

Verlagspostamt: Baden bei Wien 1
Erscheinungsort: Baden bei Wien

P. b. b.

Österreichische Zeitschrift

für

Vermessungswesen

REDAKTION:

Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Rohrer

emer. o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

Hofrat Dr. phil., Dr. techn. h. c., Dr.-Ing. E. h.

Karl Ledersteger

o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

Hochschuldozent Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn.

Josef Mitter

Vorstand der Abteilung Erdmessung
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

Nr. 5

Ende Oktober 1971

59. Jg.

INHALT:

Abhandlungen:

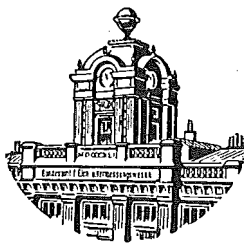
Methoden der räumlichen Blockausgleichung und ihr numerischer Aufwand H. Ebner

Ein Versuch zur Bestimmung der absoluten Lotabweichung aus visuellen Satelliten-
beobachtungen G. Gerstbach

Zur Anwendung des hyperoskulierenden Kegelschnitts der Klotoide G. Palfinger

Mitteilungen, Literaturbericht, engl.-franz. Inhaltsverzeichnis

Mitteilungsblatt zur „Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen“,
redigiert von Dipl.-Ing. Friedrich Blaschitz



Herausgegeben vom

ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Gruppen f. Vermessungswesen),
der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung und
der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

Baden bei Wien 1971

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen

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

Redakteure:

o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Rohrer, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
o. Prof. Hofrat Dr. phil., Dr. techn. eh. Karl Ledersteger, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule

Hochschuldozent Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter, A 1080 Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3

Redaktionsbeirat:

o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alois Barvir, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Friedrich Hauer, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Hubeny, A 8020 Graz, Techn. Hochschule, Rechbauerstraße 12

Prof. Ing. Dr. techn. eh. Karl Neumaier, Präsident i. R. des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule

Für die Redaktion des Mitteilungsblattes und Annoncenteeiles bestimmte Zuschriften sind an *Dipl.-Ing. Friedrich Blaschitz*, A 1082 Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3, zu senden.

Die Manuskripte sind in lesbarer, druckreifer Ausfertigung, die Abbildungen auf eigenen Blättern als Reinzeichnungen in schwarzer Tusche und in möglichst großem, zur photographischen Verkleinerung geeignetem Maßstab vorzulegen. Von Photographien werden Hochglanzkopien erbeten. Ist eine Rücksendung der Manuskripte nach der Drucklegung erwünscht, so ist dies ausdrücklich zu bemerken. Bei Vorlage von Rasterklischees: Umschlag 42er Raster, Text 54er Raster

Die Zeitschrift erscheint sechsmal jährlich, u. zw. Ende jedes geraden Monats.

Redaktionsschluß: jeweils Ende des Vormonats.

Auflage: 1090 Stück

Bezugsbedingungen: pro Jahr

Mitgliedsbeitrag für den Österr. Verein für Vermessungswesen S 100,—
Konto 119093

Mitgliedsbeitrag für die Österr. Gesellschaft für Photogrammetrie S 100,—
Konto 131994

Abonnementgebühr für das Inland S 130,— und Porto

Abonnementgebühr für Deutschland DM 28,— und Porto

Abonnementgebühr für das übrige Ausland S 168,— od. sfr 28,— und Porto

Einzelheft S 25,— Inland bzw. DM 5,— oder ö. S 32,— Ausland.

Anzeigenpreis pro 1/1 Seite 125 × 205 mm S 1100,— einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro 1/2 Seite 125 × 100 mm S 660,— einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 125 × 50 mm S 440,— einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro 1/8 Seite 125 × 25 mm S 330,— einschl. Anzeigensteuer

Prospektbeilagen bis 4 Seiten S 660,— einschl. Anzeigensteuer

Postscheck-Konto Nr. 119.093

Telephon: 42 92 83

COMPTE RENDU OFFICIEL
DU
DIXIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL
DES GÉOMÈTRES

Wien

24. August bis 1. September 1962

188 Seiten mit 19 Abbildungen, 19,8 × 25,7 cm, broschiert S 120,—

- 25 Seiten Organisation der FIG und die Delegierten der Mitgliedstaaten
16 Seiten Liste der Teilnehmer am X. Kongreß und deren Anschriften
49 Seiten Organisation, Programm, Ausstellung und Ansprachen beim X. Kongreß
79 Seiten Bericht des Generalsekretärs der FIG über die Zeit vom 1. Jänner 1960 bis 31. Dezember 1963
Bericht über die 4 Sitzungen des Comité Permanent
Erste und zweite Generalversammlung der FIG am 25. 8. und 1. 9. 1962
Alle Berichte in Deutsch, Englisch und Französisch abgefaßt
19 Seiten Verzeichnis der National-, Präsidial- und Spezialberichte
Verzeichnis der Autoren dieser Berichte

Zu beziehen durch den Österreichischen Verein für Vermessungswesen, A 1180
Wien, Schopenhauerstraße 32

S O N D E R H E F T 25

der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen
PROCEEDINGS

of the International Symposium

Figure of the Earth and Refraction

Vienna, March 14th — 17th 1967

By Order of the Austrian Geodetic Commission published by
Karl Ledersteger

Under the Joint Sponsorship of Gimrada, AfcrI
and Geodetic Institute, Uppsala University

First Conference (SSG 16): The Normal Spheroid and the Figure of the Earth

Part I: The Normal Spheroid and the Regularization of the Earth's Crust

Part II: The Figure of the Earth and the External Gravity Field

Part III: Gravity Anomalies, Deviations of the Vertical,

Observations (Methods and Results)

Second Conference (SSG 23): Recent Research on Atmospherical

Refraction for Geodetic Purposes

Part I: Problems of Atmospherical Refractive Index and its Influence upon Electro-optical Distance Measurements

A: Refraction Effect on Optical Distance Measurements

B: Refraction Effect on Distance Measurements, Using Radio Wave Propagation

Part II: Refraction Effect on the Determination of Directions

A: Use of Relationships Between Different Effects of Refractive Index

B: Errors and Sources of Errors

C: Refraction in Connection with Spatial Geodesy

Part III: Elimination of Refraction from Geodetic Angular Measurements Nivellitic

Refraction. Conformal Theory of Refraction

Insgesamt 55 Referate; Umfang 342 Seiten mit Abbildungen und Tabellen.

Preis öS 370,— bzw. DM 64,—.

Herausgeber: Österreichische Kommission für Internationale Erdmessung

Verleger: Österreichischer Verein für Vermessungswesen

Neuwertige Doppelrechenmaschinen,

einfache Kurbel- sowie elektr. halb- und vollautomatische Rechenmaschinen
BRUNSVIGA usw. lieferbar.

Generalüberholungen von BRUNSVIGA- u. THALES-Maschinen mit neuer Garantie.

Lieferung evtl. durch PKW!

F. H. FLASDIECK, D 56 Wuppertal 2, Futterstr. 17, Ruf (02 121) 55 55 54

Österreichischer Verein für Vermessungswesen

A 1180 Wien XVIII, Schopenhauerstraße 32

Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen

Sonderheft 20: H. G. Jerie, *Weitere Analogien zwischen Aufgaben der Mechanik und der Ausgleichsrechnung*. 24 Seiten mit 14 Abbildungen, 1960. Preis S 32,— (DM 5,50).

Sonderheft 21: Mader, *Die zweiten Ableitungen des Newton'schen Potentials eines Kugelsegments — Topographisch berechnete partielle Geoidhebungen. — Tabellen zur Berechnung der Gravitation unendlicher, plattenförmiger, prismatischer Körper*. 36 Seiten mit 11 Abbildungen, 1960. Preis S 42,— (DM 7,50).

Sonderheft 22: Moritz, *Fehlertheorie der Graphisch-Mechanischen Integration — Grundzüge einer allgemeinen Fehlertheorie im Funktionenraum*. 53 Seiten mit 6 Abbildungen, 1961. Preis S 52,— (DM 9,—)

Sonderheft 23: Rinner, *Studien über eine allgemeine, voraussetzungslose Lösung des Folgebildanschlusses*. 44 Seiten, 1960. Preis S 48,— (DM 8,—)

Sonderheft 24: *Hundertjahrfeier der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung 23. bis 25. Oktober 1963*. 125 Seiten mit 12 Abbildungen, 1964. Preis S 120,— (DM 20,—)

Sonderheft 25: *Proceedings of the International Symposium Figure of the Earth and Refraction; Vienna, March 14th—17th, 1967*. 342 Seiten mit 150 Abbildungen, 1967. Preis S 370,— (DM 64,—).

OEEPE, Sonderveröffentlichungen

Nr. 1: Rinner, *Analytisch-photogrammetrische Triangulation eines Teststreifens der OEEPE*. 31 Seiten, 1962. Preis S 42,—.

Nr. 2: Neumaier und Kasper, *Untersuchungen zur Aerotriangulation von Überweitwinkelaufnahmen*, 4 Seiten, 2 Seiten Abbildungen, 1965. Preis S 10,—.

Nr. 3: Stickler und Waldhäusl, *Interpretation der vorläufigen Ergebnisse der Versuche der Kommission C der OEEPE aus der Sicht des Zentrums Wien*, 4 Seiten, 8 Tabellen, 1967. Preis S 20,—.

Alte Jahrgänge der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen liegen in der Bibliothek des Österreichischen Vereines für Vermessungswesen auf und können beim Österreichischen Verein für Vermessungswesen bestellt werden.

Unkomplette Jahrgänge:

à 20,— S; Ausland 4,— sfr bzw. DM u. Porto

Jg. 1 bis 5 1903 bis 1907

7 bis 12 1909 bis 1914

17 1919

19 1921

Komplette Jahrgänge:

à 40,— S; Ausland 8,— sfr bzw. DM u. Porto

Jg. 6 1908

13 bis 16 1915 bis 1918

18 1920

20 bis 35 1922 bis 1937

36 bis 39 1948 bis 1951

à 72,— S; Ausland 15,— sfr bzw. DM u. Porto

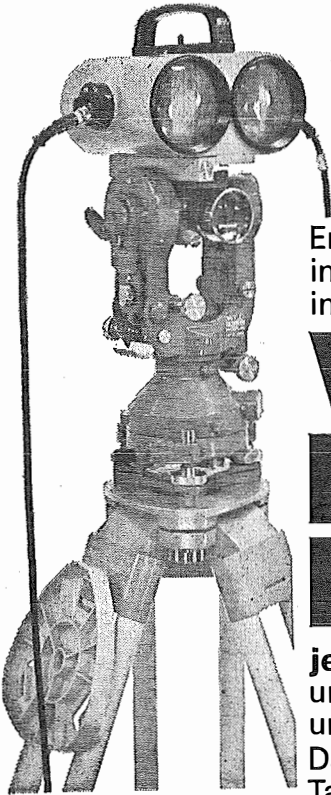
Jg. 40 bis 49 1952 bis 1961

à 100,— S; Ausland 20,— sfr bzw. DM u. Porto

Jg. 50 bis 53 1962 bis 1965

à 130,— S; Ausland 28,— sfr bzw. DM u. Porto

ab Jg. 54 ab 1966



Erfahrungen von etwa 1500
im Einsatz stehenden Geräten stecken
im **neuen Modell** des

WILD DISTOMAT DI 10

jetzt mit großer Reichweite von **2000 m**
und passend auf Wild-Theodolite T1A, T16
und T2.

Das bewährte, ideale Meßsystem für
Tachymetrie, Absteckung und
Polygonierung.

Spart Zeit, Arbeit, Geld.
Steigert Genauigkeit, Leistung, Gewinn.
Bewährt seit drei Jahren im weltweiten Einsatz.
Garantiert Service durch erfahrene Fachleute in allen
fünf Kontinenten.

Verlangen Sie bitte ausführlichen Prospekt.

WILD
HEERBRUGG

Wild Heerbrugg AG
CH-9435 Heerbrugg/Schweiz

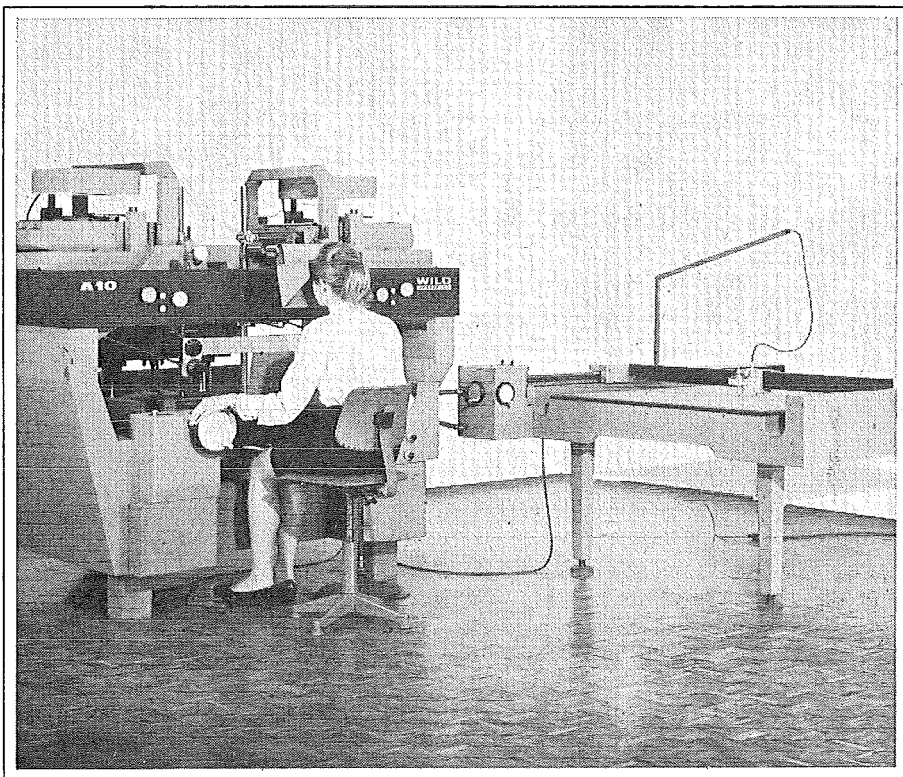
50 JAHRE
ANS
YEARS
ANNUS
1921
&
1971
WILD HEERBRUGG

Verlangen Sie Prospekte und Angebote von der
ALLEINVERTRETUNG FÜR ÖSTERREICH

RUDOLF & AUGUST ROST

1151 WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)
TELEFON: (02 22) 92 32 31, 92 53 53, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

WIENER MESSE: Messegelände, jetzt Halle M, Stand 1272
(Eingang Südseite links)



Wild A10

Ein neues Präzisions-Auswertegerät hoher Leistung

zur Kartlerung in allen Massstäben und zur Aerotriangulation mit unabhängigen Modellen

Bemerkenswerte technische Eigenschaften:

- Einstellung der Bildweiten ohne Umbau stufenlos von 85 bis 308 mm für alle Bildformate bis 23 cm x 23 cm (9" x 9")
- Bildpaare aller Formate und Bildwinkel mit Längsüberdeckungen vom mehr als 80% auswertbar
- Feste, von den Kammerneigungen unabhängige Projektionszentren ermöglichen Orientierung nach herkömmlichen Verfah-

ren und steigern die Triangulationsgenauigkeit

- Automatische Korrektur von Erdkrümmung und Refraktion für alle gebräuchlichen Modellmassstäbe
- Stabile Bauweise mit 1000fach bewährten Konstruktionselementen
- Hohe Justierhaltung
- Ausbaufähig

Zur genaueren Information verlangen Sie bitte den ausführlichen, illustrierten Prospekt.

WILD
HEERBRUGG

Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg Schweiz

Verlangen Sie Prospekte und Angebote von der
ALLEINVERTRETUNG FÜR ÖSTERREICH

RUDOLF & AUGUST ROST

1151 WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)
TELEFON: (02 22) 92 32 31, 92 53,53, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

WIENER MESSE: Messegelände, jetzt Halle M, Stand 1272
(Eingang Südseite links)

ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom
Österreichischen Verein für Vermessungswesen

Offizielles Organ

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Gruppen f. Vermessungswesen),
der österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung und
der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

REDAKTION:

emer. o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Rohrer
o. Prof. Hofrat Dr. phil., Dr. techn. h. c., Dr.-Ing. E. h. K. Ledersteger und
Hochschuldozent Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter

Nr. 5

Baden bei Wien, Ende Oktober 1971

59. Jg.

Methoden der räumlichen Blockausgleichung und ihr numerischer Aufwand

Von *Heinrich Ebner*, Stuttgart

1. Einführung

Seit dem Aufkommen der elektronischen Rechnung breitet sich die photogrammetrische Blocktriangulation in zunehmendem Maße aus. In vielen Anwendungsfällen erweist sie sich heute sowohl als die schnellste als auch die wirtschaftlichste Methode der Punktbestimmung. Im Bereich der kleinen Maßstäbe dient sie vor allem der Paßpunktbestimmung für die anschließende Kartierung. Dabei zeichnet sich ein Trend zu großen Blöcken mit mehreren 100 oder 1000 Modellen ab, die simultan ausgeglichen werden sollen. Daneben setzt sich die Blocktriangulation auch im großmaßstäblichen Bereich mit wachsendem Erfolg durch [1].

Für die mathematische Formulierung der Blockausgleichung und ihre praktische Realisierung stehen mehrere Wege offen und werden in der Praxis auch beschritten. Sie sollen zunächst in Form eines Überblicks aufgezeigt werden. Im Anschluß daran wird der numerische Aufwand einzelner Verfahren abgeschätzt.

2. Mathematische Modelle für die Blockausgleichung

2.1 Die Bündelblockausgleichung ist die allgemeinste der bisher angewendeten Methoden und basiert auf der Messung von Bildkoordinaten in Komparatoren. Aus den Bildpunkten und den zugehörigen Projektionszentren, die durch Hauptpunkt und Kammerkonstante gegeben sind, werden die einzelnen Bildbündel aufgespannt. Die Orientierung aller Bündel relativ zueinander und in Bezug auf die terrestrischen Paßpunkte erfolgt in einer gemeinsamen Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Wählt man einen Ansatz nach dem zweiten

Standardproblem der Ausgleichsrechnung (vermittelnde Beobachtungen), so ergeben sich die folgenden nichtlinearen Fehlergleichungen

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \end{bmatrix}_{i,j} = f_j \begin{bmatrix} \bar{x}/\bar{z} \\ \bar{y}/\bar{z} \end{bmatrix}_{i,j} - \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}_{i,j} \quad \dots (1)$$

$$\begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \\ \bar{z} \end{bmatrix}_{i,j} = R_j \begin{bmatrix} x_i - x_{0,j} \\ y_i - y_{0,j} \\ z_j - z_{0,j} \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

$$R_j = \frac{1}{1 + (a_j^2 + b_j^2 + c_j^2)/4} \begin{bmatrix} 1 + (a^2 - b^2 - c^2)/4 & -c + ab/2 \\ c + ab/2 & 1 + (-a^2 + b^2 - c^2)/4 \\ -b + ac/2 & a + bc/2 \\ b + ac/2 \\ -a + bc/2 \\ 1 + (-a^2 - b^2 + c^2)/4 \end{bmatrix}_j \quad \dots (3)$$

- $[x, y]^T_{i,j}$ = Koordinatenvektor des Punktes i im Bild j , bezogen auf den Hauptpunkt
 $[v_x, v_y]^T_{i,j}$ = Vektor der Verbesserungen
 f_j = Kammerkonstante für das Bildbündel j
 $[x_i, y_i, z_i]^T$ = Vektor der Geländekoordinaten des Punktes i
 $[x_{0,j}, y_{0,j}, z_{0,j}]^T$ = Vektor der Geländekoordinaten des Projektionszentrums j
 R_j = orthogonale Rodriguez-Matrix für das Bildbündel j

Die Rodriguez-Matrix (3) ist bei der elektronischen Rechnung anderen Orthogonalmatrizen gegenüber etwas im Vorteil, da sie keine Winkelfunktionen enthält. Bei kleinen Drehungen entsprechen die Parameter a, b, c den Winkeln ω, ψ, κ .

Die Fehlergleichungen werden für alle gemessenen Punkte aufgestellt. Unbekannte sind die 6 Orientierungsparameter $a_j, b_j, c_j, x_{0,j}, y_{0,j}, z_{0,j}$ aller Bildbündel j und die Koordinaten aller Geländepunkte i . Wegen der Nichtlinearität der Fehlergleichungen muß die Bündelblockausgleichung iteriert werden, bis die geforderte Genauigkeit gewährleistet ist.

2.2 Die Blockausgleichung mit unabhängigen Modellen setzt relativ orientierte Bildpaare voraus. Für die Messung können daher Präzisions-Stereokartiergeräte wie zum Beispiel der A 8 und der A 10 von Wild, der Planimat von Zeiss und die entsprechenden Konstruktionen anderer Firmen verwendet werden. Es ist aber auch möglich, die Modelle auf analytischem Wege zu gewinnen, wenn die Messung mit Komparatoren erfolgt. Damit ist die Methode auf breiter Basis anwendbar.

Die Verknüpfung der Modelle in Streifenrichtung erfolgt über gemeinsame Projektionszentren. Für ihre Bestimmung stehen je nach Gerätetyp verschiedene Methoden zur Verfügung [2]. Die Blockausgleichung besteht in der gemeinsamen Absolutorientierung aller Einzelmodelle bei gleichzeitiger Berücksichtigung der vorhandenen Paßpunkte und Modellverknüpfungen. In Bezug auf Allgemeinheit und Strenge kommt die Ausgleichung mit Modellen damit nahe an die Bündelmethode heran. Auch hier ist ein Ansatz nach vermittelnden Beobachtungen zweckmäßig. Die Fehlergleichungen erhalten dann die Form:

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix}_{i,j} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_i - m_j R_j \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_{i,j} - \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix}_j \quad \dots (4)$$

- $[x, y, z]_{i,j}^T$ = Koordinatenvektor des Punktes i im Modell j
 $[v_x, v_y, v_z]_{i,j}^T$ = Vektor der Verbesserungen.
 $[x, y, z]_i^T$ = Vektor der Geländekoordinaten des Punktes i
 m_j = Maßstabsfaktor des Modells j
 R_j = Orthogonale Rodriguez-Matrix für das Modell j siehe (3)
 $[\Delta x, \Delta y, \Delta z]_j^T$ = Translationsvektor des Modells j

Für alle Paßpunkte und Verknüpfungspunkte (Punkte, die in mindestens 2 Modellen erscheinen) werden die Fehlergleichungen (4) aufgestellt. Als Unbekannte treten die 7 Transformationsparameter $a_j, b_j, c_j, m_j, \Delta x_j, \Delta y_j, \Delta z_j$ aller Modelle j und die Geländekoordinaten der Verknüpfungspunkte i auf. Ist ein Punkt Lage-, Höhen- oder Vollpaßpunkt, so sind die entsprechenden Größen x_i, y_i und z_i bekannt.

Die je 7 Unbekannten für die räumlichen Ähnlichkeitstransformationen der einzelnen Modelle können bei der Ausgleichung entweder gemeinsam oder getrennt nach den Lageparametern $m, c, \Delta x, \Delta y$ und den Höhenparametern $a, b, \Delta z$ bestimmt werden. Immer aber ist die räumliche Blockausgleichung mit Modellen nichtlinear und erfordert eine iterative Behandlung.

2.3 Die Blockausgleichung mit Streifen setzt im Gegensatz zur Ausgleichung mit Bündeln oder Modellen eine analoge oder rechnerische Bildung einzelner Streifen voraus. Bei der Ausgleichung wird gewöhnlich für jeden Streifen ein eigenes Polynom 2. oder 3. Grades bestimmt. Nach diesem Verfahren arbeiten beispielsweise die Rechenprogramme von Schut [3], die an vielen Stellen praktisch angewendet werden. Die wesentlich geringere Anzahl der Transformationsparameter ergibt gegenüber der Blockausgleichung mit Bündeln oder Modellen zwar kürzere Rechenzeiten, aber auch eine verminderte Genauigkeit. Da heute an vielen Stellen leistungsfähige Computer zur Verfügung stehen, die eine wirtschaftliche Anwendung der allgemeineren Methoden ermöglichen, kann in den letzten Jahren eine gewisse Abkehr von den Polynomverfahren beobachtet werden. Bei der folgenden Abschätzung der Rechenzeiten wird auf die Blockausgleichung mit Streifen daher nicht mehr eingegangen.

3. Möglichkeiten der numerischen Behandlung

Bei gegebenen Fehlergleichungen ist für die Realisierung der nichtlinearen Blockausgleichung noch ein großer Spielraum vorhanden. Eine ausführliche Behandlung der verschiedenen Verfahren findet sich zum Beispiel in [4]. In der vorliegenden Arbeit können nur die wichtigsten unter ihnen und auch diese nur kurz genannt werden.

Zunächst seien die Verfahren ohne Bildung vollständiger Normalgleichungen innerhalb der einzelnen Iterationsschritte erwähnt. Sie gehen von einzelnen Gruppen der Normalgleichungen oder direkt von den Fehlergleichungen aus. Der Speicher-

bedarf ist relativ gering und die Programmierung vergleichsweise einfach. Die Anzahl der erforderlichen Iterationen ist zumeist groß und hängt in hohem Maße von der Güte der Näherungswerte für die Transformationsparameter und auch von der Paßpunktverteilung ab, die Rechenzeiten sind daher nicht genau kalkulierbar. Die Stärke dieser Verfahren kommt bei guten Bildflügen und bei günstigen Paßpunktanordnungen voll zum Tragen, bei schlechter Kondition der Blöcke aber kann der numerische Aufwand unangenehm stark anwachsen. Ein Problem für sich sind auch die Abbruchkriterien für den Iterationsprozeß. In diese Gruppe gehört das Rechenprogramm des Ordnance Survey in London [5] und das Programm von King [6], das im Büro Weißmann in Zürich angewendet wird. In beiden Fällen handelt es sich um Blockausgleichung mit Modellen.

Werden bei der Blockausgleichung die Fehlergleichungen jeweils linearisiert und daraus Normalgleichungen gebildet und gelöst, so ergibt sich eine ausgezeichnete Konvergenz mit nur wenigen Iterationsschritten. Aus Aufwandsgründen empfiehlt es sich immer eine Gruppe der Unbekannten zu eliminieren und nur das reduzierte System zu lösen. Eine Reduktion auf die Transformationsparameter bietet den Vorteil, daß der Aufwand für die Gleichungslösung von der Anzahl der Geländepunkte unabhängig ist und diese daher nicht unnötig verringert werden müssen. Die reduzierten Normalgleichungen für eine Iteration können entweder direkt oder wieder iterativ gelöst werden. Für diese iterativen Methoden gelten im Wesentlichen die Vor- und Nachteile der Verfahren ohne komplette Aufstellung der Normalgleichungen. Zu nennen ist hier das Programm für unabhängige Modelle des IGN in Paris, das für die Gleichungslösung die Methode der konjugierten Gradienten verwendet.

Eine direkte Lösung der Normalgleichungen erfordert gegenüber den iterativen Verfahren einen großen Programmieraufwand. Da die Gleichungssysteme für gewöhnlich zu groß sind, um unmittelbar im Kernspeicher einer Rechenanlage gelöst zu werden, wird die reduzierte Normalgleichungsmatrix als Hypermatrix aufgefaßt und, in Submatrizen unterteilt, im externen Speicher abgelegt. Die Gleichungslösung erfolgt nach einem verallgemeinerten Gauß-Verfahren, das auf die einzelnen Submatrizen angewendet wird. Bei effizienter Programmierung lassen sich recht günstige Rechenzeiten erreichen. Der numerische Aufwand ist von der Güte der Befliegung und von der Paßpunktanordnung nur schwach abhängig. Die praktische Anwendung unterliegt somit nahezu keinerlei Beschränkung. Nach diesem Prinzip arbeitet beispielsweise das Bündelprogramm COMBAT der D. Brown Association in Melbourne, USA [7] und das Programmpaket PAT-M für unabhängige Modelle, das am Institut für Photogrammetrie der Universität Stuttgart entwickelt wird [8].

4. Grundlagen für eine Abschätzung des Rechenaufwands

4.1 Die Untersuchung erstreckt sich auf die Blockausgleichung mit Bündeln (B 6) und mit unabhängigen Modellen. Bei den Modellen werden zwei verschiedene Varianten behandelt. Die allgemeinere der beiden ermittelt alle $7n$ Parameter der räumlichen Transformation gleichzeitig (M7), während die Variante M 43 eine Lage-

Höhe-Iteration vorsieht. Die Lageblockausgleichung verwendet hier nur die Fehlergleichungen der x , y -Modellkoordinaten und ergibt die je 4 Parameter einer ebenen Ähnlichkeitstransformation. Die anschließende Höhen-Iteration dagegen arbeitet mit den Modellhöhen sowie den Projektionszentren und bestimmt die restlichen 3 Unbekannten a , b und Δz pro Modell. Diese Vereinfachungen führen zu einer geringfügigen Genauigkeitseinbuße gegenüber der Variante M 7 (Näheres siehe zum Beispiel [8]).

Im Hinblick auf eine universelle Anwendbarkeit der Programme wird bei den Rechenzeitabschätzungen unterstellt, daß die Normalgleichungen auf das System der unbekanntenen Transformationsparameter reduziert und mit einem direkten Verfahren gelöst werden.

4.2 Die Komponenten des numerischen Aufwands können generell angegeben werden. Sie gelten für alle 3 Methoden der Blockausgleichung:

1. Einlesen der Daten.
2. Ermittlung der Verknüpfungen zwischen den einzelnen Bildern oder Modellen über gemeinsame Punkte.
3. Aufstellen der reduzierten Normalgleichungen.
4. Direkte Gleichungslösung.
5. Berechnung der unbekanntenen Geländekoordinaten.
6. Ausdrucken der Ergebnisse.

Die räumliche Blockausgleichung ist nichtlinear und erfordert daher eine Wiederholung der Einzelschritte 3 bis 5. Dagegen werden die Schritte 1, 2 und 6 nur einmal durchlaufen. Die Anzahl der Iterationen hängt von der Größe der Bildneigungen bei der Befliegung und von der Art der Vorprogramme für die Beschaffung von Näherungswerten der Unbekannten ab. Unter vergleichbaren Voraussetzungen kann für alle drei Blockausgleichungsmethoden, die hier untersucht werden, annähernd die gleiche Anzahl von Iterationsschritten erwartet werden. In den meisten Fällen werden es 2 bis 3 sein.

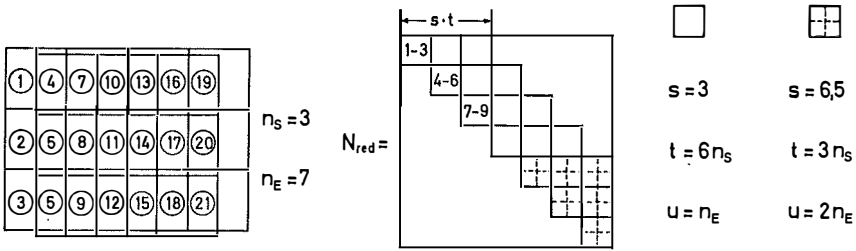
4.3 Vereinfachungen bei der Aufwandsabschätzung.

Wenn größere Blöcke auszugleichen sind, entfällt der Hauptanteil der Rechenzeit auf die Lösung der reduzierten Normalgleichungen. Für eine direkte Gleichungslösung aber können Beziehungen gefunden werden, welche die Rechenzeit bei gegebener Struktur auf wenige Prozent genau erfassen. Der Zeitaufwand für die Lösung der reduzierten Normalgleichungen innerhalb eines Iterationsschrittes kann daher bei allen drei Methoden mit guter Genauigkeit abgeschätzt werden. Der numerische Gesamtaufwand der räumlichen Blockausgleichungen wird sodann durch den vierfachen Betrag dieser Rechenzeiten approximiert. Der Faktor 4 wurde aus dem Zeitaufwand für die einzelnen Programmschritte bei praktischen Blockausgleichungen abgeleitet, wobei angenommen war, daß durchschnittlich 2 bis 3 Iterationen notwendig sind. Er kann für alle drei Methoden als hinreichend realistisch gelten.

4.4 Die Strukturen der reduzierten Normalgleichungen.

Legt man eine rechteckige Blockform zugrunde, so können die Strukturen der reduzierten Normalgleichungsmatrizen N_{red} unmittelbar angegeben werden.

1. Bündelausgleichung: B 6



- n_s = Streifenanzahl
- n_E = Anzahl der Einheiten pro Streifen (Bilder oder Modelle)
- u = Anzahl der Hyperzeilen in N_{red}
- s = Anzahl der Submatrizen pro Hyperzeile
- t = Spaltenzahl der Submatrizen

Abb. 1

Abbildung 1 zeigt einen regelmäßigen Bündelblock mit 3 Streifen à 7 Bildern und die zugehörige reduzierte Normalgleichungsmatrix. Die Struktur von N_{red} gilt aber auch für Blöcke, die weniger schematisch aufgebaut sind. Da die Matrix der reduzierten Normalgleichungen symmetrisch ist, wird in Abb. 1 auf die Darstellung der Elemente links der Hauptdiagonale verzichtet. Die Rechenzeit für die Lösung von N_{red} ist stark von der Bandbreite $s \cdot t$ abhängig und damit von der Reihenfolge, in der die einzelnen Bilder behandelt werden. Solange $n_s \leq n_E/2$ ist, empfiehlt es sich, die Bilder quer zur Streifenrichtung zu sortieren. Wenn die Transformationsparameter von jeweils n_s Bildern zusammengefaßt werden, ergeben sich in jeder Hyperzeile drei Submatrizen, da zum Beispiel die Bildgruppe 1, 2, 3 noch mit der Gruppe 7, 8, 9 über gemeinsame Punkte verknüpft ist.

Wird $t = 6n_s$ größer, als es der Kernspeicher der Rechanlage erlaubt, so wird jede Submatrix in 4 kleinere zerlegt (in Abb. 1 gestrichelt dargestellt).

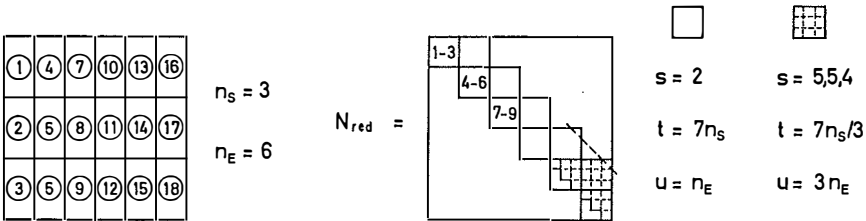


Abb. 2

2. Blockausgleichung mit 7 Parametern pro Modell: M 7

Bei unabhängigen Modellen ergeben sich nur zwei Submatrizen pro Hyperzeile, da die Gruppe der Modelle 1–3 beispielsweise mit 4–6, nicht aber mit der Modellgruppe 7–9 verknüpft (Abb. 2). Wird die maximale Dimension von t überschritten,

so erfolgt auch hier eine Zerlegung der Submatrizen. Neben 4 sind auch 9 Unter-
matrizen möglich (in Abb. 2 gestrichelt dargestellt).

3. Blockausgleichung mit Lage-Höhe-Iteration: M 43

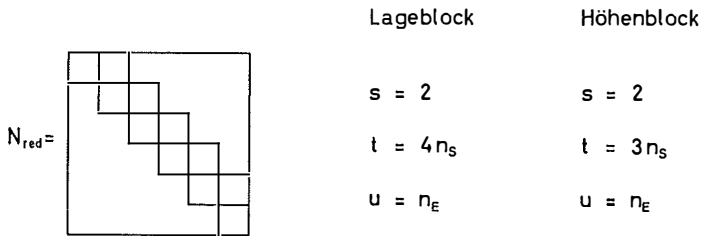


Abb. 3

Anstelle des großen Gleichungssystems von M 7 ergeben sich hier zwei kleinere
Systeme mit erheblich geringerem Lösungsaufwand.

4.5 Rechenzeiten für die direkte Gleichungslösung

Den Zeitabschätzungen für die Lösung der reduzierten Normalgleichungen
wird das Rechenprogramm HYCHOL zugrundegelegt, das in Zusammenarbeit von
Herrn Dipl.-Math. H. Klein und dem Verfasser am Institut für Photogrammetrie
in Stuttgart entwickelt wurde. Die Lösung geht von einem Gauß-Cholesky-Verfahren
aus, das mit dem bekannten Gauß'schen Algorithmus eng verwandt ist und bei
gleichem numerischen Aufwand eine etwas bessere Rechenschärfe ergibt. Das Ver-
fahren wird aber nicht auf einzelne Koeffizienten, sondern auf die Submatrizen
einer Hypermatrix angewendet. Daher auch der Name HYCHOL = Hypercholesky
(Näheres siehe [8]). Die Programmierung hat H. Klein in Fortran durchgeführt,
lediglich die häufig wiederkehrenden Subroutinen für den Verkehr zwischen ex-
ternem Speicher und Kernspeicher wurden in Assembler-Code für die Control
Data CDC 6600 des Regionalen Rechenzentrums der Universität Stuttgart ge-
schrieben.

Die Rechenzeit wird an dieser Großrechenanlage getrennt nach CP = Central
Processor Time (Rechenzeit im Kernspeicher) und IO = Input-Output Time (Bean-
spruchung des externen Plattenspeichers) ausgewiesen.

Bei der Gleichungslösung mit Hychol kann die CP-Zeit in guter Näherung als
Funktion der Multiplikationsanzahl n_M und der Zahl n_T der auftretenden Sub-
matrizen-Transporte zwischen Kern- und Plattenspeicher dargestellt werden. Die
IO-Zeit ist nur von n_T abhängig.

Die Rechenzeiten für die Lösung von Gleichungssystemen unterschiedlicher
Struktur und Größe wurden von Herrn Dipl.-Ing. H. Meixner, dem ich an dieser
Stelle herzlich danken möchte, experimentell ermittelt und durch die folgenden
Beziehungen approximiert.

$$CP[\text{sec}] = 3.8 \cdot 10^{-6} n_M + 2.5 \cdot 10^{-3} n_T \quad \dots (5)$$

$$IO_{[\text{sec}]} = 0.1 n_T \quad \dots (6)$$

$$n_M = \sum_1^u ((s^2/2 - s/2 + 1/3) t^3 + 2st^2) \quad \dots (7)$$

$$n_T = \sum_1^u (3s^2/2 + 15s/2) \quad \dots (8)$$

Die Gleichungen (7) und (8) sind über alle Hyperzeilen u zu summieren. Mit Formel (5) wird die CP-Zeit im Mittel auf $\pm 9\%$ genau erfaßt, die Formel (6) für die IO-Zeit gilt ganz exakt. Der Gültigkeitsbereich von (5) und (6) ist durch $2 \leq s \leq 6$ und $30 \leq t \leq 120$ gegeben. Damit sind praktisch alle interessierenden Blockgrößen abgedeckt.

Aus CP und IO ergibt sich sodann die Systemzeit SS, die für die Verrechnung maßgebend ist. Es gilt

$$SS = CP + (CM/131072) IO \quad \dots (9)$$

CM = Anzahl der beanspruchten Kernspeicherplätze

131072 = Gesamtgröße des Kernspeichers in Worten à 60 bit

Die beanspruchte KernspeichergroÙe setzt sich aus Programmanteil und Arbeitsspeicher zusammen. Nach unseren Erfahrungen mit dem Paket PAT-M für unabhängige Modelle kann für das Rechenprogramm ein Bedarf von etwa 12.000 Worten angesetzt werden. Bei der Gleichungslösung mit HYCHOL befinden sich immer 3 Submatrizen der Dimension $t \cdot t$ gleichzeitig im Kernspeicher, der Arbeitsspeicher beträgt daher $3t^2$ Worte. Die 128 K = 131072 Kernspeicherplätze der Stuttgarter CDC 6600 stehen voll nur dem Control-Data-Rechenzentrum zur Verfügung. Die Universität dagegen kann nur 56 K = 57344 Worte in Anspruch nehmen. Für CM gilt daher:

$$CM = 12000 + 3t^2 \leq 57344 \quad \dots (10)$$

Aus Gleichung (10) ergibt sich eine maximale Dimension der Submatrizen von 122 . 122.

5. Ergebnisse der Aufwandsabschätzung und Diskussion

5.1 Die bekannten Strukturen der reduzierten Normalgleichungen nach 4.4 und die Formeln (5) bis (10) machen es möglich, die Systemzeiten auf der CDC 6600 für die Gleichungslösungen innerhalb eines Iterationsschrittes abzuschätzen. Der vierfache Betrag dieser Rechenzeiten soll dann den numerischen Gesamtaufwand für die räumlichen Blockausgleichungen repräsentieren (siehe 4.3). Die Systemzeiten werden für Blöcke mit 8 bis 30 Streifen ermittelt. Die Sortierung der Bilder bzw. Modelle erfolgt quer zur Streifenrichtung, um die Bandbreite der Gleichungssysteme klein zu halten (siehe Abb. 1 und 2). Bei gegebener Streifenzahl n_s ist die Rechenzeit direkt proportional zur Streifenlänge. Wenn die Systemzeit in Sekunden

pro Bild oder Modell angegeben wird, was aus Gründen der Übersichtlichkeit als zweckmäßig erscheint, ergibt sich daher nur eine Abhängigkeit von n_s .

Tabelle 1 zeigt diese Ergebnisse für die Bündelausgleichung B 6 und für die beiden Methoden M 7 und M 43 der Blockausgleichung mit Modellen. Neben den Systemzeiten SS in sec sind auch die Multiplikationen n_M in Einheiten von 10^6 und die Submatrizen-Transporte n_T angegeben, die pro Bild oder Modell aufzuwenden sind. Alle Werte in Tabelle 1 gelten sowohl für 20% als auch für 60% Querüberdeckung.

Tabelle 1

Der numerische Aufwand der Blockausgleichungen pro Bild oder Modell

n_s	Bündel: B 6			Modelle: M 7			Modelle: M 43		
	$10^6 n_M$	n_T	SS	$10^6 n_M$	n_T	SS	$10^6 n_M$	n_T	SS
8	0.19	18	1.0	0.12	11	0.7	0.03	21	0.4
10	0.30	14	1.4	0.19	8	0.9	0.05	17	0.5
12	0.43	12	1.9	0.27	7	1.2	0.08	14	0.5
14	0.58	10	2.5	0.37	6	1.6	0.10	12	0.6
16	0.75	9	3.1	0.48	5	2.0	0.13	11	0.7
18	0.95	8	3.9	0.46	45	2.4	0.16	9	0.8
20	1.17	7	4.8	0.56	41	2.8	0.20	8	1.0
22	1.36	32	5.8	0.68	37	3.2	0.24	8	1.2
24	1.62	29	6.8	0.81	34	3.7	0.29	7	1.3
26	1.89	27	7.9	0.94	31	4.2	0.34	7	1.5
28	2.20	25	9.0	1.09	29	4.8	0.39	6	1.7
30	2.52	23	10.3	1.25	27	5.4	0.45	6	2.0

n_M = Anzahl der notwendigen Einzelmultiplikationen.

n_T = Anzahl der Submatrizentransporte zwischen Kern- und Plattenspeicher.

SS = Systemzeit auf der CDC 6600 in Sekunden.

5.2 Diskussion

Nach Tabelle 1 steigt der numerische Aufwand pro Bild oder Modell mit zunehmender Streifenanzahl n_s an. Die Blockausgleichung M 43 mit Lage-Höhe-Iteration gibt die kürzesten Rechenzeiten, sie liegen zwischen 0.4 und 2.0 Systemsekunden auf der CDC 6600. Die etwas allgemeinere Variante M 7 ergibt 0.7 bis 5.4 sec pro Modell, während die Zeiten bei der Bündelausgleichung 1.0 bis 10.3 sec pro Bild betragen. Diese Rechenzeiten sind durchaus akzeptabel. Für die Ausgleichung mittelgroßer Blöcke mit 8 bis 20 Streifen und 100 bis 1000 Modellen sind Systemzeiten zwischen 1 und 80 Minuten zu erwarten. Im Extremfall kann selbst ein Bündelblock mit beispielsweise 30 Streifen à 60 Bildern simultan ausgeglichen werden. Die Systemzeit beträgt in diesem Fall etwa 5 Stunden auf der CDC 6600. An dieser Stelle sei auch auf die Computer der nächsthöheren Leistungsstufe wie die CDC 7600 und die Typen 91 und 195 der 360er-Serie von IBM hingewiesen, die eine Ausgleichung dieses Bündelblocks mit 1800 Bildern in weniger als 1 Stunde ermöglichen würden.

Einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist ein Preis von DM 1,25 (etwa 9 ö. S) pro Systemsekunde zugrunde zu legen, den die Control Data Corporation für die CDC 6600 in Stuttgart derzeit verrechnet. Dazu kommt für Dateneinlesen und Ergebnisprotokoll nach unserer Erfahrung noch etwa 0,50 DM pro Modell. Betrachtet man beispielsweise einen mittelgroßen Block mit 18 Streifen, der mit Lage-Höhe-Iteration behandelt werden soll, so betragen die Rechenkosten etwa $0,8 \cdot 1,25 + 0,50 = 1,50$ DM pro Modell und Ausgleichung. Wird nun eine dreimalige Durchrechnung wegen grober Datenfehler unterstellt, so ergeben sich insgesamt etwa 4,50 DM (30 ö. S) für jedes Modell. In Anbetracht der leistungsfähigen Ausgleichung und bezogen auf die gesamten Aerotriangulationskosten ist dieser Preis zweifellos sehr günstig. Selbstverständlich ist der personelle Aufwand für die Bearbeitung der Blockausgleichung darin noch nicht enthalten.

Als zweites, extremes Beispiel soll der oben diskutierte Bündelblock mit 30 Streifen betrachtet werden. Unter den gleichen Voraussetzungen wie zuvor sind die Rechenkosten für die gesamte Ausgleichung in der Höhe von $3 (10,3 \cdot 1,25 + 0,50) =$ ca. 40 DM (280 ö. S) pro Bild zu erwarten. Gemessen am Gewinn an Arbeitszeit und Genauigkeit gegenüber einfacheren Verfahren der Blockausgleichung oder der Punktbestimmung überhaupt kann eine derartig große und allgemeine Ausgleichung aber auch bei diesen relativ hohen Kosten noch sehr wirtschaftlich sein. Im übrigen würde die Rechnung auf einer CDC 7600 nur etwa 15 DM bis 20 DM pro Bild kosten.

Die bisherigen Abschätzungen setzen ausgesprochene Großcomputer voraus. Der hohe numerische Aufwand der Blockausgleichung wird in diesem Fall durch die Leistungsfähigkeit der Rechenanlage weitgehend überspielt. Die 2,5 Millionen Einzelmultiplikationen und die 45 Submatrizentransporte, die pro Bild oder Modell im Maximum aufzuwenden sind, machen sich aber voll bemerkbar, wenn nur mittelschnelle Computer zur Verfügung stehen. Die Rechenzeiten auf solchen Anlagen können näherungsweise abgeschätzt werden, indem man ihre Leistungsdaten mit jenen der CDC 6600 vergleicht und die Zeitangaben in Tabelle 1 dementsprechend umrechnet. Danach ergeben sich beispielsweise für die IBM 360/65 etwa 5 bis 7mal so lange Rechenzeiten. Die Methode der Blockausgleichung spielt in diesem Fall sowohl was den Rechenzeitbedarf als auch was die Wirtschaftlichkeit betrifft, schon eine ganz entscheidende Rolle.

Nach Tabelle 1 ergibt sich für die drei Verfahren M 43, M 7 und B 6 ein mittleres Rechenzeitverhältnis von näherungsweise 1 : 3 : 5. Die Blockausgleichung mit Modellen und Lage-Höhe-Iteration erscheint daher bei Computern begrenzter Leistungsfähigkeit und damit verbundener schlechterer Wirtschaftlichkeit als ganz besonders empfehlenswert. Auch wenn die Rechenkosten um den Faktor 2 bis 3 höher sind als an der CDC 6600, kann diese Methode der Blockausgleichung noch erfolgreich angewendet werden.

Zusammenfassung

Die verschiedenen Methoden der räumlichen Blockausgleichung und die Wege der praktischen Verwirklichung werden zunächst in einem Überblick dargestellt. Im Anschluß daran wird der Rechenaufwand für die Bündelausgleichung und für 2 Verfahren der Blockausgleichung mit unabhängigen Modellen abgeschätzt. Es zeigt sich, daß alle drei Methoden heute wirtschaftlich angewendet werden können, wenn entsprechend leistungsfähige Großcomputer zur Verfügung stehen. An mittelschnellen Rechenanlagen fällt der unterschiedliche numerische Aufwand der einzelnen Methoden allerdings

stark ins Gewicht. Hier ist die Blockausgleichung mit Modellen und Lage-Höhe-Iteration ganz besonders zu empfehlen.

Literatur

- [1] *Ackermann, F.*: Lageblockausgleichungen mit großen Punktmengen, BuL 38, 232–240, 1970.
- [2] *Ebner, H. und Wagner, W.*: Aerotriangulation mit unabhängigen Modellen am Planimat von Zeiss — eine Geräteuntersuchung, BuL 38, 249–257, 1970.
- [3] *Schut, G. H.*: Development of programs for strip and block adjustment at the National Research Council of Canada. NRC - 7632, 1963.
- [4] *Kubik, K.*: Survey of methods in analytical block triangulation. ITC Publications A 39, 1967.
- [5] *Proctor, D. W.*: The adjustment of aerial triangulation by electronic digital computers. The Photogrammetric Record, 24 – 33, 1962.
- [6] *King, C. W. B.*: A Method of Block Adjustment. The Photogrammetric Record, 381–384, 1967.
- [7] *Gyer, M. S. and Kenefick, J. F.*: Block Analytical Aerotriangulation for Commercial Mapping on a Medium Scale Computer. Proc. of Symposium on Comp. Phot., Syracuse/USA 1969.
- [8] *Ebner, H.*: Das Programm-Paket PAT-M für die räumliche Aerotriangulation mit unabhängigen Modellen. Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, in Druck.

Ein Versuch zur Bestimmung der absoluten Lotabweichung aus visuellen Satellitenbeobachtungen

Von *Gottfried Gerstbach*, Wien

Die Satellitengeodäsie verfügt mit der „Bahnmethode“ [1] über ein Verfahren, das es gestattet, absolute, auf den Erdschwerpunkt bezogene Koordinaten der Beobachtungsstationen abzuleiten. Der Ort eines künstlichen Satelliten ergibt sich hierbei aus seinen Bahnelementen unter Berücksichtigung von Gravitationskoeffizienten und sonstigen Störungen, die Beobachtungen selbst aber liefern den Stationsort.

Legt man der Auswertung von Messungen einer Station ihre astronomische Breite φ' und Länge λ' zugrunde, so bedeutet die Existenz einer absoluten Lotabweichung fehlerhafte geozentrische Ausgangskordinaten. Dieser systematische Einfluß wird deutlich hervortreten, wenn man annimmt, daß restliche Bahnstörungen und Beobachtungsfehler durch ihren eher zufälligen Charakter im Mittel herausfallen. Im folgenden wird dieser Gedanke auf Beobachtungen im Netz des Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) angewandt.

1. Beobachtungsstationen und Bahnbestimmung

Das SAO errechnet laufend die Bahnen von etwa 20 Satelliten und benützt dazu in erster Linie photographische Aufnahmen der 16 mit Baker-Nunn-Kameras ausgerüsteten Observatorien, aber auch Messungen der „Moonwatch“-Stationen. Moonwatch ist eine weltweite Vereinigung von Amateurbeobachtern, die in der Mehrzahl visuell arbeiten. In Österreich befinden sich drei Stationen.

Die in einem Zeitraum von 1–2 Wochen im SAO einlangenden Beobachtungen eines Satelliten werden der Auswertung durch das Differential Orbit Improvement

Program (DOI) unterworfen. Es handelt sich dabei um ein Bahnverbesserungsprogramm; analog zur Methode der harmonischen Analyse werden die Koeffizienten von Reihenausdrücken empirisch so bestimmt, daß sich die Bahn den Beobachtungen möglichst gut anschmiegt. Das Gravitationsfeld der Erde wird dabei durch Kugelfunktionen bis zur 8. Ordnung dargestellt. [2], [3].

Aus den erhaltenen Bahnelementen rechnet das DOI auf den Zeitpunkt jeder einzelnen Beobachtung zurück und druckt die *Residuen*, die Differenzen zwischen gemessenen und gerechneten Satellitenpositionen, aus. Auf diesen Residuen basiert die folgende numerische Untersuchung.

2. Die verwendeten Beobachtungen

In den Jahren 1966—1967 konnte ich von acht der oben genannten Satelliten (Tabelle 1) 131 Positionen messen, mußte allerdings 15% wegen offenbar zu großer Störungen eliminieren. Die Beobachtungen wurden mit einem lichtstarken Feldstecher vor dem Sternhintergrund durchgeführt und erreichen eine Genauigkeit von 10'' bis 80''. Die zugehörigen Zeiten wurden mit Stoppuhren und Zeitsignal festgehalten. Beobachtungen mit einem theodolitähnlichen Gerät konnten wegen der wesentlich größeren Fehler nicht einbezogen werden.

Tabelle 1

Sat.-Nr.	Name	Neigung	Umlaufzeit
60 009 01	Echo 1	47,30	113—110 ^m
60 009 02	Echo Rakete	47,2	118,1
61 028 01	Midas 4	95,8	166,0
62 060 01	Anna 1 B	50,1	107,9
63 053 01	Explorer 19	78,7	115—114
64 004 01	Echo 2	81,5	108—107
64 076 01	Explorer 24	81,4	115—110
66 056 01	Pageos	86,8	180,6

Die Koordinaten der Referenzsterne, einem umfangreichen Sternkatalog [4] entnommen, führten zu Satellitenpositionen in Rektaszension und Deklination. Diese wurden, zusammen mit den entsprechenden Residuen, nach den bekannten Formeln der sphärischen Astronomie ins Horizontsystem transformiert. Einen kleinen Ausschnitt dieser Rechnungen zeigt Tabelle 2. Die Spalten 2—5 beinhalten Datum, Zeit und Himmelskoordinaten, die nächsten zwei Azimut und Höhenwinkel. Die Residuen finden sich jeweils in der folgenden Zeile.

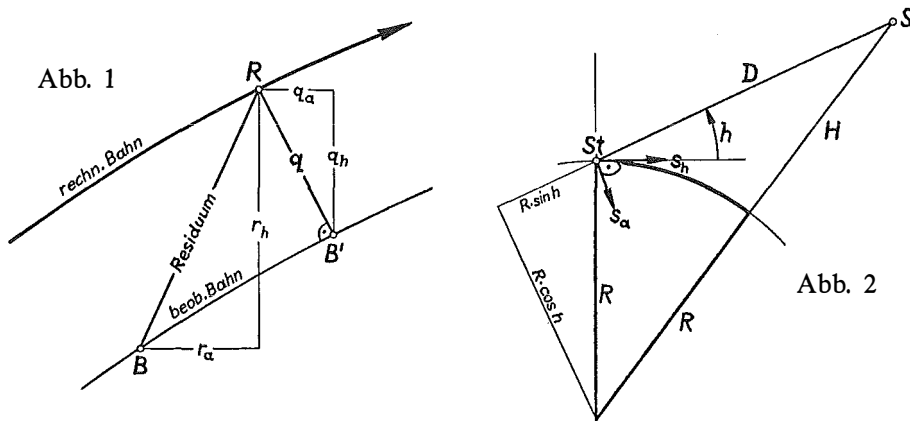
Die Koordinaten der Beobachtungsstation 0716 in Wien-Hietzing wurden astronomisch bestimmt und ergaben sich zu

$$\varphi' = 48^{\circ} 10' 14''.6 \text{ und } \lambda' = 16^{\circ} 17' 47''.1.$$

Die Seehöhe beträgt 220 Meter ü. A.

3. Berechnung der Stationsverschiebung aus den einzelnen Beobachtungen

In Abbildung 1 stellt der Pfeil die Bewegungsrichtung eines Satelliten dar. R sei die gerechnete, B die beobachtete Satellitenposition und somit \overline{RB} das Residuum, zerlegt in die Komponenten r_a (Azimutdifferenz) und r_h (Höhendifferenz). Es ist ersichtlich, daß in \overline{RB} auch ein eventueller Fehler der Zeitnehmung steckt, daher muß das Residuum quer zur Bahn (q) benutzt und die Position B in B' übergeführt werden. Zu diesem Zweck wird die momentane Bewegungsrichtung des Objektes benötigt;



ein ähnliches Programm, wie es zur Vorausberechnung von Satellitenörtern dient, lieferte diese Werte auf Grund der Bahnelemente. Ein Ausschnitt ist in Tabelle 3 zu sehen. S steht für Satellitennummer, I für die Bahnneigung, T und L sind Zeitpunkt und Länge des letzten Äquatordurchgangs. Die ersten 3 Kolonnen enthalten Bahnwinkel, Zeitdifferenz und Höhe in Meilen, die folgenden 3 die MEZ sowie Azimut und Höhenwinkel.

Tabelle 2

Sat.-Nr.	Datum	UT	RA	δ	a	h
6102801	670308	21 ^h 53 ^m 51.4 ^s	14 ^h 10 ^m 47 ^s	44°09'30''	71,1480	47,9710
		11 00 02.4	24''	-16''	4''	-29''
6605601	670312	18 40 01.9	17 37 40	68 48 32	8,661	27,884
		11 15 48.6	-66	-15	76	4
		18 48 12.4	11 06 31	58 08 00	51,064	54,616
			20	-50	79	-28
		18 51 39.1	10 18 59	41 28 20	84,121	57,310
6000901	670312		7	-85	134	-45
		20 40 10.0	6 10 51	21 16 55	247,926	46,273
		11 15 48.6	163	-98	-270	35

Alle hier angeführten Berechnungen wurden auf dem Philips P 352-Computer der geodätischen Institute der TH Wien durchgeführt.

Liegt nun das Residuum quer zur Bahn in seinen Komponenten $q_a \cdot \cos h$ und q_h vor, so läßt sich jene Verschiebung des Stationsortes $d\varphi$, $d\lambda$ errechnen, die beide

Tabelle 3

S = 6102801		I = 95,86	T = 20 53,4	L = 129,68	
119,64	56,070	2327	22 49,470	44,58	40,18
139,94	65,600	2307	22 59,000	108,58	45,84
128,00	59,994	2318	22 53,394	67,99	47,39
129,00	60,464	2317	22 53,864	71,32	47,88
130,00	60,933	2316	22 54,333	74,73	48,26
S = 6605601		I = 86,55	T = 17 57,1	L = 126,92	
99,48	40,200	2011	19 37,300	2,26	19,21
109,68	44,580	2096	19 41,680	13,76	33,66
105,00	42,570	2056	19 39,670	7,74	26,77
106,00	42,999	2065	19 40,099	8,90	28,21
107,00	43,429	2073	19 40,529	10,12	29,67
130,07	53,500	2307	19 50,600	74,57	57,25
123,00	50,407	2233	19 47,507	45,14	52,87
124,00	50,844	2244	19 47,944	48,80	53,91
125,00	51,281	2254	19 48,381	52,67	54,83
140,10	58,180	2430	19 55,280	113,39	50,96
131,50	54,167	2324	19 51,267	80,99	57,20
132,00	54,400	2330	19 51,500	83,21	57,10
132,50	54,633	2336	19 51,733	85,39	56,97
S = 6000902		I = 47,24	T = 20 03,8	L = 107,63	
106,31	34,800	1036	21 38,600	263,76	37,16
119,30	39,170	1042	21 42,970	201,69	52,48
110,00	36,041	1037	21 39,841	252,50	44,31
111,00	36,377	1038	21 40,177	248,57	46,13
112,00	36,714	1038	21 40,514	244,21	47,84
113,00	37,050	1039	21 40,850	239,39	49,39

Werte zum Verschwinden bringt. Wenn z. B. der beobachtete Höhenwinkel größer als der berechnete ist, muß der „wirkliche“ Stationsort offenbar näher zum Satelliten gerückt werden. Ist die Höhe H des Satelliten S über der Erde bekannt (Abb. 2), so ergibt sich seine schiefe Entfernung D von der Station St mittels $D = \sqrt{(R + H)^2 - (R \cdot \cos h)^2} - R \cdot \sin h$, wenn R den Erdradius bedeutet. Er wurde für Wien mit 6366,56 km eingesetzt.

Die Stationsverschiebungen in Richtung zum Satelliten bzw. senkrecht darauf, verursacht durch q_h und q_a , folgen zu $s_h = \frac{D}{R \cdot \sin h + D} \cdot q_h''$ und $s_a = \frac{D \cdot \cos h}{R + D \cdot \sin h} \cdot q_a''$, wobei das zweite Glied im Nenner jeweils den Einfluß der Lotkonvergenz darstellt. Durch eine einfache Transformation erhält man die Änderungen der geographischen Koordinaten:

$$d\varphi = s_a \cdot \sin a + s_h \cdot \cos a \quad \text{und} \quad d\lambda \cdot \cos \varphi = s_h \cdot \sin a - s_a \cdot \cos a.$$

Tabelle 4

NR	A	H	RA	RH	VA	VH	HM	RT	QA	QH	DB	DL
6000901												
19	194,49	60,05	-354	29	-994	388	1103	-0,24	-52	-67	20,5	-8,0
21	83,85	27,28	-88	-222	-212	-304	1086	-0,64	42	-26	14,6	-14,8
21	92,01	59,98	-422	-267	-246	-626	1070	-0,47	-152	30	-36,7	6,4
27	249,08	36,59	-58	185	-70	393	1123	-0,47	-19	-2	6,4	-1,2
29	100,08	52,69	-98	-479	-78	-550	1114	-0,87	-18	1	-4,7	-0,3
30	279,39	24,14	-206	364	-104	302	1106	-1,27	-66	-21	24,9	15,7
32	223,46	26,15	-93	0	-485	-24	1120	-0,19	-0	4	-1,6	-1,7
46	123,34	44,49	139	30	-875	-208	972	0,15	0	-2	0,6	-0,5
46	242,39	52,32	-199	150	-277	618	968	-0,27	-74	-20	18,3	-3,3
46	271,79	43,05	-80	50	-111	534	948	-0,10	-49	-7	12,9	2,7
48	92,14	37,35	-40	-222	-371	-418	964	-0,39	83	-58	24,8	-20,5
48	89,69	32,91	-47	31	-36	-443	932	0,06	-41	2	-12,5	1,1
50	89,28	41,98	-70	132	-271	-503	960	0,19	-90	36	-24,0	12,2
50	98,33	41,45	-49	164	-51	-542	933	0,29	-48	3	-12,7	-0,7
62	184,74	19,45	-72	-20	-429	251	750	-0,09	-27	-44	24,9	-7,6
68	267,34	33,70	82	81	-50	568	733	-0,13	73	5	-18,4	-1,0
73	105,16	39,62	85	-177	-122	-644	714	-0,25	89	-13	20,0	1,5
75	237,19	35,32	-188	19	-978	257	689	-0,18	-8	-27	6,4	6,1
80	162,82	41,80	-270	-151	-939	-512	677	-0,29	1	-2	0,7	0,1
82	206,88	53,95	-360	200	-2025	33	640	-0,18	5	193	-33,7	-16,1
151	83,15	23,71	74	-154	-108	-363	837	-0,34	102	-27	32,6	-17,7
6102801												
110	35,29	36,82	87	-1	234	162	2337	-0,20	30	-34	-6,8	-24,5
118	71,14	47,97	4	-29	431	56	2318	0,00	5	-28	-2,0	-13,8
137	31,92	56,21	-92	-95	272	269	2253	0,34	1	-0	0,0	-0,8
137	36,27	59,99	-125	-85	350	269	2251	0,32	-5	3	-0,0	2,4
139	290,14	40,06	79	3	-359	-78	2243	0,20	3	-13	-4,1	5,8
139	288,75	39,74	76	7	-355	-83	2242	0,20	2	-9	-3,0	4,4
146	302,68	34,53	53	14	-329	-45	2232	0,16	-1	6	2,5	-2,8
146	274,05	24,58	62	27	-212	-127	2214	0,26	4	-7	-3,2	4,5
147	240,40	56,18	34	-16	-362	-248	2211	-0,00	19	-15	-3,5	9,7
147	238,17	54,55	-3	-102	-332	-253	2210	-0,25	48	-36	-8,5	24,1
6206001/6000902												
142	278,39	37,67	63	48	254	644	680	-0,08	31	-9	-7,3	1,8
142	278,99	39,17	36	26	276	670	680	-0,04	17	-5	-4,0	0,9
123	247,92	46,27	-270	35	-749	312	1038	-0,29	-34	-56	15,2	13,1
148	97,62	54,35	76	99	-270	-740	996	0,14	22	-4	5,4	-0,5
6305301												
3	240,95	28,09	-16	56	-394	-195	1275	0,03	-27	48	-2,4	-27,6
9	258,22	45,57	-437	-120	-723	-107	1265	-0,62	11	-52	0,4	19,4
36	73,85	26,23	108	49	-574	-104	986	0,19	-5	28	1,8	13,9
37	131,64	83,05	3050	-204	-7650	487	873	0,40	-4	-7	0,3	-1,5
37	18,23	25,06	128	-404	-40	-474	739	-0,82	145	-10	9,0	-43,0
57	323,79	66,20	567	-521	-587	483	1354	1,05	-21	-10	1,0	6,5
6400401												
20	130,74	36,63	-781	605	611	-526	699	1,20	-33	-31	0,4	-12,2
22	44,36	22,08	-450	-159	715	117	695	0,65	14	-82	-25,2	-31,0
23	13,35	53,56	-254	-49	850	853	698	0,12	-90	53	7,0	18,3
24	89,21	45,14	-125	154	1345	-241	703	0,12	31	123	6,7	30,6
26	49,14	58,01	-355	-69	1980	441	705	0,17	-3	8	0,6	1,6
26	140,04	35,20	-515	352	454	-540	710	0,80	-121	-83	2,1	-39,3
28	59,49	25,73	234	81	818	22	707	-0,28	-2	74	15,6	27,8
28	306,23	61,97	-421	56	-1870	755	709	-0,16	-56	-65	0,5	15,3
31	312,19	37,98	17	-126	-805	471	715	0,10	-55	-74	-5,7	25,0
54	20,20	45,08	65	2	-280	-730	739	0,01	42	-11	0,3	-9,3
58	185,35	31,85	-95	-135	-58	566	690	0,22	-91	-8	4,9	-22,2
100	9,07	55,39	249	88	688	817	766	-0,15	80	-38	-5,7	-16,5

Tabelle 4

NR	A	H	RA	RH	VA	VH	HM	RT	QA	QH	DB	DL
6400401												
102	338,42	34,08	131	-230	-221	536	767	0,44	26	9	0,4	-7,5
102	190,44	36,94	-25	64	-280	-605	744	0,08	-38	14	-2,7	-9,8
6407601												
10	345,81	19,71	124	-687	-71	592	380	1,16	38	4	-0,3	-8,2
13	336,60	31,93	-156	-32	-430	920	414	-0,01	-125	-49	-3,3	23,7
40	7,28	26,11	131	-134	69	-265	1442	-0,57	81	19	15,7	-36,4
45	226,79	55,94	276	258	471	375	1448	-0,65	-18	12	1,1	-6,9
76	25,48	58,32	729	107	797	447	1151	-0,55	150	-141	-18,8	-51,7
85	203,57	21,16	-20	-65	-126	-218	1439	-0,26	12	-6	1,4	7,7
145	146,05	44,01	11	-102	300	-457	1139	-0,18	-32	-15	-0,9	-11,1
145	146,72	43,05	78	-35	285	-451	1137	-0,11	33	15	0,9	11,4
6605601												
44	85,43	17,69	-42	20	-145	80	2883	-0,27	-1	-2	-1,2	-1,7
44	61,34	25,97	-143	-40	-204	32	2874	-0,64	-10	-60	-27,0	-33,7
47	89,89	20,16	27	-2	-150	86	2890	0,13	6	9	4,8	7,4
49	82,05	28,76	4	1	-193	70	2890	0,01	0	2	0,7	1,3
51	40,25	34,56	71	33	-234	-59	2860	0,32	-4	13	4,8	7,5
52	195,11	51,32	33	-10	89	191	2968	0,01	21	-6	0,2	11,5
52	310,35	78,25	-190	25	1005	-152	2924	0,18	-1	-2	-0,0	1,2
52	355,34	45,81	28	-8	78	-202	2852	-0,06	16	4	1,6	-8,7
53	97,42	45,71	31	20	-256	92	3036	0,05	12	24	5,1	14,5
55	209,34	34,28	-17	12	95	150	3056	-0,02	-15	8	0,3	-11,5
55	278,68	66,34	85	38	577	9	3060	-0,15	-1	36	3,2	-16,9
55	353,48	34,57	102	-142	102	-151	2960	-0,95	3	2	1,0	-2,5
59	135,57	54,36	-50	-76	-187	166	3115	0,23	-55	-36	-6,3	-33,3
59	81,98	69,75	43	-46	-658	12	3094	0,07	-2	-45	-3,9	-20,5
59	15,43	44,77	18	68	-115	-176	3012	0,34	-15	7	1,5	9,3
61	319,48	39,01	-18	4	238	-52	3051	0,07	0	0	0,0	-0,0
61	339,70	32,18	-122	13	187	-90	2992	0,52	-19	-34	-16,7	19,9
61	353,71	23,99	-104	119	148	-106	2922	0,86	21	27	18,0	-18,2
67	283,14	33,95	2	-48	213	46	3075	0,05	11	-45	-14,1	26,7
74	331,47	50,08	78	-12	261	-145	2935	-0,20	15	17	4,4	-11,5
78	345,08	36,79	31	-3	166	-143	2840	-0,09	11	10	4,6	-8,5
84	294,21	28,16	186	0	213	35	2878	-0,84	5	-29	-11,6	16,8
84	30,18	16,49	-43	8	194	-23	2486	0,22	0	2	2,0	0,8
86	233,08	43,69	58	-6	198	140	2936	-0,12	23	-23	-2,2	18,6
88	30,14	16,39	-19	-28	201	-19	2439	0,07	-2	-29	-21,1	-9,6
89	86,50	20,65	57	-80	211	-89	2299	-0,37	-20	-46	-16,5	-32,6
90	252,92	20,39	63	78	149	94	2784	-0,54	-17	26	7,4	-23,0
90	278,29	31,37	103	45	233	60	2702	-0,46	-5	16	4,7	-10,2
96	328,79	15,41	-93	-55	202	18	2460	0,48	4	-46	-33,2	16,2
99	20,11	36,66	39	-55	245	171	2250	0,04	40	-46	-17,1	-28,7
101	315,61	16,38	118	0	214	27	2360	-0,54	1	-14	-9,1	6,9
103	34,92	26,83	-134	-48	278	48	2232	0,50	4	-23	-11,1	-11,2
107	48,53	48,26	131	12	450	107	2225	-0,27	6	-16	-3,2	-7,7
109	5,15	32,49	51	55	118	228	2112	-0,27	15	-6	-3,2	-8,8
109	20,07	52,91	102	13	302	272	2170	-0,13	36	-24	-4,8	-18,0
115	21,99	30,96	-6	-8	258	153	2106	0,03	2	-3	-1,2	-1,7
115	69,14	43,39	-35	-55	414	-3	2289	0,08	-0	-55	-10,2	-26,2
116	341,44	36,43	62	9	-167	237	2120	0,06	41	23	5,5	-23,8
116	310,21	58,12	-59	20	-565	171	2254	-0,10	0	1	0,1	-0,7
121	8,66	27,88	76	4	164	202	2063	-0,17	42	-30	-15,0	-26,6
121	51,06	54,61	79	-28	534	124	2250	-0,09	16	-39	-5,7	-17,9
121	84,12	57,31	134	-45	564	-33	2332	-0,25	-3	-36	-3,3	-15,7
124	254,24	41,55	-28	12	-297	-122	2440	-0,04	-9	18	2,1	-10,7
129	289,95	41,09	-92	33	-362	3	2303	-0,25	0	32	5,6	-16,0
129	257,57	34,71	-53	33	-245	-107	2468	-0,10	-23	43	7,2	-28,1
130	238,97	17,52	21	-5	-110	-110	2691	0,06	12	-12	-4,0	13,7
150	246,04	63,79	20	-11	337	97	3576	-0,00	7	-11	-1,1	7,1
150	346,18	48,90	-57	-21	131	-125	3689	0,02	-35	-24	-8,8	23,5

Tabelle 5

pφ	pλ	dφ	dλ	pφ	pλ	dφ	dλ
Sat.-Nr. = 6000901				Sat.-Nr. = 6400401			
0,60	0,70	20,5	-8,0	1,20	1,45	4,9	-22,2
0,20	0,20	14,6	-14,8	3,90	4,10	-5,7	-16,5
0,50	0,50	-36,7	6,4	1,30	1,40	0,4	-7,5
0,55	0,55	6,4	-1,2	3,80	4,10	-2,7	-9,8
0,75	0,60	-4,7	-0,3				
0,20	0,10	24,9	15,7	Mittel		-0,97	-5,77
1,45	1,45	-1,6	-1,7	M. F.		1,66	4,39
1,20	1,20	0,6	-0,5	Sat.-Nr. = 6407601			
1,20	1,20	18,3	-3,3				
1,00	0,90	12,9	2,7	0,80	1,00	-0,3	-8,2
0,85	0,85	24,8	-20,5	0,80	0,80	-3,3	23,7
1,00	0,90	-12,5	1,2	0,20	0,25	15,7	-36,4
1,00	0,80	-24,0	12,2	0,85	0,85	1,1	-6,9
1,10	1,10	-12,7	-0,7	0,20	0,20	-18,8	-51,7
0,10	0,60	24,9	-7,6	0,20	0,20	1,4	7,7
0,75	0,75	-18,4	-1,0	0,90	1,10	-0,9	-11,1
0,70	0,70	20,0	1,5	0,45	0,55	0,9	11,4
0,70	0,60	6,4	6,1				
0,95	0,95	0,7	0,1	Mittel		-0,61	-3,82
0,80	1,30	-33,7	-16,1	M. F.		2,05	6,72
0,15	0,20	32,6	-17,7	Sat.-Nr. = 6605601			
Mittel		-0,54	-2,57				
M. F.		3,91	1,74	0,55	0,45	-1,2	-1,7
Sat.-Nr. = 6102801				0,40	0,25	-27,0	-33,7
1,80	2,20	-6,8	-24,5	0,45	0,30	4,8	7,4
4,90	4,50	-2,0	-13,8	0,55	0,45	0,7	1,3
7,20	7,20	0,0	-0,8	0,30	0,30	4,8	7,5
4,80	4,80	0,0	2,4	0,80	0,80	0,2	11,5
2,60	2,00	-4,1	5,8	1,05	1,05	0,0	1,2
8,00	6,10	-3,1	4,4	1,70	1,90	1,6	-8,7
6,00	5,80	2,5	-2,8	0,70	0,50	5,1	14,5
6,50	2,50	-3,2	4,5	0,80	0,80	0,3	-11,5
8,50	6,00	-3,5	9,7	0,85	0,75	3,2	-16,9
2,70	2,00	-8,5	24,1	0,45	0,60	1,0	-2,5
				0,40	0,30	-6,3	-33,3
				0,80	0,70	-3,9	-20,5
Mittel		-2,18	0,68	0,65	0,65	1,5	9,3
M. F.		0,88	3,28	0,65	0,70	0,0	0,0
Sat.-Nr. = 6206001/6000902				0,30	0,35	-16,7	19,9
3,70	3,35	15,2	13,1	0,20	0,30	18,0	-18,2
11,40	11,40	5,4	-0,5	0,40	0,20	-14,1	26,7
				0,85	0,85	4,4	-11,5
				0,70	0,85	4,6	-8,5

Fortsetzung nächste Seite

$p\varphi$	$d\lambda$	$p\varphi$	$d\lambda$	$p\varphi$	$d\lambda$	$p\varphi$	$d\lambda$
Sat.-Nr. = 6206001/600902				Sat.-Nr. = 6605601			
14,00	11,00	-7,3	1,8	0,30	0,25	-11,6	16,8
9,30	7,00	-4,0	0,9	0,40	0,55	2,0	0,8
				0,35	0,30	-2,2	18,6
	Mittel	-0,56	1,96	0,25	0,45	-21,1	-9,5
	M. F.	4,23	2,23	0,30	0,20	-16,5	-32,6
				0,20	0,20	7,4	-23,0
Sat.-Nr. = 6305301				0,55	0,45	4,7	-10,2
0,90	0,40	-2,4	-27,6	0,15	0,15	-33,2	16,2
1,40	0,60	0,4	19,4	0,70	0,70	-17,1	-28,7
0,60	0,25	1,9	13,9	0,35	0,35	-9,1	6,9
3,00	3,00	0,3	-1,5	0,30	0,40	-11,1	-11,1
0,50	0,65	9,0	-43,0	3,20	3,20	-3,2	-7,7
1,10	1,10	1,0	6,5	1,60	2,00	-3,2	-8,8
				2,50	2,50	-4,9	-18,0
	Mittel	0,80	-3,53	2,10	2,30	-1,2	-1,7
	M. F.	1,09	7,65	0,60	0,50	-10,3	-26,2
Sat.-Nr. = 6400401				2,00	2,20	5,5	-23,8
0,65	0,65	0,4	-12,2	2,00	2,00	0,1	-0,7
0,60	0,60	-25,2	-31,0	0,60	0,90	-15,0	-26,6
1,30	1,30	7,0	18,3	1,60	1,60	-5,7	-17,9
1,10	0,70	6,7	30,6	1,60	1,50	-3,3	-15,7
1,70	1,70	0,6	1,6	2,00	1,80	2,2	-10,7
0,55	0,55	2,1	-39,3	1,50	1,30	5,6	-16,0
0,35	0,20	15,6	27,8	0,50	0,45	7,2	-28,1
1,90	1,60	0,5	15,3	0,35	0,30	-4,1	13,7
0,95	0,75	-5,7	25,0	1,05	1,05	-1,1	7,1
2,20	2,40	0,2	-9,3	0,55	0,60	-8,8	23,5
					Mittel	-1,82	-8,37
					M. F.	0,95	1,79

Einer Verschiebung $d\varphi = 1''$ entspricht bekanntlich die Strecke von 30,88 m auf der Erdoberfläche.

Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse, geordnet nach Satelliten. RA und RH bedeuten die ursprünglichen Residuen in Bogensekunden, VA und VH die Komponenten der Satellitenbewegung in $''/\text{sec}$ und HM die Höhe in statute miles. RT ist jene Zeit, die der Satellit benötigt, um in Abb. 1 von B nach B' zu gelangen, auch Zeit-Residuum genannt. QA und QH bezeichnen die Residuen quer zur Bahn und die beiden letzten Spalten stellen schließlich die Verschiebungen in Breite und Länge dar.

4. Bestimmung des Mittels

Da die verwendeten Satelliten verschiedene Bahnen und stark unterschiedliches spezifisches Gewicht aufweisen, wurden nicht alle Werte in einen Topf geworfen, sondern die Ergebnisse jedes einzelnen Objektes gemittelt. Lediglich Anna 1B

und Echo 1 Rakete sind zusammengelegt, weil von ihnen nur je 2 Beobachtungen vorliegen und sie ähnliche, stabile Bahnen haben. Die Einzelverschiebungen wurden mit Gewichten versehen, denn ihre Genauigkeit hängt ab von der schiefen Distanz und dem Höhenwinkel, von der Stabilität der Bahnen, von der Größe des Zeit-Residuums und der Verlässlichkeit der Beobachtungen selbst. Außerdem erhalten $d\varphi$ und $d\lambda$, abhängig vom Azimut, im allgemeinen verschiedene Gewichte, weil s_h bei kleinen Höhenwinkeln mit größerer Unsicherheit behaftet ist als s_a , wie aus dem Produkt $R \cdot \sin h$ in der Formel für s_h hervorgeht.

Die Berechnung der Satelliten-Mittel ist aus Tabelle 5 zu ersehen. Die Kolonnen 3—4 beinhalten die einzelnen Breiten- und Längenschiebungen, Kolonne 1 und 2 ihre Gewichte. Die Mittel und deren mittlere Fehler stehen am Abschluß jeder Gruppe.

Zuletzt wurde das Gesamtmittel aus den Satellitenmitteln bestimmt; die Gewichte dieser Werte ergaben sich aus deren mittleren Fehlern, der Summe der Einzelgewichte und einem Faktor, der von der Anzahl der Beobachtungen abhängt. Nach STUDENT stellt nämlich der mittlere Fehler bei nur wenigen Messungen ein zu optimistisches Maß für die Genauigkeit dar. Das Gesamtmittel resultierte zu $d\varphi = -1''85 \pm 0''19$ und $d\lambda \cdot \cos \varphi = -5''51 \pm 1''54$.

5. Einfluß der Geoidhöhe und Gesamtergebnis

Da eine Änderung der Meereshöhe unserer Station auch eine Verschiebung der Höhenresiduen r_h im gleichen Sinne nach sich zieht, kann erwartet werden, daß auch eine Geoidhöhe ζ die obigen Ergebnisse systematisch beeinflusst. Um dies zu untersuchen, wurden alle Verschiebungen noch zwei weitere Male berechnet, wobei versuchsweise $\zeta = 30$ m und $\zeta = 60$ m gesetzt wurde. Die Wirkung einer Geoidhöhe beschränkt sich fast allein auf eine Änderung des Residuums q_h und ist proportional dem Cosinus des Höhenwinkels. Die Ergebnisse der angegebenen drei Geoidabstände zeigen für die verschiedenen Satelliten folgendes Bild:

Tabelle 6

Sat.-Nr.	Anz.d. Beob.	Gewichte		$\zeta = 0$		$\zeta = 30$		$\zeta = 60$	
		$p\varphi$	$p\lambda$	$d\varphi$	$d\lambda$	$d\varphi$	$d\lambda$	$d\varphi$	$d\lambda$
6000901	21	0,15	0,45	-0''54	-2''57	-0''82	-2''59	-1''08	-2''64
6102801	10	4,70	0,50	-2.18	+0.68	-2.03	+0.60	-1.88	+0.53
62./60.	4	0,20	0,20	-0.56	+1.96	-0.50	+1.93	-0.45	+1.85
6305301	6	0,10	0,05	+0.80	-3.53	+0.79	-3.57	+0.81	-3.62
6400401	14	0,65	0,30	-0.97	-5.77	-0.92	-5.68	-0.86	-5.59
6407601	8	0,05	0,05	-0.61	-3.82	-0.59	-3.86	-0.55	-3.90
6605601	48	5,00	2,10	-1.82	-8.37	-1.67	-8.34	-1.54	-8.32
Gesamt- Mittel	111	10,85	3,65	-1''85	-5''51	-1''72	-5''50	-1''59	-5''50
				± 0.19	± 1.54	± 0.17	± 1.52	± 0.16	± 1.51

Die Ergebnisse ändern sich tatsächlich geringfügig, außerdem nehmen die mittleren Fehler mit zunehmender Geoidhöhe etwas ab und erreichen ihr Minimum ungefähr bei $\zeta = 70$ m; doch ist der Trend viel zu schwach, um daraus einen sicheren

Wert für ζ ableiten zu können. Wählt man einen Geoidabstand von 35 m, wie er etwa aus den Undulationen nach TANNI hervorgeht, so ergibt sich die Verschiebung der Station Wien-Hietzing, also die negative absolute Lotabweichung, mit

$$d\varphi = -1''70 \pm 0''17 \text{ und } d\lambda \cdot \cos \varphi = -5''50 \pm 1''52.$$

Um das Ergebnis überprüfen zu können, wurden die konformen Koordinaten x, y der Beobachtungsstation durch kombiniertes Einschneiden bestimmt und ins System φ, λ transformiert. Als Differenz zwischen astronomischen und geodätischen Koordinaten resultierte die Lotabweichung mit $(\varphi' - \varphi) = +0''2$ und $(\lambda' - \lambda) \cdot \cos \varphi = -0''9$. Mit Rücksicht auf die in [5] aus dem Europanetz abgeleitete absolute Lage des Fundamentalpunktes Hermannskogel ergab sich die absolute Lotabweichung der Station zu $\xi = +2''2$ und $\eta = +6''9$.

Sicher wird ein kontinentales Netz [5] gegenüber einem weltumspannenden noch kleine Unterschiede aufweisen, doch dürfte der größere Teil der Differenzen von $0''5$ bzw. $1''4$ auf Konto der Beobachtungen gehen. Wahrscheinlich läßt sich aber die Genauigkeit des Verfahrens noch steigern, wenn die Zahl der Beobachtungen und der benützten Satelliten vergrößert wird.

Aus dem Vorliegenden läßt sich jedenfalls schließen, daß auch visuelle Satellitenbeobachtungen, obwohl sie naturgemäß weniger genau als etwa photographische Messungen sind, zur Berechnung absoluter Stationskoordinaten herangezogen werden können, wenn sie nur in genügend großer Anzahl und nach Objekten breit gestreut zur Verfügung stehen.

Literatur

- [1] *Arnold, K.*: Methoden der Satellitengeodäsie, Berlin 1970.
- [2] *Gaposchkin, E. M.*: Differential Orbit Improvement DOI-3, Smithsonian Astrophysical Observatory, Spec. Rep. 161, 1964.
- [3] *Sigl, R. und Groten, E.*: Dynamische Satellitengeodäsie, DGK Reihe A, Heft 49, München 1966.
- [4] *Smithsonian Institution*: Star Catalog of 258997 Stars Equinox 1950,0, Washington 1966.
- [5] *Ledersteger, K.*: Die Bestimmung des mittleren Erdellipsoides und der absoluten Lage der Landestriangulationen, Sonderheft 12 der ÖZfV, Wien 1951.

Zur Anwendung des hyperoskulierenden Kegelschnitts der Klotoide

Von *Gerhard Palfinger*, Wien

Die Näherungsmethoden zur Berechnung von Klotoidenwerten verlieren durch den Einsatz von mittleren und großen Datenverarbeitungsanlagen für die Achsrechnung im Straßenbau an Bedeutung (siehe [1] Seite 102–113). Hingegen sind Näherungsformeln vor allem beim Einsatz elektronischer Tischrechner mit Vorteil anzuwenden. Gebräuchlich sind Polynome zweiter und dritter Ordnung (z. B. Schmiegleis, Kegelschnitt [2], [3] und kubische Parabel [4], [5] sowie rasch konvergierende Reihen [6]).

1. Der hyperoskulierende Kegelschnitt

In [2] und [3] leitete Zb. Nádeník den hyperoskulierenden Kegelschnitt der Klotoiden ab und gab mit Hilfe einer Restgliedabschätzung ein numerisches Beispiel an, das die gute Brauchbarkeit des Kegelschnitts als Näherungsformel belegt.

Wesentlich für die praktische Verwendung ist die spezielle Kenntnis des Verlaufs der Annäherung im Gebrauchsbereich der Klotoiden.

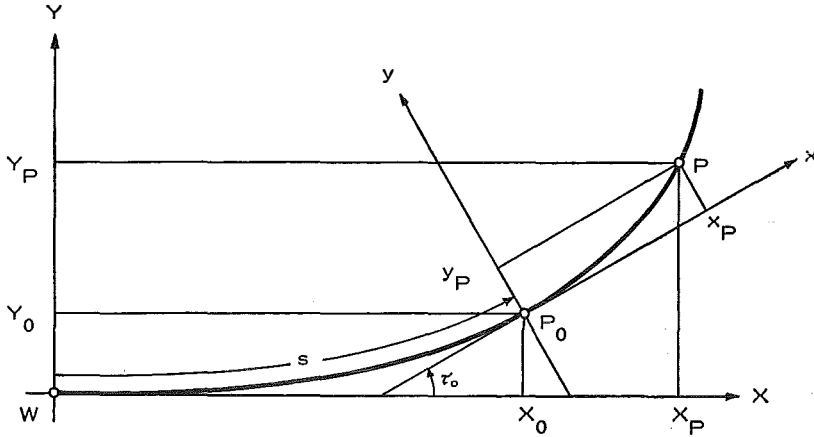


Abb. 1

Ausgehend von der Reihe für rechtwinkelige Koordinaten der Klotoiden von ihrer allgemeinen Tangente aus [2]

$$y_{KI} = \frac{s}{2A^2}x^2 + \frac{1}{6A^2}x^3 + \frac{s^3}{8A^6}x^4 + \frac{19s^2}{120A^6}x^5 + \frac{15s^5 + 16sA^4}{240A^{10}}x^6 + \text{Gl. 7} \quad \dots (1)$$

und dem hyperoskulierenden Kegelschnitt aus [2], [3]

$$ax^2 + 2bxy + cy^2 + 2y = 0 \quad \dots (2)$$

$$\text{mit } a = -\frac{s}{A^2}, \quad b = -\frac{1}{3s} \quad \text{und } c = \frac{4A^4 - 9s^4}{9A^2s^3}$$

(Bezeichnung siehe Abb. 1)

entwickelt man vorerst den hyperoskulierenden Kegelschnitt (2) in eine MacLaurinsche Reihe. Durch implizites Differenzieren von (2) erhält man

$$\begin{aligned} y^I &= 0 & y^{IV} &= \frac{3s^3}{A^6} \\ y^{II} &= \frac{s}{A^2} & y^V &= \frac{135s^4 - 40A^4}{9A^6s^2} \\ y^{III} &= \frac{1}{A^2} & y^{VI} &= \frac{135s^8 + 60A^4s^4 - 40A^8}{3A^{10}s^3} \end{aligned} \quad \dots (3)$$

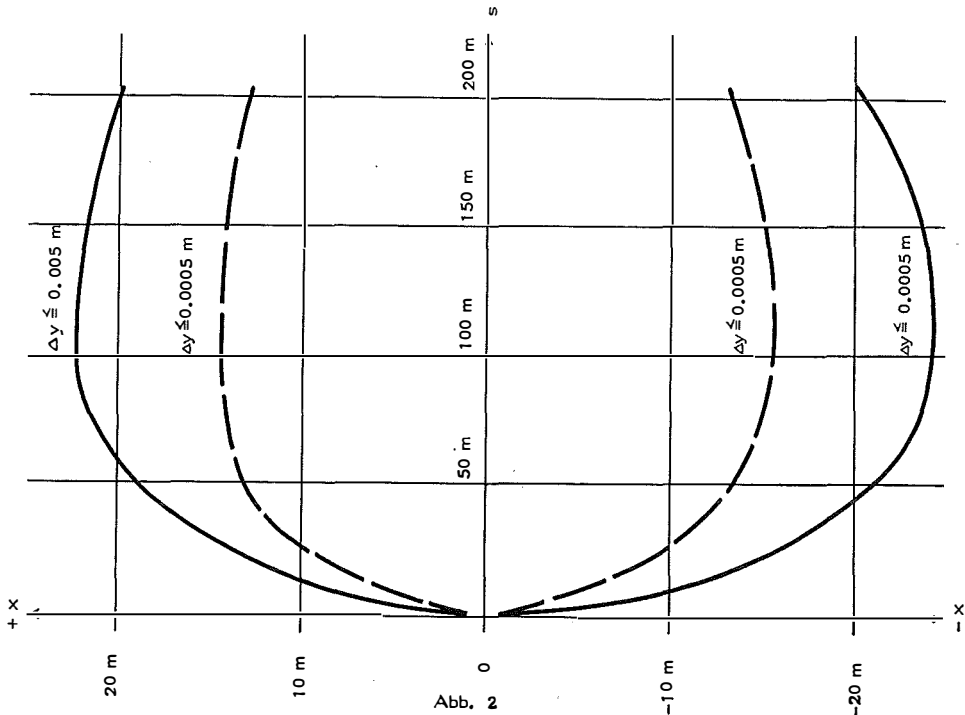
und damit die Reihenentwicklung für den hyperoskulierenden Kegelschnitt:

$$y_{Kg} = \frac{s}{2A^2}x^2 + \frac{1}{6A^2}x^3 + \frac{s^3}{8A^6}x^4 + \frac{27s^4 - 8A^4}{216A^6s^2}x^5 + \frac{27s^8 + 12A^4s^4 - 8A^8}{432A^{10}s^3}x^6 + \text{Gl. 7} \quad \dots (4)$$

Die Differenz der Reihen (1) und (4) lautet:

$$y_{KI} - y_{Kg} = \Delta y_{KI, Kg} = \frac{9s^4 + 10A^4}{270A^6s^2}x^5 + \frac{21s^4 + 10A^4}{540A^6s^3}x^6 + \text{Gl. 7} \quad \dots (5)$$

und stellt die Reihe für die Abweichung der Klotoide von ihrem hyperoskulierenden Kegelschnitt dar.



Die Berechnung der Reihe (5) über den Gebrauchsbereich ($0^s \leq \tau^s \leq 110^s$) der Klotoide erfolgte mit Hilfe eines Bürocomputers (P 203 von Olivetti) mit tabellarischer Aufschreibung. Durch Programmierung von zwei Schleifen (zur schrittweisen Steuerung der Entwicklungsstelle durch Änderung von s einerseits und Erfassung des jeweiligen Bereiches durch Änderung von x andererseits) erhält man eine Tabelle für den Verlauf der Annäherung. Abb. 2 zeigt die Auswertung der Tabelle für $A = 100$. Dem Aufbau der Reihe (5) entsprechend ergibt sich für $+x$ und $-x$ ein etwas verschiedener Annäherungsverlauf. Vom Wendepunkt der Klotoide ($s = \beta$) an steigt der Annäherungsbereich bis zur Kennstelle $s = A$ und fällt dann wieder schwach mit zunehmender s . Als Faustregel für die Annäherung kann man folgenden Verlauf annehmen:

von $s = 0$ bis $s = 40$ m steigend bis
 $x = \pm 20$ m für $\Delta y_{KI, Kg} \leq 0,005$ m und bis
 $x = \pm 14$ m für $\Delta y_{KI, Kg} \leq 0,0005$ m;
 von $s = 40$ m an konstant bis zum Ende des Gebrauchsbereiches.

Abb. 3 zeigt den Annäherungsbereich an der Kennstelle $s = A$ für die praktisch gebräuchlichen Parameter.

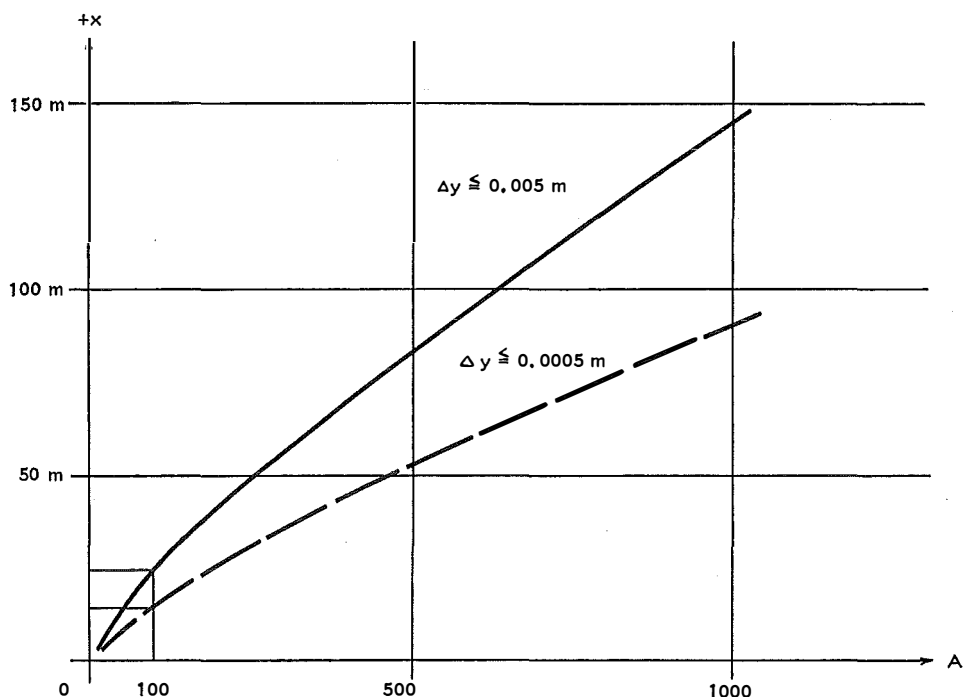


Abb. 3

2. Der Schmiegekreis

Die Reihenentwicklung des Schmiegekrees lautet

$$y_{Kr} = \frac{s}{2A^2} x^2 + \frac{s^3}{8A^6} x^4 + \text{Gl. 6} \quad \dots (6)$$

Die Differenz der Reihen (1) und (6) ergibt damit

$$y_{KI} - y_{Kr} = \Delta y_{KI, Kr} = \frac{1}{6A^2} x^3 + \frac{19s^2}{120A^6} + \text{Gl. 6} \quad \dots (7)$$

Als Abschätzung der Annäherung genügt bei den praktischen Genauigkeitsanforderungen

$$\Delta y_{KI, Kr} = \frac{1}{6A^2} \cdot x^3$$

Dieser Ausdruck ist von der Entwicklungsstelle s unabhängig, also für den jeweiligen Parameter A konstant.

Für Parameter $A = 100$ ist

$$x = \pm 6,7 \text{ m für } \Delta y_{KI, Kr} \leq 0,005 \text{ m und}$$

$$x = \pm 3,1 \text{ m für } \Delta y_{KI, Kr} \leq 0,0005 \text{ m}$$

Die numerische Auswertung für die gebräuchlichen Parameter zeigt Abb. 4.

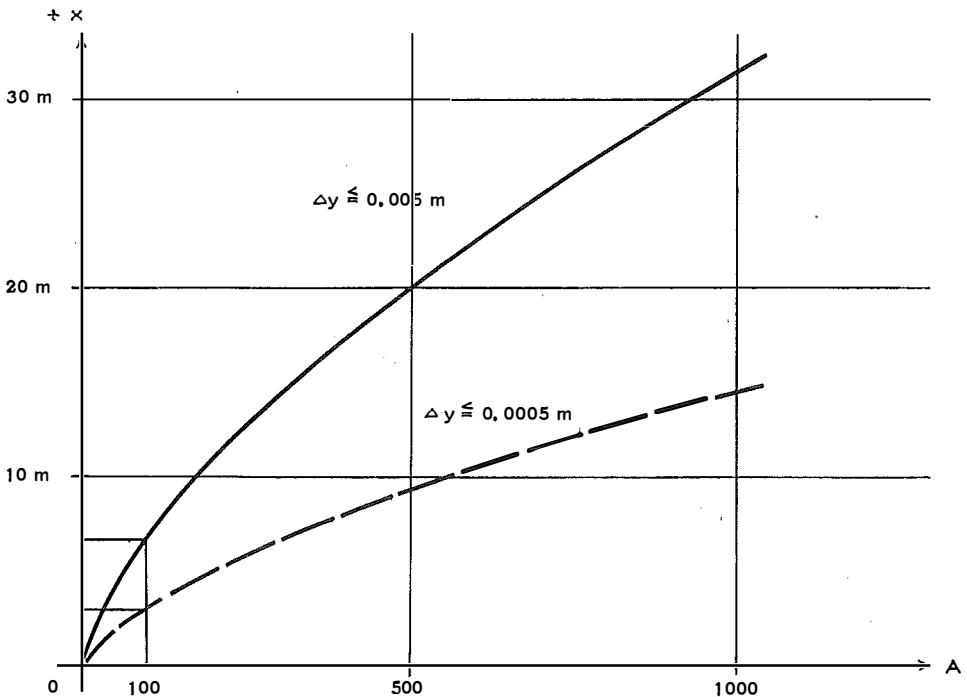


Abb. 4

3. Kubische Parabel

Verglichen mit dem Schmiegekreis bringt der Kegelschnitt eine beträchtliche Ausweitung des Annäherungsbereiches. Im Wendepunkt der Klotoide und in dessen unmittelbaren Umgebung empfiehlt sich die Verwendung der kubischen Parabel

$$Y = \frac{X^3}{6A^2}$$

(Fehlerabschätzung siehe [4]).

Im Gegensatz zur Berechnung von Klotoidendetailpunkten mit Hilfe elektronischer Tischrechner durch Auflösung der Fresnelschen Integrale (siehe z. B. [7]), liegt der Anwendungsbereich von Näherungsformeln in der Lösung von Aufgaben, wie sie bei Zwangslagen in der Trassenführung auftreten. So lassen sich Normalabstände von der Klotoide, Tangente an die Klotoide und Schnittpunktsbestim-

mungen verschiedener Art bei Kenntnis der entsprechenden Entwicklungsstelle meist direkt berechnen. In der geodätischen Praxis liegen vor allem Projektspläne 1:1000 oder 1:500 vor. Die Entnahme von Längen für die Entwicklungsstellen der Näherungsformeln mit der erforderlichen Genauigkeit ist aus solchen Plänen leicht möglich. Wird nun bei der Erstellung der Programme für elektronische Tischrechner die Berechnung des Abstandes des Klotoidenpunktes von der Entwicklungsstelle der Näherung vorgesehen, kann durch Vergleich mit den angegebenen Diagrammen die erhaltene Genauigkeit leicht überprüft und, falls notwendig, dieser Abstand (mit Vorzeichen!) zur Iteration verwendet werden.

Literatur

- [1] Kasper, H., Schürba, W., Lorenz, H.: Die Klotoide als Trassierungselement. Bonn 1968.
- [2] Nádénik, Z.: Über Formeln für die Absteckung der Klothoide durch rechtwinkelige Koordinaten von beliebigen Tangenten und über hyperoskulierende Kegelschnitte der Klothoide. Prag 1964.
- [3] Nádénik, Z.: Der hyperoskulierende Kegelschnitt der Klothoide. SZfV 6/68.
- [4] Konzett, R.: Klotoide und kubische Parabel. SZfV 9/51.
- [5] Nádénik, Z.: Klothoide und kubische Parabel. Prag 1963.
- [6] Nádénik, Z.: Über die Fehlerabschätzung von Näherungsformeln für die Absteckung von Klotoidenpunkten nach rechtwinkligen Koordinaten von der Tangente aus. Prag 1962.
- [7] Plach, H.: Programmsammlung für die geodätische Ingenieurpraxis für Olivetti Programma 101. Wien 1967.

Buchbesprechungen

Elektronische Tachymetrie. 12 Vorträge zum Oberkochener Geo-Instrumentenkursus 1970, Sammlung Wichmann, Neue Folge, Schriftenreihe Heft 15, Herbert-Wichmann-Verlag, Karlsruhe 1971.

Unter „Elektronischen Tachymetern“ verstehen die Herausgeber Geräte, welche in einem Arbeits- und Zielgang, Richtung und (Schräg-) Entfernung, dazu auch noch den Zenitwinkel messen können, wobei die Distanz durch eines der bekannten elektronischen Verfahren gewonnen wird. Da es sich um den Anschluß an die einst bekannten „Streckenmeßkurse“ des Hauses Zeiss handelt, werden vor allem die einschlägigen SM 11, sowie der Reg Elta 14 präsentiert. Letzterer wird — als erstes automatisch registrierendes „Elektronisches Tachymeter“ — als ebenso historischer Wurf wie vor 20 Jahren das Ni 2 (Opton) verstanden. Die Möglichkeit der Datenkonservierung und des Abfüllens in Kybernetische Systeme gibt auch Anlaß, der Instrumententechnik eher abliegende Themen zu behandeln.

Ein Glanzstück der 12 Einzelvorträge ist die Einleitung durch Prof. *Draheim*, welche mit Prägnanz und Eleganz einen Abriss der geodätischen Automation bietet. Der nächste Starautor, Prof. *Ackermann*, schlägt im Zusammenhang mit den Möglichkeiten des nun ungehemmteren Datenflusses als Ausgleichssystem großer Netze eine Anblockmethode ähnlich den in der Photogrammetrie in Mode kommenden Verfahren durch fortgesetzte überbestimmte Helmerttransformation vor. Die Genauigkeit genügt in den meisten Fällen bereits den Ansprüchen, sonst sind die so gewonnenen Koordinaten die anderweitig fast unmöglich zu beschaffenden Näherungswerte eines strengen vermittelnden Ausgleiches konventioneller Art. Die Programmierung dieser Methode müßte allerdings noch konkret durchgearbeitet werden.

Leitz, der Konstrukteur, beschreibt sodann Aufbau und Funktion der Erzeugnisse des Hauses, weitere Autoren behandeln Probleme des praktischen Einsatzes sowohl hinsichtlich Organisation

der Feldarbeit, wie auch des Datenflusses. Erst die elektronischen Tachymeter scheinen der Polar­methode in der Bundesrepublik zum Durchbruch zu verhelfen. Als größter Aufnahme­radius von einem Standpunkt werden 500 m (nicht aus Gründen der Reichweite), als optimale Besetzung eine 7-Mann-Partie, als durchschnittliche Tagesleistung unter guten äußeren Bedingungen 250 Detail­punkte erwähnt. Die Wirtschaftlichkeit ist etwa 30% über der der Doppelbildentfernungsmesser. Netzspannungen, welche dank der hohen Genauigkeit anfallen, sollen durch affine Transformation in Festpunktmaschen entschärft werden (*Schulze*).

Michelbacher erläutert die wohl eindruckvollste Anwendung des Reg Elta 14: die Wurfweitenbestimmung in der Leichtathletik. Das abseits stehende Gerät mißt die Strecke zum Scheitel des Wurfsektors, zum Wurfauftreffpunkt und den eingeschlossenen Winkel. Der an die Lochstreifen­ausgabe angeschlossene Computer rechnet aus dem cos-Satz die Wurfweite, welche auf der Leucht­tafel des Stadions angezeigt wird.

Schrader referiert über die automatische Herstellung von Höhenlinienplänen, welche aber noch nicht restlos ausgereift wirkt.

Hallermann, bei uns bekannt durch seinen ausgezeichneten Artikel 1968 in der ZfV, gibt ein Panorama der auf dem Markt befindlichen Nahbereichentfernungsmesser. Nach eingehender Schilderung der Codetheodolite, welche ja doch irgendwie beim Reg Elta 14 Pate gestanden waren, folgt ein Exkurs durch aktuelle Geräte. Leider ist die Aktualität aber auf das Jahr 1970 bezogen, so daß die nunmehr interessantesten Konkurrenten der Zeiss-Geräte, welche etwa in Wiesbaden zu sehen waren, nicht aufscheinen. Es handelt sich um das ART von Franke-Askania, sowie den AGA 700, beide fatalerweise wesentlich leichter im Zielteil und vor allem mit automatischer Anzeige der auf die *Horizontale* reduzierten Entfernung versehen, so daß das einschlägige Manko der beiden Zeissgeräte doch irgendwo zur Sprache gekommen wäre.

Bei Kern fehlt in der Besprechung der „DM 1000“ (Kurzstreckengerät), dafür wird das nur als Prototyp vorhandene Mekometer erwähnt — wenn man sich nicht überhaupt auf echte „Tachymeter“ beschränken hätte sollen.

Den Abschluß bildet *G. Förstner* mit einem sehr lesenswerten historischen Rückblick auf Streckenmeßgeräte und Streckenmeßkurse der Firma Carl Zeiss. Kennzeichnend für liebenswert offene Subjektivität sei ein Zitat über den Dahltal: „Die später unternommenen Versuche einiger Firmen, die Kurven noch flacher zu machen, konnten keine Verbesserung bringen. Insbesondere sind mechanische Steuerungen sehr bedenklich gegenüber der stabilen optischen Kurvenbildung des Dahltal“.

Insgesamt kann das sehr gut ausgestattete Buch (Paperback, 131 Seiten) wirklich empfohlen werden, da es eine Fülle von Anregungen und Kenntnissen auch bei uns bald sehr aktueller Probleme vermittelt.

K. Peters

***R. A. van Zuidam*: „Orbital Photography as Applied to Natural Resources Survey“.** ITC-Publikation B 61, Delft 1971. 59 Seiten, 10 Abbildungen, 5 Tabellen, 2 Karten.

Es ist naheliegend und notwendig, daß sich der Photogrammeter von heute mit den Möglichkeiten und Beschränkungen der Satellitenphotographie auseinandersetzt. Die vorliegende ITC-Publikation gibt nun eine sehr gute Übersicht über die derzeit verfügbaren Satellitenbilder. Hauptsächlich sind für den Photogrammeter die tatsächlich zur Erde zurückgebrachten Aufnahmen interessant, da ihr Auflösungsvermögen dem der Videorecorder-Bilder weit überlegen ist. Zufolge der vorbestimmten Flughöhen und den praktisch einbaubaren Brennweiten ergeben sich Bildmaßstäbe von 1:600000 bis kleiner als 1:4 Millionen. Daraus folgt, daß die Herstellung topographischer Karten 1:50000 wegen der mangelnden Höhen­genauigkeit aus Satellitenbildern nicht zweckmäßig erscheint, wohl aber Übersichtskarten 1:250000 und 1:500000 mit 100 m Höhenlinien hergestellt werden können. Der Bedarf an solchen Karten ist heute jedoch geringer als etwa vor 20 Jahren. Die Satellitenphotogrammetrie kommt dafür leider eher spät, keineswegs aber noch zu spät. Neben den kartographischen Anwendungen werden auch jene für hydrologische, geologische, land- und forstwirtschaftliche, geographische und meteorologische Aufgaben diskutiert.

Im 2. Teil des Büchleins werden die praktischen Erfahrungen zusammengefaßt, welche anläßlich eines Forschungsunternehmens zur geomorphologischen Auswertung von Satellitenbildern

der Gemini-Flüge gesammelt worden sind. Obwohl die Ergebnisse irgendwie faszinieren, ist es zweifelhaft, so beschließt der Autor, ob mittels der Satellitenbilder irgendwelche neuen Erkenntnisse zu jenen aus normalen Luftaufnahmen hinzugefügt werden können. Insgesamt lohne es sich jedoch, von den sehr übersichtlichen Satellitenbildern für geomorphologische Studien Gebrauch zu machen, da man die grobe Struktur einfach, sicher und rasch erfassen kann. Die ausgezeichnete ITC-Publikation gibt jeweils am Kapitelende reichlich Literaturhinweise.

Für den darüber hinaus interessierten Leser möchte ich noch weitere Literaturhinweise angeschlossen, nämlich: "Some considerations regarding mapping from earth-satellites", Photogrammetric Record 7 (37): p. 55–56 (April 1961), wo eine hochinteressante Diskussion der Britischen Photogrammetrischen Gesellschaft zum gleichlautenden Artikel G. Petrie's wiedergegeben wird, der im Heft 6 (36), p. 590–624 derselben Zeitschrift publiziert ist. Ferner ist in „Bildmessung und Luftbildwesen“ 1971, p. 6–18, die 3. Otto von Gruber-Gedächtnisvorlesung erschienen, die F. J. Doyle, der Bildmessungsberater der NASA, im September 1970 in München über das Thema: „Kammersysteme und Photogrammetrie in der Raumfahrt“ gehalten hat. *P. Waldhäusl*

Heinz Wittke: Einführung in die Vermessungstechnik, Ferd.-Dümmers-Verlag, Bonn, 520 Seiten, 948 Abbildungen, 1 Kartenbeilage, DM 78,—.

Die ursprünglich in 15 Folgen veröffentlichten „Geodätischen Briefe“ wurden 1951 erstmalig als Buch im Selbstverlag des Autors *Wittke* zusammengefaßt und sind nun mit dem Datum Jänner 1971 als vierte, völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage erschienen. Dem Heft 4 dieser Zeitschrift war ein Prospekt „Der neue Wittke“ beigelegt. Auf dessen Innenseite bringt Prof. *Dr. Ing. H. Wittke* zu seinem neuen Werk einige Hinweise, nennt aber nur wenige jener 23 Vorschläge zu Neuem, die im Vorwort des Buches aufgezählt werden.

Hier überraschen vom Autor *Wittke* gewählte Abkürzungen, wie MEAN – Pol, BAP, ELO, RELO's, AURELO's, Gyro – AURELO's, die – dem Referenten und wohl auch anderen Lesern nicht geläufig – im Register des Buches fehlen und erst im „Ausblick“ der letzten Seiten erklärt werden. So etwa: AURELO = automatisch-zielsuchendes-reduzierendes elektro-optisches Tachymeter.

Der Autor *Wittke* hat sich bemüht, nach seinem Motto „kurz, klar, inhaltsreich“ Altes, Neues und Zukünftiges auf wenig Raum – also mit hoher „Informationsdichte“ – zu beschreiben. Wohlwollende Leser sollen angeregt werden, die Vermessungstechnik weiter zu entwickeln.

Ein Vergleich der Inhaltsverzeichnisse der beiden Bücher, des ersten aus 1951 und des mit 1971 vorliegenden, zeigt die Hinzunahme aller Fortschritte und Neuerungen, die im Ablauf der zwei Dezennien für den Bereich der Vermessungstechnik Bedeutung gewannen. Das aus der Literatur bekannte Interesse des Autors *Wittke* für die Berührungszonen von Physik und Vermessungswesen mit allen hier auftretenden aktuellen Erfindungen, erhält seinen Ausdruck durch die fast immer nur sehr kurze Erwähnung und mehr populär gefaßte Erklärung solcher Neuerungen, Sonderverfahren und Verfeinerungen. Ein Eingang auf Einzelheiten ist hier bei der Fülle von sich aufdrängenden Hinweisen nicht möglich.

Als gebetener Referent zu diesem Buch möchte ich aber wenigstens die folgenden Bemerkungen nicht unterdrücken.

Ist es wirklich notwendig, die „Satellitengeodäsie“ zur Vermessungstechnik zu zählen und ihr dann ganze 18 Zeilen mit Stichworten zu widmen?

Im Abschnitt Nivellement empfiehlt der Autor *Wittke* „erstmalig in einem LEHRBUCH“ die Verwendung von Latten mit Fallteilung, d. h. mit Nullpunkt oben und Ausrechnung des Höhenunterschiedes durch Vorblick minus Rückblick. Die hiezu genannten Vorteile sind unecht. Ohne Umfrage glaube ich richtig und zutreffend zu sagen, daß wir in Österreich beim Nullpunkt unten bleiben und mit Rückblick minus Vorblick den Höhenunterschied gut und ohne Mehrarbeit erhalten.

Zum Abschnitt Bildmessung (Photogrammetrie) möchte ich sagen, daß er mit 15 Seiten wirklich kurz geraten ist. Man sollte nicht zwischen Photo und Foto wechseln.

Diese vielleicht mehr negativen Hinweise werden durch viel Gutes und Erfreuliches wettgemacht: reichliche Literaturangaben, nicht nur mit der in modernen Publikationen leider üblich werdenden, lediglich allgemeinen Nennung des Buches bzw. der Veröffentlichung, sondern mit

präziser Seitenangabe. Es gibt verhältnismäßig wenige Druckfehler, die den Fachmann nicht stören, weil er sie sogleich erkennt. Wie etwa, daß der Altmeister der Photogrammetrie *Schwidersky*, sich nicht *Schwiderski* schreibt (S. 262, [11]).

Für alle Techniker, die sich einen Überblick zu allen Gebieten wünschen, in denen eine Verbindung zur Vermessungstechnik besteht, ist das Buch recht zu empfehlen. *F. Ackerl*

Großmann, W.: Vermessungskunde II (Horizontalaufnahmen und ebene Rechnungen) 11. erweiterte Auflage, 173 Seiten, 109 Figuren. Sammlung Göschen, Band 4469, W. de Gruyter, Berlin-New York 1971.

Für die 1. bis 7. Auflage (1910 bis 1949) dieses Bandes II zeichnete als Verfasser Professor Dr. Paul Werkmeister. 1959 erschien als 8. Auflage eine vollständige Neubearbeitung von Professor Dr. Walter Großmann. Sie war die Grundlage der 9. Auflage (1963), der 10. Auflage (1967) und der nunmehr vorliegenden 11. Auflage. Die alle 4 Jahre notwendig werdende Erneuerung ist ein erster Beweis für das Interesse der Fachwelt an dieser in jeder Hinsicht ausgezeichneten Darstellung des Stoffes der Horizontalaufnahmen mit den hier anfallenden ebenen Rechnungen. Gemeinsam mit dem Band I (Stückvermessung und Nivellieren) Sammlung Göschen, Band 468, in 13. Auflage 1969 und mit dem Band III (Trigonometrische und barometrische Höhenmessung, Tachymetrie und Absteckungen), Sammlung Göschen, Band 862, in 9. Auflage 1969, ist durch Prof. Großmann für das Gebiet der Vermessungskunde ein Kompendium verfaßt, das einem weiten Kreis alle notwendigen Grundlagen in meisterhafter Art darbietet.

Im hier zu besprechenden Band II findet man neben dem Fundament der Instrumentenkunde, der Aufnahmeverfahren und Auswertung alle bis 1971 entwickelten Neuerungen zu diesen Wissensbereichen. Der Anfänger und der nach Reife Strebende wird die trotz aller Gedrängtheit leichtfaßliche Darstellung ebenso angenehm empfinden, wie der erfahrende Fachmann mit wahren Genuß jene Kapitel, Hinweise und Beispiele verfolgt, die den neuesten Entwicklungen gewidmet werden.

Dem Referenten erschien es besonders interessant und erfreulich, daß Prof. Großmann einige Probleme und Aufgaben behandelt, die — oft nur stiefmütterlich erwähnt oder auch gar übergangen — für praktische Zwecke gute Dienste leisten. Als Auswahl: die Justierung von Meßmikroskopen, die Fehlerbekämpfung bei der optischen Sterckenmessung, Feinpolygonzüge in Netzen mit Spannungen, die graphische Behandlung des Vereinten Einschneidens, die graphische Ausgleichung von durch Trilateration bestimmten Punkten, die Netzverdichtung durch TP-Züge usw.

Der Referent entbietet dem Autor Prof. Großmann Wertschätzung und Glückwunsch zum bestgelungenen Werk und dem Verlag ein rechtes Lob zur tadellosen Ausstattung. *F. Ackerl*

Zeitschriftenschau

Zusammengestellt im amtlichen Auftrag von Bibliotheksleiter Techn. Oberinsp. *Karl Gartner*. Die hier genannten Zeitschriften liegen in der Bibliothek des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien I, Hofburg, auf.

Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Karlsruhe 1971: Nr. 7. *Draheim, H.*: Die Geodäsie ist die Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche — Eine Umfrage zur heutigen Situation der Geodäsie. — *Bursa, M.*: Zur heutigen Situation der Satellitengeodäsie. — *Kuntz, E.* und *Möller, D.*: Gleichzeitige elektronische Entfernungsmessungen mit Licht- und Mikrowellen. — *Witte, B.*: Vergleich verschiedener troposphärischer Refraktionsmodelle für die Korrektur von Doppler-Messungen nach künstlichen Erdsatelliten. — *Schatz, U.*: Das Problem der optimalen Stützpunkts-Dichte und der optimalen Maschengröße bei Transformationen ungleichartiger Koordinaten (Dissertation). — *Lauer, S.*: Über die stochastischen Eigenschaften lokaler Schwereanomalien und ihre Prädikation (Dissertation). — *Colic, Kr.*: Analytische Fortsetzung von Oberflächenwerten der Schwere nach unten und Bestimmung ihrer Horizontalableitungen im Tunnel (Dissertation). — *Konstanzer, J.*: Untersuchung und Berechnung des theoretischen

Schleifenschlußfehlers (Dissertation). — *Schrader, B.*: Beiträge zur Entwicklung der Elektronischen Datenverarbeitung in der Geodäsie (Habilitation). — *Nr. 8. Müller, B.-G.*: Programmierbare Tischrechner und Schreibtischanlagen im Vorfeld der elektronischen Datenverarbeitung. — *Ruopp, M.*: Genauigkeitsbetrachtungen zur polaren Punktbestimmung mit elektronischen Tachymetern bei freier Standpunktswahl. — *Strassburg, L.*: Zwei neue Vermessungskreisele. — *Iwanow, I.*: Eine neue Elektro-Optische System für Streckenmessungen. — *Nr. 9.* (56. Deutscher Geodätentag und XIII. Internationaler Kongreß der Vermessungsingenieure). — *Hunger, F.*: Wirkungen und Wirkungsmöglichkeiten des Deutschen Vereins für Vermessungswesen. — *Apel, H.*: Deutscher Landesbericht für die Kommission 5 der FIG. — *Draheim, H.*: Die elektronische Tachymetrie als geodätisches Meßverfahren. — *Wolf, D.*: Koordinatenspeicher und Programmsysteme im Vermessungswesen. — *Satzinger, W.*: Numerische Kartographie. — *Wenderlein, W.*: Grundsätzliche Bemerkungen zu Ingenieurvermessungen.

Bildmessung und Luftbildwesen, Karlsruhe 1971: *Nr. 4. Hofmann, W.*: Vorschlag zur Neugliederung der Technischen Kommissionen der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie. — *Linkwitz, K. und Preuss, H. D.*: Die photogrammetrische Vermessung der Modelle der olympischen Dächer München. — *Kraus, K.*: Zur Auswertung nichtorientierter Luftbilder. — *Döhler, M.*: Standard-Tests für photogrammetrische Auswertegeräte (Tätigkeitsbericht d. Arbeitsgruppe 2 i. d. Komm. II d. IGP). — *Schürer, K.*: Genauigkeitseigenschaften photogrammetrischer Modellkoordinaten (Dissertation). — *Kölbl, O.*: Analytische Verzeichnungsartdarstellung bei der vollständigen Kalibrierung. — *Nr. 5. Schwidewsky, K.*: Albrecht Meydenbauer — Initiator der Photogrammetrie in Deutschland. — *Brindöpke, W.*: Die Photogrammetrie bei der Herstellung der Deutschen Grundkarte 1:5000. — *Pape, E.*: Die Deutsche Grundkarte 1:5000 als Luftbildkarte. — *Unger, H. und Gerigk, J.*: Photogrammetrie bei Katastervermessungen in Schleswig-Holstein. — *Kersting, R.*: Photogrammetrie und Flurbereinigung. — *Krauss, G.*: Die Laufendhaltung der topographischen Kartenwerke in der Bundesrepublik Deutschland. — *Sander, W.*: Praxis der Aerotriangulation im amtlichen Vermessungswesen. — *Blaschke, W.*: Erfahrungen bei der photogrammetrischen Stadtkartierung. — *Kochen, K. und Schröpfer, H.*: Photogrammetrische Methoden bei der Planung und Unterhaltung von Verkehrswegen.

Bulletin Géodésique, Paris 1971: *Nr. 100. Gibbins, D. L. H., Patterson, J. B. and Bell, G. A.*: The absolute determination of the gravitational acceleration at Sydney, Australia. — *Sakuma, A.*: Observations expérimentales et Mesures-Sèvre, France. — *Barta, G.*: On the hypothesis of the secular variation of gravity field. — *Boulanger, J. D. and Scheglov, S. N.*: On secular changes of gravity. — *Szabo, B. and Anthony, D.*: Results of AFCRL'S experimental aerial gravity measurements. — *Lambeck, K.*: Comparison of surface gravity data with satellite data. — *Heitz, S.*: On the astrogeodetic determination of the geoid by least squares estimation. — *Gougenheim, A.*: Note sur l'influence des marées de la lune sur les observations télémétriques de cet astre.

Geodetický a kartographický obzor, Prag 1971: *Nr. 6. Delong, B.*: Die Einmessung von Punkten mittels elektronischer Entfernungsmesser und Kreiselltheodoliten. — *Haverlik, I. und Krcho, J.*: Mathematische Verallgemeinerung der Herstellung von Isolinien thematischer Karten mit Hilfe automatischer Rechenanlagen. — *Vlček, J.*: Ein tschechoslowakischer Tischrechner. — *Marčák, P.*: Was versteht man unter dem Ausdruck numerische (digitale) Meßgeräte. — *Karský, G. und Synek, I.*: Die Wahl der Belichtungszeiten bei der Zeiss-Kammer SBG. — *Nr. 7. Morch, V.*: Konzeption der Laufendhaltung und Erneuerung großmaßstäblicher Karten in der CSR. — *Vrzgula, M.*: Beendigung des Aufbaues und Erneuerung des Kartenfonds großmaßstäblicher Karten in der CSR. — *Skorepová, J. und Kabeláč, J.*: Ausgleichung des Satelliten-Raumnetzes. — *Abelovič, J.*: Variation der Beobachtungsgenauigkeit und ihr Einfluß auf die Fehlerverteilung in der Triangulierung. — *Kopecký, A.*: Das tschechoslowakische Nivellementsnetz und die Erforschung der Erdkrustenbewegungen mittels der Methode des wiederholten Nivellements. — *Košecký, E.*: Beitrag zur Methodik des Suchens unterirdischer Versorgungsleitungen. — *Nr. 8. Michalčák, O.*: Geodätische Messungen bei der Absteckung eines Denkmals. — *Hojovec, V. und Morcová, B.*: Anwendung des automatischen Zeichenkoordinatographen COROGRAPH zur Herstellung eines kleinmaßstäbigen Konstruktions-Kartenblattes. — *Ječek, J.*: Reprographie und ihre Applikation in der Kartographie und kartographischen Polygraphie. — *Lunga, J.*: Interpolation im astronomischen Jahr-

buch *Astronimičeskij ježegonik* bei der Berechnung des Azimutes aus astronomischen Messungen auf die Sonne.

Geodézia és Kartográfia, Budapest 1971: Nr. 1. *Hazay, I.*: Ausgleichung eines durch die Messung sämtlicher Winkel und Seiten bestimmten Triangulationsnetzes. — *Alpár, Gy.*: Iteratives Verfahren zur Berechnung der Kehrmatrix vom Vermittlungs- bzw. Bedingungsgleichungssystem. — *Gebry, J.*: Die Anwendungsmöglichkeiten der Orthophotokopie in Ungarn. — *L'Aimé, O.*: Näherungsberechnung des Zuverlässigkeits-Intervalls. — *Csuri, O., Kovács, L.* und *Huszár, J.*: Elektronische Rechenautomaten in der geodätischen Praxis des UVATERV. — *Klinghammer, J.*: Automatisierungsmöglichkeiten in der Kartenherstellung. — Nr. 2. *Halmos, F.*: Korrelation der Kreiselhöhenmessungen. — *Gazsó, M.*: Das Konstruieren von Fehlerabbildungen mit Richtungen beliebigen Gewichtes. — *Miskolczy, L.*: Die Einwirkung der Instrumentenbewegung auf die Ergebnisse des Erdkrustenbewegung-Untersuchungs-Nivellements. — *Horváth, K.*: Die genauere Bestimmung des Refraktionskoeffizienten und des Refraktionswinkels. — *Láng, G.*: Genauigkeitsprobleme der Nah-Photogrammetrie. — *Stams, W.*: Die kartographische Gestaltung der Weltbevölkerungskarte 1:2500000. — *Baranyi, J.* und *Karsay, F.*: Formgetreuere Entwürfe für die Darstellung der ganzen Erdoberfläche. — *Pápay, Gy.*: Klassifikation der Methoden der kartographischen Reliefdarstellung. — *Egri, A.*: Übergehen zum Metersystem in der Bodenevidenzhaltung. — *Szováty, T.*: Die charakteristischen Züge des ungarischen Bodenbesitzes. — *Horváth, B.*: Die Weiterentwicklung der Bodenqualifizierung.

Maanmittaus, Helsinki 1971: Nr. 1–2. *Wallner, H.*: Die neue Grundstücksdatenbank in Schweden. — *Öjborn, L.* und *Mattson, Sv.-A.*: Zusammenspiel: Arbeitsmarkt — Ausbildung im Vermessungswesen. — *Kangas, K.*: Über die Vermessungsverfahren in Malmberget.

Nachrichtenblatt der Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz, Koblenz 1971: Nr. 1. *Kiel, H.*: Berechnung von ebenen Dreiecken mit Überbestimmungen. — *Kindel, G.*: Herstellung großmaßstäbiger Planungsunterlagen mit Flurkartenerneuerung durch Luftbildvermessung im Raume Andernach. — *Rüffel, E.*: Die Wirksamkeit der Messungs- und Koordinatenkontrollen. — *Toschinski, E.*: Die kartographischen Fortführungsarbeiten an der topographischen Karte 1:25000 von Rheinland-Pfalz. — Nr. 2. *Sinss, H.*: Zum Aufbau des Nivellementnetzes 3. Ordnung in Rheinland-Pfalz. — *von der Weiden*: Einsatz und Fortbildung der Vermessungsassessoren und Vermessungsgeräte. — *Wiss, H.*: Numerische Photogrammetrie. — *Welker, A.*: Von alten rheinischen Grenzsteinen.

Photogrammetric Engineering, Falls Church, USA; 1971: Nr. 3. *Welch, R.*: Modulation Transfer Functions. — *Shmutter, B.* und *Etrog, U.*: Calibration of Storage Tanks. — *Mikhail, E. H.* und *Glaser, G. H.*: Mensuration Aspects of Holograms. — *Park, C. M., Lee, Y. H.* und *Scheps, B. B.*: Slope Measurement from Contour Maps. — *Whiteside, A. E.* und *Lipski, D. B.*: Computer Simulation of Automatic Stereoplotters. — *Stanton, B. T.*: Education in Photogrammetry. — Nr. 4. *Orr, D. G.* und *Quick, J. R.*: Construction Materials in Delta Areas. — *Martin, A.-M.*: Archaeological Sites-Soiles and Climate. — *Gerbermann, A. H., Gausman, H. W.* und *Wiegand, C. L.*: Color & Color-IR Films for Soils Identification. — *Rudd, R. D.*: Macro Land-Use Mapping with Simulated Space Photos. — *Lingren, D. T.*: Dwelling Unit Estimation with Color-IR Photos. — *Anderson, J. R.*: Land-Use Classification Schemas. — *Aldrich, R. C.*: Space Photos for Land Use and Forestry.

Przegląd Geodezyjny, Warschau 1971: Nr. 5. *Strzalkowski, J.*: Geodätische Bestandsaufnahme von unterirdischen Anlagen in Lodz. — *Downarowicz, J.*: Einsatz des Entfernungsmessers Distomat DI-10 von Wild und des Gyroskopaufsatzes GAK-1 von Wild bei den Messungen geodätischer Netze. — *Konieczny, St. J.*: Projekt einer neuen Einteilung der technischen Kommissionen der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie. — Nr. 6. *Szymoński, J.*: Neue Zeiss-Jena-Instrumente für die Geodäsie. — *Dymowski, K.*: Die Schätzungsfehler. — *Jankowski, W.* und *Majde, A.*: Ein Versuch des Einsatzes der Photogrammetrie für die Schätzung des Schlachtwertes am lebenden Vieh. — Nr. 7. *Tymowski, St. J.*: Der Durchhangspfeil und seine Messung. — *Marčák, P.*: Über die Genauigkeit der Methode der trigonometrischen Messung der Höhe bei der Ermittlung der Bautenverlagerung. — *Holejko, K.* und *Michalik, A.*: Einsatz des Entfernungsmessers TELE-METER RG 10 bei den hydrographischen Arbeiten. — *Tatarczyk, J.* und *Palaszewski, A.*: Dahlta

010. — *Kuckiewicz, W.*: Beurteilung der Genauigkeit der technischen Polygonisierung. — *Storecki, St.*: Steinerne Vermessungszeichen. — *Idzik, A.* Die Wahl von Bildformat und Kameraöffnungswinkel für stereoskopische Auswertung.

Studia geophysica et geodaetica, Prag 1971: Nr. 1. *Nádénik, Z.*: Les formes différentielles extérieures dans la géodésie I: Courbure de Gauss. — *Burša, M.*: Comparison of Satellite and Terrestrial Gravity Data. — *Novotný, O.*: Partial Derivates of Dispersion Curves of Love Waves in a Single-layered Medium. — Nr. 2. *Holota, P.* und *Nádénik, Z.*: Les formes différentielles extérieures dans la géodésie II: Courbure moyenne. — *Kučera, K.*: Volles Gewicht einer im Refraktionsmilieu gemessenen Größe (wird fortgesetzt). — *Pick, M.* und *Picha, J.*: The Mean Density of the Earth.

Svensk Lantmäteritidskrift, Stockholm 1971: Nr. 3. *Wallner, H.*: The Land Data Bank in Sweden. — *Lindskog, T.*: The Reform of the Swedish Real Estate Register. — *Lindén, Bo.*: The Land Register Reform. — *Cedheim, B.*: The Technical Construction of the Data Bank. — *Klint, L.*: The Co-Ordinate Method. — Fact and Fiction. — *Andersson, A.*: The Register Map. — *Palmqvist, A.*: Notation of Archive Records. — *Nyberg, Bo.*: Project Planning. — *Hygstedt, Th.*: The Land Data Bank and Real Estate Formation. — *Bergström, L. A.*: Grafic Information Processing. — *Hjelmér, G.* and *Rasmusson, G.*: The Data Bank and Environment Protection.

Der Vermessungsingenieur, Wiesbaden 1971: Nr. 3. *Neumann, H.-G.*: Neue Wege der Datenverarbeitung in Hessen. — *Eisele, W.*: Neue Möglichkeiten der Datenverarbeitung in der Flurbereinigung. — *Strauß, R.*: Einsatz des Handschriftbeleglesers im vermessungstechnischen Bereich. — *Kern, Fr.* und *Wiemann, M.*: Der Veränderungsnachweis (VN) im Datenverarbeitungssystem der Hessischen Kataster- und Vermessungsverwaltung. — *Ebenfeld, D.*: Darstellung von Kleincomputersystemen (wird fortgesetzt). — *Heyink, J.*: Die Programmierung der Olivetti P 203. — Nr. 4. *Frohberger, H.-P.*: Als Vermessungsingenieur bei einem seismischen Seemeßtrupp. — *Schmidt, R.*: Der selbstreduzierende Tachymetertheodolit TARI 4180. — Nr. 5. *Pfeifer, Fr.*: Sammlungen historischer Karten und Instrumente. — *Minow, H.*: 400 Jahre Johannes Kepler. — *Richter, E.*: Ein Rückblick auf allgemeine und industrielle Normung unter besonderer Berücksichtigung der Normungsarbeit für das deutsche Vermessungswesen. — *Pörings, H.*: Anwendungsmöglichkeiten elektro-optischer Nahbereichsentfernungsmesser bei der Vermessung von Verkehrsbändern und deren Knotenpunkte. — *Franz, J.*: Delmag GT3 + H2S — neue Rammausrüstung für die Abmarkung mit Kunststoff-Grenzmarken. — *Soest, H.*: Vermessungen im Maschinenbau und konstruktiven Hochbau. — *Osterloh, H.*: Berechnung der 3. Wurzel mit Hilfe der Quadratwurzelautomatik von Tischcomputern.

Vermessungstechnik, Berlin 1971: Nr. 5. *Berger, F.*: Das Programmsystem „TRASS-OPTI“ zur Berechnung von Eisenbahntrassen. — *Walther, R.*: Neue Formen von Absteckungsunterlagen für Trassen linienförmiger Anlagen. — *Berger, F.*: Digitales Geländemodell. — *Koch, W.-G.*: Ein Programm zur automatischen Herstellung von Flächenkartogrammen. — *Dörhöfer, G.* und *Pustkowski, R.*: Standardisierung touristischer Kartensymbole. — *Bernatzky, K.*: Zu einigen berufsspezifischen Aspekten des wissenschaftlichen Arbeitsstudiums. — *Wirth, K.-H.*: Die reprofähige Bleistiftzeichnung. — *Saal, W.*: Überspitzte Forderungen an das Vermessungswesen. — *Plitzko, K.*: Wege zur Erhöhung des Informationseffektes wissenschaftlicher Zeitschriftenartikel durch richtige Adressierung und rationelle Struktur der Beiträge. — *Möbius, G.*: Untersuchungen zur Genauigkeit der Streckenmessung mit dem Basisreduktionstachymeter BRT 006. — Nr. 6. *Hoffmeister, H.*: Das Strahlen- und Sehnenverfahren und seine Anwendung in der Ingenieurgeodäsie. — *Schneider, M.*: Ein Auszählverfahren zur Berücksichtigung der Anziehung des angestauten Wassers bei Neigungsmessungen in Talsperren. — *Klein, K.-H.* und *Zschesche, K.*: Probleme beim Einsatz eines Feldlochgeräts. — *Gruschwitz, G.* und *Suderlau, G.*: Neue Meßpunktvermarkungen für ingenieur-geologische Nivellementslinien in Senkungsgebieten. — *Zacher, G.* und *Bauer, M.*: Untersuchungsergebnisse zum Dahlta 010 des VEB Carl Zeiss JENA — *Netow, N.*: Einige Probleme der Vertikalplanung von Wohnvierteln und Gebäuden, die nach industriellen Bauweisen errichtet werden. — *Hecker, F.*: Zur Problematik der Fortführung großmaßstäbiger Karten und Pläne. — *Hanke, P.*: Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes terrestrisch-photogrammetrischer Verfahren

für Bau- und Überwachungsmessungen. — *Saße, P.*: Zu einigen Problemen der Einbeziehung der Karte in die Vorbereitung von Entscheidungen zur Gestaltung der effektiven Territorialstruktur eines Bezirkes.

Vermessungstechnische Rundschau, Bonn 1971: Nr. 8. *Wittke, H.*: 100 Jahre DVW und FIG-Kongreß. — *Meier, H.*: Standortauswahl für TP. — *Braasch, H. W.*: Technikerschule für das Vermessungswesen. — Ja oder Nein? — *Krenz, A.*: Die Aufnahme nach der Sehnenwinkel-methode. — Nr. 9. *Gassner, E.* Erschließung und Bebauung von Hang- und Hügelgelände. — *Wittke, H.*: Die Nord- oder Ostrichtung wiegen. — *Köhr, J.*: Zur Optimierung der Streckenmessung mit dem Bandmaß. — *Wittke, H.*: Opto-Elektronik und Laser-Geodäsie. — *Wittke, H.*: Vermarktungs-sucher. — *Zeiss-Presse-Information*: Photogrammetrisch-kartographische Aufnahmen des Mondes.

Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1971: Nr. 5. *Tesmer, W.*: Das „Stutt-garter Modell“ zur Durchführung freiwilliger Bodenordnungen. — *Lobner, E.*: Zur Automation in Liegenschaftskataster und Landesvermessung. — *Mueller, I. I. u. a.*: Untersuchungen an Wild BC-4 Satellitenaufnahmen. — *Hallermann, L.*: Die 5 σ - und 1 σ -Strahlenbüschelmethode bei Teil-kreisuntersuchungen. — *Radouch, V.*: Korrelation bei nichtlinearen Beziehungen. — *Deichl, K.* und *Ludwig, H.*: Zur Eichung von Sekundenlibellen. — Nr. 6. *Rimmer, K.*: Über die zunehmende Bedeutung der Ingenieurgeodäsie. — *Koch, K.-R.*: Die geodätische Randwertaufgabe bei bekannter Erdoberfläche. — *Gleinsvik, P.*: Zur Leistungsfähigkeit der Methode der kleinsten Quadrate bei der Ausgleichung nicht-normalverteilter Beobachtungen. — *Kraus, K.*: Automatische Berechnung digitaler Höhenlinien. — *Köhr, J.*: Wann soll man beim einfachen Rückwärtseinschnitt Winkel, wann Richtungen messen? — *Linkwitz, K.*: Zur vermittelnden Ausgleichung mit Bedingungs-gleichungen für die Unbekannten bei singulärer Teilmatrix. — Nr. 7. *Hofmann, W.* und *Hallermann, L.*: Übersicht über die Literatur für Vermessungswesen im Jahre 1970 mit einzelnen Nachträgen. — *Bonatz, M.* und *Melchior, P.*: Erdzeitenregistrierungen in der Arktis — International Astro-Geo-Project Spitzbergen 1968/70. — Nr. 8. (Beiträge zum XIII. FIG-Kongreß und zum 56. Deutschen Geodätentag in Wiesbaden). — *Eichhorn, W.*: Die FIG und der Deutsche Verein für Vermessungs-wesen. — *Draheim, H.*: Die FIG im Jubiläumsjahr des DVW. — *Meyer, R.*: FIG-Generalsekretär und FIG-Bureau-Geschäftsführung. — *Schmitt, P.*: Auf dem Weg zum XIII. FIG-Kongreß 1971. — *Steel, R.*: The Work of Group A at the Wiesbaden Congress. — *Ewald, G.*: Die fachwissen-schaftliche Arbeit in der Gruppe B. — *Barnard, B. T.*: The Work of Group C. — *Hunger, F.*: Ver-messungstechnik und Geodäsie, 1871 und 1971. — *Schmidt, H. H.*: Die Bedeutung der Satelliten-entwicklung für das Gebiet der angewandten Geodäsie. — *Barry, Br. A. B.*: Surveyor, Civil Engineer and Accuracy. — *Henssen, J. L. G.*: Internationales Büro für Kataster und Bodenverwaltung.

Contents

Heinrich Ebner: Methods of Spatial Block-Adjustment and its Numerical Expenditure.
 Gottfried Gerstbach: An Attempt to Determine the Absolute Deflection of the Vertical by Visual Satellite Observations.
 Gerhard Palfinger: On the Use of the Hyperosculating Conic Section of the Transition Curve.

Sommaire

Heinrich Ebner: Méthodes de la compensation troisdimensionale de blocs et leurs dépenses numériques.
 Gottfried Gerstbach: Un essai de la détermination de la déviation absolue de la verticale par des observations visuelles de satellites.
 Gerhard Palfinger: A l'emploi de la section conique hyperosculatrice de la clothoïde.

Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes

Dr.-Ing. Heinrich Ebner: Universität Stuttgart, 1, Keplerstraße 11, Institut für Photogram-metrie.

Hochschulassistent Dipl.-Ing. Gottfried Gerstbach, 1040 Wien, Karlsplatz 13.

Hochschulassistent Dipl.-Ing. Gerhard Palfinger, 1040 Wien, Karlsplatz 13.

Österreichischer Verein für Vermessungswesen

A 1180 Wien XVIII, Schopenhauerstraße 32

I. Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen

- Sonderheft 1: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 70. Geburtstag.* 198 Seiten, Neuauflage, 1948. Preis S 18,—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 2: Lego (Herausgeber), *Die Zentralisierung des Vermessungswesens in ihrer Bedeutung für die topographische Landesaufnahme.* 40 Seiten, 1935. Preis S 24,—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 3: Ledersteger, *Der schrittweise Aufbau des europäischen Lotabweichungssystems und sein bestanschließendes Ellipsoid.* 140 Seiten, 1948. Preis S 25,—. (Vergriffen.)
- 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. (Vergriffen.)
- 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,—.
- Sonderheft 11: Mader, *Das Newton'sche Raumpotential prismatischer Körper und seine Ableitungen bis zur dritten Ordnung.* 74 Seiten, 1951. Preis S 25,—.
- Sonderheft 12: Ledersteger, *Die Bestimmung des mittleren Erdellipsoides und der absoluten Lage der Landestriangulationen.* 140 Seiten, 1951. Preis S 35,—.
- Sonderheft 13: Hubeny, *Isotherme Koordinatensysteme und konforme Abbildungen des Rotationsellipsoides.* 208 Seiten, 1953. Preis S 60,—.
- Sonderheft 14: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 90. Geburtstag.* 764 Seiten und viele Abbildungen. 1952. Preis S 120,—.
- Sonderheft 15: Mader, *Die orthometrische Schwerekorrektur des Präzisions-Nivellements in den Hohen Tauern.* 26 Seiten und 12 Tabellen. 1954. Preis S 28,—.
- Sonderheft 16: *Theodor Scheimpflug — Festschrift.* Zum 150jährigen Bestand des staatlichen Vermessungswesens in Österreich. 90 Seiten mit 46 Abbildungen und XIV Tafeln. Preis S 60,—.
- Sonderheft 17: Ulbrich, *Geodätische Deformationsmessungen an österreichischen Staumauern und Großbauwerken.* 72 Seiten mit 30 Abbildungen und einer Luftkarten-Beilage. Preis S 48,—.
- Sonderheft 18: Brandstätter, *Exakte Schichtlinien und topographische Geländedarstellung.* 94 Seiten mit 49 Abb. und Karten und 2 Kartenbeilagen, 1957. Preis S 80,— (DM 14,—). (vergriffen)
- Sonderheft 19: *Vorträge aus Anlaß der 150-Jahr-Feier des staatlichen Vermessungswesens in Österreich, 4. bis 9. Juni 1956.*
- Teil 1: *Über das staatliche Vermessungswesen,* 24 Seiten, 1957. Preis S 28,—.
- Teil 2: *Über Höhere Geodäsie,* 28 Seiten, 1957. Preis S 34,—.
- Teil 3: *Vermessungsarbeiten anderer Behörden,* 22 Seiten, 1957. Preis S 28,—.
- Teil 4: *Der Sachverständige — Das k. u. k. Militärgeographische Institut.* 18 Seiten, 1958. Preis S 20,—.
- Teil 5: *Über besondere photogrammetrische Arbeiten.* 38 Seiten, 1958. Preis S 40,—.
- Teil 6: *Markscheidewesen und Probleme der Angewandten Geodäsie.* 42 Seiten, 1958. Preis S 42,—.

Offizielle österreichische amtliche Karten der Landesaufnahme

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen
in 1080 Wien VIII, Krotenthallerg. 3 / Tel. 42 75 46

Neuerscheinungen von offiziellen Karten der Landesaufnahme

Österreichische Karte 1:50000

5 Gmünd	8 Geras	19 Zwettl-Stadt
6 Waidhofen an der Thaya	13 Engelhartzell 18 Weitra	20 Gföhl 118 Innsbruck
7 Groß Siegharts		119 Schwaz

Österreichische Karte 1:200000:

Blatt 48/12 Kufstein 48/16 Wien

Umgebungs- und Sonderkarten:

Hochschwab 1:50000

Umgebungskarte Mayrhofen (Zillertal) 1:50000

Burgenland 1:200000

In letzter Zeit berichtigte Ausgaben der Österreichischen Karte 1:50000

51 Steyr	120 Wörgl	191 Kirchbach/Stmk.
108 Deutschkreutz	164 Graz	192 Feldbach

Österr. Wasserkraftkataster

Im Zuge der Bearbeitung des neuen österr. Wasserkraftkatasters ist erschienen:

Gurk, Saalach, Alm je S 250,—

Bibliographie zur österreichischen Wasserwirtschaft S 60,—

Die bisher erschienenen Bände sind durch den Kartenverlag des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Landesaufnahme, in Wien bzw. durch den Buchhandel zu beziehen.

Es werden folgende Kartenwerke empfohlen:

Für Amtszwecke sowie für Wissenschaft und Technik

Österreichische Karte 1:25000

Österreichische Karte 1:50000

Österreichische Karte 1:200000

Arbeitskarten 1:200000 und 1:500000 von Österreich

Für Wanderungen

die Blätter der Wanderkarte 1:50000 mit Wegmarkierungen
und verschiedene Umgebungskarten

Zum Zusammenstellen von Touren und Reisen

Übersichtskarte von Österreich 1:500000, mit Suchgitter
und Namenverzeichnis

Preise

der amtlichen österr. Kartenwerke

I Österreichische Karte 1:25000 (nicht fortgeführt)	13,—
II Österreichische Karte 1:50000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	23,—
Österreichische Karte 1:50000 mit Straßenaufdruck	20,—
Österreichische Karte 1:50000 ohne Aufdruck	18,—
Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	16,—
Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50000 ohne Wegmarkierung .	10,—
III Österreichische Karte 1:200000 mit Straßenaufdruck	21,—
Österreichische Karte 1:200000 ohne Straßenaufdruck	18,—
IV Alte Österreichische Landesaufnahme 1:25000	10,—
V Generalkarte von Mitteleuropa 1:200000	
Blätter mit Straßenaufdruck (nur für das österr. Staatsgebiet vor- gesehen)	15 —
Blätter ohne Straßenaufdruck	12,—
VI Übersichtskarte von Mitteleuropa (Projektion Bonne) 1:750000 ..	10,—
VII Übersichtskarte von Mitteleuropa (Projektion Albers) 1:750000 .	10,—
VIII Gebiets- und Sonderkarten	
Hochschwab 1:50000 mit Wegmarkierungen	38,—
Hohe Wand 1:40000 mit Wegmarkierungen	15,—
Innsbruck 1:25000 mit Wegmarkierungen und Umschlag	45,—
Innsbruck 1:25000 mit Wegmarkierungen, flach	40,—
Innsbruck 1:25000 ohne Wegmarkierungen, flach	33,—
Lienzer Dolomiten 1:25000	31,—
Mariazell 1:40000 mit Wegmarkierungen	21,—
Schneealpe 1:50000 mit Wegmarkierungen	13,—
Schneeberg und Rax 1:25000 mit Wegmarkierungen	35,—
Schneeberg und Rax 1:25000 ohne Wegmarkierungen	26,—
6 Großblätter von Wien 1:25000	20,—
Umgebung von Wien 1:50000 mit Wegmarkierungen und Umschlag	45,—
Umgebung von Wien 1:50000 mit Wegmarkierungen, flach	40,—
Umgebung von Wien 1:50000 mit Straßenaufdruck und Umschlag	43,—
Umgebung von Wien 1:50000 mit Straßenaufdruck, flach	38,—
Umgebung von Wien 1:50000 ohne Aufdruck, flach	33,—
Umgebungskarte Mayrhofen (Zillertal) 1:50000 mit Wegmarkierungen ..	38,—
Gebietskarten 1:200000: Burgenland	38,—
Gebietskarten 1:200000: Albanien in 2-Blättern	40,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, mit Namensverzeichnis, gefaltet	53,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, ohne Namensverzeichnis, flach	35,—
Namensverzeichnis allein	15,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, Politische Ausgabe mit Namensverzeichnis, gefaltet	48,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, Politische Ausgabe ohne Namensverzeichnis, flach	30,—
Historischer Atlas der österr. Alpenländer, 2. Abt. (Pfarr- und Diözesan- karte)	120,—

**Die Karten sind in der amtlichen Verkaufsstelle 1080 Wien VIII,
Krotenthallergasse 3, und in Buchhandlungen erhältlich**

Auf Wunsch werden Übersichtsblätter kostenlos abgegeben

Festschrift Theodor Scheimpflug

Sonderheft 16 der ÖZV, Wien 1956

herausgegeben anlässlich des 150jährigen Bestandes des
staatlichen Vermessungswesens in Österreich

vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen,
vom Österreichischen Verein für Vermessungswesen und
von der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

90 Seiten mit 46 Abb. und XIV Tafeln, Preis S 60,— oder DM 10,—

Aus dem Inhalt:

Geleitworte von Bundesminister DDDr. Illig und Präsident Dr. Schiffmann

Vorwort von Hofrat Neumaier

Prof. Doležal - Präs. Lego: Scheimpflugs Lebensbild

Th. Scheimpflug: Die Verwendung des Skioptikons zur Herstellung von Karten und
Plänen

Prof. Krames: Scheimpflug und die Entwicklung der modernen Zweibildgeräte

Prof. Krames: Umbildung und Entzerrung photographischer Aufnahmen nach
Scheimpflug

Prof. Krames: Scheimpflugs Landesvermessung aus der Luft

Präsident Lego: Der Entfernungsmesser Doležal-Scheimpflug

Zu beziehen vom Österr. Verein für Vermessungswesen, A 1180 Wien, Schopenhauerstr. 32

HUNDERTJAHRFEIER der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung

23. bis 25. Oktober 1963

Sonderheft 24 der ÖZV, Wien 1964

125 Seiten mit 12 Bildtafeln (Präsidenten der ÖKIE seit 1871), 11 Figuren
und 7 Tabellen, Preis S 120,— oder DM 20,—

Aus dem Inhalt:

Festprogramm

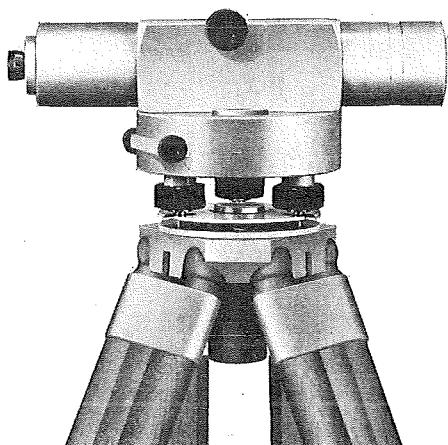
Organisation und Verlauf der Hundertjahrfeier der Österreichischen
Kommission für die Internationale Erdmessung von F. Hauer
Die Neubegründung der Theorie der sphäroidischen Gleichgewichts-
figuren und das Normalsphäroid der Erde von K. Ledersteger

Herausgeber: Österreichische Kommission für die Internationale Erd-
messung. Verleger: Österreichischer Verein für Vermessungswesen

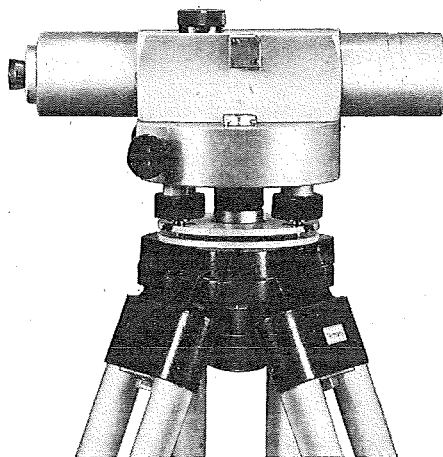
Zu beziehen vom Österreichischen Verein für Vermessungswesen:
Schopenhauerstraße 32, A 1180 Wien 18

Über 50000 Nivelliere ZEISS Ni 2

Erstes Nivellier Ni 2
demonstriert zur Geodätischen Woche
in Köln 1950



50 000stes Nivellier Ni 2
ausgeliefert
1969.



Mehr als 50000 Nivelliere Ni 2 wurden seit 1950 von uns hergestellt.

Das Seriengerät von 1970 ist der Ausführung von 1950 verblüffend ähnlich. Aber nur äußerlich. Im Innern haben wir das Ni 2 von Serie zu Serie verbessert. Viele Anregungen dazu kamen aus der Praxis, da wir ständig den Kontakt mit den Benutzern unserer Geräte pflegen, um weiterhin praxisnahe zu entwickeln!

Das Grundkonzept für das Ni 2 stimmte von vornherein: der ZEISS Viergelenk-V-Kompensator mit 13 cm reduzierter Pendellänge zur automatischen Feinhorizontierung. Das Ni 2 war bekanntlich das **erste in Großserien gebaute »automatische« Nivellier**. Heute ist es ausgeklügelt bis in die letzten Details.

Ni 2 – das automatische Ingenieur- und Präzisionsnivellier, universell durch viele Zusatzeinrichtungen.

ZEISS

CARL ZEISS, 7082 Oberkochen/Württ.



In Österreich: Vertrieb Optischer Erzeugnisse Ges. m. b. H.
1096 Wien, Rooseveltplatz 2
Telefon: 42 36 01, Fernschreiber: (07) 4839



Jetzt noch besser

PLAN-VARIOGRAPH

ein Gerät zur zeichnerischen Vergrößerung und Verkleinerung von Plänen und Karten auf dem Wege der optischen Projektion

- Tischform — horizontale Arbeitsfläche — geringer Platzbedarf
- einfache Bedienung — stufenlos durch Handräder — Einstellmaßstab
- gleichmäßig helle Ausleuchtung der Vorlage mit Kaltlicht
- Vergrößerungen und Verkleinerungen bis 6fach (z. B. 1:2880 auf 1:500) mit Zusatzobjektiv bis 13fach

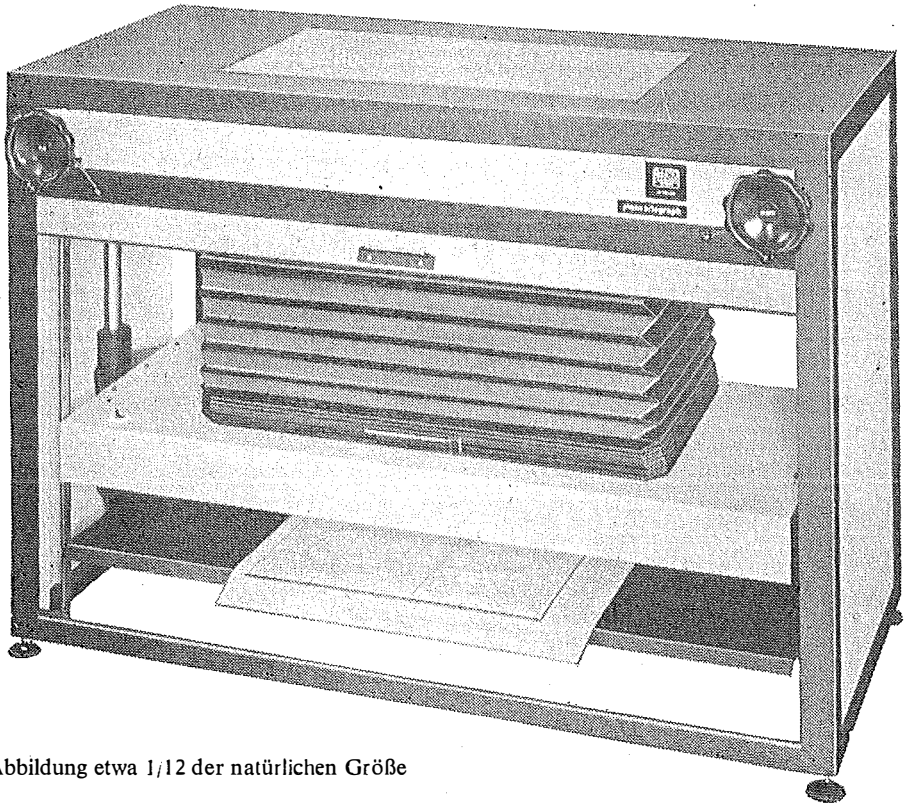


Abbildung etwa 1/12 der natürlichen Größe

- Vergrößerte Projektionsfläche
- Verstellbares Objektiv
- Beidseitige Blendschutzjalousie

Auf Wunsch: Andruckplatte für Photopapier — Neigungslibelle
Einfacher Verschluss für Photoarbeiten — Punktiermikroskop

Angebote und Prospekt direkt vom Erzeuger:

RUDOLF & AUGUST ROST

Fabrik für Feinmechanik - Instrumente für Vermessungs- und Zeichenbedarf

1151 WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)

TELEFON: (02 22) 92 32 31, 92 53 53, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

WIENER MESSE: Messegelände, jetzt Halle M, Stand 1272
(Eingang Südseite links)