Mitglied der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung geworden war. 1946 wurde er als Nachfolger von Geh. Rat Professor Dr. S. F i n s t e r w a l d e r als Ständiger Sekretär dieser Kommission bestellt. 1949 erfolgte schließlich noch seine Wahl zum Vorsitzenden der Deutschen Geodätischen Kommission, einer Vereinigung der deutschen Hochschullehrer für Geodäsie und Photogrammetrie bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der die Pflege der deutschen geodätischen Forschung sowie die Vertretung der deutschen Geodäsie bei internationalen wissenschaftlichen Vereinigungen obliegt.

N ä b a u e r ist schnell und unerwartet von uns geschieden. Nachdem er noch Ende September d. J. in Zürich an der Bodenseetagung teilnahm, erreichten ihn bereits die Glückwünsche zu seinem 40jährigen Dienstjubiläum als Ordinarius (1. Oktober 1950) und zu seinem 71. Geburtstag (14. Oktober 1950) auf dem Krankenbett. Noch zwei Tage vor seinem Tod kümmerte er sich mit rührender

Sorge um Studien- und Akademieangelegenheiten, seine letzten Worte galten seinen Schülern und seinem Institut. N ä b a u e r war ein Mann, der sein Amt und seinen Lehrauftrag stets höher stellte, als die Rücksichtnahme auf die eigene Person, und sich im Leben vieles versagte, um seiner Berufung restlos zu dienen. Er war nicht nur ein Hochschullehrer, der durch seine saubere, klare und zielbewußte Lehrmethode seinen Schülern einen wesentlichen Teil ihrer beruflichen Ausbildung vermittelte, sondern diese darüber hinaus durch sein persönliches und menschliches Beispiel innerlich aufschloß und formte.

Es ist uns ein wirkliches Herzensbedürfnis, ihm und seiner Arbeit stets ein ehrendes Andenken zu bewahren und ihm vom ganzen Herzen für das zu danken, was er uns war und was er uns gab.

## VERÖFFENTLICHUNGEN

### DES GEHEIMEN BAURATS DR. ING. MARTIN NÄBAUER

o. Professor der Geodäsie und Topographie an der Technischen Hochschule München

#### A. In der Zeitschrift des bayerischen Geometervereins (später Bayer. Zeitschrift für Vermessungswesen):

1. Mittlerer und durchschnittlicher Fehler. 1903.
2. Genauigkeit verschiedener Arten des Punktauftrags durch rechtwinklige Koordinaten. 1903.
3. Neigung der Lote in Punkten verschiedener Niveauflächen. 1903.
4. Ausgleichung von Polygonzügen bei einseitigem Richtungsanschluß. 1905.
5. Das Minimum oder Maximum einer Funktion durch fortgesetzte Verbesserung der Veränderlichen zu finden. Anwendung auf die Ausgleichungsrechnung. 1905.
6. Die Fortpflanzung der Abrundungsfehler in der logarithmischen Rechnung. 1907.
7. Die Bedeutung der Koordinatengeometrie für die Bauingenieurtechnik (Doktorarbeit). 1907.
8. Theorie, Beschreibung und Gebrauch einer Ausgleichungsmaschine (Habilitationsschrift). 1909.
9. Seitenvergrößerung und günstigste Dreiecksform. 1911.
10. Über die Genauigkeit einer aus rechtwinkligen Koordinaten berechneten Fläche. 1912.
11. Theoretische Untersuchung des Einflusses einer Verkürzung der lotrecht stehenden Latte auf das Nivellement. 1913.
12. Die Verwendung der konformen, transversalen Merkator-Projektion in der Kleintriangulierung, Polygonberechnung und Kartierung. 1927.

#### B. In der Zeitschrift für Vermessungswesen:

13. Beitrag zur photogrammetrischen Verwertung verkehrt eingelegter Platten. 1912.
14. Fehler der Polygonfläche in gleichseitigem, gleichmäßig gekrümmtem Zug. 1921.
15. Beziehungen am Meridian des Erdellipsoids 1943.
16. Normalschnitt und Gegenormalschnitt auf dem Erdellipsoid. 1944.

#### C. In den Abhandlungen der Bayer. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Abteilung:

17. Strahlenablenkung und Farbenzerstreuung genügend steiler Sichten durch die Luft. 1924.
18. Terrestrische Strahlenbrechung und Farbenzerstreuung. 1929.

#### D. In den Mitteilungen des Reichsamtes für Landesaufnahme (ab 1941 Nachrichten aus dem Reichsvermessungsdienst):

19. Das Bayerische Präzisionsnivellement. 1940.
20. Seitliche Strahlenbrechung im homogenen Refraktionsfeld. 1942.
21. Sebastian Finsterwalder 80 Jahre alt. 1942.

22. Projektives Vorwärtseinschneiden mit Koordinatenberechnung. 1942.
23. Gefährliche Fälle der gegenseitigen Ausrichtung photogrammetrischer Aufnahmen bei bekannter innerer Orientierung. 1943.
24. Maschenweise Übertragung von Dreieckspunkten. 1943.

E. A n v e r s c h i e d e n e n S t e l l e n :

25. Vorrichtung und Auflösung eines linearen Gleichungssystems, Zeitschrift für Mathematik und Physik. 1910.
26. Koordinaten im Gelände: Vortrag, veröffentlicht in Unterrichtsblättern für Mathematik und Naturwissenschaften. 1914.
27. Genauigkeit der Diagonalen in Dreiecksketten: Beitrag zur Festschrift zur Einweihung des Neubaues der Bauingenieurabteilung an der Technischen Hochschule Karlsruhe: veröffentlicht im „Bauingenieur“ 1921.
28. Ein Zielfernrohr ohne materielle Bildmarke: Beitrag zur Festschrift zur Jahrhundertfeier der Technischen Hochschule Karlsruhe. 1925.
29. Besprechungen und Nachrufe in verschiedenen Zeitschriften.

F. S e l b s t ä n d i g e r s c h i e n e n :

30. Grundzüge der Geodäsie, 1. A. Berlin 1915, 2. A. Leipzig 1925.
31. Vermessungskunde, 1. A. Berlin 1922, 2. A. Berlin 1932, 3. A. Berlin 1949.
32. Flächenfehler im einfachen, durch Umfangsmessung bestimmten Polygonzug. Festschrift, Karlsruhe 1918.

## **100-Jahr-Jubiläum von Hartner's Handbuch der Niederer Geodäsie (inkl. der Neubearbeitungen)**

Von Prof. Dr. H. R o h r e r

In diesem Jahre jährt es sich zum hundertsten Male, daß der damalige Professor der Praktischen Geometrie am steiermärkisch ständischen Joanneum, später Technische Hochschule in Graz, Friedrich H a r t n e r, sein Handbuch für Niedere Geodäsie herausgegeben und damit ein Werk geschaffen hat, das für den Unterricht an den technischen Hochschulen der Monarchie grundlegend geworden ist. Dieses in seiner Anlage und Durchführung den Ansprüchen der Theorie und den Bedürfnissen der Praxis entsprechende Lehrbuch hat sich vortrefflich bewährt. Durch die Fortführung und Ergänzung des Werkes zuerst durch Professor Josef W a s t l e r und durch die spätere Umbearbeitung und Erweiterung durch Professor Eduard D o l e ž a l hat es den ihm innewohnenden hohen Wert bis auf unsere Zeit beibehalten.

Der Begründer des Werkes, Friedrich H a r t n e r, war ein Schüler von Professor S t a m p f e r und wirkte von 1845—1851 als Professor der Praktischen Geometrie an der Technischen Hochschule in G r a z. Im Jahre 1852 wurde er an die Technische Hochschule in W i e n auf die Lehrkanzel für Praktische Geometrie berufen, 1857 übernahm er die Lehrkanzel für Höhere Mathematik an der gleichen Hochschule, um 1866 wieder an seine frühere Lehrkanzel zurückzukehren. Im Studienjahre 1867/68 bekleidete er die Würde eines Rektors der Technischen Hochschule in Wien und trat 1872 in den Ruhestand\*).

---

\*) Aus N e u w i r t h, Die k. k. Technische Hochschule in Wien 1815—1915.

Die Entwicklung des Werkes läßt sich an Hand des Vorwortes der Herausgeber zu den einzelnen Auflagen gut verfolgen. Hartner leitet sein Buch mit den Worten ein:

„Die Geodäsie überhaupt ist von solcher Ausdehnung, daß eine Teilung des Gegenstandes in zwei Partien schon lange üblich und unsomewhat am Platze ist, als diese mit den Bedürfnissen des praktischen Lebens zusammentrifft, welches das Studium der Niederen Geodäsie für viele, jenes der Höheren nur für wenige Lebenszwecke erforderlich macht. Diesem entsprechend beabsichtigt der Verfasser die Herausgabe der gesamten Geodäsie in zwei Bänden, deren jeder für sich abgeschlossen ist. Das vorliegende Handbuch bildet hievon den ersten und ist in diesem die Niedere Geodäsie in zwei Abteilungen behandelt, und zwar in der ersten Abteilung die Feldmeßkunst, bestehend in der Lehre von der Aufnahme, Berechnung und Darstellung solcher Strecken Landes, bei welchen die Krümmung der Erde noch nicht in Rechnung zu bringen ist, dann in der zweiten Abteilung die Höhenmeßkunst, bestehend in der Lehre vom Höhenmessen und Nivellieren. In einem Anhang sind die Elemente der Markscheidkunst beigegeben. Diese wurden aus dem Grunde aufgenommen, weil der ausübende Ingenieur bei den mit der Anlage von Eisenbahnen verbundenen Tunnelbauten in die Lage kommt, davon Anwendung zu machen, somit von der Markscheidkunst die erforderliche Kenntnis besitzen muß, ohne deshalb dieselbe in jenem Umfange durchgemacht zu haben, wie sie der Montanistiker benötigt. Der Verfasser gab die Markscheidkunst bloß als Anhang, weil er der Ansicht nicht beipflichten kann, daß dieselbe einen integrierenden Teil der Geodäsie bilde, indem erstere eine rein spezielle Anwendung der Geodäsie und der darstellenden Geometrie auf die Bedürfnisse des Bergbaues ist.“

„Bei der Verfassung des vorliegenden Werkes wurde die Kenntnis der Höheren Mathematik vorausgesetzt, nicht bloß darum, weil dadurch so manche Untersuchung möglich oder wenigstens einfacher wird, sondern weil dieses Buch zunächst als Vorlesebuch für technische Lehranstalten berechnet ist, an welchen der Geometer die höchste Ausbildung in seinem Fache erlangen soll, diese aber ohne Höhere Mathematik kaum erreichbar ist.“ . . . .

Hartner hatte die Befriedigung, weitere drei Auflagen seines Werkes herausgeben zu können. Vor seinem Tode betraute er noch den Professor der Praktischen Geometrie an der Technischen Hochschule in Graz, Josef Wastler, der diese Lehrkanzel von 1858—1899 innehatte, mit der Bearbeitung der fünften Auflage.

Möge auch hier ein Auszug aus dem Vorwort Wastler's für sich sprechen:

„Von Professor Hartner mit der Bearbeitung der fünften Auflage seines Handbuches der Niederen Geodäsie betraut, habe ich mich mit Vergnügen dieser Arbeit unterzogen. Dieselbe bestand zunächst in der Umrechnung ins neue Maß, dann in der Anfügung einiger seit dem Erscheinen der vierten Auflage notwendig gewordenen Partien, wobei, um Raum zu gewinnen, einiges minder Wesentliche mit des Herrn Verfassers Einwilligung weggelassen wurde.“

„Als neu hinzugekommen ist zu nennen: der Steinheil'sche Heliotrop; Ausführliches über die Genauigkeit der Längenmessungen; die Meßräder; der analatische Distanzmesser von Porro; die Untersuchung über die Exzentrizität des

Höhenkreises; der Theodolit von Breithaupt; die Untersuchung des Fehlers im Höhenwinkel wegen Schiefstehens der Rotationsachse; das Abstecken langer gerader Linien; das Ausstecken von Kreisbogen; die durch die neue Instruktion des österreichischen Katasters bedingten Änderungen und Neuerungen in der Triangulierung; die Untersuchung über die Genauigkeit der Längen- und Horizontalwinkelmessungen; das Gewicht einer n-fachen Repetition; die Untersuchung über die Aneroide von Goldschmid; das Universalnivellierinstrument von Ertel; die ausführliche Behandlung des Detailnivellements und der Querprofile; das Präzisionsnivellement; endlich die im Anhang abgehandelte Tachymetric, nebst einer Reihe von kleinen Zugaben bei den einzelnen Paragraphen, welche mir wünschenswert erschienen. Da durch diese Zugaben der Umfang des Buches eine wesentliche Vergrößerung erhielt, so wurde die in den früheren Auflagen angeführte Markscheidekunst, als dem engeren Gegenstand ferne liegend, weggelassen.“ . . . .

Von Professor W a s t l e r wurden insgesamt vier Auflagen des Handbuches, die 5. bis 8., herausgegeben.

In der Folge übernahm Professor Eduard D o l e ž a l, der damals als o. Professor für Darstellende und Praktische Geometrie an der Bergakademie in L e o b e n tätig war, die Umbearbeitung und Herausgabe der 9. Auflage. Professor D o l e ž a l schreibt darüber im Vorwort zu dieser Auflage:

„Nachdem die vom Hofrate Professor J. W a s t l e r herausgegebene achte Auflage vergriffen war (im Dezember 1902), hat der Gefertigte die Bearbeitung der Neuauflage des Werkes übernommen und es erschien in der neunten, umgearbeiteten und erweiterten Auflage unter dem Titel:

H a r t n e r - D o l e ž a l, Lehr- und Handbuch der Niederen Geodäsie.“

„Das Werk wurde dem Inhalte nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft angepaßt und stellt sich die Aufgabe, dem Studierenden der technischen Hochschulen ein nach Möglichkeit klares Bild der „Niederen Geodäsie“ (praktischen Geometrie) zu bieten; es soll ihm als Lehrbuch dienen; dem praktischen Ingenieur soll es ein Handbuch abgeben, in welchem er sich in geodätischen Fragen Rat suchen kann.“

„Aus dem Grunde mußte das Hartner'sche Werk so manche durchgreifende Änderungen und nicht unerhebliche Erweiterungen erfahren, so zwar, daß es unbedingt geboten erschien, das Werk in zwei Bänden herauszugeben.“

„Die logische und systematische Gliederung des Stoffes, die Erweiterung vieler alten und die Aufnahme mancher neuen, höchst wichtigen Kapitel, wie z. B. der Fehlerrechnung, der Hilfsmittel der Rechnung, der trigonometrischen Punktbestimmung, der numerischen Aufnahme, der Netzausgleichung usw. im ersten und des Präzisionsnivellements, der Darstellung der Vertikalaufnahme, der Militäraufnahme und -Karten, der Tunnelabsteckung, der technischen Terrainlehre usw. im zweiten Bande, welche in vielen Partien in nötiger Ausführlichkeit gehalten werden mußten, die zahlreichen Beispiele, die zur Beleuchtung der Theorie wohl nicht fehlen können, werden dem Leser zeigen, daß der Bearbeiter der neunten Auflage redlich bemüht war, jene Gebiete zur Behandlung zu bringen, die mit der Niederen Geodäsie innig verknüpft sind und deren Kenntnis der Ingenieur sich erwerben muß.“ . . . .

Wie schon das Vorwort erkennen läßt, ist das von D o l e ž a l vollständig umgearbeitete und erweiterte Werk eine österreichische Geodäsie, die nicht nur bei der Besprechung der Instrumententypen und der Verfahren unsere Verhältnisse berücksichtigt, sondern auch die Katasteraufnahme, die topographische Landesaufnahme, das Präzisionsnivelllement in Österreich eingehend bespricht. Darin und in der klaren, leicht faßlichen Darstellung selbst schwieriger Probleme liegt der unendlich große Wert dieses Buches für uns. Tausende von Bau- und Vermessungsingenieuren haben es als Lehrbuch benützt und für ebenso viele im Beruf ist es ein unentbehrliches Nachschlagewerk geworden. Das Werk, welches die Schule D o l e ž a l verkörpert, ist auch für den Geodäsieunterricht an den technischen Hochschulen in Österreich richtunggebend geblieben. D o l e ž a l s Hand- und Lehrbuch war bald vergriffen und erschien 1909 in neuer Auflage mit einigen Ergänzungen, unter anderem erhielt die Stereophotogrammetrie im Abschnitte Photogrammetrie ein eigenes Kapitel eingeräumt.

Nach dem ersten Weltkrieg ist 1921 eine 11. Auflage von Professor Dr. h. c. D o l e ž a l erschienen, die aus technischen Gründen einen unveränderten Abdruck der 10. Auflage darstellt, doch ist am Schlusse des zweiten Bandes ein Anhang beigefügt, in welchem der zweiteilige Korbbogen, das Photo-Tachymeter von D o l e ž a l - R o s t, der Phototheodolit von Prof. P u l f r i c h sowie der Stereograph aufgenommen erscheinen.

Diese letzte Auflage ist schon seit längerer Zeit vollkommen vergriffen und wir wollen hoffen, daß sich der Altmeister der österreichischen Geodäsie Hofrat Dr. Dr. Dr. h. c. Eduard D o l e ž a l bei seiner geistigen und körperlichen Frische entschließt, die Neubearbeitung des Buches durchzuführen. Die Fachkreise des Inlandes und auch ein nicht unbeträchtlicher Teil des Auslandes würde eine Neuaufgabe dieses Standardwerkes der Niederen Geodäsie mit Begeisterung begrüßen.

Möge dieser Wunsch in Erfüllung gehen!

## **Die Ausgleichung von Dreiecksnetzen mit direkt gemessenen Seiten**

Von Prof. Dr. K. H u b e n y, Graz

In einer kürzlich in der „Schweizerischen Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik“ erschienenen Arbeit [1] wird meines Wissens erstmalig auf Aufgaben der Ausgleichsrechnung eingegangen, die sich bei der Ausgleichung von Dreiecksnetzen ergeben, deren Form nur durch gemessene Strecken bestimmt ist. Die folgenden Zeilen sollen eine Erweiterung und Verallgemeinerung dieser Aufgaben in Problemstellung und -lösung bringen.

### 1. Die Bedingungen im Streckennetz.

Wir wollen zunächst einiges über die notwendige Zahl von Bestimmungsstücken in einem flächigen Dreiecksnetz mit gemessenen Strecken aussagen. Die gegenseitige Lage zweier Punkte ist durch eine Strecke bestimmt; zur Festlegung

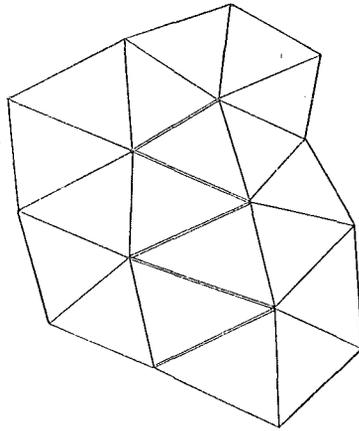
der Lage jedes weiteren Punktes gegenüber den beiden ersten Punkten sind zwei Strecken notwendig. Es wird also die gegenseitige Lage dreier Punkte durch drei, die gegenseitige Lage von vier Punkten durch fünf usw. Strecken bestimmt, woraus sich mit der Streckenzahl  $s$  und der Punktezahl  $p$  für die notwendige Streckenzahl die bekannte Relation

$$s = 2p - 3 \quad (1)$$

ergibt. Ist  $S$  die Gesamtzahl der Strecken, so erhält man die Anzahl der überzähligen Bestimmungsstücke aus

$$\ddot{u} = S - 2p + 3 \quad (2)$$

Das in Abbildung 1 gezeichnete Netz enthält demnach 5 Überbestimmungen, die beispielsweise durch die doppelt gezeichneten Seiten dargestellt sein können. Jede beliebige Verbindung zweier Punkte des Netzes über die schon bestehenden



$$\begin{aligned} P &= 16 \\ S &= 34 \\ (\text{5 „innere“ Punkte}) \\ \ddot{u} &= 34 - 32 + 3 = 5 \end{aligned}$$

Abb. 1

Verbindungen hinaus liefert eine weitere Überbestimmung. Man erkennt also, daß eine allein durch Aneinanderreihung von Dreiecken entstandene flächige Figur — alle darin vorkommenden Strecken als gegeben vorausgesetzt — bereits Überbestimmungen enthält.

Die Zahl der überschüssigen Bestimmungsstücke kann man übrigens aus einem Netzbild leicht erkennen. Nehmen wir zunächst an, das Netz sei nur aus aneinandergereihten Dreiecken gebildet (keine sich kreuzenden Seiten) und unterscheiden wir zwischen „äußeren“ und „inneren“ Punkten des Netzes (Punkte der Randfigur und Punkte innerhalb derselben), so gibt, wie sich leicht beweisen läßt, die Zahl der „inneren“ Punkte die der überzähligen Bestimmungsstücke an.

Jede Verbindung zweier beliebiger Punkte des Netzes über die frühere Annahme hinaus liefert eine weitere Überbestimmung; ebenso verringert das Weglassen einer Seite des ursprünglichen Netzes die Zahl der Überbestimmungen um eins.

In [1] wird das Diagonalenviereck als Grundfigur erklärt und behandelt. Es ist natürlich durchaus denkbar und möglich, daß sich bei prinzipieller Einhaltung der üblichen Forderung nach Seiten von nicht allzusehr unterschiedlicher Länge noch andere Figuren bilden lassen, wozu in diesem oder jenem Falle auch die Durch-

führbarkeit der Messung zwingender Grund sein kann. Eine Erweiterung der Grundfigur liegt beispielsweise in einem offenen Zentralsystem mit einer Diagonalen nach Abb. 2 vor. Es zeigt sich aber aus den obigen Überlegungen, daß die An-

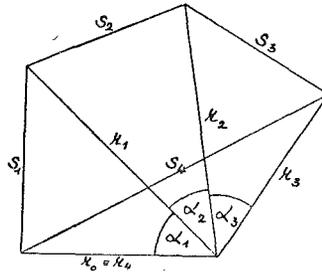


Abb. 2

wendung dieser Grundfiguren wegen der in ihnen enthaltenen Überbestimmung nur in Ketten notwendig ist, während in flächigen Netzen schon allein die Messung der Längen aller Dreiecksseiten zur Überbestimmung führt.

Wir wollen nun jene Figur ermitteln, die eine Behandlung des in überbestimmten Dreiecksnetzen mit direkt gemessenen Strecken vorliegenden Ausgleichsproblems erlaubt und bezeichnen diese Figur als die

### 2. Allgemeine Grundfigur.

Greifen wir zunächst auf die Abb. 2 zurück. Nach (2) enthält diese Figur eine Überbestimmung z. B. durch die Seite (Diagonale)  $s_4$ . Denken wir uns die Winkel  $\alpha_1 - \alpha_3$  als Funktionen der Strecken  $r_0 - r_3$  und  $S_1 - S_3$  ausgedrückt, so läßt sich aus dem Cosinussatz für das Dreieck  $r_0 s_4 r_3$  sofort eine Bedingung angeben, der die gemessenen Stücke genügen müssen, nämlich

$$s_4^2 = r_0^2 + r_3^2 - 2 r_0 r_3 \cos (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)$$

Vervollständigen wir diese Figur zu einem geschlossenen Zentralsystem nach Abb. 3, so ist diese gleichfalls überbestimmt. Im Falle einer Klaffung (Abb. 3 a) müßte

$$e^2 = r_0^2 + r_4^2 - 2 r_0 r_4 \cos (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$$

sein.

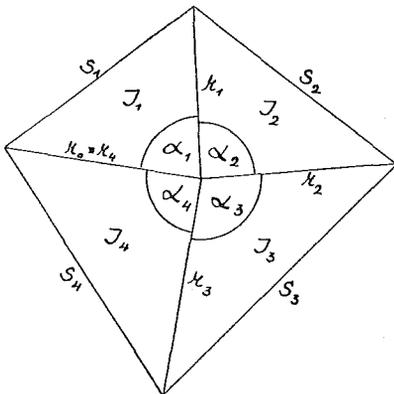


Abb. 3

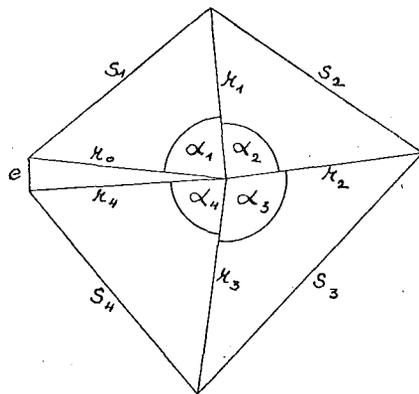


Abb. 3 a

Da aber zufolge der Messung  $r_0 \equiv r_4$  ist und die Figur sich schließen soll ( $e = o$ ), gilt die einfache Bedingung

$$\cos (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = 1 \quad (3 \text{ a})$$

oder

$$\sin (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = 0 \quad (3 \text{ b})$$

als Bedingungsgleichung im Zentralsystem. Die Lösung dieser Gleichungen ergibt die — auch direkt aus der Figur ablesbare — triviale Bedingung

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 - 2 \pi = 0 \quad (3 \text{ c})$$

Aus den Abbildungen 4 erkennt man, daß bei sinngemäßer Bezeichnung sowohl die in [1] als „Grundfigur“ erklärte Figur als auch deren Erweiterung nach

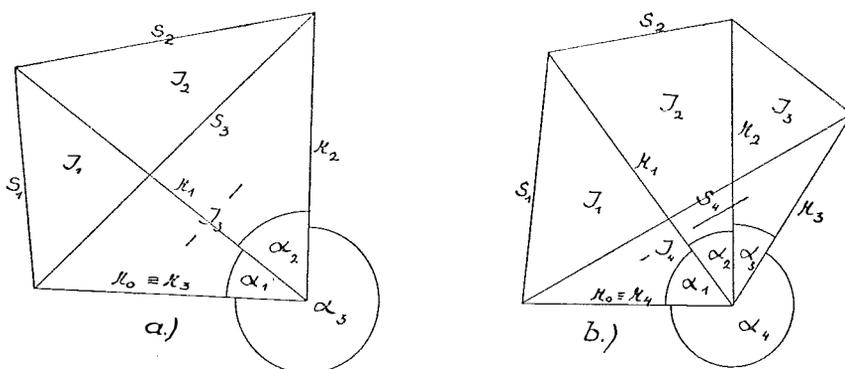


Abb. 4

Abb. 2 die vorhin formulierte Bedingung für das geschlossene Zentralsystem enthält. Die beiden Grundfiguren stellen also je einen durch die Zahl der Bestimmungsstücke oder ihrer Anordnung gekennzeichneten Spezialfall des Zentralsystems dar. Da das Zentralsystem überdies — wie später gezeigt wird — die Grundlage für die Ausgleichung von Dreiecksnetzen mit gemessenen Seiten bildet, wird man dieses mit Recht als *allgemeine Grundfigur* in Streckennetzen ansprechen dürfen.

### 3. Die Ausgleichung der allgemeinen Grundfigur.

In der Gleichung (3c) finden wir die den Strecken in einem Zentralsystem vorgeschriebene Bedingung, da jeder Winkel  $\alpha_i$  eine Funktion der Strecken  $r_{i-1}$ ,  $r_i$  und  $s_i$  ist (Bezeichnungen nach Abb. 3, bzw. 4); die Gleichung (3c) enthält, in der allgemeinen Form

$$[\alpha_i]_{i=1}^{i=n} - 2 \pi = 0 \quad (3d)$$

angeschrieben, demnach alle Strecken in einem aus  $n$ -Dreiecken gebildeten Zentralsystem.

Wir bezeichnen die in (3d) gegebene Funktion mit  $F$ ; die Bedingung lautet dann

$$F - 2 \pi = 0 \quad (4)$$

Berechnet man die einzelnen Winkel  $\alpha_i$  mit den in der ebenen Trigonometrie gebräuchlichen Formeln aus

$$\sin \alpha_i = \frac{(-r_{i-1}^4 - r_i^4 - s_i^4 + 2 r_{i-1}^2 r_i^2 + 2 r_{i-1}^2 s_i^2 + 2 r_i^2 s_i^2)^{\frac{1}{2}}}{2 r_{i-1} r_i} \quad (5a)$$

oder

$$\cos \alpha_i = \frac{r_{i-1}^2 + r_i^2 - s_i^2}{2 r_{i-1} r_i} \quad (5b)$$

so läßt sich die Bedingung (4) mit (5b) nunmehr ausführlich in der Form

$$\left[ \arccos \frac{r_{i-1}^2 + r_i^2 - s_i^2}{2 r_{i-1} r_i} \right]_{i=1}^{i=n} - 2 \pi = 0 \quad (6)$$

anschreiben. Eine ähnliche Formulierung ist auch mit (5a) möglich, doch erweist sich die letztere Form für die weitere Rechnung als bequemer.

Führt man in (6) die gemessenen Größen  $r_i'$ ,  $s_i'$  ein, so ergibt sich ein Widerspruch; es ist

$$F' - 2 \pi \neq 0 = w \quad (7)$$

Die gemessenen Größen  $r_i'$ ,  $s_i'$  sind daher um die Beträge  $\nu_{r,i}$ ,  $\nu_{s,i}$  so zu verbessern, daß die ihnen vorgeschriebene Bedingung erfüllt ist und daß die Quadratsumme der an ihnen angebrachten Verbesserungen zu einem Minimum wird (Ausgleichung nach bedingten Beobachtungen, [2]).

Die Auswirkung der (noch unbekanntenen) Verbesserungen auf die Funktion  $F'$  erhalten wir durch deren Entwicklung an der durch die Meß-(Näherungs) Werte gegebenen Stelle; mit den angebrachten Verbesserungen muß die Bedingung (6) wieder erfüllt sein. Daraus folgt

$$F' + \left[ \frac{\partial F'}{\partial r_i} \nu_{r,i} \right]_{i=1}^{i=n} + \left[ \frac{\partial F'}{\partial s_i} \nu_{s,i} \right]_{i=1}^{i=n} - 2 \pi = 0 \quad (8)$$

und weiter, nach Einführung des Widerspruches, die Fehlerbedingungsgleichung

$$\left[ \frac{\partial F'}{\partial r_i} \nu_{r,i} \right]_{i=1}^{i=n} + \left[ \frac{\partial F'}{\partial s_i} \nu_{s,i} \right]_{i=1}^{i=n} + w = 0 \quad (9)$$

Verwenden wir die in der Ausgleichsrechnung üblichen Symbole für die Koeffizienten der einzelnen Verbesserungen, so erhalten wir mit

$$\frac{\partial F'}{\partial r_i} = a_{r,i} \quad \frac{\partial F'}{\partial s_i} = a_{s,i}$$

die allgemeine Form der Fehlerbedingungsgleichung

$$\left[ a_{r,i} \nu_{r,i} \right]_{i=1}^{i=n} + \left[ a_{s,i} \nu_{s,i} \right]_{i=1}^{i=n} + w = 0 \quad (9a)$$

Hieraus folgt, wie bekannt, die Normalgleichung

$$\left[ aa \right] k + w = 0 \quad (10)$$

aus deren Lösung sich die einzelnen Verbesserungen mit

$$\nu_{r,i} = a_{r,i} k \quad \nu_{s,i} = a_{s,i} k \quad (11)$$

ergeben.

#### 4. Die Koeffizienten der Fehlerbedingungsgleichung.

Durch die zuvor gegebene Entwicklung ist der allgemeine Gang der Ausgleichung skizziert; es ist noch notwendig, die Rechnung in ein bequem zu handhabendes Schema zu bringen. Sieht man von der Aufstellung und Auflösung der Normalgleichung ab, so handelt es sich dabei lediglich um die Bildung der partiellen Ableitungen der Funktion  $F$ , also um die Bestimmung der Koeffizienten der Fehlerbedingungsgleichung.

Wir bezeichnen das Argument der Funktion (5b) mit  $c_i$ ; es ist also

$$\alpha_i = \arccos c_i = \arccos \frac{r_{i-1}^2 + r_i^2 - s_i^2}{2 r_{i-1} r_i}$$

Die Bedingungsgleichung in der Formulierung nach (6) lautet damit

$$\left[ \arccos c_i \right]_{i=n}^{i=n} - 2\pi = 0$$

Die partielle Ableitung dieser Funktion nach  $r_i$  ergibt, da  $r_i$  sowohl in  $c_i$  als auch in  $c_{i+1}$  vorkommt,

$$\frac{\partial F}{\partial r_i} = \frac{\partial \arccos c_i}{\partial r_i} + \frac{\partial \arccos c_{i+1}}{\partial r_i}$$

und weiter

$$\frac{\partial F}{\partial r_i} = - \frac{1}{\sqrt{1-c_i^2}} \frac{\partial c_i}{\partial r_i} - \frac{1}{\sqrt{1-c_{i+1}^2}} \frac{\partial c_{i+1}}{\partial r_i}$$

Mit der früheren Festsetzung

$$c_i = \cos \alpha_i \quad c_{i+1} = \cos \alpha_{i+1}$$

und den leicht zu bildenden Ableitungen

$$\frac{\partial c_i}{\partial r_i} = \frac{r_i - r_{i-1} \cos \alpha_i}{r_{i-1} r_i}, \quad \frac{\partial c_{i+1}}{\partial r_i} = \frac{r_i - r_{i+1} \cos \alpha_{i+1}}{r_i r_{i+1}}$$

erhält man

$$\frac{\partial F}{\partial r_i} = - \frac{r_i - r_{i-1} \cos \alpha_i}{r_{i-1} r_i \sin \alpha_i} - \frac{r_i - r_{i+1} \cos \alpha_{i+1}}{r_i r_{i+1} \sin \alpha_{i+1}}$$

Die Nenner der obigen Brüche bedeuten jeweils den doppelten Flächeninhalt der Dreiecke mit den Winkeln  $\alpha_i, \alpha_{i+1}$ ; ihr Vorzeichen ist durch  $\sin \alpha_i, \sin \alpha_{i+1}$  bestimmt. Damit erhalten wir

$$\frac{\partial F}{\partial r_i} = \operatorname{sgn} \sin \alpha_i \frac{r_{i-1} \cos \alpha_i - r_i}{2 J_i} + \operatorname{sgn} \sin \alpha_{i+1} \frac{r_{i+1} \cos \alpha_{i+1} - r_i}{2 J_{i+1}} \quad (12a)$$

In gleicher Weise finden wir die partiellen Ableitungen nach  $s_i$ ; da diese Größe jeweils nur im Ausdruck  $c_i$  vorkommt, erhalten wir

$$\frac{\partial F}{\partial s_i} = \frac{\partial \arccos c_i}{\partial s_i} = - \frac{1}{\sqrt{1 - c_i^2}} \frac{\partial c_i}{\partial s_i}$$

Mit

$$\frac{\partial c_i}{\partial s_i} = - \frac{s_i}{r_{i-1} r_i}$$

folgt daraus

$$\frac{\partial F}{\partial s_i} = \operatorname{sgn} \sin \alpha_i \frac{s_i}{2 J_i} \quad (12b)$$

Man erkennt aus den Formeln (12), daß die Koeffizienten der Bedingungsgleichung für eine aus  $n$ -Dreiecken gebildete Grundfigur völlig schematisch gebildet werden können. Die zahlenmäßige Durchrechnung gestaltet sich äußerst einfach, da die Zähler und Nenner der Formeln (12) durch elementare Konstruktionen einem maßstäblichen Netzbild entnommen werden können.

## 5. Beispiele zur Ausgleichung von Grundfiguren.

### a) Figur nach Abb. 4b

$i$	Gemessen:		Gerechnet: $\alpha_i$
	$r_i$	$s_i$	
1	28 372.8	23 093.8	48° 35' 49.03''
2	26 059.4	26 353.9	57° 43' 38.48''
3	28 164.7	23 035.0	50° 05' 34.19''
4	27 731.6	54 720.0	203° 33' 04.32''

$$[\alpha_i] = 359^\circ 58' 06.02''$$

$$\text{Widerspruch } w = -1' 53.98''$$

$i$	Koeffizienten:		(graphisch bestimmt)
	$a_{ri}$	$a_{si}$	
1	- 4.06	+ 3.92	
2	- 3.18	+ 4.23	
3	+15.10	+ 4.10	
4	+15.60	-17.51	

Auflösung der Normalgleichung:  $k = +0.06466$

$i$	Verbesserte Seiten:		Gerechnet:
	$r_i$	$s_i$	$\alpha_i$
1	28 372.537	23 094.053	48° 35' 48.81''
2	26 059.194	26 354.174	57° 43' 42.85''
3	28 165.676	23 035.265	50° 05' 32.94''
4	27 732.609	54 718.868	203° 34' 55.42''
			$[\alpha_i] = 360^{\circ}00' 00.02''$

b) Figur nach Abb. 3

$i$	Gemessen:		Gerechnet:
	$r_i$	$s_i$	$\alpha_i$
1	18 734.0	27 191.2	80° 00' 35.03''
2	22 473.3	22 998.3	67° 08' 29.87''
3	19 293.5	31 561.7	97° 52' 39.26''
4	23 224.0	35 911.0	114° 56' 57.08''
			$[\alpha_i] = 359^{\circ}58' 41.24''$

Widerspruch  $w = -1' 18.76''$

$i$	Koeffizienten:		(graphisch bestimmt)
	$a_{ri}$	$a_{si}$	
1	- 6.01	+ 6.35	
2	- 9.77	+ 6.08	
3	-12.37	+ 7.35	
4	-12.37	+ 8.84	

Auflösung der Normalgleichung:  $k = +0.05902$

$i$	Verbesserte Seiten:		Gerechnet:
	$r_i$	$s_i$	$\alpha_i$
1	18 733.645	27 191.575	80° 00' 49.47''
2	22 472.723	22 998.659	67° 08' 40.83''
3	19 292.770	31 562.134	97° 53' 00.65''
4	23 223.270	35 911.522	114° 57' 28.99''
			$[\alpha_i] = 359^{\circ}59' 59.94''$

Die zahlenmäßige Durchrechnung der eben mitgeteilten Beispiele stammt von Herrn Dipl.-Ing. Günther Schelling, Assistent am geodätischen Institut der Technischen Hochschule Graz, dem ich an dieser Stelle für seine Mitarbeit in der Erprobung der vorliegenden Ergebnisse herzlich danke.

## 6. Die Anwendung der allgemeinen Grundfigur beim Ausgleich von Streckennetzen.

Unter „Streckennetz“ sei ein Dreiecksnetz verstanden, in welchem die gegenseitige Lage der einzelnen Knotenpunkte durch die Messung ihrer gegenseitigen Entfernungen bestimmt ist. Der gegenwärtige Stand der auf dem Radarprinzip beruhenden Methoden zur Messung großer Entfernungen dürfte wohl die Anlage von Netzen mit Seitenlängen von hundert und mehr Kilometern bedingen, da hiebei günstigere Verhältnisse hinsichtlich der relativen Entfernungsfehler gegeben erscheinen. Aus diesem Grund ist auch kaum anzunehmen, daß in Streckennetzen Diagonalen vorkommen werden, deren Länge einem Vielfachen der einzelnen Dreiecksseite entspricht. Auch wenn man die Anwendung der im letzten Jahrzehnt von Bergstrand entwickelten Methode zur direkten Messung von Entfernungen von 10, 20 und mehr Kilometern mit Hilfe hochfrequent modulierten Lichtes für Zwecke der Triangulation erwägt, gelten kaum andere Voraussetzungen. Man wird die zu messenden Strecken immer möglichst groß wählen, wodurch wegen des doch immer begrenzten Meßbereiches allzu große Unterschiede der einzelnen Strecken von vorneherein ausgeschlossen sind.

Diese Überlegungen lassen den Schluß zu, daß die gemessenen Seiten im Streckennetz etwa das gleiche Bild zeigen dürften, wie wir es von der Darstellung der beobachteten Richtungen im Dreiecksnetz gewohnt sind.

Es zeigt sich nun, daß die Ausgleichung eines derartigen Streckennetzes — Anordnung der gemessenen Strecken etwa nach Abb. 5 — sich zurückführen läßt

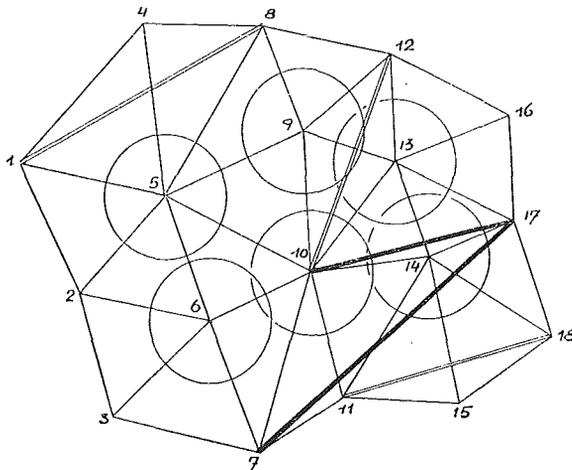


Abb. 5

ohne Diagonalen:  $\ddot{u} = 39 - 36 + 3 = 6$  (6 „innere“ Punkte)  
 mit dopp. gez. Diag.:  $\ddot{u} = 6 + 3 = 9$   
 mit stark gez. Diag.:  $\ddot{u} = 6 + 3 + 2 = 11$

auf die mehrmalige Anwendung der Ausgleichung des Zentralsystems, der allgemeinen Grundfigur in Streckennetzen. Denn: Jedes einfache Zentralsystem (jede allgemeine Grundfigur) enthält eine Überbestimmung; jede Überbestimmung im Streckennetz kann daher durch eine in dieses gelegte Grundfigur ausgedrückt werden. In ein Streckennetz können daher — vom später erwähnten Fall der „langen“ Seiten abgesehen — genau so viele nicht völlig zusammenfallende Grundfiguren gelegt werden, als Überbestimmungen in diesem vorkommen.

Sehen wir zunächst von den in Abb. 5 doppelt und stark gezeichneten Seiten ab, so enthält das dort skizzierte Streckennetz nach (2) sechs Überbestimmungen (sechs „innere“ Punkte); es besteht also damit Anlaß zu sechs Bedingungen zwischen den gemessenen Strecken. Diese Bedingungen formulieren wir durch Zerlegung der Figur in sechs Zentralsysteme, wodurch alle gemessenen Stücke in diesen allgemeinen Grundfiguren vorkommen. Es bilden also die Punkte 5, 6, 9, 10, 13, 14 die Zentren der Grundfiguren. Nach den obigen Ausführungen sind gerade so viele Grundfiguren möglich, als „innere“ Punkte vorkommen. Nehmen wir dazu die in der Figur angedeuteten, doppelt gezeichneten Seiten als gemessen an, so treten noch drei Bedingungen hinzu. Diese werden durch den Ansatz von drei weiteren Bedingungen in Grundfiguren (z. B. mit den Zentren 5, 9, 14 mit den Begrenzungen 1—8—9—10—6—2—1, 5—8—12—10—5, 13—17—18—11—10—13) in das erste System von Bedingungsgleichungen einbezogen.

Man sieht, daß das durch überbestimmte Streckennetze gegebene Ausgleichsproblem durch Auflösung des Netzes in Grundfiguren, deren Behandlung nach den Abschnitten 3 und 4 völlig zu schematisieren ist, in einfacher Weise behandelt werden kann. Nur dann, wenn einzelne Seiten zunächst nicht in Grundfiguren einbezogen werden können (lange Diagonalen, welche mit den vorhandenen Seiten nicht mehr Dreiecke ergeben), wird man bei der Anlage des Netzes durch entsprechende Ergänzungen wieder die Voraussetzungen zur Anwendung der Grundfigur schaffen müssen. Wird in Abb. 5 beispielsweise die stark gezeichnete Diagonale 7—17 in die Messung einbezogen, so wäre eine Ergänzung durch die Messung der gleichfalls stark gezeichneten Diagonalen 10—17 notwendig. Damit lassen sich zwei neue Grundfiguren mit den Zentren 10 und 14 bilden.

## 7. S c h l u ß b e m e r k u n g

Mit den vorangegangenen Ausführungen ist meines Erachtens der Weg zu einer schematischen Behandlung fast aller Probleme der Ausgleichung von Streckennetzen gezeigt. Ob diese heute oder morgen aktuell werden, wird davon abhängen, wie weit die Funkmessung oder die Bergstrand'sche Methode zur direkten Messung großer Entfernungen mit hochfrequent moduliertem Licht — oder ein anderes Verfahren — Eingang in die Technik der Triangulation finden werden.

### L i t e r a t u r n a c h w e i s :

- [1] R i n n e r, Geometrie mit Strecken, Schweizerische Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, Jahrgang 1950, Heft 7, 8.  
 [2] J o r d a n - E g g e r t, Handbuch der Vermessungskunde, Band I.

## Die Achse des Normalsphäroides der Erde

Von Karl Leders teger, Wien

Zusammenfassung: Die bestanschließenden Ellipsoide sind auch in ihren Dimensionen grundsätzlich vom mittleren Erdellipsoid zu unterscheiden; sie liefern im allgemeinen eine zu kleine Achse. Die weitgehende Unabhängigkeit der nach der Stokes'schen Formel berechneten kontinentalen Geoidundulationen von einem Fehler in der angenommenen Achse eröffnet die Möglichkeit, den Unterschied zwischen dem Hayford'schen und dem bestanschließenden Ellipsoid von Europa im Betrage von 400 bis 500 *m* zu erklären und aus dem Vergleich der Undulationen mit „repräsentativen“ Lotabweichungen eine Methode zur direkten Bestimmung der Achse des Normalsphäroides abzuleiten. Die Brauchbarkeit dieser Methode wird durch eine provisorische, überschlagsweise Berechnung unter Zuhilfenahme der europäischen „Partialsysteme“ der Lotabweichungen erwiesen.

Summary: Principally the best fitting ellipsoids differ in their dimensions from the normal spheroid of the earth; their axis is too short. The continental undulations calculated with Stokes' formula are widely indifferent to an error in the length of the adopted axis and this offers a possibility to explain the difference of 400—500 *m* between Hayford and the best-fitting ellipsoid of Europe, and the comparison of undulations with representative deflections of the vertical is a method for the direct calculation of the axis of the normal spheroid. The fitness of this method is proved by a provisory calculation using the European „partial systems“ of the deflections of the vertical.

Résumé: Les ellipsoïdes de référence les plus probables se distinguent, en principe, aussi dans leurs dimensions de l'ellipsoïde terrestre moyen; généralement, elles fournissent pour l'axe une valeur trop petite. La grande indépendance des ondulations continentales du géoïde, calculées selon la formule de Stokes, d'une erreur dans la valeur de l'axe permet d'expliquer la différence de 400—500 *m* entre l'ellipsoïde de Hayford et l'ellipsoïde le plus probable de l'Europe. En comparant les ondulations aux déviations „représentatives“ de la verticale, on peut déduire une méthode pour la détermination directe de l'axe du sphéroïde normal. L'utilité de cette méthode a été prouvé par le calcul provisoire approximatif, basé sur les „systèmes partiels“ des déviations de la verticale en Europe.

### 1.

Bekanntlich kann das mittlere Erdellipsoid als jenes mit dem Geoid konzentrische und koaxiale Ellipsoid definiert werden, dessen Abweichungen vom Geoid in radialer Richtung möglichst klein sind. Auf die physikalischen Schwierigkeiten dieser Frage wollen wir hier nicht eingehen. Man hat vielfach im Anschluß an H. Brun s durch eine rein formale Zerlegung des Schwerepotentials die Niveausphäroide definiert und unter ihnen jenes ausgezeichnet, das denselben Potentialwert besitzt wie das annähernd im Meeresniveau verlaufende Geoid. Das achsengleiche mittlere Erdellipsoid wird von diesem Niveausphäroid vollständig eingeschlossen, wobei die maximale Erhebung über dem Ellipsoid unter 45° Breite nach Brun s 19.1 *m*, nach Helmert 12.7 *m* beträgt. Kürzlich hat H. Hall c k<sup>1)</sup> das „Normalsphäroid“ rein physikalisch als die Figur des hydrostatischen Gleichgewichtes der Erde definiert und unter strenger Berücksichtigung aller Glieder vom Quadrat der Abplattung unabhängig von jeder Annahme über die Dichteverteilung im Erdinnern abgeleitet. Sein Normalsphäroid verläuft zum Unterschied vom Brun s'schen Niveausphäroid ganz innerhalb des achsengleichen Rotationsellipsoides, wobei der maximale Abstand unter 45° Breite nur 3.7 *m*

<sup>1)</sup> H. Hall c k, Das physikalische Bildungsgesetz der Figur der Erde, Veröff. des Geodätischen Institutes Potsdam, Nr. 4, Berlin 1950.

beträgt. Ist  $\alpha$  die Abplattung und  $a$  die große Achse des Normalsphäroides, so liefert eine einfache Entwicklung bis einschließlich der Größen vom Quadrat der Abplattung für das mittlere Erdellipsoid den Radiusvektor:

$$r = a \left( 1 - \alpha \sin^2 \psi - \frac{3}{8} \sin^2 2 \psi \right), \quad (1a)$$

unter  $\psi$  die geozentrische Breite verstanden. Für das Normalsphäroid setzt H a a l c k entsprechend an:

$$r = a \left[ 1 - \alpha \sin^2 \psi - \left( \frac{3}{8} + \delta \right) \sin^2 2 \psi \right] \quad (1 b)$$

und findet für  $\delta$  die Grenzwerte:

$$0 < \delta < \frac{3}{32} \left( \frac{\omega^2 a}{g_0} \right)^2, \quad (2)$$

je nachdem die Erdmasse homogen ist oder im Mittelpunkt konzentriert gedacht werden darf. Der Parameter  $\delta$  wird dann unter der Annahme bestimmt, daß sein wirklicher Wert im gleichen Verhältnis zwischen den Grenzwerten liegt wie der wirkliche Wert des Quadrates der Abplattung zwischen den entsprechenden Grenzwerten. Dabei sind bekanntlich die beiden Grenzwerte der Abplattung  $\alpha = 1:232$  und  $\alpha = 1:581$ .

Für die Bestimmung des mittleren Erdellipsoides, eine der wichtigsten Aufgaben der Höheren Geodäsie, steht prinzipiell nur das Schwerfeld der Erde nach Richtung und Intensität zur Verfügung. Aus der Richtung der Schwerkraft ergeben sich auf astronomisch-geodätischem Wege durch den Ausgleich der Gradmessungen oder der Lotabweichungssysteme die sogenannten bestanschließenden Ellipsoide. Diese können aber nur bis zu einem gewissen Grade das mittlere Erdellipsoid approximieren, wie schon die relativ großen Schwankungen der wichtigsten historischen „Erdellipsoide“ in Achse und Abplattung lehren. Der Hauptgrund dafür liegt in der natürlichen Beschränkung der eine notwendige Voraussetzung bildenden zusammenhängenden Triangulierungen auf das Festland. Daß selbst eine kontinentale Ausdehnung des Lotabweichungssystemes nicht genügt, wird der spätere Vergleich des bestanschließenden Ellipsoides von Europa mit T a n n i s Geoid zeigen. Einen weiteren Grund bildet die Tatsache, daß gerade in mittleren Breiten, also in den Hauptzonen der Vermessungen, die mittlere Krümmung des Ellipsoides weitgehend unabhängig von der Abplattung ist. Denn es gilt:

$$R = \sqrt{MN} = \frac{a \sqrt{1 - e^2}}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)} \text{ und: } \frac{d}{d\alpha} \left( \frac{R}{a} \right) = 2 \sin^2 \varphi - 1 \quad (3)$$

Dies ist wohl auch die tiefere Ursache für die relativ große Unsicherheit bei der Ableitung dieses Parameters. Aber andererseits ist eben dadurch wenigstens keine systematische Verfälschung des Abplattungswertes zu fürchten.

Stellt man die theoretische oder normale Schwerkraft an der Oberfläche des Normalsphäroides durch die Formel:

$$g = g_0 (1 + \beta \sin^2 \varphi - \beta_1 \sin^2 2 \varphi) \quad (4)$$

dar, so liefern prinzipiell drei unter verschiedenen Breiten beobachtete Schwerewerte die drei Größen:

$$g_0, \beta = \frac{g_{90} - g_0}{g_0} \text{ und } \beta_1 = \frac{(g_{90} + g_0) - 2g_{45}}{2g_0} + \alpha\beta$$

Das erweiterte Clairautsche Theorem:

$$\alpha + \beta = \frac{5}{2} \gamma + \frac{3}{2} \gamma\beta - \frac{93}{28} \gamma^2 - \frac{2}{49} \beta^2 \quad (5a)$$

und die Beziehung:

$$\beta_1 = \frac{3}{4} \gamma\beta + \frac{1}{32} \gamma^2 - \frac{13}{56} \beta^2, \quad (5b)$$

beide nach Halck, gestatten aber nur theoretisch die Bestimmung der beiden Unbekannten  $\alpha$  und:

$$\gamma = \frac{\omega^2 a}{g_0}.$$

Praktisch scheidet die Lösung an den verschiedenen Größenordnungen der zwei Gleichungen. Aus demselben Grunde kann auch nicht die große Halbachse  $a$  aus dem Parameter  $\gamma$  abgeleitet werden. In der Praxis wird vielmehr der Wert für  $a$  von irgendeinem der geometrisch abgeleiteten Erdellipsoide übernommen und lediglich  $\alpha$  aus (5a) berechnet. Ein Fehler in  $a$  von 1 *km* wirkt sich nun in  $\gamma$  mit  $53 \cdot 10^{-8}$  und daher in  $\alpha$  mit  $13 \cdot 10^{-7}$ , resp. in  $1:\alpha$  mit nur rund 0.1 aus, sodaß die Bestimmung der Abplattung recht sicher ist. Die gute Übereinstimmung des aus dem Clairautschen Theorem folgenden Abplattungswertes mit der Abplattung 1:297 des Hayfordschen Ellipsoides war daher mitbestimmend dafür, daß letzteres zum Internationalen Ellipsoid erklärt wurde und man jetzt fast allgemein auch das mittlere Erdellipsoid mit dem Hayfordschen Ellipsoid identifiziert.

Grundsätzlich ist aber die definitive Entscheidung über die Abplattung nur aus dem Clairautschen Theorem zu erwarten, weil die Möglichkeit der Schweremessungen auf hoher See einmal ein über die ganze Erde symmetrisch verteiltes Beobachtungsmaterial liefern wird. Sehr bemerkenswerte Vorschläge für eine allgemeine Weltschweremessung hat übrigens J. de Graff-Hunter<sup>2)</sup> gemacht. Ein solches symmetrisches Material ist nämlich streng betrachtet eine notwendige Voraussetzung für die richtige Anwendung des Clairautschen Theorems. Es läßt sich zeigen, daß seine bisherige Anwendung auf asymmetrisches Material einen zu kleinen Abplattungswert geliefert hat<sup>3)</sup>. Im Anschluß an die unter (3) zitierte Arbeit hat K. Jung<sup>4)</sup> dafür sogar 1:293 abgeleitet und schätzt die wahre Abplattung unter Berücksichtigung der verschiedenen astronomischen

<sup>2)</sup> J. de Graff-Hunter, The Figure of the Earth from Gravity Observations and the Precision Obtainable, London 1935.

<sup>3)</sup> K. Ledersteger, Über die Minimumeigenschaft der Schwerestörungen, Zeitschrift f. Geophysik 1935, S. 23–29.

<sup>4)</sup> K. Jung, Einige Zahlen über Normalschwere und Abplattung, Zeitschrift f. Geophysik 1935, S. 188–192.

Bestimmungen auf rund 1 : 295. Gegenwärtig scheint es noch am zweckmäßigsten, die H a y f o r d'sche Abplattung festzuhalten <sup>5)</sup>).

Schreitet man vom Normalsphäroid zum Geoid vor, so gelangt man zum Begriff der Undulationen. Auch hier haben wir wieder ein mehr geometrisches und ein rein physikalisches Verfahren zu unterscheiden. Die Lotabweichungen als die Unterschiede zwischen den physikalischen Lotrichtungen und den Normalen des Referenzellipsoides führen vermittels des astronomischen Nivellements zu den Erhebungen des Geoides über dem Ellipsoid. Diese Geoidhöhen sind wie die Lotabweichungen selbst in zweierlei Hinsicht relativ, nämlich hinsichtlich der Wahl der Bezugsfläche und hinsichtlich des willkürlichen Fundamentalpunktes des zugrundeliegenden Lotabweichungssystems. Hinzu tritt noch eine unbekannte Konstante, das heißt ein willkürlicher Höhen-Nullpunkt. Diese relativen Geoidhöhen ändern sich also mit der Verschiebung des Triangulierungsnetzes in seine „absolute“ Lage und mit jedem Ellipsoidübergang.

Wesentlich verschieden hiervon sind die aus den Schwerestörungen mit Hilfe der S t o k e s'schen Formel oder einer Kugelfunktionsentwicklung abgeleiteten Undulationen des Geoides. Sie dürfen als absolute Geoidhöhen bezeichnet werden, weil sie sich auf das Normalsphäroid beziehen, dessen kleine Achse mit der Rotationsachse der Erde zusammenfällt, und weil sie weitgehend unabhängig sind von den Dimensionen dieser Bezugsfläche, für die, wie schon gesagt, gegenwärtig meist an Stelle des mittleren Erdellipsoides das Internationale Ellipsoid verwendet wird. Schreiben wir das S t o k e s'sche Integral für die Undulationen in der H e l m e r t'schen Form:

$$N = \frac{R}{G} \int_0^\pi F(\omega) \Delta g_\omega d\omega, \quad (6)$$

in der  $R$  den mittleren Radius des Normalsphäroids,  $G$  die mittlere Schwerebeschleunigung,  $F$  die S t o k e s'sche Funktion und  $\Delta g_\omega$  den Mittelwert der Schwerestörung auf einem Kleinkreis vom sphärischen Radius  $\omega$  bedeuten, so erkennt man sofort, daß ein Fehler von 1  $km$  in  $R$  vermöge:

$$N : 6371 = (N + dN) : 6372$$

nur einen Fehler:

$$dN = \frac{N}{6371} \quad (7)$$

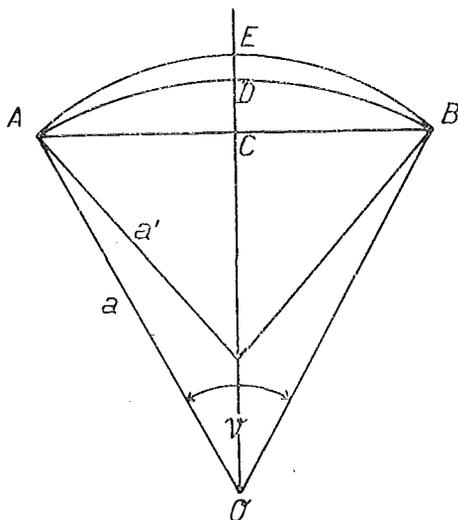
in der Undulation nach sich zieht, was z. B. bei einer Undulation von 50  $m$  erst rund 8  $mm$  ausmacht. Hingegen ist die Abplattung in den Schwerestörungen infolge des zusammengehörigen Wertesystems (4) und (5) vorweggenommen.

## 2

Jetzt sind wir in der Lage, zunächst die nicht unbedeutenden Unterschiede in den Achsen verschiedener bestanschließender Ellipsoide aus den Geoidundulationen zu erklären. Der Umstand, daß sich Krümmungsschwankungen des Geoides

<sup>5)</sup> H. J e f f e r y s, On the Figures of the Earth and Moon, Second Paper, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 101, London 1941.

hauptsächlich in der Achse des bestanschließenden Ellipsoides auswirken, legt den Gedanken nahe, den Zusammenhang zwischen der Geoidhebung, dem zugehörigen Öffnungswinkel und dem Achsenverhältnis zu verfolgen. Die gleiche Überlegung konnte bereits die auffallende Achsenverkürzung für das bestanschließende Ellipsoid der alten Donaumonarchie erklären <sup>6)</sup>. Geht man unter Vernachlässigung der Abplattung von der mittleren Erdkugel ( $a = 6371 \text{ km}$ ) aus, so wird jede syste-



matische Geoidhebung entsprechend der Größe des herangezogenen Gebietes in einer mehr oder minder starken Achsenverkürzung des bestanschließenden Ellipsoides zum Ausdruck kommen. Auf Grund der obenstehenden Figur läßt sich ganz elementar die folgende kleine Tabelle berechnen, die die Geoidhöhen  $DE$  in Funktion des Öffnungswinkels  $\nu$  und der Achsenverkürzung  $da = (a - a')$  gibt:

$\nu$ $da$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$
100 m	0.4 m	1.6 m	3.5 m	6.4 m	10.4 m	15.5 m	22.0 m	30.5 m
200	0.8	3.2	6.9	12.8	20.7	30.9	44.0	61.1
300	1.1	4.7	10.4	19.2	31.1	46.4	66.1	91.6
400	1.5	6.3	13.9	25.6	41.5	61.9	88.1	122.2
500	1.9	7.9	17.3	32.0	51.8	77.3	110.1	152.7
600	2.3	9.5	20.8	38.5	62.2	92.8	132.1	183.3
700	2.6	11.0	24.3	44.9	72.6	108.3	154.1	213.8
800	3.0	12.6	27.7	51.3	82.9	123.7	176.1	244.3
900	3.4	14.2	31.2	57.7	93.3	139.2	198.2	274.9
1000	3.8	15.8	34.7	64.1	103.7	154.7	220.2	305.4

<sup>6)</sup> K. Ledersteger, Theoretische und numerische Studien zur genäherten Ableitung eines bestanschließenden Ellipsoides für Europa, Sitz. Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. 156, Wien 1947.

Diese Geoidhöhen sind in noch viel höherem Maße als die aus der *S t o k e s*-schen Formel folgenden Undulationen von der absoluten Größe der angenommenen Erdkugel unabhängig. Man erkennt dies unmittelbar aus der Proportionalität zwischen Hebung und Achsenverkürzung bei gegebenem Öffnungswinkel. Tatsächlich ändern sich die Tabellenwerte kaum, selbst wenn man  $a$  um  $\pm 1000 \text{ km}$  variiert. Der größte Wert (305.4) wird dabei z. B. bloß um etwas mehr als  $1 \text{ dm}$  geändert! Man darf also die Tabellenwerte mit den absoluten Undulationen vergleichen, d. h. die angenommene mittlere Erdkugel für das Normalsphäroid, die verkleinerte Kugel für das bestanschließende Ellipsoid oder das Geoid in dem fraglichen Bereiche nehmen.

Aus unserer Übersicht geht klar hervor, daß für kleinere Gebiete schon eine Geoidhebung von wenigen Metern eine beträchtliche Verkürzung der Achse des bestanschließenden Ellipsoides nach sich zieht. Obwohl die Potentialfunktion der Erde analytisch nicht fortsetzbar ist und daher theoretisch nur kleinere Stücke des Geoides mit großer Schärfe durch Stücke von Rotationsellipsoiden approximierbar sind, ist es wegen der großen damit verbundenen Achsenschwankungen praktisch sinnlos, für einzelne Landstriangulationen eigene bestanschließende Ellipsoide zu berechnen. Es widerspricht dies außerdem den modernen Bestrebungen nach weitgehender Vereinheitlichung der geodätischen Grundlagen und der Idee kontinentaler Zusammenschlüsse.

Speziell für Europa zeigt diese Überlegung unmittelbar, daß, ausgehend von dem annähernd zentral gelegenen Österreich, mit der Erweiterung des Lotabweichungssystems die Achse des bestanschließenden Ellipsoides ständig zunehmen muß. Denn mit wachsender meridionaler Entfernung von den Alpen wird der Geoidanstieg immer flacher verlaufen und schließlich der Einfluß des Ostseebeckens einerseits und des Mittelmeerbeckens andererseits hinzutreten. Ganz ähnlich wird mit wachsender östlicher Ausdehnung der mittlere Geoidanstieg vom atlantischen Ozean her ständig sinken und eine Vergrößerung der Achse des bestanschließenden Ellipsoides bewirken. Darum hat auch tatsächlich der Anschluß des Ostseeringes an das europäische Lotabweichungssystem die erwartete Achsenvergrößerung ergeben <sup>7)</sup>.

Damit führte das bisher umfassendste europäische Lotabweichungssystem auf den Wert:

$$a = 6\,377\,879 \text{ m} \pm 37 \text{ m}, \quad (8)$$

der durch die Einbeziehung des europäischen Teiles der USSR. noch weiter ansteigen kann. Betrachtet man aber den Wert  $6\,378\,000 \text{ m}$  als Majorante für die Achse des bestanschließenden Ellipsoides von Europa, so erhebt sich sofort die Frage, warum dieses Ellipsoid um rund  $400 \text{ m}$  kleiner als das Internationale *H a y f o r d*sche Ellipsoid ist. Ein unmittelbarer Vergleich dieser beiden Ellipsoide scheidet aber an dem Umstand, daß das *H a y f o r d*sche Ellipsoid aus isostatisch reduzierten Lotabweichungen berechnet wurde und die isostatische Reduktion bekanntlich auf die Undulationen des Geoides einebnend einwirkt. Rein qualitativ

<sup>7)</sup> K. Ledersteger, Der Anschluß des Ostseeringes an das europäische Lotabweichungssystem, Österr. Zeitschrift f. Vermessungswesen, 37. Jg., 1949.

ist es aber wahrscheinlich, daß das bestanschließende Ellipsoid von Amerika eine größere Achse besitzt als das bestanschließende Ellipsoid von Europa. Denn während in Europa die annähernd ostwestlich verlaufende Hochgebirgskette ziemlich zentral gelegen ist, folgt das Hochgebirge in Amerika im wesentlichen der Küste des Stillen Ozeans. Dadurch wird für das Innere des Kontinents die Wirkung dieses Weltmeeres weitgehend kompensiert. Würde der Gebirgskamm etwa im Mittelmeridian  $100^{\circ}$  West verlaufen, so würde dies im Verein mit dem Stillen und Atlantischen Ozean eine stärkere Krümmung des Geoides und damit eine kleinere Achse des bestanschließenden Ellipsoides zur Folge haben.

Um diese Verhältnisse auch einer quantitativen Abschätzung zu unterziehen, benützen wir T a n n i s <sup>8)</sup> Tabelle der kontinentalen Undulationen des aktuellen Geoides bezüglich des H a y f o r d s c h e n Ellipsoides. Diese zeigen für Nordamerika im Parallelkreis  $45^{\circ}$  von der Ostküste ( $60^{\circ}$ W) an zuerst einen Geoidabfall gegen das Innere des Kontinentes, dem in der Westhälfte ein rascher Geoidanstieg folgt, der bei Überschreiten des Felsengebirges sein Maximum erreicht. Dieser asymmetrische Geoidverlauf dürfte sich nicht zu sehr auf die Achse des bestanschließenden Ellipsoides von Amerika auswirken, noch weniger wegen der isostatischen Reduktion auf das H a y f o r d s c h e Ellipsoid. Auch fehlen zu einer besseren Beurteilung die Geoidhöhen nördlich  $45^{\circ}$ .

Viel klarer läßt sich der Einfluß des Geoidverlaufs in Europa verfolgen. T a n n i hat, dem Beispiel H i r v o n e n s <sup>9)</sup> folgend, die kontinentalen Undulationen des aktuellen Geoides für 218 Eckpunkte der  $5^{\circ}$ -Felder des geographischen Netzes berechnet. Die folgende kleine Tabelle gibt einen für die späteren Rechnungen benötigten Auszug aus den europäischen Werten bis einschließlich  $30^{\circ}$  östlicher Länge:

$\varphi \backslash \lambda$	$-10^{\circ}$	$-5^{\circ}$	$0^{\circ}$	$+5^{\circ}$	$+10^{\circ}$	$+15^{\circ}$	$+20^{\circ}$	$+25^{\circ}$	$+30^{\circ}$
$60^{\circ}$					+20.9	+14.2	+7.9	+6.8	+6
$55^{\circ}$			30	28	+27.0	+23.4	+18.6	+16.4	+13
$50^{\circ}$	+34	+31	+31.6	+32.6	+32.6	+32.6	+30.2	+25.4	+20
$45^{\circ}$	+27	+18	+34.7	+40.7	+39.3	+39	+37	+32	+24
$40^{\circ}$	+38	+41	+42	+36	+40	+39	+36	+31	+32
$35^{\circ}$	+32	+44	+46	+43	+42	+35	+19	+24	+19

(Einheit: Meter)

Wir betrachten den Geoidverlauf für den Meridian  $15^{\circ}$  Ost und den Parallelkreis  $45^{\circ}$  und ziehen zur Versicherung und Glättung je zwei symmetrisch gelegene Meridiane und Parallelkreise heran. Man sieht, daß die Höhenlinie ungefähr im

<sup>8)</sup> L. T a n n i, On the Continental Undulations of the Geoid as Determined from the Present Gravity Material, Veröff. d. Isost. Inst. Nr. 18, Helsinki 1948.

<sup>9)</sup> L. T a n n i, The Regional Rise of the Geoid in Central Europe, Veröff. d. Isostat. Inst. Nr. 22, Helsinki 1949.

) R. A . H i r v o n e n, The Continental Undulations of the Geoid, Veröff. d. Finnischen Geodät. Institut. Nr. 19, Helsinki 1934.

Parallel  $45^\circ$  verläuft. Der Geoidanstieg von  $60^\circ$  bis  $45^\circ$  geogr. Breite ist in den drei Meridianen  $10^\circ$ ,  $15^\circ$  und  $20^\circ$  östl. Greenwich der Reihe nach:  $18\text{ m}$ ,  $25\text{ m}$  und  $29\text{ m}$ , im Mittel also  $24\text{ m}$ . Der Abstieg gegen Süden ist nicht so klar ausgeprägt, schon weil die Werte für  $-30^\circ$  fehlen; er ist aber durch das Mittelmeerbecken recht plausibel. Um eine möglichst gleiche lineare Ausdehnung in ostwestlicher Richtung zu erzielen, betrachten wir für die Parallelkreise  $50^\circ$ ,  $45^\circ$  und  $40^\circ$  den Geoidverlauf für je 20 Längengrade symmetrisch zu der annähernd in  $10^\circ$  Ost liegenden Höhenlinie. Man findet die An- und Abstiege:

$$\begin{aligned} \text{von } 10^\circ \text{ W bis } 10^\circ \text{ O} &: - 1.4\text{ m}, + 12.3\text{ m}, + 2.0\text{ m}, \\ \text{von } 10^\circ \text{ O bis } 30^\circ \text{ O} &: + 12.6\text{ m}, + 15.3\text{ m}, + 8.0\text{ m}, \end{aligned}$$

im Mittel also  $+ 8\text{ m}$ . Somit ist im Mittel aus den beiden senkrechten Richtungen der Geoidanstieg für den halben Öffnungswinkel  $\frac{\nu}{2} = 15^\circ$  rund  $16\text{ m}$ , wofür aus unserer Tabelle eine Achsenverkürzung von  $460\text{ m}$  folgt. Diese Abschätzung läßt sofort einige Schlüsse zu:

1. Die Achse des bestanschließenden Ellipsoides von Europa muß um fast  $500\text{ m}$  kleiner sein als die Achse des Normalsphäroides.

2. Mithin stellt im Hinblick auf (8) die auf isostatischer Grundlage gewonnene Achse des Internationalen Ellipsoides bereits eine recht gute Annäherung des gesuchten Achsenwertes des mittleren Erdellipsoides dar.

3. Schließlich scheinen damit die Bedenken H e i s k a n e n s<sup>10)</sup> entkräftet, daß die mangelnde Gewichtsbestimmung bei der Ableitung des Ellipsoides (8) — auf deren Schwierigkeiten ich hinlänglich hingewiesen zu haben glaube — das Resultat für die Achse ungünstig beeinflußt hat.

Aus dieser Betrachtung geht also klar hervor, daß die Achse eines bestanschließenden Ellipsoides selbst bei kontinentaler Ausdehnung des Lotabweichungssystems noch um mehrere  $100\text{ m}$  von der Achse des mittleren Erdellipsoides verschieden sein kann. Der früher betonte, entgegengesetzte Effekt der mangelhaften Reduktion der Grundlinien<sup>11)</sup> wird von der Achsenverkürzung weit überkompensiert, worin man einen Beweis für die Kleinheit der Geoidundulationen erblicken darf. Man kann daher auch nicht behaupten, daß man im Mittel aus mehreren derartigen Ellipsoiden der Wahrheit näher kommt. Vielmehr ist es wahrscheinlich, daß die wahre Erdachse eine Majorante aller durch den Ausgleich von Lotabweichungssystemen gewonnenen Achsenwerte ist, solange man von einer isostatischen Reduktion absieht. Denn die kontinentalen Geoidhebungen werden stets eine Achsenverkürzung nach sich ziehen. Diese ist umso stärker, je größer der systematische Anteil in der kontinentalen Krümmung des Geoides ist.

Ferner ist es selbstverständlich, daß aus Lotabweichungen und astronomischen Nivellements über die absolute Größe der Geoidundulationen nichts ausgesagt werden kann. Die oben gefundenen Übereinstimmung mit T a n n i s Geoid gilt daher nur relativ, d. h. für das Geoidgefälle.

<sup>10)</sup> W. H e i s k a n e n, On the Isostatic Structure of the Earth's Crust. Veröff. d. Isostatischen Institutes, Nr. 24, Helsinki 1950, Seite 18.

<sup>11)</sup> Siehe l. c. 7), Seite 119.

## 3.

Die vorhergehenden Überlegungen zeigen, daß die Achsenverbesserung bei Ausgang von einem beliebigen Referenzellipsoid wegen der starken systematischen Einflüsse nicht nach dem Minimumprinzip für die restlichen Lotabweichungen bestimmt werden darf. Die Anwendung des Minimumprinzipes wäre wie bei den Schwerstörungen nur bei gleichmäßiger Verteilung der astronomischen Stationen über die ganze Erde korrekt, was natürlich eine unerfüllbare Bedingung ist. Es gibt aber einen Ausweg aus dieser Schwierigkeit: man bestimmt die Achsenverbesserung so, daß nachträglich allorts beliebige astronomische Nivellements dieselbe systematische Geoidneigung liefern wie die absoluten Undulationen. Bei einer derartigen Ausgleichung wird man nicht nur dem systematischen Anteil in den Lotabweichungen gerecht, sondern bis zu einem gewissen Grade unabhängig von der räumlichen Ausdehnung des Lotabweichungssystems, d. h. jede Teilausgleichung, z. B. getrennt für Nordamerika und Europa, müßte dann theoretisch auf dieselbe Achse, eben die große Halbachse des Normalsphäroides führen.

Der Grundgedanke der hier vorgeschlagenen direkten Methode zur Bestimmung der Erdachse besteht also in einer Kombination der Lotabweichungsausgleichung mit der Geoidbestimmung nach der *Stokes*chen Formel. Letztere ist nämlich, wie oben schon bewerkelt wurde, weitgehend unabhängig von dem Fehler in der angenommenen Erdachse und vermag daher die Sollwerte für die systematischen Lotabweichungen zu liefern. Liegt dann auf einer beliebigen Referenzfläche ein Lotabweichungssystem vor, so kann die Achsenverbesserung so ermittelt werden, daß die gegebenen Lotabweichungen möglichst vollständig in die Sollwerte übergeführt werden. Dann sind wirklich nur zufällige Fehler auszugleichen, wenn auf den systematischen Charakter des Geoidgefälles oder der Lotabweichungen dasselbe Gewicht gelegt wird wie auf den repräsentativen Charakter der Schwerstörungen, die in das *Stokes*che Integral eingeführt werden.

Derart repräsentative, d. h. für größere Gebiete typische Lotabweichungswerte liefern aber mehr oder weniger die Elemente der Partialsysteme <sup>6)</sup> eines kontinentalen Lotabweichungssystems. Der geometrische Sinn dieser Elemente wurde erst kürzlich dargelegt <sup>7)</sup>. Man denke sich einen geschlossenen trigonometrischen Netzverband, der nach der Minimumforderung für die restlichen Lotabweichungen und Laplaceschen Widersprüche „absolut“ gelagert wird. Dann ist der Schwerpunkt des astronomisch-geodätischen Netzes invariant gegenüber jedem beliebigen Ellipsoidübergang. Damit ist gemeint, daß seine geodätischen Koordinaten und die Ausgangsorientierung beibehalten werden können, ohne daß das Lotabweichungssystem durch den Wechsel der Referenzfläche seinen absoluten Charakter verliert. Wird dieses Netz nachträglich, und zwar am besten nach topographischen Gesichtspunkten, in größere Partialsysteme zerlegt, so werden diese Teilnetze bei getrennter Ausgleichung entsprechend dem regional-systematischen Verhalten der Lotabweichungen verschoben und verdreht; sie gleiten gleichsam in der Fallinie des Geoides ab, selbstverständlich umso stärker, je größer das Geoidgefälle in dem betreffenden Teilbereich ist. Dadurch werden die Partialnetze auseinandergerissen oder übereinandergeschoben und man kann die

Parameter des bestanschließenden Ellipsoides so definieren, daß diese Klaffungen unter Beibehaltung der geographischen Koordinaten der Schwerpunkte der einzelnen Partialsysteme so weit als möglich rückgängig gemacht werden.

Nunmehr wollen wir versuchen, die früher <sup>12)</sup> berechneten 16 Partialsysteme Europas für eine direkte Bestimmung der großen Achse des Normalsphäroids zu verwenden. Die Koordinaten und Korrekturen ihrer Schwerpunkte beziehen sich auf das System der preußischen Landesaufnahme auf dem verkleinerten B e s s e l'schen Ellipsoid. Diese Partialsysteme haben in Anbetracht ihrer verschiedenen räumlichen Ausdehnung und der ungleichmäßigen Verteilung der astronomischen Stationen sehr verschiedenes Gewicht. Aber die Schwerpunktkorrekturen stellen, weil sie ja nahe mit den Mittelwerten der ursprünglichen Lotabweichungen zusammenfallen, gerade den regionalsystematischen Anteil der Lotabweichungen dar, so daß die Einführung von Gewichten nach formalen Gesichtspunkten gänzlich unberechtigt erscheint. Letztere würden viel eher die physikalischen Verhältnisse störend beeinflussen. An ihre Stelle wird später eine gewisse kritische Auswahl treten. Wir betrachten also die 16 Schwerpunkte zunächst als gleichgewichtige Lotabweichungspunkte und die zugehörigen Elemente als primäre, jedoch bereits repräsentative Lotabweichungskomponenten (siehe Tabelle).

Die Mittelwerte dieser Komponenten:

$$\begin{aligned} d\varphi_0 &= -1.677'' \\ d\lambda_0 &= -2.527'' \\ d\alpha^0 &= +0.688'' \end{aligned} \quad (9)$$

stellen dann mit genügender Annäherung die Korrekturen auf das bestgelagerte Gesamtnetz im gemeinsamen Schwerpunkt:

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= 48^\circ 08' 57'' \\ \lambda_0 &= 13^\circ 42' 10'' \end{aligned} \quad (9a)$$

dar. Subtrahiert man die Differenzbeträge:

	$\varphi$	$\lambda$	$(\varphi' - \varphi)$	$(\lambda' - \lambda)$	$(\alpha' - \alpha)$
Deutschland	52° 35' 24''	+ 14° 03' 11''	- 1.594''	- 2.160''	+ 1.01''
Böhmen, Mähren	49° 45' 09''	+ 14° 41' 05''	- 1.110	- 2.991	+ 0.32
Slowakei	48° 27' 27''	+ 20° 44' 38''	- 1.192	- 4.374	- 0.66
Polen	52° 12' 17''	+ 23° 45' 19''	- 2.599	- 3.565	- 0.32
Ungarn	47° 48' 32''	+ 20° 49' 56''	- 0.743	- 3.422	- 0.06
Rumänien	46° 35' 52''	+ 25° 50' 00''	- 0.843	- 4.696	+ 0.41
Jugoslawien	44° 29' 53''	+ 17° 34' 03''	- 3.641	- 6.254	- 1.98
Bulgarien	42° 56' 46''	+ 25° 00' 08''	+ 2.693	- 6.178	- 0.80
Österreich	47° 29' 55''	+ 13° 45' 18''	+ 1.876	- 3.986	- 1.80
Italien	42° 26' 02''	+ 12° 10' 28''	- 0.432	- 2.736	- 0.34
Schweiz	46° 53' 57''	+ 7° 55' 16''	- 2.313	- 0.605	+ 1.71

<sup>12)</sup> Siehe Anmerkung 7 und K. Ledersteger, Der schrittweise Aufbau des europäischen Lotabweichungssystems und sein bestanschließendes Ellipsoid, Sonderheft 3 der Österr. Zeitschrift f. Vermessungswesen, Wien 1949.

Niederlande	52° 13' 22''	+ 5° 12' 14''	- 2.121	- 2.161	+ 1.76
Frankreich	46° 45' 12''	+ 2° 56' 56''	- 1.514	- 1.264	+ 1.52
Großbritannien	51° 43' 57''	- 5° 06' 18''	- 5.000	+ 5.900	+ 7.40
Ost-Spanien	39° 49' 30''	- 0° 25' 41''	- 1.533	+ 3.587	+ 5.33
Ostseering	58° 09' 50''	+ 20° 18' 12''	- 6.772	- 5.535	- 2.50
Mittel	48° 08' 57''	+ 13° 42' 10''	- 1.677	- 2.527	+ 0.688
				$\nu_m = + 2'' 57$	

	$\Delta\varphi_B$	$\Delta\lambda_B$	$\Delta\varphi_{BH}$	$\Delta\lambda_{BH}$	$\xi_{Soll}$	$\Delta\eta_{Soll}$
Deutschland	+0.086''	+0.292''	+0.00''	+0.31''	+3.16''	+2.10''
Böhmen, Mähren	+0.575	+0.460	+0.53	-0.41	+2.49	0.00
Slowakei	+0.528	-1.618	+0.51	-1.28	+2.52	+4.11
Polen	-0.868	-0.733	-0.97	-0.20	+3.58	+3.49
Ungarn	+0.978	-0.656	+0.98	-0.31	+2.52	+4.03
Rumänien	+0.894	-1.759	+0.92	-1.19	+2.29	+5.57
Jugoslawien	-1.937	-3.553	-1.80	-3.38	-0.19	+1.52
Bulgarien	+4.427	-3.251	+4.62	-2.75	-0.37	+3.35
Österreich	+3.553	-1.445	+3.57	-1.44	+2.49	0.00
Italien	+1.232	-0.157	+1.47	-0.22	+0.15	+0.32
Schweiz	-0.691	+1.767	-0.66	+1.49	+2.71	+0.64
Niederlande	-0.530	-0.027	-0.63	-0.48	+1.71	+0.50
Frankreich	+0.048	+0.964	+0.07	+0.46	+2.24	-3.20
Großbritannien	-3.561	+7.704	-3.72	+6.72	-2.77	+1.07
Ost-Spanien	-0.019	+5.918	+0.35	+5.32	+1.46	-0.65
Ostseering	-5.053	-2.922	-5.13	-2.52	+3.95	+1.93

$$\begin{aligned} d\varphi_k &= -1.677'' \cos l - 0.460'' \sin l \\ d\lambda_k &= -2.527'' - 1.672'' \operatorname{tg} \varphi_k \sin l + p_5 \sec \varphi_k \cdot 334 \cdot 10^{-8} \end{aligned} \quad (10)$$

von den ursprünglichen Elementen, so gewinnt man die „absoluten“ Lotabweichungen  $\Delta\varphi_B$  und  $\Delta\lambda_B$  auf dem Bessel'schen Ellipsoid.

Weil aber den von T a n n i berechneten Geoidundulationen die H a y f o r d'sche Abplattung zugrundeliegt, ist noch der weitere Übergang auf diese erforderlich. Die Zunahme der Bessel'schen auf die H a y f o r d'sche Abplattung:

$$d\alpha = +2423 \cdot 10^{-8}$$

führt auf die zusätzlichen Verschiebungen:

$$\begin{aligned} d\varphi_k &= (2 b'' \cos^2 \varphi_m - p_5 \sin^2 \varphi_m) \cdot 2423 \cdot 10^{-8} \\ d\lambda_k &= -l'' \cos \varphi_0 \sec \varphi_k \sin^2 \varphi_0 \cdot 2423 \cdot 10^{-8} = -l'' \sec \varphi_k \cdot 897 \cdot 10^{-8} \end{aligned} \quad (11)$$

die, von den  $\Delta\varphi_B$  und  $\Delta\lambda_B$  subtrahiert, die absoluten Lotabweichungen auf einem Ellipsoid von der Bessel'schen Halbachse und der H a y f o r d'schen

Abplattung ( $\Delta\varphi_{\text{BH}}, \Delta\lambda_{\text{BH}}$ ) ergeben. Damit sind die Ausgangswerte für die folgende Ausgleichung gewonnen.

Die Sollwerte müssen aus den kontinentalen Undulationen des aktuellen Geoides abgeleitet werden (siehe die frühere Tabelle nach T a n n i). Die bekannte Grundformel des astronomischen Nivellements:

$$dN = \varepsilon ds = (\xi \cos \alpha + \eta \sin \alpha) ds, \quad (12)$$

die die Erhebungen des Geoids liefert, wenn man in der der  $\varepsilon$ -Komponente der Lotabweichung abgewendeten Richtung vorwärtsschreitet, kann sofort für die beiden Hauptrichtungen des Meridians und Parallels ( $\alpha = 0^\circ$  und  $90^\circ$ ) spezialisiert werden, in denen wir jeweils lineares Gefälle des Geoides innerhalb der 5<sup>0</sup>-Felder voraussetzen. Drückt man noch  $ds$  in Einheiten von 206 265  $m$  aus, so ergibt sich für  $dN$  in Metern:

$$dN = -\frac{\xi''}{\rho''} ds = -\xi'' \left( \frac{ds_m}{206\,265''} \right) \quad (13a)$$

$$\text{und: } dN = -\frac{\eta''}{\rho''} ds = -\Delta\lambda'' \cdot \cos \varphi \cdot \left( \frac{ds_p}{206\,265''} \right),$$

aus welchen Gleichungen die Sollwerte der repräsentativen Lotabweichungskomponenten folgen:

$$\xi'' = -m dN; \quad \Delta\lambda'' = -p dN. \quad (13b)$$

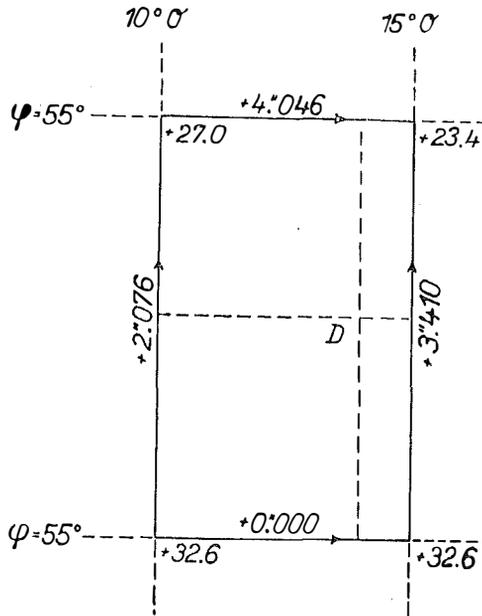
Zur Berechnung der Koeffizienten:

$$m = \frac{206\,265''}{ds_m}; \quad p = \frac{206\,265''}{\left( \frac{N \cos \varphi}{\rho''} \right) 18000'' \cos \varphi} \quad (13c)$$

entnimmt man den Tafeln für das Internationale Ellipsoid für die gegebenen sechs Breitenwerte die Meridianbogenlängen  $B$  und die linearen Beträge der Sekundenbögen der Parallelkreise:

$\varphi$	$B$ (m)	$ds_m$	$m$	$\left( \frac{N \cos \varphi}{\rho''} \right)$	$p$
60°	6 654 228	556 865	0.3704	15.500 776	1.4785
55°	6 097 363	556 404	0.3707	17.777 015	1.1238
50°	5 540 959	555 922	0.3710	19.916 437	0.8951
45°	4 985 037	555 432	0.3714	21.902 916	0.7399
40°	4 429 605	554 951	0.3717	23.721 588	0.6306
35°	3 874 654			25.358 940	0.5516

Die einfache numerische Berechnung der Sollwerte sei für den Schwerpunkt des Partialsystems Deutschland gezeigt. In den Randlinien des zugehörigen Feldes ist:



Meridian 10° Ost	: $dN = -5.6 \text{ m}$ ;	$\xi = +2.076''$
Meridian 15° Ost	: $dN = -9.2 \text{ m}$ ;	$\xi = +3.410$
Parallel 50°	: $dN = 0.0 \text{ m}$ ;	$\Delta\lambda = 0.000$
Parallel 55°	: $dN = -3.6 \text{ m}$ ;	$\Delta\lambda = +4.046$

Durch lineare Interpolation findet man schließlich die gesuchten Sollwerte.

$$\xi = +3.16'' ; \quad \Delta\lambda = +2.10''$$

Bei der Aufstellung der Fehlergleichungen für die Verbesserung der großen Halbachse:

$$\Delta\varphi_{\text{BH}} + p_5 \frac{da}{a} = \xi_{\text{Soll}} \quad (14)$$

$$\Delta\lambda_{\text{BH}} + l'' \cos \varphi_0 \sec \varphi_K \cdot \frac{da}{a} = \Delta\lambda_{\text{Soll}},$$

in denen wie auch in (10) und (11)  $p_5$  den bekannten Helmhertschen Koeffizienten:

$$p_5'' = b'' - \frac{l''^2}{4\varphi''} \sin(\varphi_0 + \varphi_K) \text{ mit: } \begin{cases} b'' = (\varphi_K - \varphi_0)'' \\ l'' = (\lambda_K - \lambda_0)'' \end{cases}$$

darstellt, machen sich nun gewisse Unzulänglichkeiten bemerkbar, die weniger in der Unsicherheit der kontinentalen Undulationen als vielmehr in dem Umstand gelegen sind, daß die Ausgangswerte der 16 Partialsysteme nicht genügend repräsentativ sind. Sie bringen ja den regionalssystematischen Charakter der Lotabweichungen für ein teilweise verhältnismäßig kleines Gebiet zum Ausdruck und können daher nicht in allen Fällen mit den mittleren Lotabweichungskomponenten der

5<sup>0</sup>-Felder T a n n i s verglichen werden. Aus demselben Grunde erschienen auch bei T a n n i die kontinentalen Undulationen von einem regionalen Anteil überlagert, der dort, wo genügend viele Schweremessungen vorliegen, aus den kleineren 1<sup>0</sup>-Feldern berechnet wurde. Am auffallendsten ist dieser Mangel beim Partialsystem Ost-Spanien, das sich auf einen schmalen Streifen nahe der Ostküste des Landes stützt und daher den regionalsystematischen südöstlichen Geoidabfall gegen das Mittelmeer zeigt. Es scheint daher am besten, dieses Partialsystem von der weiteren Rechnung auszuschließen. Ähnliches gilt für die meridionale Lotabweichungskomponente in Jugoslawien. Hier läuft die Küstenlinie der Adria quer durch das 5<sup>0</sup>-Feld, so daß für die überwiegenden Küstenstationen ein starker regionaler Einfluß im Sinne eines nördlichen Geoidanstieges zu erwarten ist. Ohne Kombination mit italienischen Stationen, die in dasselbe Feld fallen, kann daher diese Komponente nicht für genügend repräsentativ gelten.

Ein weiterer Grund für die völlige Unbrauchbarkeit einiger Fehlergleichungen liegt in dem Umstand, daß sich an einigen Stellen ein empfindlicher Materialmangel schon bei der Berechnung des europäischen Lotabweichungssystems<sup>12)</sup> recht unangenehm fühlbar gemacht hat. So wurde schon dort (Seite 113) der Schweizer Breitenwert als „bis zu einem gewissen Grade zufällig“ bezeichnet, weil die ursprünglichen meridionalen Lotabweichungen zwischen +17'' und -25'' schwanken. Ferner ist für das Partialsystem Niederlande und Belgien „die Längenkorrektur mit einer größeren Unsicherheit behaftet“ (Seite 113), was schließlich auch für Großbritannien gilt. In letzterem Falle ist übrigens auch die Berechnung des Sollwertes auf eine Abschätzung beschränkt, weil die Geoidhöhe für den Punkt 55<sup>0</sup> Nord und 5<sup>0</sup> West nicht vorliegt. Hier konnte der  $\xi$ -Wert nur als allgemeines arithmetisches Mittel der meridionalen Lotabweichungskomponenten des darunter liegenden 5<sup>0</sup>-Streifens für die Meridiane 10<sup>0</sup> W (-2.597'',  $q = 1$ ), 5<sup>0</sup> W (-4.823'',  $q = 2$ ) und 0<sup>0</sup> (+1.150'',  $q = 1$ ) definiert werden, während sich der Längenwert als Mittel aus den beiden symmetrischen Beträgen im Parallel 50<sup>0</sup> (+2.685'' und -0.536'') ergab. Eine ähnliche Mittelung des Längenwertes war auch für das Partialsystem Bulgarien notwendig, weil dessen Schwerpunkt genau im Meridian 25<sup>0</sup> liegt. Die beiden, direkt für den Parallel des Schwerpunktes berechneten  $\Delta\lambda$ -Komponenten (+3.476'' und +3.233'') differieren hier aber nur geringfügig, so daß das Mittel sehr verläßlich erscheint.

Schon alle diese Bemerkungen zeigen, daß die folgende Rechnung nur einen orientierenden Charakter haben kann. Ihr Zweck ist lediglich der Nachweis, daß die vorgeschlagene Methode praktisch brauchbar ist und daß die oben gemachten Schlüsse sich numerisch belegen lassen.

Nach Ausschluß der erwähnten Lotabweichungskomponenten stehen für die direkte Bestimmung der großen Halbachse des Normalsphäroids 13 Breiten- und ebensoviele Längengleichungen zur Verfügung. Letztere werden zwecks Rückführung auf gleiches Gewicht sofort mit dem jeweiligen Cosinus der geographischen Breite multipliziert. Als Unbekannte wird der Wert:

$$u = 10\,000 \frac{da}{a} \quad (15)$$

eingeführt. Außer den Fehlergleichungen werden in der folgenden Tabelle noch die restlichen  $\nu$ -Werte ausgewiesen. Die Gleichungen mit negativem Koeffizienten von  $u$  sind selbstverständlich vorher mit  $-1$  multipliziert worden.

	Breitengleichungen:			Längengleichungen:		
	$0.0001 p_5 u$	$\nu$		$0.0001 k_1 u$	$\nu$	
Deutschland	$1.5985 u = +3.16'', -0.49''$			$0.0841 u = +1.09'', -0.95$		
Böhmen, Mähren	0.5757	+ 1.96	- 1.00	0.2358	+ 0.26	+ 0.13
Slowakei	0.0336	+ 2.01	- 1.95	1.6912	+ 3.57	- 0.75
Polen	1.3039	+ 4.55	- 2.37	2.4145	+ 2.26	+ 1.77
Ungarn	0.2019	- 1.54	+ 1.88	1.7124	+ 2.91	- 0.05
Rumänien	0.7888	- 1.37	+ 2.69	2.9137	+ 4.64	+ 0.23
Jugoslawien				0.9282	+ 3.50	- 1.95
Bulgarien	2.0736	+ 4.99	- 1.53	2.7140	+ 4.47	+ 0.06
Österreich	0.2342	+ 1.08	- 0.69	0.0125	+ 0.97	- 0.95
Italien	2.0612	+ 1.32	+ 2.12	0.3671	- 0.40	+ 1.01
Schweiz				1.3887	+ 0.58	+ 1.74
Niederlande	1.3549	+ 2.34	- 0.08			
Frankreich	0.6834	- 2.17	+ 3.31	2.5830	+ 2.51	+ 1.80
England	0.7425	+ 0.95	+ 0.29			
Ostseering	3.5397	+ 9.08	- 3.17	1.5854	+ 2.35	+ 0.30

Die Ausgleichung liefert:

$$\frac{da}{a} = + 0.0001 6702 \pm 0.0000 3200 \quad (16a)$$

oder, ausgehend von der B e s s e l s c h e n Achse  $6\ 377\ 397\ m$ :

$$da = + (1065 \pm 204) m, \quad (16b)$$

also die Achse des Normalsphäroides oder des mittleren Erdellipsoides:

$$a = 6\ 378\ 462\ m \pm 204\ m. \quad (16c)$$

Trotz der relativ großen Unsicherheit dieser Überschlagsrechnung darf das Ergebnis als recht befriedigend bezeichnet werden. Gegenüber dem bestanschließenden Ellipsoid (8) ist die Achse um fast  $600\ m$  gestiegen, was wohl auf den prinzipiellen Unterschied zwischen bestanschließendem Ellipsoid und Normalsphäroid hindeutet. Sodann ist der gefundene Wert nur wenig größer als H a y f o r d s Resultat. Der frühere Schluß hinsichtlich dieses Ellipsoides scheint damit bestätigt. Derzeit besteht nicht der geringste Grund, das Internationale Ellipsoid aufzugeben.

Die Mängel und der provisorische Charakter der vorhergehenden Ausgleichung wurden schon genügend betont. Höchstwahrscheinlich kann die Sicherheit in der Bestimmung der Achse des Normalsphäroids auch bei dem derzeit vorliegenden, noch recht mangelhaften Material beträchtlich gesteigert werden, wenn die Partialsysteme entsprechend den  $5^{\circ}$ -Feldern T a n n i s gewählt werden. Auch ist es sicher korrekter, die Verschiebungsgrößen des trigonometrischen Netzverbandes gleichzeitig mit der Achsenverbesserung als Unbekannte anzusetzen. Damit

gewinnt man dann auch eine von der Minimumbedingung für die restlichen Lotabweichungen unabhängige, wahrhaft absolute Lagebestimmung und Orientierung des Netzverbandes. Auf Grund ähnlicher Überlegungen hat jüngst Ölander<sup>13)</sup> aus genäherten astronomischen Nivellements durch Vergleich mit Tannis aktuellem Geoid die absolute Orientierung des Ostseeringes zu bestimmen versucht. Denn jede Minimumbedingung für die Lotabweichungen kann grundsätzlich nur für die bestanschließenden Ellipsoide, niemals aber für das Normalsphäroid einen klaren Sinn haben. Das Wesen der hier entwickelten Methode zur Bestimmung der wahren Erdachse beruht ja gerade in der vollständigen Bedachtnahme auf die systematischen Anteile in den Lotabweichungen.

Eine unter diesen Gesichtspunkten breiter angelegte Untersuchung und deren Ausdehnung auf Amerika ist geplant. Freilich werden sich definitive Ergebnisse erst in einigen Jahrzehnten nach planmäßiger Durchführung der Weltschwervermessung und der kontinentalen astronomischen Vermessungen und Netzzusammenschlüsse erzielen lassen.

Abschließend scheint es vielleicht nicht überflüssig, den prinzipiellen Unterschied zwischen bestanschließendem Ellipsoid und mittlerem Erdellipsoid noch schärfer zu betonen, weil man bisher vielfach mit „bestanschließenden Ellipsoiden“ das Normalsphäroid approximieren wollte und dabei auf die Vorzüge der isostatischen Reduktion hinwies. Jedes wahrhaft bestanschließende Ellipsoid stellt aber, wie schon der Name besagt, selbst bei kontinentaler Ausdehnung des Lotabweichungssystems ein Ellipsoid dar, das sich möglichst enge an einen bestimmten Ausschnitt des tatsächlichen Geoids anschmiegen soll. Wegen der Weltmeere gibt es also nicht ein bestanschließendes Ellipsoid schlechtweg, sondern nur etwa ein bestanschließendes Ellipsoid von Amerika oder Europa. Hält man hieran fest, so darf man meiner Meinung nach die Lotabweichungen nicht isostatisch reduzieren. Man würde ja sonst gerade die die Krümmung des betreffenden Geoidteiles wesentlich bestimmenden regionalsystematischen Eigenheiten wegrechnen und müßte nachträglich diese Reduktion wieder rückgängig machen, ganz ähnlich wie man bei der Geoidbestimmung nach der Stokes'schen Formel zwischen dem Co-Geoid und dem aktuellen Geoid zu unterscheiden hat. Auf diese Weise können die bestanschließenden Ellipsoide geradezu der Geoidforschung dienstbar gemacht werden.

Ganz anders liegen aber die Verhältnisse, wenn die Lotabweichungsausgleichung die Approximation des mittleren Erdellipsoides zum Ziel hat. Sucht man die Normalfigur der Erde, so ist die isostatische Reduktion ein geeignetes Mittel, von der natürlichen Beschränkung der Lotabweichungssysteme unabhängig zu werden und „repräsentative“ Werte zu schaffen, die die Verhältnisse der Normalfigur der Erde widerspiegeln. Die große Bedeutung einer einheitlichen Bezugsfläche für alle Triangulierungen der Erde ist unbestritten. Ebenso selbstverständlich aber ist es dann, daß als solche am besten jenes Ellipsoid in Frage kommt, das mit dem Normalsphäroid nahe zusammenfällt. Die bisher beste Approximation des mittleren Erdellipsoides stellt nun anscheinend das Hayfordsche Ellipsoid dar, gerade weil es auf isostatisch reduzierten Lotabweichungen beruht.

<sup>13)</sup> V. R. Ölander, On the Geoid in the Baltic Area and the Orientation of the Baltic Ring, Veröff. d. Finnisch-geodät. Institutes, Nr. 38, Helsinki 1950.

Das Internationale Ellipsoid ist eben gar nicht das bestanschließende Ellipsoid von Amerika. Damit steht im Einklang, daß *Jeffreys*<sup>14)</sup> aus nicht isostatisch reduzierten Lotabweichungen den kleineren Achsenwert 6 378 099 *m* gefunden hat. Unser Vergleich in Abschnitt 2 ist also ein Vergleich zwischen dem bestanschließenden Ellipsoid von Europa und dem mittleren Erdellipsoid und nicht ein Vergleich zwischen zwei bestanschließenden Ellipsoiden. Dann aber scheint dieser Vergleich und das damit halbwegs übereinstimmende provisorische Ergebnis für die Achse des Normalspärroids umgekehrt auch die Berechtigung dafür zu erweisen, daß das bestanschließende Ellipsoid von Europa ohne isostatische Reduktion berechnet wurde. Andererseits gewinnt dadurch *Heiskanens* älterer Achsenwert aus den europäischen Gradmessungen<sup>15)</sup>, der bekanntlich vom *Hayford* schen Wert nur um 9 *m* abweicht, erhöhte Bedeutung. Jeder Widerspruch scheint zu schwinden, wenn man nur bestanschließendes Ellipsoid und die Approximation des mittleren Erdellipsoides scharf auseinanderhält. Nur für ein fiktives Lotabweichungssystem, das sich gleichmäßig über die ganze Erde erstreckt, würden beide zusammenfallen.

Es gibt also prinzipiell zwei Methoden zur Bestimmung des Normalsphäroides: einmal die Ausgleichung isostatisch reduzierter Lotabweichungen, die gegenüber der Verwendung unreduzierter Werte immer eine Achsenvergrößerung ergeben muß, welche auch den Betrag von 500 *m* erreichen oder sogar übersteigen kann. Je besser dabei die gemachten Annahmen der tatsächlichen Massenlagerung in der Erdkruste entsprechen, umso eher müssen verschiedene Kontinente fast denselben Achsenwert liefern.

Sodann die hier vorgeschlagene direkte Methode. Diese vermeidet bewußt die isostatische Reduktion und operiert dementsprechend mit den kontinentalen Undulationen des *aktuellen* Geoids. Gerade durch diese Unabhängigkeit von isostatischen Voraussetzungen kann sie ein weiteres Glied in der Beweiskette für das tatsächliche Bestehen des näherungsweise Massenausgleiches in der Erdkruste bilden.

## **Über Form- und Größenänderungen von photographischen Platten und Filmen für Meßzwecke**

Von Dr. Ernst Rüst, Heerbrugg

Die Maßhaltigkeit von Filmen und Platten ist eine für den Photogrammeter außerordentlich wichtige Frage. Die immer höheren Genauigkeitsforderungen für Aufnahme- und Auswertegeräte bedingen ein genaues Studium der Eigenschaften der Aufnahmeschichten. Durch die kriegsbedingte Abgeschlossenheit fehlt jedoch der Überblick über die in den letzten Jahren gesammelten Kenntnisse teilweise und es scheint daher geboten, wenigstens kurz über den heutigen Stand zu berichten.

<sup>14)</sup> *H. Jeffreys*, On the Figures of the Earth and Moon, Third Paper, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Geophys. Suppl. Vol. V, Nr. 7, London 1948.

<sup>15)</sup> *W. Heiskanen*, Die Erddimensionen nach den europäischen Gradmessungen, Veröff. d. Finnisch-geodät. Institutes, Helsinki 1926.

Den Photogrammeter werden sicherlich folgende Einzelheiten aus der deutschen und amerikanischen Literatur (bis Juni 1947) interessieren:

### 1. Allgemeines

**Platten:** Für Messungen in der Größenordnung von einigen Mikron sind auch Platten nicht vollkommen [4].

Es ist zu unterscheiden zwischen Größenänderungen der Schicht und solchen des Schichtträgers.

Bei **Platten** (Schichtträger Glas) sind Änderungen des Schichtträgers, sofern er so dick ist, daß er sich nicht durchbiegt, auch bei Präzisionsmessungen zu vernachlässigen. Nur die **Schichtschumpfungen** spielen hier eine Rolle\*).

**Filme:** Die Filmunterlage ist auch bei den modernsten mit „low-shrink“ bezeichneten Filmen ziemlichen maßstäblichen Änderungen unterworfen. Die Größe dieser Änderungen ist stark abhängig von der Lagerung vor und nach der Belichtung (Temperatur und relative Feuchte) und von der mehr oder weniger sachgemäßen Behandlung bei der Verarbeitung.

**Schrumpfungen der Schicht** sind bedeutend kleiner als **Schrumpfungen der Unterlage**, und zwar treten Schichtschumpfungen vorwiegend lokal auf, während Schrumpfungen der Filmunterlage sich meistens über längere Strecken annähernd linear auswirken! Schrumpfungen der Filmunterlage sind richtungsabhängig (längs und quer zur Laufrichtung verschieden). Bei „low-shrink“-Filmen sind diese Richtungsunterschiede stark vermindert.

### 2. Schichtschumpfungen durch Verarbeitungseinflüsse

Schrumpfungen der Schicht haben ihren Grund nur in sehr beschränktem Maße in primären Änderungen der Gelatinmasse — es zeigt sich die erstaunliche Tatsache, daß eine Strecke auf der trockenen Platte ihre Länge beim Einweichen und Quellen nicht ändert [6] —, sondern zum größten Teil sind dafür **Entwicklungs-effekte** verantwortlich, die die Gelatine- oder die Silberverteilung beeinflussen.

**Der Gelatine- oder Ross-Effekt** besteht in einer Gerbung der silberhaltigen Bildstellen durch die gebildeten Entwickleroxydationsprodukte. Die Bildstellen enthalten daher weniger Wasser als die Umgebung und trocknen rascher. Dabei ziehen sie sich zusammen und reißen die umgebende, noch gequollene Gelatine mit.

**Trübungseffekt:** Nahe benachbarte Punkte oder Linien beeinflussen sich während der Belichtung gegenseitig durch Streulicht (Diffusionslichthof). Es tritt Bildverbreiterung auf und damit eine Annäherung der Punkte oder Linien. Der Trübungseffekt wird fast immer überlagert durch den

---

\* ) Das Wort Schrumpfung wird hier nicht ausschließlich im Sinne des Zusammenziehens gebraucht. Es kann darunter auch eine negative Schrumpfung, also eine Ausdehnung, verstanden werden.

**Kostinski-Effekt:** Zwischen nahe benachbarten belichteten Punkten oder Linien findet geringere Entwicklung statt, da der von der Schicht aufgesaugte Entwickler sich dort rascher erschöpft und die Entwicklung durch starke Bromkaliumabscheidung zudem verlangsamt wird. Die Punkte oder Linien erscheinen daher zu weit voneinander entfernt. Der Kostinski-Effekt wirkt sich auf größere Entfernungen aus (bis ca. 40  $\mu$  Abstand der Punkte) als der Trübungseffekt [4].

Diese drei Effekte beeinflussen die Flächentreue des Bildes. Es empfiehlt sich daher, bei allen Aufnahmen, wo auf Flächentreue Wert gelegt wird, eher knapp zu belichten. Dann bleiben die Abweichungen klein und überschreiten kaum 2 bis 3  $\mu$  [3].

Kostinski- und Trübungseffekt spielen bei photogrammetrischen Auswertungen wohl keine große Rolle. Immerhin läßt sich der Fall denken, daß irgendwelche Marken dadurch aus ihrer richtigen Lage verschoben werden.

### 3. Schrumpfungen des Schichtträgers

Bei Schrumpfungen der Filmunterlage ist zu unterscheiden zwischen reversiblen und irreversiblen Änderungen.

Reversible Zusammenziehung oder Ausdehnung ist eine Folge des Verlustes oder der Aufnahme von Wasser, verursacht durch Schwankungen der relativen Feuchte der umgebenden Luft. Auch Temperaturänderungen dehnen und kontrahieren den Film, doch sind die durch die Feuchtigkeitsschwankungen bedingten Änderungen erheblich größer. Zudem hat eine Temperatursteigerung — mit Filmdehnung — meistens eine Verminderung der relativen Feuchte mit Filmverkürzung zur Folge.

Die irreversible Schrumpfung ist auf den Verlust von Lösungsmittelresten und Weichmachern im Film zurückzuführen. Auch plastische Verformung der Unterlage spielt hier mit. Die irreversible Schrumpfung wird vermehrt durch Wärme und Feuchtigkeit, vermindert durch Aufbewahrung in luftdichter Verpackung, so daß kein Luftwechsel stattfinden kann.

Mit einem gewissen Betrag an irreversibler Schrumpfung ist bei der Entwicklung immer zu rechnen. Diese Schrumpfung setzt sich — in abnehmendem Maße — während der ganzen Lebensdauer des Filmes fort.

Die früher verwendeten Nitrozellulose-Filme (Zelluloid) verhielten sich in bezug auf mechanische Festigkeit und Schrumpfung besser als die später eingeführten sogenannten Sicherheitsfilme (Safety) aus Acetylzellulosen. Die neuen „low-shrink“-Filme sind etwas anders zusammengesetzt (Zellulose - acetat - butyrat) und zeigen bessere Schrumpfeigenschaften als reine Acetylzellulosen und vor allem verminderte Unterschiede zwischen Längs- und Querschrumpfung.

### 4. Zahlenangaben über die Fehler

Bei Platten:

a) allgemeine Verzerrung, die ihren Grund in Änderungen der Gelatine an sich haben:

Wahrscheinlicher Fehler = 2  $\mu$  bei gewöhnlicher Lufttrocknung. Bei rapider

Trocknung sind die Fehler größer, vermindern sich aber wieder nach Einweichen und Trocknen in ruhiger Luft [4]. Diese allgemeinen Verzerrungen sind vor allem in den Randzonen wirksam, ungefähr 1 cm vom Rand entfernt kaum mehr nachzuweisen [4].

b) Roß-Effekt: Für Bildpunkte, die einen Abstand von 0,1 mm voneinander oder weniger aufweisen, beträgt die Kontraktion 1,6  $\mu$  für alle Entwickler außer für Pyrogallol-Metol, wo der Wert viermal größer ist [4].

c) Gesamtänderung bei Platten: die meisten Autoren geben an: Verzerrungen bis 5  $\mu$ . Nach Berndt [4, 6] betragen die maximalen Fehler auf 100 mm Länge bei Randlinien 15  $\mu$ , bei Diagonalen 10  $\mu$ , beim Achsenkreuz 5  $\mu$ . Warmlufttrocknung erhöht den Fehler bei Randlinien auf 20  $\mu$ . Bei Doppelschichtplatten steigen die Fehler am Rand bis 60  $\mu$ , im Innern bis 20  $\mu$ .

Bei Filmen: Es sind im folgenden nur Werte für das beste, heute erhältliche Aufnahmematerial, den Kodak Aerographic Film, angegeben [10, 12]:

	Mittel aus Längs- und Querschrumpf	Differenz zwischen Längs- und Querschrumpf
Schrumpfung oder Dehnung in % für 10% Änderung der relativen Feuchte, bei konstanter Temperatur	0,08	0,005
Schrumpfung oder Dehnung in % für 5,5° C Temperaturunterschied bei kon- stanter relativer Feuchte	0,04	0,005
Entwicklungsschrumpfung (irreversibel)	0,05	0,02
Entwicklungsschrumpfung bei nachfolgender beschleunigter Alterung (7 Tage bei 49° C und 20% rel. F.) (irreversibel)	0,12	0,05

Kodak Aerographic Super-XX-Film in Rollen in Blechbüchsen bei 21° C und 50% rel. Feuchte schrumpft innerhalb eines Jahres um weniger als 0,05%.

#### L i t e r a t u r

- [1] A n g e r e r, Wissenschaftliche Photographie.
- [2] H a y, Handbuch der Photographie, Bde. VI. und VII.
- [3] F r i e s e r, Fortschritte der Photographie II, in Ergebnisse d. angew. Phys. Chem. VI, S. 339.
- [4] M e e s, The Theory of the Photographic Process
- [5] Manual of Photogrammetry (1944) S. 220.
- [6] B e r n d t, Z. f. Ik. 1933, S. 510, 1934, S. 228, 452.
- [7] L a c m a n n, n. Block, DVL. Jahrbuch (1933) VII 15.
- [8] L a c m a n n, Bildmessung n. Luftbildwesen 3 (1928) S. 101.
- [9] C a r v e r, Photogrammetric Engineering 1938 S. 223.
- [10] C l a r k, Photogrammetric Engineering 1944 S. 132.
- [11] C a l h o u n, Photogrammetric Engineering 1947 S. 163.
- [12] K o d a k, Materials for Aerial Photography.

# Über das Einrechnen von Richtungen

Von Dr. K. Rinner, Graz

## 1.

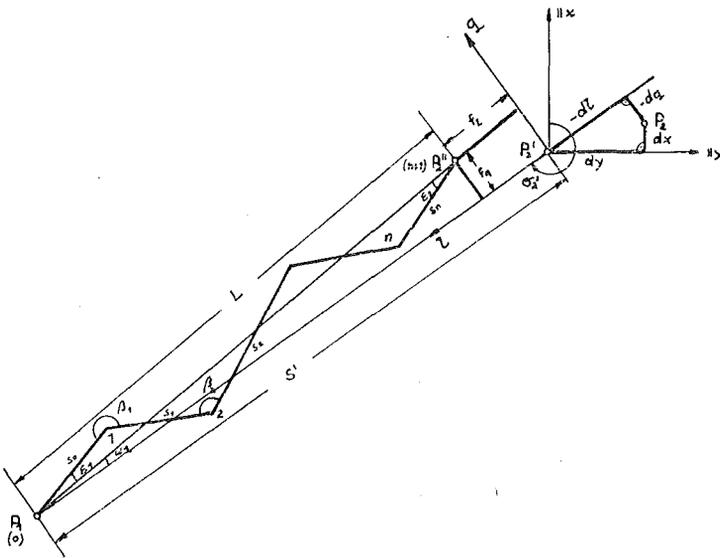
Es ist üblich, Richtungen, welche für ein Netz notwendig, aber in der Natur nicht sichtbar sind, rechnerisch zu bestimmen. An Stelle der nicht meßbaren Richtung  $R$  wird eine Hilfsrichtung  $r$  beobachtet und der Winkel  $\varepsilon = (Rr)$  aus einer Hilfsfigur rechnerisch ermittelt. Die „eingerechnete Richtung“  $R = r + \varepsilon$  wird sodann als fingierte Beobachtung mit dem Gewicht  $G = (m_r : m_R)^2$  in die Ausgleichung eingeführt.

Den einfachsten Fall des „Einrechnens“ stellt die Zentrierung dar, bei welcher  $\varepsilon$  aus einem Hilfsdreieck ermittelt wird. Im allgemeinen Fall erfolgt die Bestimmung von  $\varepsilon$  aus einem entlang der Richtung verlaufenden Streckenzug oder auch aus Dreiecksverbindungen oder anderen Hilfsfiguren.

Die folgende Untersuchung stellt eine Studie über die Zulässigkeit dieses Näherungsverfahrens dar, wobei der allgemeine Fall des Einrechnens mit Hilfe eines Streckenzuges betrachtet wird.

## 2.

$P_1$  sei ein gegebener trig. Punkt,  $P_2$  der Neupunkt. Zur rechnerischen Ermittlung der Visuren  $(P_1 P_2)$  und  $(P_2 P_1)$  werde von  $P_1$  ein möglichst gestreckter Streckenzug mit  $n$  Brechungspunkten ( $n$  faches Brechen der Richtung) mit Zwangszentrierung nach  $P_2$  gemessen. Die von  $P_1$  ausgehende Seite des Zuges gibt eine Hilfsrichtung  $r_1$ , die nach  $P_2$  zielende Seite die „Gegenhilfsrichtung“  $r_2$ .



Der Streckenzug gestattet die Bestimmung der Richtungen  $R_1 = r_1 + \varepsilon_1$ ,  $R_2 = r_2 + \varepsilon_2$  und außerdem auch der Entfernung  $S = \overline{P_1 P_2}$ ; er gibt also zu 3 Fehlergleichungen Anlaß.

Diese ergeben sich aus den Bedingungsgleichungen

$$\begin{aligned} \sigma_1 + [\beta]_1^n + (n + 1) 200 - \sigma_2 &= 0 \\ x_1 + [s \cos \sigma]_0^n - x_2 &= 0 \quad . . . . . (1) \\ \gamma_1 + [s \sin \sigma]_0^n - \gamma_2 &= 0 \end{aligned}$$

in welchen  $\sigma_i$  den Richtungswinkel von  $r_i$  und  $s_i$ ,  $\beta_i$  die Elemente des Hilfsstrecken-zuges bezeichnen Ist  $o$  die aus dem vorläufigen Ort  $P_2'$  von  $P_2$  folgende Orientie-rungskonstante,  $r_{oi}' = r_i + o$  die vorl. orientierte Richtung,  $dm$  der regelmäßige Längenmeßfehler und werden die aus dem Hilfszug sich ergebenden Werte durch Doppelstriche, die aus dem vorl. Ort folgenden hingegen durch einfache Striche gekennzeichnet, so bestehen die Fehlerbedingungsgleichungen:

$$\begin{aligned} \nu_{r_1} + [\nu_\beta] - \nu_{r_2} - do + (r'_{o_1} + [\beta'] + (n + 1) 200 - r'_{o_2}) &= 0 \\ -dx + dm [\Delta x''] + [\nu_s \cos \sigma'] - [(\gamma_2'' - \gamma_1'') \nu_\beta] - (\gamma_2'' - \gamma_1'') \nu_{r_1} + & \\ + (x_1 + [\Delta x''] - x_2') &= 0 \quad (2) \\ -dy + dm [\Delta y''] + [\nu_s \sin \sigma'] + [(x_2'' - x_1'') \nu_\beta] + (x_2'' - x_1'') \nu_{r_1} + & \\ + (\gamma_1 + [\Delta y''] - \gamma_2') &= 0 \end{aligned}$$

Im Koordinatensystem  $(l, q)$ , welches  $P_2'$  zum Ursprung und  $\overline{P_2' P_1}$  als  $l$ -Achse besitzt, erhalten die beiden letzten Gleichungen wegen  $[\Delta l] = -S'' = -L$ ,  $(S' - L) = f_l$ ,  $[\Delta q] = f_q$  eine einfachere Form:

$$\begin{aligned} -dl - L dm + \left[ \frac{\Delta l}{s} \nu_s \right] + [q \nu_\beta] + f_l &= 0 \\ -dq + \left[ \frac{\Delta q}{s} \nu_s \right] - [l \nu_\beta] - L \nu_{r_1} + f_q &= 0 \quad . . . . . (3) \end{aligned}$$

Nun bestehen die Beziehungen

$$\begin{aligned} dl &= dx \cos \sigma_2' + dy \sin \sigma_2' \\ dq &= -dx \sin \sigma_2' + dy \cos \sigma_2' \end{aligned}$$

und mit diesen und den Bezeichnungen  $\rho \frac{\sin \sigma_2'}{S'} = a$ ,  $\rho \frac{\cos \sigma_2'}{S'} = -b$  (Richtungs-koeffizienten),  $\rho \frac{f_l}{L} = \omega_1$ ,  $\rho \frac{f_q}{L} = \omega_2$  ergeben sich hieraus die Gleichungen:

$$\begin{aligned} -\frac{1}{L} [q \nu_\beta] - \frac{1}{L} \left[ \rho \frac{\Delta l}{s} \nu_s \right] &= b dx - a dy - \rho dm + \omega_1 \\ \nu_{r_1} + \frac{1}{L} [l \nu_\beta] - \frac{1}{L} \left[ \rho \frac{\Delta q}{s} \nu_s \right] &= a dx + b dy + \omega_2 \quad . . . (4) \end{aligned}$$

Wegen  $\omega_2 = \sigma_2' - (r'_{o_1} + 200 - \varepsilon_1'')$  und  $\varepsilon_2'' = \varepsilon_1'' - [\beta'] + n 200$  folgt durch Hinzufügen von  $\omega_2$  zur ersten der Gleichungen (2):

$$(2)^1 + \omega_2 = \nu_{r_1} - \nu_{r_2} - do + [\nu_\beta] + \sigma' - (r'_{o_2} + \varepsilon_2'')$$

Bezeichnet  $\omega_3 = \sigma_2' - (r'_{o_2} + \varepsilon_2'')$ , so ergibt die Addition von  $(2)^1$  und  $(4)^2$  die dritte Fehlergleichung in einer geeigneteren Form:

$$\nu_{r_1} + \frac{1}{L} [(l-L) \nu_\beta] - \frac{1}{L} \left[ \rho \frac{\Delta q}{s} \nu_s \right] = a dx + b dy - do + \omega_3 \quad (5)$$

Beim Einrechnen einseitiger Richtungen  $R_1$  (oder  $R_2$ ) fällt  $(4)^2$  [oder  $(5)$ ] weg; ein Streckenzug ohne Richtungsanschluß bedingt lediglich  $(4)^1$ .

Eine strenge Ausgleichung der Gleichungen (4) (5) im Verein mit den übrigen Fehlergleichungen (für  $dx dy$ ) ist theoretisch möglich, kommt aber aus rechen-technischen Gründen in der Praxis nur für den Fall einer einzigen Gleichung (4) oder (5) in Betracht. In diesem Falle kann die Gleichung  $- [av] = A dx + B dy + w$  durch eine fingierte Fehlergleichung  $(-V) = A dx + B dy + w$  mit dem Gewicht  $\frac{1}{G} = \frac{[aa]}{g}$  ersetzt und die Ausgleichung wie üblich durchgeführt werden. Bei mehreren Gleichungen (4) oder (5) wird die strenge Ausgleichung umständlich; doch erscheint es naheliegend, für Zwecke geringerer Genauigkeit (Klein-triangulierung) auch in diesem Falle fingierte Fehlergleichungen einzuführen.

An die Stelle der Gleichungen (4) (5) treten dann die Gleichungen

$$\begin{aligned} V_1 &= b dx - a dy - \rho dm + \omega_1 \\ V_2 &= a dx + b dy + \omega_2 \\ V_3 &= a dx + b dy - do + \omega_3 \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (6)$$

mit den Gewichten

$$\begin{aligned} 1 : G_1 &= \frac{1}{L^2} \left[ \left( q \frac{m_s}{m_r} \right)^2 \right]_1^n + \frac{1}{L^2} \left[ \left( \rho \frac{\Delta l}{s} \frac{m_s}{m_r} \right)^2 \right]_0^n \\ 1 : G_2 &= 1 + \frac{1}{L^2} \left[ \left( l \frac{m_s}{m_r} \right)^2 \right]_1^n + \frac{1}{L^2} \left[ \left( \rho \frac{\Delta q}{s} \frac{m_s}{m_r} \right)^2 \right]_0^n \quad \dots \dots (7) \\ 1 : G_3 &= 1 + \frac{1}{L^2} \left[ (l - L)^2 \left( \frac{m_s}{m_r} \right)^2 \right]_1^n + \frac{1}{L^2} \left[ \left( \rho \frac{\Delta q}{s} \frac{m_s}{m_r} \right)^2 \right]_0^n \end{aligned}$$

wobei das Gewicht der unmittelbar gemessenen Richtungen  $r_1, r_2$  als Einheit angenommen wird.

Für einen gestreckten Zug mit gleichen Seiten folgt hieraus wegen  $q_i = 0$ ,  $L = (n + 1) s$ ,  $[l^2] = \frac{s^2}{6} n (n + 1) (2 n + 1)$ :

$$\begin{aligned} 1 : G_1 &= \frac{1}{n + 1} \left( \frac{\rho}{s} \frac{m_s}{m_r} \right)^2 \\ 1 : G_2 = 1 : G_3 &= 1 + \frac{n (2 n + 1)}{6 (n + 1)} \left( \frac{m_s}{m_r} \right)^2 \quad \dots \dots \dots (8) \end{aligned}$$

3.

Nun läßt sich zeigen, daß die nach (7) berechneten  $1 : G$  den mit derselben Einheit gebildeten Gewichten

$$\begin{aligned} 1 : G_L &= \left( \frac{m_L}{m_r} \right)^2 \\ 1 : G_{R_1} &= \left( \frac{m_{R_1}}{m_r} \right)^2 = 1 + \left( \frac{m_{\epsilon_1}}{m_r} \right)^2 \\ 1 : G_{R_2} &= \left( \frac{m_{R_2}}{m_r} \right)^2 = 1 + \left( \frac{m_{\epsilon_2}}{m_r} \right)^2 \end{aligned}$$

der eingerechneten Größen  $L, R_1$  und  $R_2$  entsprechen.

Aus den im System ( $l, q$ ) geltenden Beziehungen

$$\alpha_i = -\varepsilon_1'' + [\beta'] + (n+1) \cdot 200, \quad \varepsilon_2'' = \varepsilon_1'' - [\beta] - n \cdot 200$$

$$L = - \left[ s \cos \alpha \right]_0^n, \quad F \equiv \left[ s \sin \alpha \right]_0^n = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \beta_i} = \left[ s \sin \alpha \right]_i^n = -q, \quad \frac{\partial L}{\partial s} = -\frac{\Delta l}{s}, \quad \frac{\partial L}{\partial \varepsilon_1} = \left[ s \sin' \alpha \right] = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial \varepsilon_1} = - \left[ \Delta l \right] = L, \quad \frac{\partial F}{\partial \beta} = \left[ s \cos \alpha \right]_i^n = -l, \quad \frac{\partial F}{\partial s} = \frac{\Delta q}{s}$$

folgen nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz:

$$\begin{aligned} m_L^2 &= \left[ (q m_\beta)^2 \right]_1^n + \left[ \left( \frac{\Delta l}{s} m_s \right)^2 \right]_0^n \\ m_{\varepsilon_1}^2 &= \frac{1}{L^2} \left[ (l m_\beta)^2 \right]_1^n + \frac{1}{L^2} \left[ \left( \frac{\Delta q}{s} \rho m_s \right)^2 \right]_0^n \quad \dots \dots \dots (10) \\ m_{\varepsilon_2}^2 &= \frac{1}{L^2} \left[ (l-L)^2 m_\beta^2 \right]_1^n + \frac{1}{L^2} \left[ \left( \frac{\Delta q}{s} \rho m_s \right)^2 \right]_0^n \end{aligned}$$

Durch Einsetzen in (9) und Vergleich des Ergebnisses mit (7) ergeben sich die Beziehungen:

$$G_1 = \left( \frac{L}{\rho} \right) G_L; \quad G_2 = G_R; \quad G_3 = G_R$$

3.

Die Näherung bei dem in der Praxis üblichen Einrechnungsverfahren besteht somit in der Vernachlässigung der Abhängigkeit zwischen den Fehlergleichungen (4) (5) und der Weglassung der ersten dieser Gleichungen. Beides erscheint für die Triangulierung niederer Ordnung (Kleintriangulierung) gerechtfertigt. Denn bei der üblichen Einzelpunkteinschaltung wird auch der Zusammenhang mit den übrigen Punkten des Netzes nicht beachtet und außerdem ist es üblich, schlechte Messungsergebnisse auszuschalten. Die Vernachlässigung der ersten Fehlergleichung kommt aber der Nichtbeachtung der aus der Streckenmessung des Hilfszuges folgenden „errechneten“ Seitenlänge gleich, welche wegen des geringen Gewichtes das der Streckenmessung gegenüber der mit Zwangszentrierung erfolgten Winkelmessung im Hilfszug zukommt, als zulässig angesehen werden kann.

Auf die Möglichkeit, die Feinpolygonierung in den Dienst der Festpunktbestimmung zu stellen, wurde schon mehrmals hingewiesen. Die enge Verknüpfung derselben mit der Triangulierung bedeutet für die Praxis eine wesentliche Einsparung an Zeit und Kostenaufwand. In theoretischer Hinsicht eröffnet sie einen neuen Abschnitt in der Methodik der Festpunktbestimmung, in dem noch ein reiches Betätigungsfeld vorliegt. Das Einrechnen oder mehrfache Brechen von Strahlen stellt die innigste Verknüpfung der beiden Verfahren dar, welche u. a. auch neuartige Lösungen alter Aufgaben gestattet, wie z. B. die trigonometrische Ausgleichung eines Knotenpunktes aus den durch die Einzelzüge vermittelten gebrochenen Strahlen usw. Es wäre daher wünschenswert, daß diese Verfahren mehr Beachtung in Praxis und Theorie erfahren.

## Literatur:

Allg. Verm. Nachr. 1934, S. 472, K e r r l.

Zeitschr. f. Verm.Wesen 1933, F ö r s t n e r, Ausgleich von Pol. Zügen u. Netzen.

Zeitschr. f. Verm.Wesen 1939, H u b e r - R i n n e r, Triangulierung mit Pol.Zügen hoher Genauigkeit.

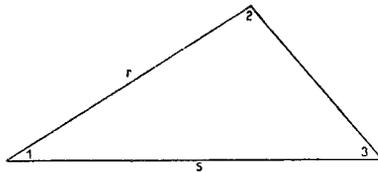
Zeitschr. f. Verm.Wesen 1941, R i n n e r, Kniffe für die Kleintriangulierung.

## Über Gewichte beim gemeinsamen Ausgleich von Seiten und Winkeln

Von Dipl.-Ing. Dr. techn. Wilhelm E m b a c h e r

Bei der Gewichtsbestimmung verschiedenartiger Größen ist das Resultat nach dem Ausgleich von der Wahl der Einheiten der mittleren Fehler unabhängig, wenn nur die Widersprüche in denselben Einheiten ausgedrückt und die Seiten zur Berechnung der Koeffizienten in denselben Einheiten, bzw. die logarithmischen Differenzen für dieselben Einheiten eingeführt werden.

Das läßt sich an einem einfachen Beispiel, einem Dreieck mit zwei gemessenen Seiten und drei gemessenen Winkeln zeigen. Es seien  $m_r$  und  $m_s$  die mittleren Fehler der Seiten  $r$  und  $s$  (Fig. 1), während  $m_w$  der für alle drei Winkel gleich große mittlere



Fehler sein soll. Für den Ausgleich nach bedingten Beobachtungen sind zwei Bedingungsgleichungen notwendig. Eine lineare Polyongleichung:

$$[1] + [2] + [3] - 180^\circ = 0$$

und eine Basisgleichung:

$$[r] \sin [2] - [s] \sin [3] = 0,$$

wenn die Werte in den eckigen Klammern die theoretisch richtigen Werte bedeuten. Die Verbesserungsgleichungen dazu werden die Form haben:

$$a_1 v_1 + a_2 v_2 + a_3 v_3 + w_1 = 0$$

und

$$b_r v_r + b_s v_s + b_2 v_2 + b_3 v_3 + w_2 = 0.$$

Der Koeffizientenspiegel für die Aufstellung der Korrelatengleichungen lautet also:

$a$	$b$	$\frac{1}{p}$	$\frac{aa}{p}$	$\frac{ab}{p}$	$\frac{bb}{p}$
.	$b_r$	$m_r^2$	.	.	$b_r^2 m_r^2$
.	$b_s$	$m_s^2$	.	.	$b_s^2 m_s^2$
1	.	$m_w^2$	$m_w^2$	.	.
1	$b_2$	$m_w^2$	$m_w^2$	$b_2 m_w^2$	$b_2^2 m_w^2$
1	$b_3$	$m_w^2$	$m_w^2$	$b_3 m_w^2$	$b_3^2 m_w^2$

Werden die mittleren Fehler der Seiten in der nächst größeren Einheit ausgedrückt, also z. B. in *cm* statt in *mm*, so ändert sich die zweite Verbesserungsgleichung

$$b_r \nu_r + b_s \nu_s + \frac{b_2}{10} \nu_2 + \frac{b_3}{10} \nu_3 + \frac{w_2}{10} = 0$$

oder

$$10 b_r \nu_r + 10 b_s \nu_s + b_2 \nu_2 + b_3 \nu_3 + w_2 = 0.$$

In diesem Fall sieht der Koeffizientenspiegel folgendermaßen aus:

<i>a</i>	<i>b'</i>	$\frac{1}{p}$	$\frac{aa}{p}$	$\frac{ab'}{p}$	$\frac{b'b'}{p}$
.	10 <i>b<sub>r</sub></i>	$\frac{m_r^2}{100}$	.	.	<i>b<sub>r</sub></i> <sup>2</sup> <i>m<sub>r</sub></i> <sup>2</sup>
.	10 <i>b<sub>s</sub></i>	$\frac{m_s^2}{100}$	.	.	<i>b<sub>s</sub></i> <sup>2</sup> <i>m<sub>s</sub></i> <sup>2</sup>
1	.	<i>m<sub>w</sub></i> <sup>2</sup>	<i>m<sub>w</sub></i> <sup>2</sup>	.	.
1	<i>b<sub>2</sub></i>	<i>m<sub>w</sub></i> <sup>2</sup>	<i>m<sub>w</sub></i> <sup>2</sup>	<i>b<sub>2</sub></i> <i>m<sub>w</sub></i> <sup>2</sup>	<i>b<sub>2</sub></i> <sup>2</sup> <i>m<sub>w</sub></i> <sup>2</sup>
1	<i>b<sub>3</sub></i>	<i>m<sub>w</sub></i> <sup>2</sup>	<i>m<sub>w</sub></i> <sup>2</sup>	<i>b<sub>3</sub></i> <i>m<sub>w</sub></i> <sup>2</sup>	<i>b<sub>3</sub></i> <sup>2</sup> <i>m<sub>w</sub></i> <sup>2</sup>

Man erhält also in beiden Fällen die gleichen Koeffizienten und daher auch die gleichen Korrelaten. Aus der Verbesserungsgleichung

$$\nu_i = \frac{1}{p_i} (a_i k_1 + b_i k_2)$$

ist zu ersehen, daß auch die Verbesserungen unabhängig von der Größe der Einheiten der mittleren Fehler sind. Werden dagegen keine Gewichte eingeführt, so erhält man verschiedene Lösungen, je nachdem die Seitenwidersprüche in Millimetern, Zentimetern oder Metern oder die Winkelwidersprüche in Sekunden, Minuten, in Alt- oder Neusekunden ausgedrückt werden. Es sei hier die oben angeführte Aufgabe mit einem zahlenmäßigen Beispiel angeführt:

	Gemessene Winkel:	Gemessene Seiten:
(1)	28° 12' 50''	<i>r</i> = 45,501 <i>m</i>
(2)	136° 03' 00''	<i>s</i> = 116,400 <i>m</i>
(3)	15° 43' 50''	

Man erhält folgende Verbesserungen für die Winkelwidersprüche in Sekunden und Seitenwidersprüche jeweils in Millimeter, Zentimeter und Meter eingeführt

	<i>w<sub>mm</sub></i>	<i>w<sub>cm</sub></i>	<i>w<sub>m</sub></i>
<i>ν<sub>r</sub></i>	-15,9 <i>mm</i>	-2,1 <i>cm</i>	-0,022 <i>m</i>
<i>ν<sub>s</sub></i>	+ 6,1 <i>mm</i>	+0,7 <i>cm</i>	+0,008 <i>m</i>
<i>ν<sub>1</sub></i>	+ 1'' 4	+6'' 6	+6'' 7
<i>ν<sub>2</sub></i>	+ 5'' 0	+6'' 6	+6'' 7
<i>ν<sub>3</sub></i>	+13'' 6	+6'' 8	+6'' 7

Die Rechnung wurde ohne Gewichte, bzw. mit dem Gewicht 1 für alle Größen durchgeführt. Das entspricht einem mittleren Fehler von  $\pm 1 \text{ mm}$ ,  $\pm 1 \text{ cm}$ ,  $\pm 1 \text{ m}$  der Seiten gegenüber einem mittleren Fehler von  $\pm 1''$  der Winkel. Offensichtlich ist die Änderung der Verbesserungen von der Reihe mit den Widersprüchen in Zentimetereinheiten zur Reihe mit den Widersprüchen in Metern wesentlich kleiner als die Änderung der Verbesserungen von der ersten zur zweiten Reihe. Das läßt sich auch allgemein zeigen.

Wird angenommen, es wären zwei Bedingungsgleichungen vorhanden, so haben die Verbesserungsgleichungen die Form:

$$v_i = a_i k_1 + b_i k_2. \quad (1)$$

Sind  $a$ ,  $b$  und damit  $k_1$  und  $k_2$  variabel, so ist die Änderung der Verbesserung

$$\Delta v_i = k_1 \Delta a_i + a_i \Delta k_1 + k_2 \Delta b_i + b_i \Delta k_2, \quad (2)$$

wenn

$$\begin{aligned} \Delta k_1 = & \frac{\partial k_1}{\partial a_1} \Delta a_1 + \frac{\partial k_1}{\partial a_2} \Delta a_2 + \dots + \frac{\partial k_1}{\partial a_n} \Delta a_n + \frac{\partial k_1}{\partial b_1} \Delta b_1 + \\ & + \frac{\partial k_1}{\partial b_2} \Delta b_2 + \dots + \frac{\partial k_1}{\partial b_n} \Delta b_n \end{aligned} \quad (3)$$

und

$$\begin{aligned} \Delta k_2 = & \frac{\partial k_2}{\partial a_1} \Delta a_1 + \frac{\partial k_2}{\partial a_2} \Delta a_2 + \dots + \frac{\partial k_2}{\partial a_n} \Delta a_n + \frac{\partial k_2}{\partial b_1} \Delta b_1 + \\ & + \frac{\partial k_2}{\partial b_2} \Delta b_2 + \dots + \frac{\partial k_2}{\partial b_n} \Delta b_n \end{aligned} \quad (4)$$

bedeutet. Die Änderung von  $a$  und  $b$  ist durch die Änderung der Wahl der Einheit vorgegeben, es muß also noch  $\Delta k_1$  und  $\Delta k_2$ , d. h. die Korrelatenänderung, untersucht werden. Aus den Korrelatengleichungen

$$\left. \begin{aligned} [aa] k_1 + [ab] k_2 + w_1 &= 0 \\ [bb] k_2 + w_2 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

ergeben sich die Korrelaten mit

$$k_2 = - \frac{w_2 - w_1 \frac{[ab]}{[aa]}}{[bb] - \frac{[ab][ab]}{[aa]}} = - \frac{w_2 - w_1 \frac{b_2 + b_3}{3}}{(b_r^2 + b_s^2 + b_2^2 + b_3^2) - \frac{(b_2 + b_3)(b_2 + b_3)}{3}} \quad (6)$$

und

$$k_1 = - \frac{w_1 + [ab] k_2}{[aa]} = - \frac{w_1 + (b_2 + b_3) k_2}{[aa]} \quad (7)$$

Veränderlich ist nur  $b_r$  und  $b_s$ , also folgt für die Änderung von  $k_2$  und  $k_1$

$$\Delta k_2 = \frac{2 \left( w_2 - w_1 \frac{b_2 + b_3}{3} \right) \left( b_r \Delta b_r + b_s \cdot \Delta b_s \right)}{\left[ (b_r^2 + b_s^2 + b_2^2 + b_3^2) - \frac{(b_2 + b_3)(b_2 + b_3)}{3} \right]^2} \quad (8)$$

und

$$\Delta k_1 = - \frac{b_2 + b_3}{3} \Delta k_2. \quad (9)$$

Die Korrelaten ändern sich bei kleinem  $b_r$  und  $b_s$  sehr rasch, ihre Änderung nimmt bei zunehmendem  $b_r$  und  $b_s$ , also wenn die Seiten in größeren Einheiten ausgedrückt werden, ab. Die Abnahme der Änderung erfolgt nicht linear, was besonders bei  $\Delta k_2$  deutlich zu sehen ist, wo  $b_r$  und  $b_s$  im Zähler linear, aber im Nenner in der vierten Potenz vorkommen.  $k_2$  absolut genommen wird kleiner, je größer die Einheit für die Seiten gewählt wird, während der absolute Betrag der ersten Korrelate zunimmt. Formel (7) zeigt, daß  $k_1$  bei immer kleiner werdendem  $k_2$  in

$$k_1 = - \frac{w_1}{[aa]} \quad (10)$$

übergeht.

Das praktische Ergebnis dieser Untersuchung besteht darin, daß der strenge Ausgleich von Seiten und Winkeln durch einen Näherungsausgleich vollwertig ersetzt werden kann, wenn die mittleren Fehler der gemessenen Größen Unterschiede aufweisen, die etwa dem Gewichtsverhältnis 1:10 in dem oben gezeigten Beispiel entsprechen. In einem solchen Fall ist es dann einfacher, die Gewichte wegzulassen, die Widersprüche beispielsweise in Sekunden und Metern einzuführen und die Korrelatengleichungen getrennt aufzulösen.

## Referate

### Die geodätische Woche Köln 1950

Von Prof. Dr. K. H u b e n y, Graz

Vom 2. bis 8. Augustl. J. fand zum erstenmale seit Kriegsende in Köln eine Tagung geodätisch interessierter Kreise der deutschen Bundesrepublik statt. Eine besondere Bedeutung erhielt diese Tagung dadurch, daß sie von zahlreichen Vertretern des Auslandes als Tagungsteilnehmer und als Aussteller besucht war. Neben vielen anderen Ländern war die Schweiz durch eine stattliche Delegation von Tagungsteilnehmern und Ausstellern mit dem eidgenössischen Vermessungsdirektor Dipl.-Ing. H ä r r y an der Spitze und Österreich im Rahmen der österreichischen Kommission für internationale Erdmessung, des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen und der österreichischen Hochschulen vertreten. (Präsident a. D. Dipl.-Ing. L e g o, Hofrat Ing. N e u m a i e r, Prof. Dr. H u b e n y und Oberrat des Vermessungsdienstes Dr. B a r v i r.) Mit der Tagung verband sich eine sehr eindrucksvolle sehenswerte Ausstellung, die einen vorzüglichen Überblick über alle Gebiete des Vermessungswesens bot.

Zusammenfassend kann man sagen, daß sowohl das fachliche Niveau der einzelnen Vorträge als auch die in der Ausstellung gezeigte Schau geleisteter Arbeiten, neuer Entwicklungen im Instrumentenbau usw., die Leistungen und Aufgaben des Vermessungswesens in sehr wirkungsvoller Weise zeigten. Die nachfolgenden Zeilen sollen einige Auszüge aus jenen Vorträgen bringen, die mir für die österreichischen Fachkollegen von besonderem Interesse erscheinen.

Die Eröffnung der geodätischen Woche am 2. August 1950 wurde, festlich umrahmt von Beethovens Egmont-Ouvertüre und einem Satz aus Schuberts unvollendeter Symphonie, durch die Herren Ewingmann (D. V. W.), Löhr (D. V. M.), Prof. Dr. Harbert und den Oberbürgermeister von Köln vorgenommen.

Die Festrede, gehalten von Prof. Dr. Kneißl über das Thema „Die Geodäsie und ihre kulturelle Bedeutung in Wissenschaft und Technik“, galt der Bedeutung der Geodäsie im Streben des Menschen nach Erkennen und im Leben der menschlichen Gemeinschaft. „Des Weisen Amt ist Ordnen“. Wo tritt dieses Amt sinnfälliger in Erscheinung als in der Geodäsie? Jede Vermessung irgendwelcher Art hat doch den Zweck, über die Erdoberfläche, über die Lage und Größe der Dinge auf ihr Aufschluß zu geben und diese so der ordnenden Tätigkeit des menschlichen Verstandes zugänglich zu machen. Der Tätigkeit des Vermessungsingenieurs kommt also größte Bedeutung zu, denn: er hat die Ordnung zu pflegen. Wissenschaft aber ist Ordnung und Kultur ist Pflege und Erhaltung dieser Ordnung. Prof. Kneißl umriß in seinen weiteren Ausführungen die Stellung der Geodäsie in den Natur- und Geisteswissenschaften, ihre Gliederung in die einzelnen Teilgebiete und ihre Beziehungen zur Astronomie, zur Geophysik und zur Geologie. Im Zusammenhang mit der Deutung des Begriffes Erdfigur wies er auf die Notwendigkeit eines großen, gemeinsamen, auf Grund freier Vereinbarungen entstandenen Beobachtungsplanes mit dem Endziel der hypothesenfreien Darstellung des Geoids hin. Deutschland sei zu dieser Mitarbeit bereit.

Eine kleine Polemik richtete sich gegen die Beeinträchtigung der exakten Begriffswelt der Geodäsie durch angrenzende Fachgebiete. Die Geographie hat zu beschreiben, zu vergleichen; die Morphologie hat die Entstehung der einzelnen Formen und diese selbst zu erklären; die Topographie befaßt sich mit den geometrischen Formen der Erdoberfläche und der Geodäsie kommt in der Berührung mit diesen Fachgebieten die und nur die Aufgabe zu, die Erdoberfläche selbst und die Anordnung der Dinge auf dieser messend zu erfassen.

In der Ausnützung der Erkenntnisse der Naturwissenschaften im Leben der menschlichen Gesellschaft liegt das Wesen der Technik. Als Teilgebiet der Technik hat die Geodäsie Land- und Seckarten, Planungsunterlagen usw. zu liefern.

Die Schlußausführungen galten dem Werk des Geodäten. Sein Arbeitsfeld ist die Erdoberfläche mit ihren natürlichen und künstlichen Erscheinungen und Veränderungen. In der Größe dieses Werkes verschwindet der einzelne, es ist vor ihm und wird nach ihm sein. Mit der Kenntnis der Aufgaben der Geodäsie, die immer irgendwie auf die exakte Messung hinauslaufen, sind auch die Grenzen gegeben: die der höheren Geodäsie dort, wo Hypothesen beginnen, und die der niederen Geodäsie, wo die Extrapolation nötig wird. „Gefühle müssen schweigen, wenn die Meßzahl spricht“.

Der nächste Vortrag (Prof. Dr. Mears) brachte eine mit großem Interesse aufgenommene Auseinandersetzung mit dem Thema: „Die Erforschung des Weltalls als exakte Wissenschaft und als geisteswissenschaftliches Problem“. Der Vortragende führte in fesselnder Weise vor, wie die unvermeidbare Grenze der Genauigkeit einer Messung in der Frage nach dem „warum“ dieser Grenze zu einer philosophischen Frage wird. Das Objekt setzt der Messung gleichsam einen aktiven Widerstand entgegen; Prof. Mears deutet den „mittleren Fehler“ nicht nur als das Zeichen einer Quantität des Genauigkeitsgrades, sondern auch als Symbol der entscheidenden Grenze, der Verhinderung der Genauigkeit bis ins Letzte. Über- und Unterschätzung der Symbole bergen Gefahren in sich; in der Gegenwart zeigt vor unser aller Augen das weltanschauliche Ringen zwischen West und Ost die Bemühungen um die zutreffende Deutung.

Ein weiterer Vortrag von Prof. Muckermann „Der messende Mensch und die neue Anthropologie“ beschloß die Reihe der allgemeinen Vorträge und leitete zu den Fachvorträgen über, die Prof. Mintrop mit einem Vortrag „Zum Problem der Isostasie“ begann.

Auswertungen der Sprengung auf Helgoland am 18. April 1947 haben zur Entdeckung einer plastischen Schicht in der Erdkruste geführt, die unter dem norddeutschen Flachland in etwa 110 km Tiefe beginnt und etwa 8 km dick ist. Sie wird von einer kristallinen Schicht von etwa 65 km Dicke unterlagert, dann folgt weiteres Magma. Untersuchungen der Aufzeichnungen schwerer Erdbeben haben diese Ergebnisse bestätigt, so daß frühere Annahmen (die auf dem schwereren Sima schwimmenden leichteren Gebirge) ausgeschlossen erscheinen. Die Gebirge

werden zwar von einer plastischen Schicht getragen, aber sie schwimmen nicht in dieser. Die ungleiche Verteilung von Temperatur und Druck unter den Gebirgen (Festland) und den Ozeanen führt zu verschiedenen Dicken der plastischen und der unter ihr befindlichen kristallinen Schicht, die sich in Hebungen und Senkungen der Erdfigur bemerkbar machen.

In einem Bericht: „Die Bedeutung des Vermessungskreisels für die Geodäsie“ referierte Prof. Dr. R e l l e n s m a n n über die unter seiner Leitung durchgeführten Entwicklungsarbeiten am sogenannten „Meridianweiser“. Die erzielten Ergebnisse erreichten in der letzten Zeit eine mittlere innere Genauigkeit von  $\pm 3''$ . Dieses sehr beachtliche Ergebnis läßt Ausblicke auf die Verwendung des Kreisels in der Geodäsie zu. Nach der Meinung des Vortragenden kann er für die Triangulation 3. und 4. Ordnung eingesetzt werden, wobei zu überlegen ist, daß man durch den Richtungsweiser teilweise unabhängig von augenblicklichen Witterungsverhältnissen werden kann. In der anschließenden Diskussion wurde noch mitgeteilt, daß Störungen durch das Magnetfeld der Erde nicht beobachtet wurden. Nach der Meinung des Verfassers steht der weitgehenden Anwendung des Vermessungskreisels in der Geodäsie derzeit wohl noch die verhältnismäßig lange Zeit für die Durchführung einer Messung (2 Stunden) hindernd entgegen.

Prof. Dr.-Ing. K. R a m s a y e r stellte seinen „Entwurf einer geodätischen Funktionsrechenmaschine“ zur Diskussion. Der hiebei entwickelte Leitgedanke ist der, das Aufschlagen der trigonometrischen Funktionen beim Maschinenrechnen zu vermeiden. Prof. Ramsayer schlägt eine Lösung dieser Aufgabe vor, die eine Mechanisierung der Berechnung eines Funktionswertes aus gegebenen Näherungswerten darstellt. Mit Hilfe geeigneter Schablonen soll ein Näherungswert des gesuchten Funktionswertes zunächst in die Maschine eingestellt werden, etwa der Wert einer trigonometrischen Funktion für die nächst niedrigere runde Gradzahl. Mit Hilfe weiterer Schablonen sind die geeignet umgeformten Koeffizienten der Entwicklung der Funktion an der Näherungsstelle in die Maschine zu bringen und mit den Argumentunterschieden in dieser zu multiplizieren.

Prof. Dr. h. c. B e r t s c h m a n n, Zürich, berichtete über „Fortschritte im schweizerischen Vermessungswesen und im Instrumentenbau während des letzten Dezenniums“. Die Durchführung der staatlichen Vermessungsaufgaben obliegt in der Schweiz öffentlich bestellten Vermessungsingenieuren; die Auftragsvergebung, die Erstellung der Vorschriften und die Überwachung der Arbeiten liegt in der Hand staatlicher Behörden. Organisation und praktische Ausführung der Arbeiten sind weitgehend dem Ermessen des Ausführenden anheimgestellt. Diese Umstände lassen der Initiative des Einzelnen in der Methodik der Messung, in der Auswahl der Instrumente usw. weite Bewegungsmöglichkeit. Das schweizerische Vermessungswesen erhielt durch die Forderung nach der Sicherung der Ernährung im zweiten Weltkriege und die damit notwendige intensivere Nutzung der landwirtschaftlichen Gebiete starken Auftrieb, da innerhalb kurzer Zeit große Aufgaben bewältigt werden mußten. Die Rationalisierung der Vermessungsarbeiten wird durch die in der Schweiz übliche Einteilung des Bodens in drei Instruktionsgebiete erleichtert. Das Instruktionsgebiet I umfaßt Gebiete mit hochwertigem Boden (Städte); das Instruktionsgebiet II wertvolles Kulturland einschließlich der Dörfer und kleiner Städte; das Instruktionsgebiet III den größten Teil des Landes, nämlich Weiden, Wälder und Alpen mit insgesamt rund 2 Drittel der Gesamtfläche. Im Instruktionsgebiet III wurde die notwendige Rationalisierung durch die Einführung der Bildmessung für die Herstellung der Grundbuchs- und Übersichtspläne erzielt. Die geforderte Genauigkeit konnte ohne weiteres erreicht werden (zulässige Lagefehler für Grenzpunkte im Instruktionsgebiet I  $\pm 0,05 \text{ m}$ , im Instruktionsgebiet II  $\pm 0,16 \text{ m}$  und im Instruktionsgebiet III  $\pm 0,6 \text{ m}$ ).

Im zweiten Teil seines Vortrages brachte Prof. Bertschmann einen durch Lichtbilder unterstützten Überblick über die Instrumente und Geräte der Firmen Kern, Wild, Coradi und Haag-Streit.

Dipl.-Ing. G i g a s, Direktor des Institutes für Erdmessung in Bamberg, sprach über „Die Verwendung von Infrarot in der Triangulation 1. Ordnung“. Nach einigen Betrachtungen über die Schwierigkeiten und hohen Kosten der Beobachtung des Netzes 1. Ordnung erwähnte Ing. Gigas die Konstruktion eines Gerätes zur objektiven Zielerfassung unter Benützung eines elektrischen Auges. Derartige Photozellen reagieren nicht nur auf das sichtbare Licht, sondern auch auf

den langwelligen Teil des (unsichtbaren) Spektrums. Es liegt daher der Gedanke nahe, Infrarot in der Triangulation 1. Ordnung zu benützen. Derartige Versuche sollen in Amerika bereits im Gange sein.

Die physikalischen Grundlagen und Möglichkeiten der Verwendung von Infrarot in der Triangulation 1. Ordnung beleuchtete Dr. G ä r t n e r im anschließenden Vortrag über „Die Durchlässigkeit der getrübbten Atmosphäre im Ultra-Rot-Gebiet“. Der Vortragende zeigte die Grenzen, die der Durchlässigkeit der Atmosphäre gesetzt sind, und vertrat die Meinung, daß die Verwendung von Infrarot in der Geodäsie eine Rolle spielen könnte.

Oberregierungs- und Vermessungsrat B u n d s c h u h berichtete über „Die deutschen Dreiecksnetze“. Er entwickelte die meines Wissens schon anderswo in die Praxis umgesetzte Ansicht, daß das Reichs-Dreiecksnetz in seinem derzeitigen Zustand als Gebrauchsnetz für praktische Zwecke genüge und daß man es daher beibehalten solle. Ergebnisse von Neuberechnungen wären in der praktischen Landesvermessung nicht einzuführen.

Die Vorträge des 5. August waren der Bildmessung gewidmet. In einer vorausgehenden Versammlung wurde die Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie wieder ins Leben gerufen.

Der einleitende Vortrag von Prof. Dr. F i n s t e r w a l d e r über das Thema „Die Bedeutung der Photogrammetrie“ erwähnte zunächst die äußerst schwierige Lage der deutschen Photogrammetrie durch den Verlust aller großen Geräte und der weltbekanntesten feinmechanischen Werkstätten als Folge der Kriegereignisse. Die Photogrammetrie hat mit den modernen Auswertegeräten den Einzug der Maschine in das Vermessungswesen angebahnt. Trotz der damit erreichten Mechanisierung hat sie das Tätigkeitsfeld des Geodäten erweitert. In der Zukunft wird die Photogrammetrie in Deutschland weitgehende Anwendungsmöglichkeiten in der Raumordnung und -planung finden.

Über die großen weltwirtschaftlichen Probleme, welche die Erschließung unentwickelter Länder an die Bildmessung stellt, sprach der erste Ministerpräsident Hollands nach dem Krieg, Prof. Dr. S c h e r m e r h o r n, unter dem Thema „Die Idee der Photogrammetrie in der wirtschaftlichen Entwicklung“. Als maßgebend für die Entwicklung der Luftbildmessung bezeichnete der Vortragende

1. den Hunger nach Rohstoffen,
2. die Entwicklung unentwickelter Gebiete,
3. die Entwicklung von nationalen Staaten in Kolonialgebieten und
4. das Bedürfnis der Weltmächte nach Karten für den Krieg.

Oftmals stehe nicht an erster Stelle die topographisch messende Auswertung, sondern die Interpretation des Luftbildes (Geologie, Forstwesen, Bodenkunde und Landwirtschaft). Auf Grund der verschiedenen Anforderungen an das Luftbild ist es nicht möglich, ein und dasselbe Bild allen Zwecken dienlich zu machen. So bevorzugt beispielsweise die Photogeologie einen Bildmaßstab von 1:40.000, der für andere Zwecke, z. B. für das Forstwesen, unbrauchbar ist. Ein Versuch, gleichzeitig mit mehreren Kammeren zu fliegen, soll demnächst in Österreich verwirklicht werden. Die Interpretation des Luftbildes kann noch weiter ausgestaltet werden durch Verwendung von Infrarot-Material, durch zweckmäßige Filter und möglicherweise auch durch die Anwendung der Farbphotographie.

Durch den Krieg wurden die photogrammetrischen Verfahren kaum weiterentwickelt. Auch heute bestehen noch immer dieselben Fragen wie Bildwinkel, Bildformat, Kammerart und die Aerotriangulation hoher Genauigkeit. Eine Weiterentwicklung der Weitwinkelobjektive über die derzeit erreichte Grenze von 100° hinaus erscheint nicht zweckmäßig, da größere Bildwinkel für die Interpretation nicht mehr brauchbar sind. Hinsichtlich des Formates scheint man der Größe 24×24 cm den Vorzug zu geben.

In Amerika versucht man, das Multiplexgerät für die Überbrückung festpunktloser Räume heranzuziehen. Es dürften diese Bemühungen kaum Erfolge bringen, da dieses Gerät hierfür nie gedacht war. Die europäische Methode, durch Einsatz von Stereokartiergeräten erster Ordnung diese Aufgabe zu lösen, scheint erfolgversprechender. Horizontalabbildungen dürften wenig Verbesserungen bringen, möglicherweise jedoch das italienische Verfahren der Sonnenortung.

Amerikanischen Versuchen, durch Hochbefliegung Paßpunkte zu schaffen, scheint kein nennenswerter Erfolg beschieden zu sein.

Es ist nicht verwunderlich, wenn bei der Vergebung eines Auftrages zur kartographischen Aufnahme einer Fläche von  $80.000 \text{ km}^2$  (Persien) insgesamt vier völlig voneinander verschiedene Vorschläge zur Festpunktsbestimmung vorlagen. Es ist dies heute noch das Hauptproblem, wenngleich die europäische Methode der Lösung nähergekommen ist. Auch die Funkmessung könnte in vielen Fällen Festpunkte für die Aerotriangulation schaffen, wobei allerdings die Anschaffungskosten der Geräte zu hoch liegen. Die astronomische Ortsbestimmung kommt wegen der Lotabweichungen für diese Zwecke weniger in Frage; die Genauigkeit der Aerotriangulation ist größer als die der astronomischen Ortsbestimmung.

Es beginnt die Zeit, wo die Zusammenfassung der wirtschaftspolitischen Kräfte hohe Anforderungen an die Photogrammetrie stellen wird. Die internationale Planwirtschaft verlangt nach dem Luftbild mit seinen verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten. Bisher haben 10 Länder die internationale Landwirtschaftsorganisation um Ausbildung von Technikern für Zwecke der forstlichen Luftbildmessung ersucht. Auf der Konferenz von Lake Success wurde die Errichtung von zwei Instituten für Luftbildmessung durch die Organisation der Vereinten Nationen beschlossen.

Der Vortragende schloß mit dem Ausdruck seiner Überzeugung, daß mit Mithilfe der UN. auch das Luftbild die Menschen zusammenführen werde. „Wenn wir an die Zukunft Europas denken, müssen wir die internationale Zusammenarbeit pflegen; es ist restlos aus, wenn wir heute noch holländisch oder deutsch denken.“

Ein Vortrag von Prof. Dr. S c h w i d e f s k y, Wetzlar, über das Thema „Der photogrammetrische Instrumentenbau in Deutschland nach 1938“ schloß die Reihe der die Bildmessung berührenden Themen.

Der Internationale Kongreß in Rom im Jahre 1938 bot den letzten zusammenfassenden Überblick über den Stand der deutschen Photogrammetrie. Durch den Krieg trat vielfach eine Hemmung in der Entwicklung ein; der nachfolgende Bericht bezieht sich auf die Entwicklung des Instrumentenbaues bei der Firma Zeiss-Aerotopograph als jene Stätte, die als Schwerpunkt der Entwicklung photogrammetrischer Geräte in Deutschland gelten konnte.

a) Aufnahmegeräte. Dem schon bekannten, auch völlig verzeichnungsfrei konstruierten „Topogon“ folgte das Pleonobjektiv (Dr. Richter) mit der relativen Öffnung  $1:8$  und einem Bildwinkel von  $150^\circ$ . Dieses Objektiv besteht aus zwei Gliedern: einem, bestehend aus einer Linsenkombination entsprechend dem Topogon und einem zerstreuenden Glied. Die starke Verzeichnung gegen die Bildränder hin hebt einen Teil des Helligkeitsabfalles in diesen Zonen auf, so daß auch diese hinreichend durchgezeichnet werden. Ein Umbildegerät führt die Pleonaufnahme in eine Zentralprojektion über. Das „Telikon“ mit  $f = 75 \text{ cm}$  und relativer Öffnung  $1:6,3$  wurde für Aufnahmen aus großen Höhen entwickelt.

Verschiedene Versuche galten dem Problem, die Abweichung der Aufnahmerichtung von der Nadirrichtung zu bestimmen (synchrone Sonnenaufnahmen und Verwendung einer durch einen Kreisel stabilisierten Spiegelfläche); andere Arbeiten galten der Verbesserung des Überdeckungsreglers und der Kompensation der Bildwanderung.

b) Auswertegeräte. Am Stereoplanigraph wurden nur geringfügige Änderungen vorgenommen; auch der in Kürze wieder auf dem Markt erscheinende neue Planigraph weist, abgesehen von seiner Einrichtung für das Format  $24 \times 24 \text{ cm}$  und einigen weiteren Zusätzen, keine grundsätzlichen Änderungen auf.

Der Kleinautograph wurde, nachdem sich seine Brauchbarkeit auch für die Auswertung topographischer Aufnahmen erwiesen hatte (ursprünglich war er nur als Auswertegerät für Nahaufnahmen gedacht), einer ziemlich weitgehenden Verbesserung unterzogen.

Auch der bekannte „Multiplex“ war in die Weiterentwicklung eingeschlossen. Rotierende Blenden zur zeitlichen Bildtrennung, Schrägprojektoren, Versuche zur Verbesserung des einfachen Anaglyphenverfahrens kennzeichnen die hiebei eingeschlagene Richtung.

Wohl das interessanteste in dieser Zeit entwickelte Gerät ist der „Panagraph“. Sein Konstruktionsprinzip weicht von den bisherigen Prinzipien dadurch ab, daß beide Bilder in einer

Ebene nebeneinandergelegt und durch ein Doppelmikroskop betrachtet werden. Die Steuerung der Bilder erfolgt durch eine Anzahl von Getrieben und Differentialgetrieben; die Einstellung der Orientierungselemente und der Basiskomponenten ist auf einem übersichtlichen Schaltbrett vereinigt. Eine Erprobung dieses Geräts — ebenso auch des neuen Kleinautographen — konnte nicht mehr vorgenommen werden.

Für die Entzerrungsgeräte wurden Einrichtungen zum Einkopieren des Gitternetzes geschaffen; ein Kleinentzerrungsgerät wurde nach dem Multiplexprinzip (Ausnützung der großen Schärfentiefe der kleinen Brennweite) entwickelt.

Das Verfahren der Radialtriangulation in seiner mechanischen Durchführung (Bildschlitzverfahren) wurde durch eine Schlitzstanze soweit verbessert, daß Kartenmaßstab und Nadirdistanz berücksichtigt werden konnte; die Schlitzte wurden nicht mehr in das Bild, sondern in besondere Blätter eingestanz.

Praktisch sind alle diese Entwicklungen als Folge der Kriegsereignisse als verloren zu betrachten; ein Lichtblick hierbei ist aber, daß bei den Neuentwicklungen unbeschwert vom Vorhandensein maschineller Einrichtungen für ältere Konstruktionen gearbeitet werden kann. Neben dem schon erwähnten neuen Planigraph (Modell C 7) ist eine Schlitzstanze, ein neues Stereokartiergerät 2. Ordnung und ein Entzerrungsgerät im zukünftigen Produktionsplan enthalten. Von den weiteren Vorträgen seien wenigstens noch die Themen genannt:

„Der Braunkohlenbergbau im Vorgebirge bei Köln und die Veränderung der Erdoberfläche“ (Markscheider P e l t z, Köln).

„Schwierigkeiten des Vermessungswesens in geschlossenen Bergbaugebieten und Vorschläge zu deren Herabminderung“ (Prof. Dr. Dr. O. N i e m c z y k, Aachen).

„Stellungnahme des Vermessungsingenieurs zum gleichen Thema“ (Vermessungsdirektor O v e r h o f f, Essen).

„Das neue Zeiß-Opton Nivellier mit automatisch horizontierter Ziellinie“ (Dr. Ing. G. F ö r s t n e r, Oberkochen).

„Das rheinische Maß, seine wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung“ (Paul S t i c h l i n g, ö. best. Verm. Ing., Schwelm).

„Stand und die Entwicklung des Haupthöhennetzes“ (RVR Dr. W e r n t h a l e r, München)

„Zur Neugestaltung des amtlichen Kartenwerkes 1: 100.000“ (RuVR Dr. K o s t, Hannover).

„Das neue Flurbereinigungsgesetz“ (Reg.-Dir. H e i n k e l e, Ludwigsburg).

„Aufgaben des Vermessungsingenieurs bei der Deutschen Bundesbahn“ (Reichsbahnrat Dr. L o r k e, Wuppertal).

„Probleme der Katasterführung“ (Reg.-Dir. K u r a n d t, Wiesbaden).

„Die Katasterkarte als Rahmenkarte“ (Reg.-Dir. Prof. K ä s t n e r, Godesberg).

„Die Forderung der Wirtschaft an das Vermessungswesen“ (ö. best. Verm. Ing. Dr. Ing. B o n c z e k, Braunschweig).

„Wiederaufbau zerstörter Städte“ (Referenten ORR Dr. Z i n k a h n, Bonn, Prof. Doktor S c h w a r z, Köln, und Herr R e i t h, Köln).

Aus dieser letzten Zusammenstellung im Verein mit den vorher gegebenen kurzen Auszügen läßt sich die Mannigfaltigkeit der behandelten Themen, der aufgeworfenen Fragen und Probleme ersehen.

Unvollständig wäre dieser Bericht, wollte man die mit der Tagung verbundene Ausstellung nicht einer Besprechung unterziehen.

Neben einer Reichhaltigkeit, die nach vielen Stunden — eigentlich Tagen — der Besichtigung immerwieder Neues finden ließ, war ein wohlüberlegter Aufbau für diese, neben Deutschland auch von der Schweiz besichete Ausstellung kennzeichnend. Nur das Allerwesentlichste sei abschließend erwähnt.

Die Schweiz bot zunächst einen detaillierten Überblick über die Durchführung der Arbeiten der Grundbuchvermessung unter besonderer Unterstreichung des Einsatzes der Photogrammetrie.

Eine reichhaltige Schau — allerdings fast nur auf geodätische Instrumente beschränkt, boten die Schweizer Firmen Kern (Aarau) und Wild (Heerbrugg).

Die Fa. Kern zeigte u. a. die Verwendung von Hohlspiegeln bei Triangulationstheodoliten 1. Ordnung, das Kippstellerstativ zur rascheren Erreichung der Meßbereitschaft, eine Kippregel

mit festem, senkrecht angeordneten Fernrohr, ihre Doppelkreistheodolite und den selbstreduzierenden Präzisionstachymeter. Die Fa. Wild brachte ein Zusatzgerät zu ihrem Triangulationstheodolit für photographische Registrierung der Ablesung, einen Präzisionstachymeter mit direkter Ablesung sowohl der horizontalen Distanz als auch des Höhenunterschiedes zwischen Instrument und Latte, einen Theodolit von kleinsten Ausmaßen mit senkrecht stehendem Fernrohr (Einstellung geneigter Visuren durch Neigung eines vor dem Objektiv angebrachten Prismas) u. a.

Die Firmen Coradi und Haag-Streit brachten Auftragsgeräte u. a. zur Besichtigung; jedes einzelne Stück — ein Muster schweizerischer Präzisionsarbeit. Besonders bemerkenswert erschien mir die abgestimmte Serie von Koordinatographen in Verbindung mit einer Netzschablone von Haag-Streit, weiter dessen großer Koordinatograph und, als Detail erwähnt, das mit einer zentrischen Pikiervorrichtung ausgestattete Einstellmikroskop.

Wir konnten etwas bei der Besprechung der von unseren Schweizer Freunden gebotenen Schau verweilen, weil es sich nur um wenige Aussteller handelte. Unmöglich wäre es, auf all das näher einzugehen, was Deutschland bot. Daher soll nur einiges erwähnt werden.

Agfa-Leverkusen zeigte u. a. brillante Vergrößerungen, prachtvolle Farbbilder und Anaglyphen auf zweischichtigem Agfacolorpapier. Die Firmen Fennel, Breithaupt, Zeiß-Opton, Zeiß-Jena, Voigtländer, Askania, Ertel, Dennert und Pape, Thales, Brunsviga und viele andere brachten Weiter- und Neuentwicklungen ihrer Erzeugnisse. Erwähnenswert erscheint mir besonders eine Neukonstruktion von Zeiß-Opton, das Nivellierinstrument Ni2, über welches auch von Dr.-Ing. F ö r s t n e r in einem Vortrag berichtet wurde. Diese Neukonstruktion ist dadurch bemerkenswert, daß das Instrument nur mit Hilfe einer Dosenlibelle näherungsweise horizontalisiert werden muß; die Ziellibelle stellt sich durch ein im Instrument angeordnetes bewegliches Element von selbst horizontal. Die Wirkungsweise dieses Bauelements (als Kompensator bezeichnet) beruht auf dem Prinzip der Selbstaufrichtung eines Körpers unter dem Einfluß der Schwerkraft; der Kompensator hebt unter Benützung dreier reflektierender Flächen den Einfluß der Fernrohrneigung auf das in der Fadenkreuzebene entstehende reelle Bild gerade auf. Nähere Angaben erfolgten über dieses Bauelement nicht, da die Patenterteilung noch nicht erfolgt ist. Nach Angaben des Werkes ergab sich für eine nivellierte Strecke von 1 km bei durchschnittlichen Zielweiten von 50 m und Schätzung an der in Zentimetern geteilten Latte ein mittlerer Kilometerfehler der Doppelmessung von  $\pm 2$  mm. Das Instrument soll ohneweiteres eine ziemlich robuste Behandlung vertragen und gegen Temperatureinflüsse weitgehend unempfindlich sein. Weitere Einzelheiten deuten auf mögliche Weiterentwicklungen im Instrumentenbau hin, so z. B. die „endlose“ Feineinstellung bei Verzicht auf die Klemmvorrichtung und die gleichsam in zwei „Gängen“ erfolgende Fokussierung mit nur einem Einstellelement.

Das Instrument stand zur Besichtigung und zu Versuchen zur Verfügung; die Vorteile, die es zu bieten scheint, sind bestechend. Eine flüchtige Horizontierung — ohne jede weitere Operation ist die Ablesung an der Latte möglich. Ein störendes Hin- und Herpendeln kann sogar nach einer plötzlichen Änderung der Horizontierung nicht festgestellt werden; im Bruchteil einer Sekunde tritt völlige Bildruhe ein.

Eine Fülle von geodätischen und photogrammetrischen Arbeiten, Geräten der Markscheiderei, eine Schau des Bamberger Instituts (u. a. eine Einrichtung zur Messung größerer Entfernungen mit Hilfe hochfrequent modulierten Lichts, eine Darstellung der Ergebnisse der Geoidbestimmung) ergänzte die Ausstellung zu einer einzigartigen Schau über alle Gebiete des Vermessungswesens.

Über all dem in fachlicher Hinsicht Gebotenen wurde die Gelegenheit nicht versäumt, durch gesellschaftliche Veranstaltungen näheren persönlichen Kontakt zwischen den Teilnehmern der Tagung zu schaffen.

Ein Festabend am 3. August vereinte die deutschen Fachkollegen mit den ausländischen Gästen. Der Festrede Prof. Dr. B r e n n e c k e s (Berlin) folgte eine Ansprache des schweizerischen Vermessungsdirektors Dipl.-Ing. H ä r r y, in der dieser nach einer Anerkennung der „Geodätischen Woche Köln 1950“ als eindrucksvolle Demonstration wissenschaftlichen und technischen Fortschritts die Bedeutung der Zusammenarbeit unterstrich. Der Vermessungsingenieur hat über seine technische Treuhänderschaft über den Boden hinaus auch noch das Zusammen-

leben der Menschen zu schenken und muß jede Gelegenheit benützen, mit den technischen Maßnahmen zum freieren und glücklicheren Zusammenleben der Menschen beizutragen. Aus dem täglichen Bemühen um die Verbesserung der Existenzbedingungen wächst die Achtung von Mensch zu Mensch, von Land zu Land. Auf dieser Ebene gibt auch der Geodät seinen Beitrag zum Verständnis der Völker untereinander. Mit dem Wunsche, daß die „Geodätische Woche“ nur ein erster Schritt auf diesem Wege sei, schloß Dipl.-Ing. Härry seine mit herzlichem Beifall aufgenommenen Worte.

In einer weiteren Ansprache würdigte Präsident a. D. des österreichischen Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen Dipl.-Ing. Karl L e g o das Ergebnis der Veranstaltung und betonte, von Beifall unterbrochen, das Verständnis der österreichischen Vermessungsingenieure für die Bestrebungen ihrer reichsdeutschen Kollegen und überbrachte dem DVW die besten Grüße und Wünsche seines Ehrenmitgliedes in Österreich, des Professors Hofrat Dr. h. c. E. D o l e ž a l.

Nochmals, am 5. August, gab eine Dampferfahrt am Rhein Gelegenheit zu fröhlichem Beisammensein der Tagungsteilnehmer.

Abschließend wollen wir sagen, daß den Veranstaltern, den Fachreferenten und den Ausstellern der Geodätischen Woche Köln 1950 höchste Anerkennung gezollt werden muß. Möge diese Tagung der Auftakt einer neuen, von bestem Einvernehmen getragenen internationalen Zusammenarbeit sein!

## Geodätische Bodenseetagung in Zürich 1950

Die Bodenseetagung fand nach einer elfjährigen, durch den Krieg und die Nachkriegszeit bedingten Unterbrechung in der Zeit vom 23. bis 26. September 1950 in Zürich statt. Es nahmen daran teil von Bayern: Geheimrat Prof. Dr. M. N ä b a u e r, Prof. Dr. R. Finsterwalder, Prof. Dr. M. Kneissl, München; von Baden: Prof. Dr. H. Merkel, Karlsruhe; von der Schweiz: Prof. Dr. C. F. Baeschlin, Prof. F. Kobold, Prof. Dr. E. Imhof, Prof. Dr. M. Zeller, Prof. Dr. S. Bertschmann, Dr. P. Engi, Dr. E. Hunziker, alle aus Zürich, und Prof. Dr. W. K. Bachmann, Lausanne; von Österreich: Hofrat Prof. Dr. Aubell, Leoben, Prof. Dr. Hauer und Prof. Dr. Rohrer, Wien. Entschuldigt haben sich: Hofrat Prof. Dr. Dr. h. c. E. Doležal, Baden bei Wien; Prof. Dr. H. Löschner und Prof. Dr. F. Ackerl, Wien; Prof. Dr. Hubeny, Graz; Prof. Dr. Schlötzer, Karlsruhe; Prof. Dr. E. Gottwaldt und Prof. Dr. Ramseier, Stuttgart.

Mit der Tagung war die Besichtigung des Geodätischen Institutes, des Photogrammetrischen Institutes, des Kartographischen Institutes, des Geophysikalischen Institutes und der Kartensammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich verbunden. Außerdem wurde ein Überblick über die photogeologischen Arbeiten der Hochschule gegeben und die Sammlung von Karten der Schweiz im Pestalozzianum besichtigt. Auch den beiden bekannten führenden Fabriken für Optik und geodätische Instrumente Kern & Co. A. G., Aarau und Wild A. G., Heerbrugg, statteten die Teilnehmer einen Besuch ab, wobei sie von beiden Firmen in gastfreundlichster Weise empfangen wurden, wofür diesen wärmstens gedankt wird. Auf der Rückfahrt von Aarau nach Zürich ergab sich auch die Gelegenheit, den bekannten Konstrukteur Herrn Dr. h. c. Heinrich Wild zu besuchen.

Bei der Tagung gab Geheimrat Prof. Dr. N ä b a u e r einen Überblick über die wissenschaftlichen Ziele und die bisherigen Arbeiten der Bodenseetagung; Prof. Dr. F i n s t e r w a l d e r entwickelte ein Verfahren der Benützung von trigonometrischen Höhenmessungen als Grundlage von Geoidbestimmungen; Prof. Dr. K n e i s s l sprach über die Neuorganisation des deutschen Vermessungswesens.

Die Tagung beschloß ferner, den Landes-Vermessungsbehörden der fünf an den Bodensee angrenzenden Länder den Antrag zu stellen, im Jahre 1951 das Präzisionsnivelement um den Bodensee herum durchzuführen. Weiters soll die Neutriangulierung bis zum Hohentwiel ausgedehnt werden.

Die erfolgreiche Tagung gab den Teilnehmern reichlich Möglichkeit zum persönlichen Kontakt und zur Aussprache über wissenschaftliche Fragen. Den Schweizer Kollegen ist wärmster Dank abzustatten für die herzliche Aufnahme und für die vortreffliche Organisation. Es wurde festgesetzt, daß die nächste Tagung im kommenden Jahr in München stattfindet. R.

## Tagung für mathematischen Unterricht in Graz

In der Woche vom 25. bis 29. September 1950 fand an der Technischen Hochschule in Graz eine von der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft (gez: Prof. Dr. B a u l e, Prof. Dr. H o h e n b e r g und Prof. Dr. H o r n i c h) in Verein mit der Arbeitsgemeinschaft der Mathematiker und Darstellenden Geometer der Grazer Mittelschulen (gez: Prof. Dr. D o m o r a z e k und Prof. N e u m a n n) einberufene Tagung für den mathematischen Unterricht statt, die von mehr als 400 Hoch- und Mittelschullehrern aus dem gesamten Bundesgebiet besucht war. Bei der Tagung wurden vor allem Fragen des Mittelschulunterrichtes in der Mathematik und Darstellenden Geometrie, aber auch allgemein mathematisch wissenschaftliche Themen in zahlreichen Einzelreferaten behandelt. Hier sei besonders hervorgehoben, daß laut Tagungsprogramm ein ganzer Tag der sechstägigen Vortragsreihe ausschließlich der Vermessungskunde als dem ältesten Anwendungsgebiete der Mathematik gewidmet war. Das Vortragsprogramm dieses Tages bestritten Prof. Dr. K a r l H u b e n y, Vorstand der 1. Lehrkanzel für Geodäsie an der Technischen Hochschule in Graz, und Obervermessungsrat Ing. O s k a r A p p e l, Leiter der Neuvermessungsabteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien.

Prof. H u b e n y erörterte zunächst in außerordentlich anschaulicher Weise die grundlegenden Probleme der Erdmessung (Ermittlung der Erdfigur) und der Landesvermessung (Triangulierung und Festlegung der Netzpunkte 1. Ordnung auf dem Bezugsellipsoid, sowie Abbildung in der Ebene). In einem außerordentlich interessanten zweiten Vortrag behandelte Prof. H u b e n y die theoretischen Grundlagen der Erd- und Luftbildmessung. Den auch für Nichtgeodäten sehr klar und verständlich gehaltenen theoretischen Ausführungen folgten turnusweise Führungen durch die reichhaltige Instrumenten- und Geräte-Sammlung der Geodäsie-Lehrkanzel an der Technischen Hochschule, welche allergrößtem Interesse begegneten.

Die theoretischen Ausführungen des Prof. H u b e n y über die mathematischen Probleme der Geodäsie und der Photogrammetrie fanden eine wertvolle Ergänzung in einem Referat des Leiters der Neuvermessungsabteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, Obervermessungsrat Ing. A p p e l, über die Aufgaben des staatlichen Vermessungsdienstes. Im einzelnen behandelte der Vortragende die astronomischen Arbeiten zur Positions- und Azimutbestimmungen im Dreiecksnetz 1. Ordnung, die geophysikalischen Messungen (Gravimetermessungen und erdmagnetische Messungen), das Präzisionsnivelement, die Landstriangulierung einschließlich der Basismessung, die Katastralvermessung, die topographische Landesaufnahme unter besonderer Verwendung der Erd- und Luftbildmessung, schließlich die Aufgaben der Kartographie und der Kartenreproduktion. Ein reichhaltiges Plan- und Kartenmaterial sowie zahlreiche Tableaux veranschaulichten die in den letzten Jahren durchgeführten Arbeiten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen.

*Appel*

## Kleine Mitteilungen

### Prof. Dr. Ilmari Bonsdorff †

Am 17. Oktober 1950 verschied in Helsinki der Begründer und langjährige Leiter des berühmten Finnischen Geodätischen Institutes, Prof. Dr. Ilmari B o n s d o r f f. In ihm verliert die Geodäsie einen ihren hervorragendsten Vertreter, dem neben Prof. Dr. W. H e i s k a n e n in erster Linie der großartige Aufschwung der Geodäsie in Finnland nach dem ersten Weltkrieg zu verdanken ist. B o n s d o r f f begann seine wissenschaftliche Laufbahn als Astronom an der Sternwarte Pulkowo, von wo er 1918 in seine Heimat zurückkehrte. Er ist nicht nur durch seine wissenschaftlichen Arbeiten weit über die Grenzen seines Vaterlandes bekannt geworden, sondern auch als der eigentliche Begründer und ständige Generalsekretär der Baltischen Geodätischen Kommission und durch seinen wichtigen Anteil an der Union Géodésique et Géophysique Internationale. Freilich hat er sich in den letzten zehn Jahren seines Lebens krankheits halber immer mehr zurückgezogen und war auch seit eineinhalb Jahren als Professor emeritiert. Im vorigen Jahre wurde ihm anlässlich seines 70. Geburtstages eine umfangreiche und sehr gediegene Fest-

schrift gewidmet, zu deren Mitarbeitern außer den bedeutendsten Fachvertretern der nordischen Staaten auch B. Gutenberg, K. Oltag, P. Tardi und F. A. Vening Meinesz zählten, ein Beweis für das hohe Ansehen, das B o n s d o r f f auch in den internationalen Fachkreisen genoß.

*K. Ledersteiger*

### **Sektionschef Dipl.-Ing., Dr. techn. Josef Wolf — 70 Jahre**

Es erscheint den vielen Verehrern, die sich S.-Ch. Dr. W o l f während seiner 43jährigen Dienstzeit verdienstermaßen gewonnen hat, ganz paradox, daß der langjährige und doch so jugendlich aussehende Vertreter des Eich- und Vermessungswesens im Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau schon ein Siebzigerjähriger sein soll!

Die Mitglieder des Österreichischen Vereines für Vermessungswesen, dessen Ehrenmitglied S.-Ch. W o l f ist, sind jedoch durch ihren Obmann, Hofrat Professor D o l e ž a l, bereits an solche Widersprüche in der Natur gewöhnt und geben sich daher der Erwartung hin, in diesem Falle ein neues Beispiel ewiger Jugend zu erleben.

Es ist für das österreichische Vermessungswesen ein großer Glücksfall gewesen, daß sich zu dem Organisator Hofrat D o l e ž a l in der Persönlichkeit des S.-Ch. W o l f der erfahrene Verwaltungstechniker gesellte, der die Bedeutung von D o l e ž a l s Plänen erkannte, sie zur Ausführung brachte und auch weiterhin ausbaute. Dank seiner langjährigen Tätigkeit war es ihm auch möglich, dieses hervorragende Werk österreichischer Verwaltungsreform vor den in den ersten Jahren einer jeden Neuschöpfung so häufig auftretenden Gefahren zu bewahren.

Das Lebenswerk des S.-Ch. W o l f ist die Schaffung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen; deshalb ist es selbstverständlich, daß die österreichischen Vermessungs- und Eichbeamten ihren Dank hierfür immer wieder zum Ausdruck bringen.

Wenn man aber das ganze arbeitsreiche Leben des S.-Ch. W o l f überblickt, dann muß man auch seine vielseitige Tätigkeit berücksichtigen, die ihm als Leiter der Sektion II des Bundesministeriums für Handel und Wiederaufbau zukam, die außer dem Eich- und Vermessungswesen, das Beschußwesen, die Wasserwirtschaft mit dem Wasserkraftkataster, das Maschinen- und Dampfkesselwesen, die Elektrotechnik, das Normenwesen und das Technische Versuchswesen umfaßte. Hierbei handelte es sich nicht nur um die Leitung gut eingerichteter, jahrzehntelang bestehender Verwaltungszweige, sondern um deren Wiederaufbau nach den Jahren der Zerstörung, was nur das reiche Wissen und die große Erfahrung eines so bewährten Verwaltungstechnikers, wie es S.-Ch. W o l f ist, leisten konnte.

Deshalb fanden sich anlässlich seines 70. Geburtstages zahlreiche Abordnungen aus dem Beamtenstande und der Privatwirtschaft ein, um dem Jubilar bei diesem Anlaß die Gefühle ihrer Dankbarkeit und Verehrung zum Ausdruck zu bringen. Unter den Gratulanten war auch Präsident Dipl.-Ing. U h l i c h mit einer Abordnung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen erschienen, dem sich Alt-Präsident L e g o namens des Österreichischen Vereines für Vermessungswesen angeschlossen hatte.

L.

### **Prof. Dr. A. Buchholtz — 70 Jahre**

Am 5. November 1950 vollendete Dr. Atwill B u c h h o l t z von der Technischen Hochschule Dresden, an der er als Nachfolger des bekannten Geodäten Professor Dr. Paul W e r k m e i s t e r Vorstand der Lehrkanzel für das gesamte Gebiet der Geodäsie war, sein 70. Lebensjahr. Vorher war er Professor an der Technischen Hochschule in Riga, an der bekanntlich von 1864 bis 1873 der Professor für Praktische Geometrie an der Wiener Technischen Hochschule Dr. Anton S c h e l l Vorstand der gleichen Lehrkanzel war.

Professor Dr. B u c h h o l t z ist ein bekannter Fachmann auf dem Gebiete der Photogrammetrie, der sich speziell durch seine fehlertheoretischen Untersuchungen über Aerotriangulation hervortat. Den österreichischen Geometern ist er außerdem durch seine Mitarbeit an der Festschrift „Eduard Doležal“ in bester Erinnerung. Der Österreichische Verein für Vermessungswesen und die Österreichische Gesellschaft für Photogrammetrie haben daher Herrn Professor B u c h h o l t z namens aller österreichischen Geometer und Photogrammeter die herzlichsten Glückwünsche zu seinem 70. Geburtstag ausgesprochen.

L.

## Inaugurationsfeier an den Technischen Hochschulen in Wien und Graz

An der Technischen Hochschule Wien fand am 4. November 1950 die feierliche Inauguration des für das Studienjahr 1950/51 gewählten Rector magnificus Dr. phil. Ludwig F l a m m, o. Professor für Physik, statt. Der Prorektor, Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl G i r k m a n n, o. Professor für Technische Mechanik, erstattete zuerst den Bericht über seine Amtstätigkeit, worauf der neugewählte Rector seine Antrittsrede über: „Das Werden des physikalischen Weltbildes“ hielt.

An der Technischen Hochschule in Graz fand keine Inauguration statt, da der vorjährige Rector magnificus Dipl.-Ing. Dr. techn. Alois P e n d l, o. Professor für Straßen-, Eisenbahn- und Tunnelbau, sowie der vorjährige Prorektor Dipl.-Ing., Dr. techn., Architekt Friedrich Z o t t e r, o. Professor für Baukunst und Entwerfen, auch in diesem Studienjahr ihre Funktion weiter ausübten.

An der Technischen Hochschule Wien ist D e k a n der Fakultät für Angewandte Mathematik und Physik Dr. techn. Rudolf I n z i n g e r, o. Professor für Mathematik, und an der Technischen Hochschule in Graz ist D e k a n der Fakultät für Bauingenieurwesen, der dort die Unterabteilung für Vermessungswesen untersteht, Dipl.-Ing., Dr. techn. Erich F r i e d r i c h, ao. Professor für Betonbau.

## Von der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung

An Stelle des verstorbenen Professors Dr. M. N ä b a u e r ernannte der Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften den Professor Dr.-Ing. Max K n e i ß l, Direktor des geodätischen Institutes der Technischen Hochschule München, zum „Ständigen Sekretär“ der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung.

## Gründung der Deutschen Geodätischen Kommission

Am 8. Dezember 1950 fand in den Räumen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften unter dem Vorsitz ihres Präsidenten o. Professors Dr. Heinrich M i t t e i s die Gründungsfeier und Eröffnungssitzung der Deutschen Geodätischen Kommission statt. Sie wurde auf Antrag der Geodätischen Institute, der Technischen Hochschulen und der Vertreter der Vermessungsverwaltungen errichtet und hat die Aufgabe, die geodätische Forschung besonders zu pflegen und die deutsche Geodäsie bei den internationalen wissenschaftlichen Vereinigungen zu vertreten. Sie hat weiter die Aufgabe, die Forschungsergebnisse der Praxis zugänglich zu machen und durch einen regen Erfahrungs- und Gedankenaustausch, insbesondere auch mit dem Ausland, die internationalen Erdmessungsarbeiten zu unterstützen und die Entwicklung der Landesvermessungsmethoden zu fördern. Im kommenden Jahr wird der Deutschen Geodätischen Kommission ein eigenes Forschungsinstitut (Deutsches Geodätisches Institut) angegliedert.

Bei der Gründungs- und Eröffnungssitzung war das bayerische Finanzministerium sowie das Ministerium für Kultus und Unterricht vertreten, sowie die meisten Geodäsieprofessoren der Technischen Hochschulen, der Präsident des Bayerischen Landesvermessungsamtes sowie die Leiter vieler Hauptvermessungsabteilungen erschienen. Nach der Eröffnungsrede des Präsidenten der Akademie Prof. Dr. M i t t e i s sprach Professor Dr. Ing. K n e i ß l über die Aufgaben und Ziele der Deutschen Geodätischen Kommission, worauf Staatsrat Dr. W e i n z o l d vom Bundesministerium für Kultus und Unterricht und der Vertreter des bayerischen Finanzministeriums die Förderung und Unterstützung dieser für die deutsche geodätische Wissenschaft bedeutungsvollen Institution versprochen. Sodann überbrachten Professor Dr. Ing. e. h. Dr. e. h. C. F. B a e s c h l i n, als Präsident der Schweizerischen Erdmessungskommission und Vizepräsident der Internationalen Assoziation für Geodäsie, und Dipl.-Ing. Karl L e g o, als Präsident der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung, die Glückwünsche ihrer Körperschaften. Zum Schluß hielt Professor Dr. B r e n n e c k e einen tief bewegenden und von hohem Idealismus getragenen Vortrag über die Aufgaben des Vermessungsingenieurs.

Bei der am Nachmittag desselben Tages stattgefundenen Wahl wurde o. Professor Dr. Ing. Max K n e i ß l, Direktor des geodätischen Institutes an der Technischen Hochschule München, zum P r ä s i d e n t e n der Deutschen Geodätischen Kommission gewählt. L.

## Institut für Angewandte Geodäsie

Das Bundesministerium des Innern für Westdeutschland hat den Namen des Institutes für Erdmessung (früher Reichsamt für Landesaufnahme, Trigonometrische Abteilung) in „Institut für Angewandte Geodäsie“ abgeändert. Gleichzeitig wurde der Sitz des Institutes mit 1. September 1950 von Bamberg nach Frankfurt am Main, Friedberger Landstraße 32/5, verlegt. Das unter der Leitung seines rührigen Direktors Dipl.-Ing. Erwin G i g a s stehende Institut ist international bekannt durch seine Arbeiten am zentraleuropäischen Dreiecksnetz sowie durch eine große Anzahl wertvoller Publikationen, die als „Veröffentlichungen des Institutes für Erdmessung“ (bisher sind 10 Hefte erschienen) und als „Arbeiten aus dem Institut für Erdmessung“ herausgegeben werden.

### Neuwahl des Vorstandes des Deutschen Vereins für Vermessungswesen

Am 6. August fand in Köln die Hauptversammlung des Gesamt-DVW. statt, auf der in den Vorstand gewählt wurden:

Vorsitzender: Prof. Dr. E. H a r b e r t, Braunschweig,  
 Stellvertretender Vorsitzender: Reg.-Direktor H a m s V e i t, München,  
 Schatzmeister: Vermessungs-Oberinspektor Georg M o h r, Wiesbaden,  
 Schriftführer: Reichsbahnrat A h r e n s, Hannover.

Als Schriftleiter der Zeitschrift für Vermessungswesen wurden Prof. Dr. F i n s t e r - w a l d e r, München, und Prof. Dr. G r o ß m a n n, Hannover, für ein weiteres Jahr bestätigt.

## Literaturbericht

### Buchbesprechungen

M. N ä b a u e r, V e r m e s s u n g s k u n d e, 3. Auflage, X u. 435 S., 460 Abb., Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1949.

Dieses Buch, das als Band 4 der von R. O t z e n herausgegebenen Handbibliothek für Bauingenieure nun in 3. Auflage erschienen ist, weist im Vergleich zu der im Jahre 1932 herausgekommenen 2. Auflage eine größere Anzahl von Ergänzungen und Verbesserungen auf. So wurden Erweiterungen in den Abschnitten über Linsenoptik und über die Genauigkeit der trigonometrischen Punktbestimmung vorgenommen. Die Tachymeter sind durch die Beschreibung des Zeiss-Dahlta ergänzt worden. Die Photogrammetrie hat dank ihrer raschen Entwicklung und stets wachsenden Bedeutung eine breitere Gestaltung erfahren. Als wertvollste Ergänzung der Absteckungsverfahren erscheint die Aufnahme der Kurvenabsteckung nach dem Winkelbildverfahren von N a l e n z - H ö f e r - S c h r a m m, dessen wesentlichste Grundzüge in kurzer und übersichtlicher Zusammenstellung behandelt werden.

N ä b a u e r s Vermessungskunde wendet sich — wie schon bisher — in erster Linie an jene Bauingenieure, denen an einem tieferen Studium des Vermessungswesens gelegen ist, weiters an die Auslandingenieure, denen im allgemeinen kein Vermessungsspezialist zur Seite steht. Die Einteilung des Werkes in die Abschnitte: Elemente der Fehlertheorie, Elemente der Instrumentenkunde, Aufnahmearbeiten, Planherstellung und Flächenberechnung, Absteckungsarbeiten zeigt im Hinblick auf andere Werke der Vermessungskunde die Eigentümlichkeit, daß hier die Behandlung der meisten Instrumente in einen eigenen Abschnitt zusammengefaßt ist. Diese Einteilung ist allerdings nicht streng durchgeführt; so werden zum Beispiel die Barometer, die Planimeter, insbesondere aber die photogrammetrischen Instrumente erst in den Abschnitten Aufnahmearbeiten bzw. Planherstellung und Flächenberechnung besprochen.

Neben den ziemlich knapp gehaltenen Elementen der Fehlertheorie findet man in den Kapiteln über Theodolitpolygonzüge, Photogrammetrie, Papieränderung, Planherstellung und Flächenberechnung ziemlich weitgetriebene Fehleruntersuchungen, die sicher über die Bedürfnisse des Bauingenieurs hinausgehen. Sie sind ein wertvolles Zugeständnis an den Vermessungsingenieur, für den hier besonders auf fehlertheoretischem Gebiet manches Problem, das sonst kaum beachtet wird, in recht interessanter Weise behandelt ist. Außerdem möge auch auf die schöne Darstellung der Optik und der Wirkungsweise der Winkelprismen, ferner auf die Methoden der Aufnahme mit dem Meßtisch, die Besprechung der selbstreduzierenden Tachymeter und die Anleitung zur Herstellung von Horizontalplänen hingewiesen werden.

Wie auch in den früheren Auflagen, fällt der reiche Schatz an Literatur auf, aus dem der Autor auf Grund jahrzehntelanger Erfahrung geschöpft hat. Eine überaus umfangreiche Sammlung von Fußnoten gibt dem Interessenten an jeder Stelle des Buches wertvolle Hinweise auf Unterlagen zu einem tieferen Eindringen in den behandelten Stoff. N ä b a u e r s Vermessungskunde kann daher nicht nur dem Bauingenieur, sondern auch dem Vermessungsingenieur zur Erweiterung und Vertiefung seiner geodätischen Kenntnisse bestens empfohlen werden.

F. H a u e r

Hans Haalck: I. Die vollständige Bestimmung örtlicher gravimetrischer Störungsfelder aus Drehwaagemessungen mit Berechnungsbeispiel. II. Das physikalische Bildungsgesetz der Figur der Erde, Veröffentl. d. Geod. Inst. Potsdam, Nr. 4, Deutsche Akad. d. Wiss. Berlin, 1950, 53 Seiten.

I: Die entwickelte Berechnungsmethode zeichnet sich durch besondere Einfachheit aus und ist daher für die Praxis sehr empfehlenswert. Das Verfahren geht von den Isanomalien der vier Drehwaagengrößen aus, die so korrigiert sein müssen, daß sie für ein vollkommen ebenes horizontales Untersuchungsgebiet gelten. Die auf Grund graphisch geglätteter Werte hergestellten Isanomalienkarten werden mit einem quadratischen Raster mit einer Seitenlänge von etwa 250 m überzogen und aus den Werten in den Eckpunkten unter Verwendung der linearen Glieder Taylorscher Entwicklungen für das Potential und seine beiden ersten Ableitungen die Größen  $W_{zzz}$ ,  $W_{zzx}$  und  $W_{zzy}$  abgeleitet. Erstere geht aus den Isanomalendarstellungen von  $W_{xz}$  und  $W_{yz}$ , die beiden letzteren analog aus den Isanomalendarstellungen von  $2W_{xy}$  und  $W_{\Delta}$  hervor. Als Ausgangseinheit dient jeweils  $10^{-9}$  cgs. Zur Zerlegung der Schwerestörung in einen regionalen und einen lokalen Anteil wird der jeweilige, aus den Ecken des Quadratnetzes gewonnene Mittelwert als regionaler Anteil in Abzug gebracht. Sodann wird aus den Horizontalgradienten  $W_{xz}$  und  $W_{yz}$  vermöge der Taylor-Entwicklung von  $W_z$  die örtliche Verteilung der Schwerkraft entlang von Vertikal- und Horizontalprofilen berechnet und die Berechnungsprofile nach einem einfachen Verfahren auf gleiches Niveau gebracht. Als Basiswert für die Nullkurve dient am besten der mittlere Schwerewert des Untersuchungsgebietes. Ähnlich folgen aus den Größen  $W_{zzx}$  und  $W_{zzy}$  die Isanomalien des Vertikalgradienten  $W_{zz}$  und hieraus mit  $W_{\Delta}$  die noch unbekanntes zweiten Differentialquotienten  $W_{xx}$  und  $W_{yy}$ . Aus senkrechten Profilen werden daraus die Horizontalkomponenten  $W_x$  und  $W_y$  der Schwere und in weiterer Folge die Komponenten der Lotstörung und die lokale Form des Geoides ermittelt. Für die praktische Geophysik, das heißt für Rückschlüsse auf Dichteungleichheiten im Untergrund, eignen sich am besten die Isanomalien von  $W_z$ ,  $W_{zz}$  und  $W_{zzz}$ , weil in ihnen die Wirkung der Störmassen mit verschiedenen Potenzen des Abstandes abnimmt. Dabei tritt  $W_{zz}$  wegen der Beeinflussung durch oberflächennahe, in größerer horizontaler Entfernung befindlicher Störmassen an Wichtigkeit zurück. Dieses überaus instruktive Verfahren wird am Beispiel des Meßtischblattes Weddingstedt in Holstein praktisch belegt. Insbesondere werden Tiefenberechnungen aus der dritten vertikalen Ableitung  $W_{zzz}$  für 24 Punkte durchgeführt.

II: Die zweite Arbeit bringt eine verbesserte Theorie der normalen, aus dem hydrostatischen Gleichgewicht definierten Erdgestalt, die strenge alle Größen von der Ordnung des Quadrates der Abplattung berücksichtigt. Sie zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß sie fast

vollständig unabhängig ist von dem unbekanntem Dichtegesetz im Erdinneren. H a a l c k s Normalsphäroid verläuft im Gegensatz zum B r u n s c h e n Niveausphäroid ganz innerhalb des achsengleichen Rotationsellipsoides, wobei der maximale Abstand unter  $45^{\circ}$  Breite nur 3.7 m beträgt. Der Parameter, durch den sich der Radiusvektor des Normalsphäroids vom Radiusvektor des Rotationsellipsoides unterscheidet, wird für die beiden Grenzfälle einer homogenen und einer im Mittelpunkt konzentrierten Erdmasse berechnet und sodann unter der Annahme bestimmt, daß sein wirklicher Wert im gleichen Verhältnis zwischen den Grenzwerten liegt wie der wirkliche Wert des Quadrates der Abplattung zwischen den entsprechenden Grenzwerten. Für die numerische Auswertung der theoretischen Formeln werden die Zahlenwerte  $(g_{00} - g_0) : g_0 = 0.0052\ 890$  und  $\omega^2 a : g_0 = 0.0034\ 678$  zugrundegelegt. Ersterer ist so angenommen worden, daß das erweiterte C l a i r a u t s c h e Theorem die H a y f o r d s c h e Abplattung ergibt. Die Formel für die normale Schwerkraft erfordert für den Übergang vom Normalsphäroid auf das Internationale Erdellipsoid noch eine kleine Korrektur. Einige kritische Bemerkungen über die Begriffe Lotstörung, Lotablenkung und Lotabweichung beschließen die überaus klare Untersuchung.

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

A s t r o n o m i s c h - G e o d ä t i s c h e s J a h r b u c h f ü r 1951, herausgegeben vom Astronom. Rechen-Institut in Heidelberg, Verlag G. Braun, Karlsruhe.

Das Astronomisch-Geodätische Jahrbuch hat sich in den beiden vorhergehenden Jahren sehr gut bewährt und es ist ihm eine stets zunehmende Verbreitung zu wünschen. Hinsichtlich der Vorzüge seiner Einrichtung darf auf die Besprechung in Heft 1/2 dieses Jahrganges verwiesen werden. Der neue Band ist besonders dadurch ausgezeichnet, daß er anhangsweise eine von A. K o p f f und F. G o n d o l a t s c h verfaßte Neubearbeitung der im Berliner Jahrbuch für 1916 erschienenen „Grundbegriffe der Sphärischen Astronomie“ von F. C o h n und J. P e t e r s enthält. Diese bringen in möglichst präziser Fassung alle notwendigen Definitionen und numerischen Angaben und sind geeignet, den Gebrauch des Jahrbuchs wesentlich zu erleichtern.

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

## 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. 1950)

- Nr. 9. S l a w i k, Die Geodätische Woche in Köln 1950. — R e i t h, Bodenwirtschaftliche Aufgaben des Liegenschaftsamtes einer zerstörten Großstadt. — S e e l i g, Umlegung und Zusammenlegung nach dem Gesetz über den Aufbau der Hansestadt Hamburg vom 11. April 1949. — K e n n e m a n n, Zur Numerierung und Darstellung der Neupunkte bei Festpunktverdichtungen.
- Nr. 10. (Ident mit Heft 3 von „Bildmessung und Luftbildwesen“.) R o o s, Über die Definition des Bildhauptpunktes und der Aufnahmeachse. — S u t o r, Photogrammetrische Rekonstruktionen aus einem einzigen Amateurphoto. — Bericht über die Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie e. V. auf der Geodätischen Woche in Köln am 6. August 1950. — S u t o r und B u r k h a r d t, Die Photogrammetrie auf der Geodätischen Woche 1950 in Köln. — Blick ins Ausland. — Hauptversammlung des Gesamt-DVW am 6. August 1950 in Köln.

Bayerischer Verein für Vermessungswesen, Mitteilungsblatt,  
München (1. Jahrg. — 1949)

Heft 1. Satzung des Bayerischen Vereins für Vermessungswesen. — Bericht über die Gründungs-

versammlung des Bayerischen Vereins für Vermessungswesen am 10. August 1948. — Bericht über die 1. Mitgliederversammlung am 20. Dezember 1948. — Erweiterung des Vorstandrates, Arbeitskreise. — K n e i ß l, Stand und Entwicklung des Vermessungswesens. — F i n s t e r w a l d e r, Die Zeitschrift für Vermessungswesen.

- Heft 2. Vermessungstechnische und kartographische Arbeitstagung in München 1949. — Ansprache des Herrn Staatsministers der Finanzen Dr. H. Kraus bei der Eröffnung der kartographischen Ausstellung des B. V. W. in München am 31. März 1949. — Begrüßungsansprache des 1. Vorsitzenden des B. V. W. Reg.-Dir. H. Veit zur vermessungstechnischen und kartographischen Arbeitstagung in München am 31. März 1949. — Bericht über die Gründungsversammlung des Deutschen Vereins für Vermessungswesen, Landesverein Baden. — Vermessungstechnische und kartographische Arbeitstagung in Frankfurt a. Main. — „Geodätisches Kolloquium“ an der Technischen Hochschule München. — M e y e r h u b e r, Die mechanische Eintragung von Kartenzeichen für Nutzungsarten in großmaßstäbliche Kartenoriginalen auf transparenten Zeichenstaffeln.
- Heft 3. K n e i ß l, Dem Geheimen Baurat o. Professor Dr. Ing. habil. Martin Näbauer zum 70. Geburtstag. — Veröffentlichungen des Geheimen Baurats Dr. Ing. Martin Näbauer, o. Professor der Geodäsie und Topographie an der Technischen Hochschule in München. (Stand vom 1. Oktober 1949.) — Bericht über den Internationalen Ingenieur-Kongreß 1949 in Konstanz. — K n e i ß l, Was sagt der Topograph zur Frage der landeskundlichen Beschreibung einer topographischen Karte 1:25.000? — H e i n d l, Feste und bewegliche Bilder beim rechtwinklig-gleichschenkligen Prisma.

(2. Jahrg. — 1950)

- Heft 1. Bericht über die 2. Mitgliederversammlung des BVW. — Rückblick - Vorschau. — H u b e r, Die Anwendung der Polaraufnahme im Neuvermessungs- und Fortführungsdienst unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit.
- Heft 2. Bildung eines Gesamtvereins „Deutscher Verein für Vermessungswesen DVW.“ — V e i t, Zum Entwurf eines Bayerischen Baugesetzes. — G r o l l, Klarstellung der Begriffe Raumordnung-, Landes- und Ortsplanung.

Bulletin de la Société belge de Photogrammétrie. Brüssel (Jahrg. 1950)

- Nr. 19. N i s t r i, Développement modernes de la Photogrammétrie Aérienne. — K a s p e r, Pour l'unité des méthodes de contrôle des objectifs Photogrammétriques.

Geodetski List, Zagreb (4. Jahrg. — 1950). In jugoslawischer Sprache. Artikel fallweise mit kurzem Kommentar in deutscher, bzw. in französischer Sprache versehen.

- Nr. 1-3. F i l a t o v, La machine à calculer „Zagreb“. — Č r n i v e c, La numération des sections trigonométriques et des plans en échelle 1:5000. — K a r l i ć, Le travail à l'aide des tachéomètres auto-réducteurs exige-t-il moins temps que le travail d'après la méthode Reichenbach? — Š o š t a r i c, Pyramides en fer. — T o m a š e g o v i ć, La photogrammétrie dans l'économie forestière. — R u k a v i n a, Le report du réseau de carrés dans les levés de longues et étroites zones de terrain. Quelques directions pratiques.

Journal du Géomètre-Expert immobilier, Brüssel (Jahrg. 1950)

- Nr. 1-2. H u l a n i c k i, La profession de géomètre-expert immobilier et l'économie du sol urbain. Sonderheft. 7<sup>iem</sup>e Congrès International des Géomètres tenu à Lausanne du 23 au 27 août 1949 par la Fédération Internationale des Géomètres.
- Nr. 3. M o r e l, La Technique du Remembrement, en France. — C u e i l l i s pour les Urbanistes. — R a u c r o i x, L'Enseignement de la Profession de Géomètre en Belgique.

Mitteilungen der Badischen Vereine für Vermessungswesen, Karlsruhe (1. Jahrg. — 1949)

- Heft 1. Zum Geleit. — Merkel, Vermessungswirklichkeit und Vermessungshilfen, Bemerkungen zu Albert Pfitzers Schrift. — Bericht über die Gründungsversammlung. — Merkel, Wert und Nutzen der historischen Forschung. — Großmann, Bodenreform. — Bodemüller, Zusammenhang der Badischen Landesvermessung mit der Reichsvermessung.
- Heft 2. Raab, Über die Instandsetzung kriegszerstörter Vermessungswerke. — Panther, Beschleunigte Flurbereinigung als Kernstück der Agrarreform. — Kühner, Vermessung und Wiederaufbau. — Raab, Zur Prüfung der Raumwirkung farbenplastischer Karten.
- Heft 3. Ell, Erfahrungen über die Instandsetzung kriegszerstörter Vermessungswerke. — Zehnder, Grenzverhandlung. — Raab, Tetraederketten und Raumpolygone als Elemente einer von der Lotrichtung unabhängigen Vermessung. — Beilage: Bodemüller, Umformung badischer Landeskoordinaten in das System des Reichsdreiecksnetzes.
- Heft 4. Schweinfurth, Flurbereinigungs- und Siedlungsunternehmen Michelfeld. — Raab, Über die geometrische Rekonstruktion zerstörter Bauwerke auf Grund photographischer Aufnahmen unbekannter innerer und äußerer Orientierung.

(2. Jahrg. — 1950)

- Heft 1. Merkel, Die dritte Dimension im Kartenbild. — Rohntock, Helligkeit und Sehschärfe in der Dämmerung. — Burg, Das Grundstück und sein Wert.
- Heft 2. Levasseur, Durchgreifende Verprobung der Normalgleichungen bei bedingten Beobachtungen. — Dür, Verbindlichkeiten beim Rücktritt von Grundstückskaufverträgen. — Sand, Diagramme für die Bearbeitung von Zuteilungsentwürfen. — Vetter, Nomogramme zur indirekten Streckenermittlung.

Mitteilungs-Blatt des Deutschen Vereins für Vermessungswesen (DVW), Landesgruppe Hessen, Wiesbaden (1. Jahrg. — 1949)

- Heft 1. Zum Geleit. — Vermessungstechnisch-Kartographische Arbeitstagung und konstituierende Mitgliederversammlung des Deutschen Vereins für Vermessungswesen (DVW) Landesgruppe Hessen am 21. und 22. Mai 1949 in Frankfurt a. M. — Coesfeld, Gegenwartsaufgaben des Vermessungswesens in Verwaltung und Wirtschaft. — Pütz, Herstellung von Katasterkarten mit Hilfe des Luftbildes. — Prof. Harbert, Zur Bezeichnung Karte oder Plan?
- Heft 2. Fuchs, Neuzeitliches Plan- und Kartenmaterial (mit 3 Kartenmustern). — Fuchs, Die Entwicklung des französischen Katasters seit 1939. — Jestädt, Umlegung im Gebirge unter besonderer Berücksichtigung des Wege- und Gewässerplanes. — Junk, Die Aufmessung des Wege- und Gewässerplanes und die Führung der Neumessungsrise in einem Umlegungsverfahren. — Kuhlmann, Entwurf eines Studienplanes für Geodäsie an der Technischen Hochschule Darmstadt. — Prof. Harbert, Bericht über die Salzfluener Tagung des DVW (brit. Zone) vom 19. bis 21. September 1949. — Kempski, Zusatz zu diesem Bericht. — Prof. Harbert, Rahmentwurf für DVW-Satzung. — Aus der Praxis — für die Praxis.

Rivista del Catasto e dei Servizi tecnici Erariali, Roma Neue Serie, IV. Jahrg. — 1949). In italienischer Sprache.

- Nr. 3. Boga, La Geodesia di fronte ai progressi della tecnica. — Pàroli, Un particolare

procedimento per determinare l'errore medio di posizione d'un sistema di punti. — M o n c a d a, La proiezione di Gauss-Boaga nella formazione di nuove mappe catastali. — R o m a n o, Applicazioni all'estimo rurale della teoria degli errori. — C a s a l e g n o, La revisione dei prezzi contrattuali degli appalti di opere pubbliche. Studio critico e proposte.

(Neue Serie V. Jahrg. — 1950)

- Nr. 1. B o a g a, Sviluppo dei lavori trigonometrici italiani attraverso i secoli e stato attuale rete geodetica fondamentale. — B o n i f a c i n o, Sulla rappresentazione di Mercatore. — P a r e n t i, Aspetti pratici del problema della riduzione nell'impiego dei restitutori multipli. — B i a n c o, Principi metodi e giudizi di stima. — B o n i f a z i, Condizioni e sviluppi dell'economia greca e mercato immobiliare nella zona della città di Atene. — D e M a r c h i, Caratteristiche idrologiche e idrauliche dei grandi laghi subalpini.

S c h w e i z e r i s c h e Z e i t s c h r i f t f ü r V e r m e s s u n g u n d K u l t u r -  
t e c h n i k, Winterthur (48. Jahrg. — 1950)

- Heft 9. T o m a s e g o v i c, Über die Möglichkeit direkter Bestimmung von Koordinatenunterschieden in Polygonzügen (Schluß). — B a c h m a n n, Der neue Großflugplatz Basel-Mühlhausen. — B r a n d e n b e r g e r, Zur Ausgleichung von trigonometrisch bestimmten Paßpunkten für luftphotogrammetrische Kartierungen. — B a e s c h l i n, Bericht über die Jahresversammlung des SVVK in Schaffhausen.
- Heft 10. B r a n d e n b e r g e r, Zur Ausgleichung von trigonometrisch bestimmten Paßpunkten für luftphotogrammetrische Kartierungen (Schluß). — H ä r r y, Zeitgemäße Fragen der Grundbuchvermessung. — Z e l l e r, Die Bestimmung von Punktnetzen mittels Lufttriangulation und deren Ausgleichung. — V o e g e l i, Die Waldzusammenlegungen im Kanton Thurgau. — B a e s c h l i n, Das Prinzip der Isostasie und seine Verwendung in der Geodäsie.

S v e n s k L a n d m ä t e r i T i d s k r i f t, Stockholm (42. Jahrg. — 1950)

- Nr. 2. A n d r é n, Enhetlig nordisk fastighetsrätt. — F j e l l m o, Att rita mätskisser. — T h o r s e l l, Teodolit med fotografisk avläsning. — L a r s s o n, Avkastningsvärdet av fastigheters gränselement.
- Nr. 3. W i i a l a, Om jordbrukets och jordelningens utveckling i Östkarelen. — S a n d s t r ö m, Värderingsexpertens ställning i engelsk rätt. — W e b e r - G r ö n w a l l, Delaktighet i underhall av skogsbilvägar. — S j ö b e r g, Kan det vara rätt och rimligt? H j e r t q u i s t, En liten tidsbild från Landmäteriet på 1800-talet. — N o r d i s k t L a n d m ä t a r e m ö t e i S t o c k h o l m a r 1952.
- Nr. 4. Å h s t r a n d, Skifte av jord i Holland. — F j e l l m o, En markeringsdetektor. — B e r l i n, Ny ordning för utbildning vid Norges Landbrukshögskoles utskiftningsavdelning.

V e r m e s s u n g s t e c h n i s c h e R u n d s c h a u, Zeitschrift für das Vermessungswesen, Hamburg (12. Jahrg. — 1950)

- Heft 1. L e m n i t z, Nach einem Jahr. — M e i e r, Sicherung von TP's. — L e m n i t z, Interzonaler Ausschuß. — H e l l e r, „Pythagoras“-Lösung mit Rechenschieber. — B e n s, Flurbereinigung. — R a b e, Umformung Oldenburgischer Koordinaten. — N e ß l a n g, Betreten fremder Grundstücke.
- Heft 2. G i g a s, Institut für Erdmessung. — K u h l m a n n, Theodolit „Theno“ der Firma Fennel. — H e r r m a n n, Sicherungsrechnung beim Polygonzug. — N e ß l a n g

- Das Betreten fremder Grundstücke (Fortsetzung und Schluß). — *Matthes*, Erste Luftbildaufnahmen nach dem Kriege. — *Lemnitz*, Vermessungsfüchtlinge. — *Wittke*, Neue OTT-Pantographen.
- Heft 3. *Jung*, Höhenbestimmung in Schächten. — *Berroth*, Photographische Teilkreisregistrierung. — *Wittke*, Zehnstellige Logarithmen. — *Reichelt*, Vektorielle Formelableitungen. — *Neumuth*, Geländedarstellung. — *Lemnitz*, Geodätische Woche.
- Heft 4. *Koestner*, Entwicklung der preußischen Katasterverwaltung. — *Faber*, Radizierungsverfahren. — *Dalfuß*, Längenvergleiche in der Praxis. — *DAG*, Vermessungstagung. — *Wassermann*, Geradenschnitt. — *Meier*, Proberechnung im Trig. Form. 19. — *Thoma*, Behandlung von Zeichen- und Druckpapier. — *Geodätische Woche*.
- Heft 5. *Plachetta*, Interessante Ergebnisse einer Triangulierung I. Ordnung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. — *Lemnitz*, Bodenreform und Siedlung in Nordrhein-Westfalen. — *Hoffmann*, Freiwillige Baulandumlegung. — *Reichelt*, Vektorielle Formelableitung für den räumlichen Rückwärtsschnitt. — *Bredow*, Plennis als Planer. — *GaMM*-Tagung in Darmstadt. — *Wittke*, Taschenrechenmaschine „Cnrta“.
- Heft 6. *Berroth*, Figur der Erde. — *Wittke*, Mont Everest oder Amnyi Machen? — *Lenz*, Wurzelziehen. — *Kaestner*, Entwicklung der Preußischen Katasterverwaltung. — *Neumuth*, Amtliche Kartenwerke. — *Lemnitz*, Aufbaugesetz in Nordrhein-Westfalen. — *Geodätische Woche in Köln*.
- Heft 7. *Winkel*, Die Pollinie. — *Lemnitz*, Denkschrift. — *Schramck*, Freihandhöhenmesser. — *Wittke*, Fotokopie mit Lichtpauspapier. — *Berroth*, E- und H-Messung. — *Lemnitz*, Lehrlinge. — *Neumuth*, Amtliche Kartenwerke. (Fortsetzung.)
- Heft 8. *Heyink*, Exzentrische Beobachtungen. — *Lemnitz*, Die „Ingenieurfrage“. — *Wittke*, Gesellschaft für Kartographie. — *Wittke*, Deutsche Geodäten besuchen USA. — *Neumuth*, Amtliche Kartenwerke. (Fortsetzung und Schluß.) — *Harlem*, Messungen mit Rakete. — *Lemnitz*, Beiratstagung in Lüneburg. — *Lenz*, Geradenschnitt mit Flächen. — *Wittke*, Einfarben-Offsetschnellpresse.
- Heft 9. *Wittke*, Geodätische Woche Köln. — *Lemnitz*, Erlaß über die Ausführung von Vermessungen in Hessen. — *Wittke*, Vermessungskundgebung in Köln. — *Gigas*, Eindrücke in USA.
- Heft 10. *Schwiedfsky*, Die mechanische Radialtriangulation. — *Winkel*, Ernst Hammer. — *Müller*, Verhältnisteilung. — *Blakeslee*, Sonnenfinsternis und Erdmessung. — *Förstner*, Wurzelziehen. — *Rohnstock*, Drchrechner. — *Beiler*, Aufbaugesetz in Hessen.

### Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart (75. Jahrg. — 1950)

- Heft 8. *Gotthardt*, Sind Messungswidersprüche ein Maß für die Meßgenauigkeit? — *Klemppa*, Teilaufgabe. — *Kennemann*, Verfahren zum Auffinden trig. bestimmter Festpunkte. — *Werkmeister*, Zur graphischen Ausgleichung. — *Reilensmann*, Der Verneisungskreis. — *Udluft*, Der Nachweis rezenter Bodenbewegungen. — *Böhm*, Gegenwärtiger Stand der amtlichen Kartographie in Großbritannien.
- Heft 9. *Kneißl*, Kritische Betrachtung neuerer Vorschläge zur Lotabweichungsgleichung (I. Teil). — *Förstner*, Flurbereinigung und Reichsbodenschätzung. — *Richter*, Katasterkarte und Unterlage. — *Clodius*, Zusammenarbeit von Forst- und Vermessungswesen. — *Geodätische Woche Köln 1950*.
- Heft 10.

## II. Andere Zeitschriften

### Das Elektron, Wien (Jahrg. 1950)

Heft 8. Benz, Eine Übersicht über den derzeitigen Stand der Hochfrequenztechnik. Bemerkenswert: 8. Navigationsverfahren. 9. Radargeräte. 13. Elektrische Zähl- und Rechenmaschinen. 14. Zeitmessung. 15. Elektrische Entfernungsmessung. 20. Anwendungen in der Optik. 29. Anwendungen in der Geologie. 33. Wetterkunde. 34. Astronomie.

### Photographische Korrespondenz, Wien (85. Bd. — 1950)

Nr. 7-8. Hubeny, Beiträge zur Nah- und Mikrobildmessung.

### The National Geographic Magazine, Washington (48. Jahrg. — 1950)

Nr. 4. Clyde T. Holliday, Seeing the Earth from 80 Miles Up.

### Alpwirtschaftliche Monatsblätter, Langnau i. E.-Schweiz (83. Jahrg. — 1949, liegt nicht in der Bibliothek des BAFuV. auf)

Nr. 11 u. 12. Ramser, Vorschlag zur katastermäßigen Erfassung unserer Alpen, dargestellt am Beispiel des Rigigebietes.

### Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Wien (Band 92 — 1950)

Heft 4-6. Löschner, Zur begrifflichen Unterscheidung von Karte und Plan. — Wiche, Die neue „Landeskarte der Schweiz“. — Fink, Neue Wege in der Bodenkunde.

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

## 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:

Berg, Einführung in die Physik der festen Erde. Hirzel Verlag, Stuttgart 1949. (Bespr.: V. R. 2/1950).

Krauß, Vom Messen der Zeit im Wandel der Zeiten. Franz Westphal-Verlag, Wolfshagen-Scharbeutz (Lübecker Bucht) 1950. (Bespr.: V. R. 8/1950).

\* Astronomisch-geodätisches Jahrbuch für 1951. Herausgeg. vom Astronom. Recheninstitut Heidelberg, Verlag Braun, Karlsruhe 1950.

Fritsch, Grundzüge der angewandten Geoelektrik. Manz'sche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, Wien 1949. (Bespr.: Zeitschr. d. Österr. Ing. u. Architekten-Vereines, Heft 17-18/1950).

## 2. Vermessungskunde:

Schramm-Lorenz-Kasper, Übergangsbögen im Straßenbau. Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen, Heft 5/1950. Erich Schmidt Verlag, Berlin-Bielefeld-München 1950. (Bespr.: V. R. 5/1950 und Z. f. V. 8/1950).

Schramm, Bogengestaltung und Bogenabsteckung. Erich Schmidt-Verlag, Berlin-Bielefeld-München 1949. (Bespr.: V. R. 7/1950).

Kerting, Grundbegriffe der Vermessungskunde. Ein Leitfaden für die forstliche Vermessungspraxis und den Waldwegbau. 2. Aufl. Verlag M. u. H. Schaper, Hannover. (Bespr.: V. R. 8/1950).

\* Kurandt, Aufsätze über das Reichskataster. 2. Aufl. Druck und Verlag: Hessisches Landesvermessungsamt in Wiesbaden, 1950.

\* Richtlinien und Zeichenmuster für die Anfertigung und Vervollständigung der Mutterpausen sowie für die Herstellung der Schätzungskarten und der Flurkarten vom 30. Jänner 1950 (RuZ). Druck und Verlag: Hessisches Landesvermessungsamt in Wiesbaden, 1950.

\* Richtlinien für Planzeichnen und Farbgebung der Bauleitpläne gem. Gesetz über den Aufbau der Städte und Dörfer des Landes Hessen (Aufbaugesetz) vom 25. Oktober 1948. Druck und Verlag: Hessisches Landesvermessungsamt in Wiesbaden, 1950.

Jordan-Eggert, Handbuch der Vermessungskunde, II. Band, Feld- und Landmessung. Aus dem Nachlaß von DDr.-Ing. h. c. O. Eggert, herausgegeben durch Prof. Dr. Alfred Berroth. 10. neubearbeitete Auflage. Verlag Metzler, Stuttgart 1950. (Bespr.: V. R. 10/1950).

Werkmeister, Vermessungskunde; Teil I: Stückmessung und Nivellieren, 9. Aufl. Teil II: Messung von Horizontalwinkeln, Festlegung von Punkten im Koordinatensystem, Absteckungen, 7. Aufl. Teil III: Trigonometrische und barometrische Höhenmessung, Tachymetrie und Topographie, 6. Aufl. Verlag Walter de Gruyter & Co., 1950. Sammlung Göschen. (Bespr.: A. V. N. 10/1950).

## 3. Geometrie, Mathematik und Tafelwerke:

Rohrberg, Wegweiser durch die Mathematik. Ein praktisches Nachschlagewerk. Fachverlag Schiele und Schön, Berlin SO. 36, 1949. (Bespr.: V. R. 5/1950).

Daeves-Beckel, Großzahlforschung und Häufigkeitsanalyse. Ein Leitfaden. Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstraße und Berlin 1948. (Bespr.: V. R. 1/1950).

Herrmann, Thales-Modell Geo. Eine Rechenanleitung für die Rechenmaschine Thales Geo. Herausgeg. v. d. Thaleswerken GmbH, Rastatt in Baden. (Bespr.: V. R. 1/1950).

Whitehead, aus dem Englischen übersetzt von Felizitas Ortner, Philosophie und Mathematik. Sammlung „Die Universität“: Band 9. Humboldt-Verlag, Wien 1949. (Bespr.: Acta Physica Austriaca, Bd. 4, Heft 1/1950).

Poppovič, Gewöhnliche Differentialgleichungen. Eine Einführung in die Methoden zu ihrer Lösung. Verlag F. Deuticke, Wien 1950. (Bespr.: Zeitschr. d. Österr. Ing.- u. Architekten-Vereines, Heft 17-18/1950).

Graf, Darstellende Geometrie. Fünfte verbesserte und erweiterte Auflage. Verlag Quelle und Meyer, Heidelberg 1949. (Bespr.: A. V. N. 10/1950).

\* Polya, Schule des Denkens. Vom Lösen mathematischer Probleme. Verlag A. Francke A. G., Bern 1949. (Bespr.: A. V. N. 10/1950).

Schmidt, Die Inversion und ihre Anwendung. Verlag Oldenbourg, München 1950. (Bespr.: A. V. N. 10/1950).

Dörrle, Ebene und sphärische Trigonometrie. Verlag Oldenbourg, München 1950. (Bespr.: Schw. Z. f. V. u. K. 10/1950).

Balzer-Dettweiler, Fünfstellige natürliche Werte der Sinus- und Tangentenfunktionen und Tachymetertafeln neuer Teilung für Maschinrechnen. Dritte, verbesserte Auflage. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1950. (Bespr.: Schw. Z. f. V. u. K. 10/1950 und V. R. 9/1950).

#### 4. Photogrammetrie, Topographie und Reproduktionstechnik:

Wagner, Kartographische Netzentwürfe. Bibliographisches Institut, Leipzig 1949. (Bespr.: V. R. 3/1950).

Brandenberger, Zur gegenseitigen Orientierung von Steilaufnahmen. Sonderheft 1 der Zeitschrift „Der Vermessungsingenieur“. Techn. Großbuchhandlung, Berlin 1949. (Bespr.: V. R. 4/1950).

Imhof, Gelände und Karte. Herausgegeben vom Eidgen. Militärdepartement. Verlag Eugen Rentsch, Erlenbach-Zürich 1950. (Bespr.: Schw. Z. f. V. u. K. 9/1950).

von Angerer, Wissenschaftliche Photographie, eine Einführung in Theorie und Praxis. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig 1950. 4. Aufl. (Bespr.: A. V. N. 10/1950).

Judge, „Stereoscopic Photography“, its application to Science, Industry and Education. 3. revidierte Auflage. Chapman & Hall Ltd., London 1950. (Bespr.: A. V. N. 10/1950).

Berger, Einführung in das optische Rechnen und Zeichnen. Verlag Duncker & Humblot, Berlin und München 1950. (Bespr.: A. V. N. 10/1950).

#### 5. Verschiedenes:

\* Jahresbericht 1948 der Arbeitsgemeinschaften der Vermessungsverwaltungen der staideutschen Länder. Druck und Verlag: Hessisches Landesvermessungsamt in Wiesbaden, 1949.

\* Jahresbericht 1949/50 der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland. Druck und Verlag: Hessisches Landesvermessungsamt in Wiesbaden, 1950.

\* Maß- und Eichgesetz — M E G. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 38. Stück, ausgegeben am 17. August 1950, 152. Bundesgesetz, Jahrg. 1950. Österreichische Staatsdruckerei, Wien.

Hartig, Das österreichische Wasserrecht (Handausgabe österreichischer Gesetze und Verordnungen. Neue Folge: Gruppe III, Band 6). Österreichische Staatsdruckerei, Wien 1950. (Bespr.: Zeitschr. d. Österr. Ing.- u. Architekten-Vereines, Heft 19-20/1950).

Zusammengestellt im Auftrage des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen  
von Bibliotheksangestellten K. G a r t n e r.

---

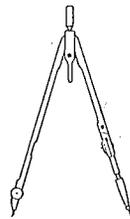
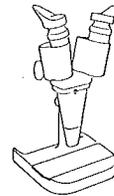
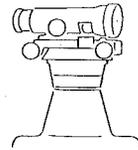
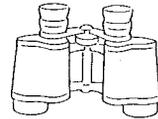
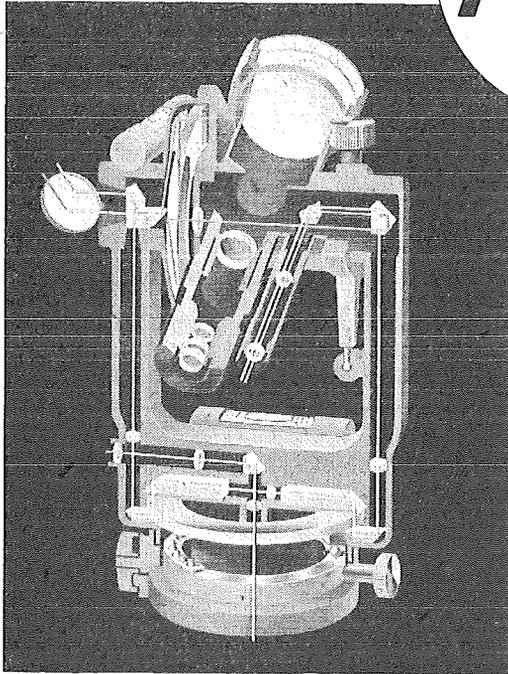
#### C o n t e n t s :

M. K n e i ß l: Martin Näbauer; H. R o h r e r: The Centenary of Hartner's „Manual of Surveying“ (inclusive new editions); K. H u b e n y: The Adjustment of Triangular Nets with Measured Sides; K. L e d e r s t e g e r: The Axis of the Normal Spheroid of the Earth; E. R u s t: The Variation in Form and Size of Photographical Plates and Films for Measurements; K. R i n n e r: The Interpolation of Directions; W. E m b a c h e r: The Weights in simultaneous Adjustments of Sides and Angles; K. H u b e n y: The Geodetic Week, Cologne 1950.

#### S o m m a i r e :

M. K n e i ß l: Martin Näbauer; H. R o h r e r: Le centenaire du „Manuel de Géodésie“ de Hartner (éditions ultérieures comprises); K. H u b e n y: Compensation de réseaux de triangulation à côtés mesurés directement; K. L e d e r s t e g e r: L'axe du sphéroïde terrestre normal; E. R u s t: Variations de forme et de dimensions des plaques photographiques et films utilisés à des fins de métrologie; K. R i n n e r: Interpolation de directions; W. E m b a c h e r: Les poids dans la compensation simultanée de côtés et d'angles; K. H u b e n y: La semaine géodésique à Cologne 1950.

**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, Kriehubergasse 10**

Telephon U 49-5-99

**Österreichischer Verein für Vermessungswesen**  
Wien VIII., Friedrich Schmidt-Platz 3

---

**I. Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen**

- Sonderheft 1: **Festschrift Eduard Doležal.** 198 Seiten, Neuauflage, 1948. Preis S 18.—.
- Sonderheft 2: **Die Zentralisierung des Vermessungswesens in ihrer Bedeutung für die topographische Landesaufnahme.** 40 Seiten, 1935. Wird neu aufgelegt.
- Sonderheft 3: **Ledersteger, Der schrittweise Aufbau des europäischen Lotabweichungssystems und sein bestanschließendes Ellipsoid.** 140 Seiten, 1948. Preis S 25.—.
- Sonderheft 4: **Zaar, Zweimedienphotogrammetrie.** 40 Seiten, 1948. Preis S 18.—.
- Sonderheft 5: **Rinner, Abbildungsgesetz und Orientierungsaufgaben in der Zweimedienphotogrammetrie.** 45 Seiten, 1948. Preis S 18.—.
- Sonderheft 6: **Hauer, Entwicklung von Formeln zur praktischen Anwendung der flächentreuen Abbildung kleiner Bereiche des Rotationsellipsoids in die Ebene.** 31 Seiten, 1949. Preis S 15.—.
- Sonderh. 7/8: **Ledersteger, Numerische Untersuchungen über die Perioden der Polbewegung. Zur Analyse der Laplace'schen Widersprüche.** 59 + 22 Seiten, 1949. Preis S 25.—.
- Sonderheft 9: **Die Entwicklung und Organisation des Vermessungswesens in Österreich.** 56 Seiten, 1949. Preis S 22.—.

**II. Dienstvorschriften**

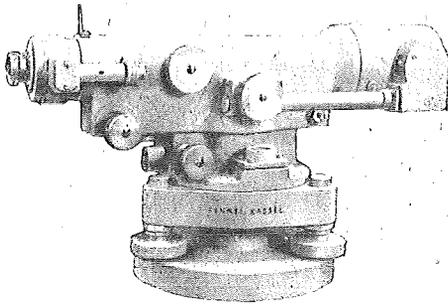
- Nr. 1. **Behelfe, Zeichen und Abkürzungen im österr. Vermessungsdienst,** 38 Seiten. 1947. Preis S 5.—.
- Nr. 2. **Allgemeine Bestimmungen über Dienstvorschriften, Rechentafeln, Muster und sonstige Drucksorten.** 50 Seiten, 1947. Preis S 6'50.
- Nr. 8. **Die österreichischen Meridianstreifen.** 62 Seiten. 1949. Preis S 8.—.
- Nr. 14. **Fehlergrenzen und Hilfstabellen für Neuvermessungen.** 1937. 16 Seiten. Preis S 3'50. (Derzeit vergriffen.)
- Nr. 15. **Hilfstabellen für Neuvermessungen.** 34 Seiten. 1949. Preis S 5.—.
- Nr. 46. **Zeichenschlüssel der österreichischen Karte 1 : 25.000 samt Erläuterungen.** 88 Seiten. 1950. Preis S 15.—.

**III. Weitere Publikationen**

- Prof. Dr. Rohrer: **Tachymetrische Hilfstafel für sexagesimale Kreisteilung.** Taschenformat. 20 Seiten. Preis S 10.—.
- Der österreichische Grundkataster.** 66 Seiten. 1948. Preis S 10.—.
- Behelf für die Fachprüfung der österr. Vermessungsingenieure** (herausgegeben 1949)
- Heft 1: Fortführung 1. Teil, 55 Seiten, Preis S 10.—
- Heft 2: Fortführung 2. Teil, 46 Seiten, Preis S 10.—
- Heft 3: **Höhere Geodäsie,** 81 Seiten, Preis S 10.—
- Heft 4: **Triangulierung,** 46 Seiten, Preis S 7.—
- Heft 5: **Neuvermessung, Nivellement und topographische Landesaufnahme.** 104 Seiten, Preis S 16.—.
- Heft 6: **Photogrammetrie, Kartographie und Reproduktionstechnik.** 70 Seiten. Preis S 10.—.

Sämtliche Publikationen zu beziehen durch den

Österreichischen Verein für Vermessungswesen, Wien VIII.,  
Friedrich-Schmidt-Platz 3 und in den einschlägigen Buchhandlungen.



## **Geodätische Instrumente**

mit sämtlichem Zubehör

**OTTO FENNEL SÖHNE**

Kom.-Ges.

**KASSEL**

Königstor 16 . Telegr.-Adr.: Fennelos . Tel. 48-10

## **Offizielle österreichische amtliche Karten der Landesaufnahme**

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen  
in Wien VIII., Krotenthallergasse 3 / Tel. A 23-5-20



Es werden folgende Kartenwerke empfohlen:

### **Für Amtszwecke sowie für Wissenschaft und Technik**

Die Blätter der  
Österreichischen Karte 1 : 25.000 bzw. der  
Alten österreichischen Landesaufnahme 1 : 25.000  
Österreichische Karte 1 : 50.000 bzw. die  
Provisorische Ausgabe der Österreichischen Karte 1 : 50.000  
Generalkarte von Mitteleuropa 1 : 200.000  
Übersichtskarte von Mitteleuropa 1 : 750.000  
Plan von Wien 1 : 15.000 mit Straßenverzeichnis  
Bezirkspläne von Wien 1 : 10.000 bzw. 1 : 15.000  
Arbeitskarten 1 : 200.000 und 1 : 500.000 von Österreich  
Ortsgemeindegrenzenkarten von allen Bundesländern 1 : 500.000

### **Zum Zusammenstellen von Touren und Reisen**

Karte der Republik Österreich 1 : 850.000  
Karte der Republik Österreich 1 : 500.000  
Verkehrs- und Reisekarte von Österreich 1 : 600.000

### **Für Auto-Touren**

die Straßenkarte von Österreich 1 : 500.000 in zwei Blättern,  
mit Terraindarstellung, Leporellofaltung

### **sowie für Motorrad und Radfahrer**

die Straßenübersichtskarte von Österreich 1 : 850.000 in Form  
eines praktischen Handbüchleins

### **Für Wanderungen**

die Blätter der Wanderkarte 1 : 50.000 mit Wegmarkierungen

Die Karten sind in sämtlichen Buchhandlungen und in der amtlichen Verkaufsstelle Wien VIII., Krotenthallergasse 3, erhältlich.

## Theodolite, Nivelliere, Boussole-Instrumente

sowie sämtliche Vermessungsrequisiten

für Feld- und Kanzleibedarf liefert in erstklassiger Ausführung

**Neuhöfer & Sohn Akt.-Ges., Wien V., Hartmannsgasse 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

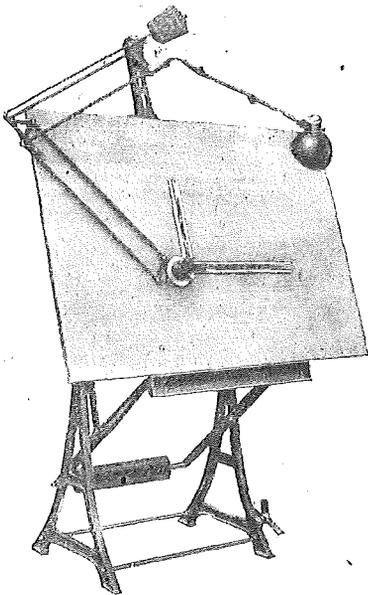
## GARTEN-SCHIRME

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

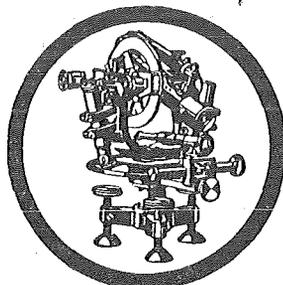
**LEYKAM-JOSEFSTHAL**

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,  
Auftragsapparaten 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. Heinrich  
Wien, XII., Steinbauergasse 25

Neuzeitliche Nivellierinstrumente

Theodolite und Meßgeräte

**Miller, Innsbruck**