

Österreichische Zeitschrift
für
Vermessungswesen

REDAKTION:

Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Rohrer

emer. o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

Hofrat Dr. phil., Dr. techn. eh.

Karl Ledersteger

o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn.

Josef Mitter

Vorstand der Abteilung Erdmessung
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

Nr. 2

Baden bei Wien, Ende April 1965

53. Jg.

INHALT:

Abhandlungen:

Die Pseudofokalkurven zweier ebener Vierecke J. Krames

Zur Berechnung des mittleren Brechungsverhältnisses aus den meteorologischen

Messungen an den Streckenendpunkten bei Distanzmessungen mittels Mikro-
wellenträgern S. Bakkelid

Die Lotkrümmung und das Gravimeterversuchsfeld am Buschberg (Schluß) W. Embacher

Das neue Geodimetermodell 6 J. Mitter

Mitteilungen, Literaturbericht, engl.-franz. Inhaltsverzeichnis

Mitteilungsblatt zur „Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen“,
redigiert von ORdVD, Dipl.-Ing. Rudolf Arenberger



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 1965

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, Wien IV, Technische Hochschule
o. Prof. Hofrat Dr. phil., Dr. techn. eh. Karl Ledersteger, Wien IV, Technische Hochschule
Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter, Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3

Redaktionsbeirat:

o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alois Barvir, Wien IV, Technische Hochschule
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Friedrich Hauer, Wien IV, Technische Hochschule
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Hubeny, Graz, Technische Hochschule, Rechbauerstraße 12
Prof. Ing. Dr. techn. eh. Karl Neumaier, Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen i. R., Wien IV, Technische Hochschule

Für die Redaktion des Mitteilungsblattes und Annoncenteeiles bestimmte Zuschriften sind an *ORdVD. Dipl.-Ing. Rudolf Arenberger*, Wien XVIII, Schopenhauerstraße 32, 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.

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

Redaktionsschluß: jeweils Ende des Vormonats.

Bezugsbedingungen: pro Jahr:

Mitgliedsbeitrag für den Verein oder die Österr. Gesellschaft
für Photogrammetrie S 50,—
für beide Vereinigungen zusammen S 100,—
Abonnementgebühr für das Inland S 100,— und Porto
Abonnementgebühr für Deutschland DM 20,— und Porto
Abonnementgebühr für das übrige Ausland sfr 20,— und Porto

Einzelheft. S 20,— bzw. DM 4,— oder sfr. 4,—

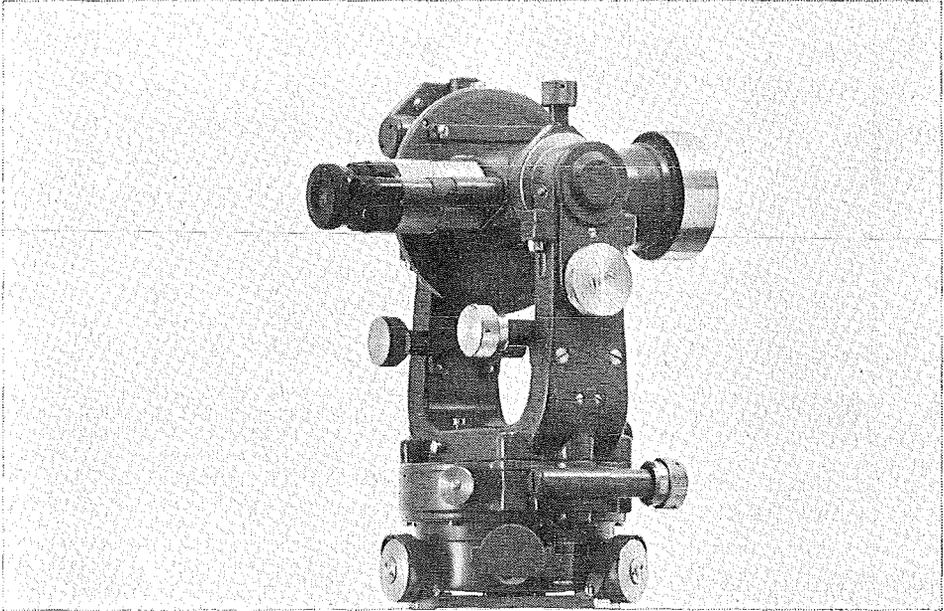
Anzeigenpreis pro $\frac{1}{1}$ Seite 125 × 205 mm. S 800,—
Anzeigenpreis pro $\frac{1}{2}$ Seite 125 × 100 mm. S 500,—
Anzeigenpreis pro $\frac{1}{4}$ Seite 125 × 50 mm. S 300,—
Anzeigenpreis pro $\frac{1}{8}$ Seite 125 × 25 mm. S 200,—
Prospektbeilagen bis 4 Seiten S 500,—

Postscheck-Konto Nr. 119.093

Telephon: 42 92 83

Kern DKM 2

**Universal-
Sekunden-Theodolit mit
optischem Mikrometer**



Bewährte Konstruktion

robuster Aufbau, leistungsfähiges Fernrohr

Einfache Kreisablesung

direkt $2''/1''$, geschätzt $1''/0,1''$

Handlichkeit

bequeme Bedienung, rasche Meßbereitschaft dank dem Zentrierstativ

Vielseitige Verwendung

Triangulation III. und IV. Ordnung, Polygonierung, alle Absteckungs- und tachymetrischen Arbeiten

Alleinverkauf für Österreich

DR. WILHELM ARTAKER

Wien III, Reiserstr. 6, Ruf: (0222) 73 15 86 Serie

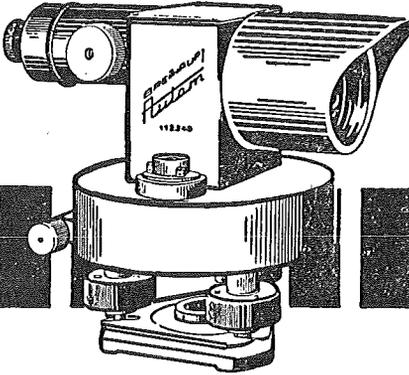
Wiener Messe Halle M, Stand 1215 – 1219

SCHNELLER MESSEN MIT

Automa

Selbststeinwägendes Ingenieur-Nivellier
Nr. 4300

Verlangen Sie bitte Druckschrift Dr. 244/60



**BREITHAUPT
KASSEL**

F. W. BREITHAUPT & SOHN

KASSEL · ADOLFSTR. 13

FABRIK GEODATISCHER INSTRUMENTE

GEGRÜNDET 1762

Neuwertige Doppelrechenmaschinen „Brunsviga“, „Thales“, „Odhner“

sowie

einfache und elektrische Rechenmaschinen für etwa die Hälfte des Neuwertes
lieferbar.

Gewährleistung 1 Jahr. Günstige Angebote in Vorführmaschinen.
Referenzen aus österreichischen Fachkreisen.

F. H. FLASDIECK, 56 Wuppertal-Barmen, Hebbelstraße 3, Deutschland

Alte Jahrgänge der Österreichischen Zeitschrift
für Vermessungswesen liegen in der Bibliothek
des Österreichischen Vereines für Vermessungs-
wesen 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
19 1921

Komplette Jahrgänge:

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

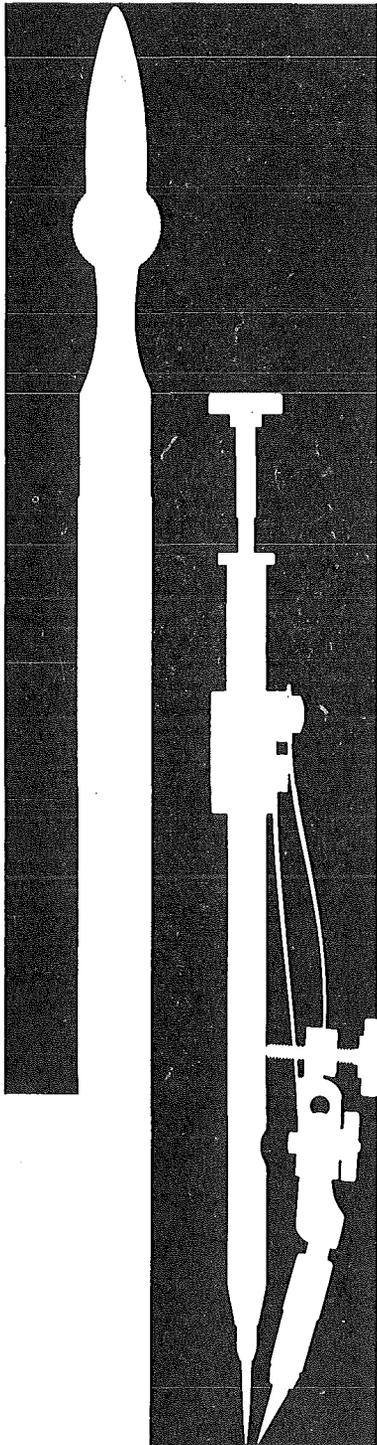
Jg. 6 1908
13 bis 18 1915 bis 1920
20 bis 35 1922 bis 1937
36 bis 39 1948 bis 1951

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

ab Jg. 50 ab 1962



Kern Reißzeug- Neuheiten

Formschöne, praktische Metalletuis für die meisten hartverchromten Präzisionsreißzeuge. Handreißfedern mit Hartmetallspitzen, praktisch abnutzungsfrei auch auf Kunststoff-Folien.



Alleinverkauf für Österreich

DR. WILHELM ARTAKER

Wien III, Reiserstr. 6, Ruf: (0222) 731586 Serie
Wiener Messe Halle M, Stand 1215-1219



OPTISCHE THEODOLITE
AUTOMATISCHE UND LIBELLEN-NIVELLIERINSTRUMENTE

Wir empfehlen Ihnen:

FROMME^s PRÄZISIONS-KLEIN- KOORDINATOGRAPH Nr. 324a

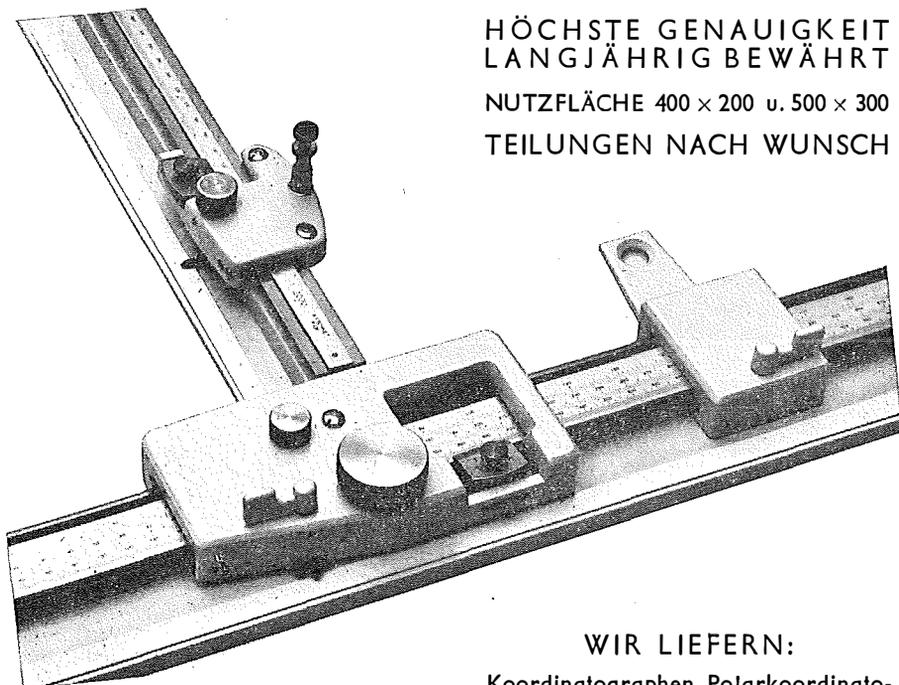
NEUESTE KONSTRUKTION
MIT VIELEN VERBESSERUNGEN

ALLE ROLLEN KUGELGELAGERT

HÖCHSTE GENAUIGKEIT
LANGJÄHRIG BEWÄHRT

NUTZFLÄCHE 400 × 200 u. 500 × 300

TEILUNGEN NACH WUNSCH



REPARATUREN VON
INSTRUMENTEN U. GERÄTEN

WIR LIEFERN:

Koordinatographen, Polarkoordinatographen, Universaltachygraphen, Auftragsdreiecke und -lineale, Planimeter, Gefällsmesser, Hypsometer, Schichteneinschalter, Winkelprismen, Nivellierlatten, Meßbänder, Numerierschlegel, Maßstäbe, Reißzeuge usw.

Prospekte und Angebote kostenlos

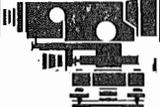
ING. ADOLF FROMME

Geodätische und kartographische Instrumente, Fabrik für Zeichenmaschinen
Gegr. 1835 WIEN 18, HERBECKSTRASSE 27 Tel. (0222) 47 22 94

Nivellierinstrumente von hoher Präzision



	NK 01 Bau-Nivellier
	N 10 Kleines Ingenieur-Nivellier

	N 2 Ingenieur-Nivellier
	NA 2 Automatisches Ingenieur-Nivellier
	N 3 Präzisions-Nivellier



Wild Heerbrugg Aktiengesellschaft,
9435 Heerbrugg/Schweiz.

Alleinvertretung für Österreich:

RUDOLF & AUGUST ROST

WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)
TELEFON: (0222) 92 32 31, 92 53 53, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

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. e. h. K. Ledersteger und
Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter

Nr. 2

Baden bei Wien, Ende April 1965

53. Jg.

Die Pseudofokalkurven zweier ebenen Vierecke

Von *Josef Krames*, Wien

(Mit 6 Abbildungen im Text)

Nr. 1. Damit zwei kollineare Felder ε und ε' *perspektiv* liegen, ist notwendig, daß die Verbindungsgeraden von vier allgemein gelegenen Punkten **A, B, C, D** von ε mit ihren entsprechenden Punkten **A', B', C', D'** von ε' durch ein festes Zentrum **O** gehen. Diese Lagenbeziehung bildet für räumlich getrennte Felder $\varepsilon, \varepsilon'$ zugleich eine hinreichende Bedingung für die Perspektivität, für kollokale kollineare Felder $\varepsilon, \varepsilon'$ jedoch nicht. Vielmehr können zwei starre Vierecke **A, B, C, D** und **A', B', C', D'** innerhalb einer Ebene $\varepsilon = \varepsilon'$ auf ∞^1 Arten in eine solche gegenseitige Lage gebracht werden, daß die vier Verbindungsgeraden **a, b, c, d** zugeordneter Eckpunkte jeweils durch ein Zentrum gehen, also einen „Vierstrahl“ bilden, womit aber im allgemeinen keine perspektiven Lagen der Vierecke herbeigeführt sind. Dabei ändert der Vierstrahl je nach der Lage der Vierecke seine Gestalt.

Demnach gibt es zu je zwei ebenen Vierecken ∞^1 Paare von Punkten **P, P'**, deren Verbindungsgeraden mit den Vierecksecken **A, B, C, D** bzw. **A', B', C', D'** jeweils untereinander *kongruente* ebene Vierstrahlen bilden. Unter diesen Punktepaaren **P, P'** befinden sich insbesondere die „*winkeltreuen*“ *Fokalkpunkte* der durch die Paare **A A', B B', C C', D D'** bestimmten kollinearen Felder $\varepsilon, \varepsilon'$. Alle übrigen Punkte **P, P'** sind *nur hinsichtlich der Punktquadrupel A, B, C, D bzw. A', B', C', D' winkeltreu* und sollen daher „*Pseudofokalkpunkte*“ heißen. Diese Punkte **P, P'** erfüllen innerhalb der Felder $\varepsilon, \varepsilon'$ im allgemeinen je zwei *zirkuläre Kurven dritter Ordnung vom Geschlecht eins*, sie werden in der Folge „*Pseudofokalkurven*“ genannt. Insbesondere verteilen sich die Scheitel **P, P'** der durch **A, B, C, D** bzw. **A', B', C', D'** gelegten *gleichsinnig oder gegensinnig kongruenten* Vierstrahlen auf je ein Paar der genannten Kurven dritter Ordnung.

Deren Existenz ergibt sich unmittelbar aus unseren Kenntnissen über das sogenannte „*Problem der Projektivität*“, dessen Klarstellung u. a. *K. G. C. v. Staudt*, *M. Chasles* [1] und *A. Cayley* [2] intensiv beschäftigt hat. Es handelt sich bekanntlich um die Aufgabe, innerhalb zweier ebenen Felder ϵ , ϵ' durch je n Punkte A_i bzw. B_i' ($n = 5, 6, 7, i = 5, 6, 7$) untereinander projektive n -Strahlen zu legen. Die Zuordnung der Punkte A_i und B_i' erfolgt nunmehr mittels gleicher Indizes i . Für $n = 6$ gibt es im besonderen ∞^1 solche n -Strahlen, ihre Scheitel P, P' bilden in ϵ und ϵ' im allgemeinen je eine die Punkte A_i bzw. B_i' enthaltende *Kurve dritter Ordnung*. Dies hat bereits *M. Chasles* [3] erkannt.

Werden je zwei der Punkte A_i und B_i ($i = 1, 2, \dots, 6$) als die absoluten Punkte von ϵ bzw. ϵ' angenommen — es gibt hierfür zwei wesentlich verschiedene Möglichkeiten —, dann enthält jedes der Strahlsextupel zwei *isotrope Strahlen*. Wird von diesen abgesehen, dann liegen die kongruenten Vierstrahlen des oben besprochenen Sonderfalles vor. Dieser wurde zwar u. a. von *R. Sturm* [4] erwähnt, doch fehlen bis heute *explizite Darstellungen* der Pseudofokalkurven sowie die Diskussion der wichtigsten Sonderfälle, bei denen ein *Zerfallen* dieser Kurven eintritt. Dies nachzutragen, ist das Ziel der vorliegenden Abhandlung.

Die Anregung hierzu ergab sich anlässlich von Untersuchungen über die optisch-mechanische Entzerrung von Luftbildern, die der Verfasser vor mehreren Jahren im Auftrage des *Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien* durchgeführt hat.

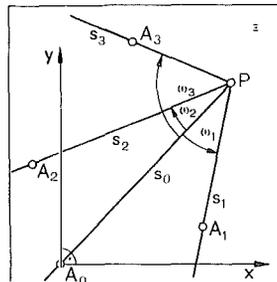


Abb. 1

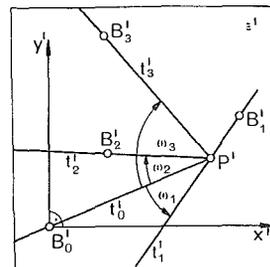


Abb. 2

Nr. 2. In zwei ebenen Feldern ϵ und ϵ' seien zwei Vierecke mit ihren durch die Indizes zugeordneten Ecken A_0, A_1, A_2, A_3 und B'_0, B'_1, B'_2, B'_3 gegeben (Abb. 1 und 2). Dabei wird bloß vorausgesetzt, daß keine zwei der Punkte A_i oder B'_i zusammenfallen. Wir betrachten zwei ebene Vierstrahlen mit den Scheiteln P, P' , deren Schenkel s_0, s_1, s_2, s_3 und t'_0, t'_1, t'_2, t'_3 durch die Punkte A_i bzw. B'_i gehen. In beiden Ebenen wird ferner je ein kartesisches Koordinatensystem mit dem Ursprung in A_0 bzw. B'_0 und dem positiven Drehsinn $x \rightarrow y$ bzw. $x' \rightarrow y'$ angenommen. Der positive oder negative spitze Winkel zwischen den Vierstrahlenschenkel s_0 und s_i bzw. t'_0 und t'_i ($i = 1, 2, 3$) sei mit ω_i bzw. ω'_i bezeichnet.

Da diese auf das Intervall $-\pi/2 \leq \omega \leq \pi/2$ beschränkten Winkel durch ihre Tangenswerte eindeutig bestimmt sind, lauten die Bedingungen für α) *gleichsinnig kongruente* oder β) *ungleichsinnig kongruente Vierstrahlen* s_0, s_1, s_2, s_3 und t'_0, t'_1, t'_2, t'_3 :

$$\left. \begin{array}{l} \alpha) \quad \text{tg } \omega_i = \text{tg } \omega'_i \quad \text{bzw.} \quad \beta) \quad \text{tg } \omega_i = -\text{tg } \omega'_i \\ (i = 1, 2, 3) \end{array} \right\} \dots(1)$$

Wie bezeichnen noch die Koordinaten der Punkte A_i und B_i' ($i = 1, 2, 3$) mit a_i, b_i bzw. a_i', b_i' , die laufenden Koordinaten der Vierstrahlscheitel P, P' mit x, y bzw. x', y' . Sodann ergibt sich aus (1) unter Weglassung des Index i :

$$\left. \begin{aligned} & (x^2 + y^2) (b x - a y) \\ & - x' [\pm b' (x^2 + y^2 - a x - b y) + a' (b x - a y)] \\ & + y' [\pm a' (x^2 + y^2 - a x - b y) - b' (b x - a y)] = 0 \end{aligned} \right\} \dots (2 \alpha, \beta)$$

Darin gelten α) die oberen Vorzeichen für gleichsinnig, β) die unteren für ungleichsinnig kongruente Vierstrahlen. Nach dem Einführen der Abkürzungen*)

$$x^2 + y^2 = \rho^2 \quad x'^2 + y'^2 = \rho'^2 \quad \dots (3)$$

$$\left. \begin{aligned} & b x - a y = L \\ & \pm b' \rho^2 + (a' b \mp a b') x - (a a' \pm b b') y = -M \\ & \pm a' \rho^2 - (\pm a a' + b b') x + (\mp a' b + a b') y = N \end{aligned} \right\} \dots (4 \alpha, \beta)$$

und Wiedereinsetzen des Index i erhalten die Gleichungen (2 α, β) die Form

$$L_i \rho'^2 + M_i x' + N_i y' = 0 \quad (i = 1, 2, 3). \quad \dots (5)$$

Jede dieser Gleichungen stellt den durch B_0' und B_i' gehenden Kreis dar, dessen Peripheriewinkel ω_i' über der Sehne $B_0' B_i'$ gleich $\pm \omega_i$ ist. Damit diese drei ($i = 1, 2, 3$) entsprechenden Kreise einem elliptischen Büschel angehören, also noch einen weiteren Punkt P' gemeinsam haben, ist notwendig und hinreichend, daß gilt:

$$F(x, y) = \begin{vmatrix} L_1 & M_1 & N_1 \\ L_2 & M_2 & N_2 \\ L_3 & M_3 & N_3 \end{vmatrix} = 0 \quad \dots (6)$$

und dies ist bereits die Gleichung des in ϵ vorhandenen geometrischen Ortes p der Punkte P .

Setzen wir in den Gleichungen (2) und (4) vorerst unter Verwendung der oberen Vorzeichen

$$a_i b_i' - a_i' b_i = S_i, \quad a_i a_i' + b_i b_i' = T_i,$$

so ergibt sich beispielsweise: $M_2 N_3 - M_3 N_2 =$

$$\rho^2 [\rho^2 (a_2' b_3' - a_3' b_2') + x (a_3' S_2 - a_2' S_3 + b_2' T_3 - b_3' T_2) + y (b_3' S_2 - b_2' S_3 + a_3' T_2 - a_2' T_3) + S_3 T_2 - S_2 T_3].$$

Durch zyklische Vertauschungen der Indizes $1, 2, 3$ und Einsetzen in Gl. (6) berechnet man schließlich als Gleichung der Kurve p (bei Vernachlässigung des Faktors ρ^2):

$$\begin{aligned} F(x, y) &= \Sigma (b_1 x - a_1 y) (M_2 N_3 - M_3 N_2) = \\ & (x^2 + y^2) \left\{ \begin{vmatrix} b_1 a_1' b_1' \\ b_2 a_2' b_2' \\ b_3 a_3' b_3' \end{vmatrix} x - \begin{vmatrix} a_1 a_1' b_1' \\ a_2 a_2' b_2' \\ a_3 a_3' b_3' \end{vmatrix} y \right\} + \\ & + x^2 \Sigma b_1 (a_3' S_2 - a_2' S_3 + b_2' T_3 - b_3' T_2) + \\ & + y^2 \Sigma a_1 (b_2' S_3 - b_3' S_2 + a_2' T_3 - a_3' T_2) + \\ & + x y \Sigma [b_1 (b_3' S_2 - b_2' S_3 + a_3' T_2 - a_2' T_3) + \\ & \quad - a_1 (a_3' S_2 - a_2' S_3 + b_2' T_3 - b_3' T_2)] + \\ & + x \Sigma b_1 (S_3 T_2 - S_2 T_3) + \\ & + y \Sigma a_1 (S_2 T_3 - S_3 T_2) = 0. \quad \dots (7) \end{aligned}$$

*) Diese vereinfachte Durchrechnung verdanke ich meinem Kollegen *A. Huber*, Wien.

Die Gleichung der in ϵ' vorhandenen Pseudofokalkurve p' ergibt sich aus (7), wenn darin alle Striche weggelassen und alle Zeichen ohne-Strich mit einem solchen versehen werden.

Zu analogen Ergebnissen gelangt man im Fall β), wo die beiden Vierstrahlen $s_0 s_1 s_2 s_3$ und $t_0' t_1' t_2' t_3'$ ungleichsinnig kongruent und in (2), (4) die unteren Vorzeichen zu verwenden sind*).

Unter der Voraussetzung, daß Gleichung (7) irreduzibel ist, vor allem daß die Determinanten

$$\begin{aligned} & |a_i a'_i b'_i|, |b_i a'_i b'_i| \\ \text{bzw. } & |a'_i a_i b_i|, |b'_i a_i b_i| \end{aligned}$$

nicht gleichzeitig verschwinden, bestehen somit die *Pseudofokalkurven* im allgemeinen aus je zwei zirkularen Kurven dritter Ordnung [4], und zwar vom *Geschlecht eins* [2].

Nr. 3. Obigen Gleichungen sind folgende Eigenschaften der Pseudofokalkurven zu entnehmen:

I) Jede Pseudofokalkurve dritter Ordnung enthält alle Ecken A_0, A_i oder B_0', B_i' des in ihrer Ebene gegebenen Vierecks. Denn setzt man in die Gleichungen (4) die Koordinaten 0, 0 bzw. a_i, b_i (a'_i, b'_i) eines dieser Punkte ein, dann werden die zugehörigen $L_i = 0, M_i = 0, N_i = 0$ und damit ist Gl. (6) befriedigt.

Demnach liegt auf jeder Verbindungsgeraden zweier Vierecksecken A_i, A_k ($B_i' B_k'$), z. B. auf der Geraden $g = [A_0 A_1]$ ($h' = [B_0' B_1']$), nur noch ein dritter

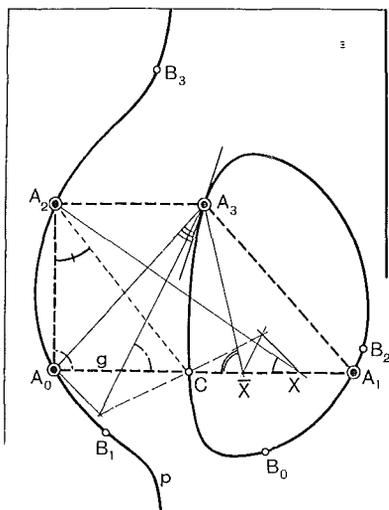


Abb. 3

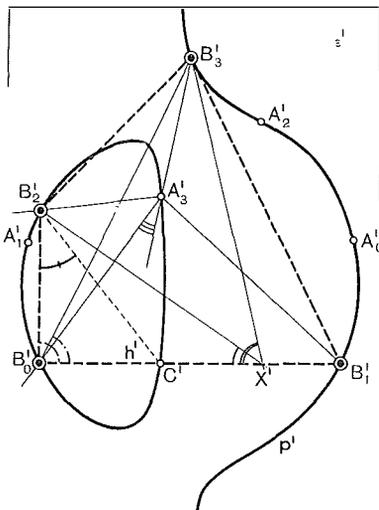


Abb. 4

Punkt C (C') der Kurve p (p'). Man erhält ihn wie folgt (siehe Abb. 3, 4): Durchläuft in der Ebene ϵ' ein Punkt X' z. B. die Verbindungsgerade h' der A_0, A_1 zugeordneten Eckpunkte B_0', B_1' , so können für jeden Punkt X' auf h' jene Punkte X, \bar{X} auf $g = [A_0 A_1]$ in ϵ angegeben werden, für welche der spitze Winkel $\sphericalangle A_0 X A_2 =$

*) Bei den übrigen sechs Vorzeichenkombinationen, die in den drei Gleichungen ($1 \alpha, \beta$) angenommen werden könnten, ergeben sich keine kongruenten Vierstrahlen im üblichen Sinn, ihre Scheitel P, P' erfüllen im allgemeinen zirkuläre Kurven fünfter Ordnung.

$\pm \nabla B_0' X' B_2'$ sowie $\nabla A_0 \bar{X} A_3 = \pm \nabla B_0' X' B_3'$ ist. Die Punktepaare $X \bar{X}$ bilden auf g zwei kollokale ähnliche Punktreihen und deren eigentlicher Doppelpunkt ist der gesuchte Punkt C . Dieser ergibt nämlich, mit A_0 (oder A_1) und $A_2 A_3$ verbunden, einen Vierstrahl, der wegen $\omega_1 = 0$, d.h. $s_0 = s_1$, zu einem *Dreistrahl* ausgeartet ist, und der entsprechende Dreistrahl in ϵ' mit dem Scheitel C' auf h' ist dazu kongruent. Da es sowohl in ϵ wie auch in ϵ' je sechs Verbindungsgeraden g bzw. h' gibt, sind somit von jeder der Kurven p, p' je *sechs weitere Punkte* rasch gefunden.

II) Jede Pseudofokalkurve dritter Ordnung besitzt eine *reelle Asymptote**) vom Richtungsparameter (siehe Gleichung 7)

$$k = |b_i a_i' b_i'| : |a_i a_i' b_i'| \\ \text{bzw. } k' = |b_i' a_i b_i| : |a_i' a_i b_i|$$

Die parallel zu diesen Richtungen durch die Vierecksecken gelegten Strahlen bilden im allgemeinen *zwei ähnliche Parallelvierstrahlen*, und dies steht insofern im Einklang mit obigen Ableitungen, als hier wegen $\omega_i = \omega_i' = 0$ ($i = 1, 2, 3$) die Winkelgleichheiten (1) ebenfalls erfüllt sind.

III) Aus den Gleichungen (5) und (6) folgt ferner:

$$\rho'^2 = \kappa \left| \begin{array}{c} M_1 N_1 \\ M_2 N_2 \end{array} \right|, \quad x' = \kappa \left| \begin{array}{c} L_1 N_1 \\ L_2 N_2 \end{array} \right|, \quad y' = \kappa \left| \begin{array}{c} L_1 M_1 \\ L_2 M_2 \end{array} \right|, \quad \dots (8)$$

wobei wegen $x'^2 + y'^2 = \rho'^2$ der Proportionalitätsfaktor κ gegeben ist durch:

$$\kappa = \frac{\left| \begin{array}{c} M_1 N_1 \\ M_2 N_2 \end{array} \right|}{\left| \begin{array}{c} L_1 M_1 \\ L_2 M_2 \end{array} \right|^2 + \left| \begin{array}{c} L_1 N_1 \\ L_2 N_2 \end{array} \right|^2} . \quad \dots (9)$$

Mit (8) und (9) ist zwischen den Ebenen ϵ und ϵ' eine *eindeutige algebraische Punktverwandtschaft* (fünften Grades) festgelegt, in der die Scheitel der durch $A_0 A_1 A_2$ und $B_0' B_1' B_2'$ legbaren kongruenten Dreistrahlen, also auch die Punkte P, P' der mit den Gleichungen (6) oder (7) bestimmten Pseudofokalkurven p, p' einander entsprechen (siehe [1], [3]). Da die zugeordneten Ecken der gegebenen Vierecke auf vier Dreieckspaare verteilt werden können, gibt es vier verschiedene Verwandtschaften von der eben erwähnten Art. In diesen sind u.a. die unter I) behandelten Schnittpunkte C, C' von p und p' mit den Vierecksseiten einander zugeordnet. Hingegen bilden die Vierecksecken A_0, A_1, A_2, A_3 und B_0', B_1', B_2', B_3' im allgemeinen *keine Paare entsprechender Punkte* dieser Verwandtschaften. Dies bestätigen auch folgende Überlegungen:

Läßt man den Vierstrahlscheitel P in ϵ mit einer Ecke des gegebenen Vierecks, etwa mit A_3 , zusammenfallen, dann ist der Vierstrahlschenkel $s_3 = [P A_3]$ vorerst unbestimmt. Zu dem von den Schenkeln s_0, s_1, s_2 gebildeten Dreistrahl gibt es nun innerhalb von ϵ' einen α) *gleichsinnig* oder β) *ungleichsinnig kongruenten Dreistrahl*, dessen Schenkel t_0', t_1', t_2' bzw. durch B_0, B_1, B_2 gehen. Sein Scheitel A_3' ist der

*) Diese ergibt sich auch mittels einfacher geometrischer Konstruktionen, ähnlich wie die Punkte C, C' unter I).

zweite Schnittpunkt der durch $B_0' B_1'$ und $B_0' B_2'$ gelegten Kreise, für deren Peripheriewinkel (mit dem einen oder anderen Vorzeichen)

$$\begin{aligned} \omega_1' &= \sphericalangle B_0' A_3' B_1' = \omega_1 = \sphericalangle A_0 A_3 A_1 \quad \text{bzw.} \\ \omega_2' &= \sphericalangle B_0' A_3' B_2' = \omega_2 = \sphericalangle A_0 A_3 A_2 \quad \text{gilt.} \end{aligned}$$

Ergänzt man anschließend den Dreistrahl t_0', t_1', t_2' durch den Verbindungsstrahl t_3' von A_3' mit B_3' , so ist damit auch der vierte Strahl s_3 des entsprechenden kongruenten Vierstrahls in ϵ bestimmt. s_3 berührt die Pseudofokalkurve p im Punkt A_3 . In gleicher Weise erhält man zu jeder Vierecksecke in ϵ oder ϵ' den entsprechenden Punkt auf der Pseudofokalkurve p' in ϵ' bzw. p in ϵ , ferner die Tangenten dieser Kurven in den auf ihnen befindlichen Vierecksecken. Demnach sind von jeder der Kurven dritter Ordnung p, p' neben A_0, A_1, A_2, A_3 bzw. B_0', B_1', B_2', B_3' auch deren jeweils (in einer der erwähnten Verwandtschaften) entsprechende Punkte A_0', A_1', A_2', A_3' bzw. B_0, B_1, B_2, B_3 bekannt, also einschließlich der auf den Vierecksseiten liegende Punkte C, C' (siehe I) je 14 Punkte davon je vier samt Tangenten (Abb. 5, 6).

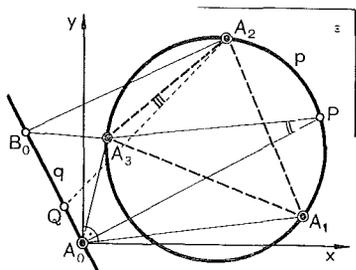


Abb. 5

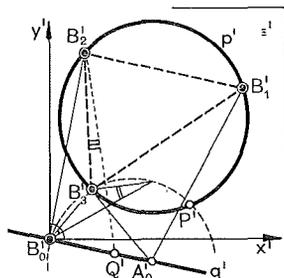


Abb. 6

IV) Sind im besonderen die Bedingungen

$$|b_i a_i' b_2'| = 0 \quad \text{und} \quad |a_i a_i' b_i'| = 0 \quad \dots(10)$$

erfüllt, so gilt – wie unschwer einzusehen ist – auch:

$$|b_i' a_i b_i| = 0 \quad \text{sowie} \quad |a_i' a_i b_i| = 0. \quad \dots(11)$$

Darnach zerfallen die beiden Pseudofokalkurven dritter Ordnung auf Grund von Gl. (7) in die Ferngeraden ihrer Ebenen und in je einen Kegelschnitt, welcher die gegebenen Punkte A_0, A_1, A_2, A_3 (bzw. B_0', B_1', B_2', B_3') enthält. Dieser Sonderfall ist dadurch gekennzeichnet, daß die gegebenen Vierecke untereinander affine Figuren darstellen. Wären nämlich beispielsweise A_0, A_1, A_2, A_3 ferner B_0', B_1', B_2' gegeben, so erhält man aus Gl. (10) und Gl. (11) die Koordinaten von B_3' als homogene lineare Funktionen von a_3, b_3 , und diese bewerkstelligen – nach einem bekannten Satz über Nulldeterminanten – zugleich die Zuordnungen $A_0 \rightarrow B_0', A_1 \rightarrow B_1', A_2 \rightarrow B_2'$, d.h. beide Vierecke entsprechen einander in einer Affinität.

Beide Vierecke werden aus je zwei in dieser Affinität entsprechenden Fernpunkten durch untereinander ähnliche Parallelvierstrahlen projiziert, und dies erklärt, warum hier die Ferngeraden von ϵ und ϵ' Bestandteile der Pseudofokalkurven bilden (vgl. oben II).

Unter diesen Sonderfall sind auch folgende Annahmen einzuordnen: Drei der in ϵ gegebenen Punkte, etwa A_1, A_2, A_3 , liegen auf einer Geraden p , und die zugeord-

neten Punkte B_1', B_2', B_3' bilden auf einer Geraden p' von ε' ein Punktetripel vom selben Teilverhältnis $v = (B_1' B_2' B_3') = A_1 A_2 A_3$). Wie unschwer nachzuweisen ist, bestehen sodann die Pseudofokalkurven neben den Ferngeraden der Ebenen $\varepsilon, \varepsilon'$ aus p, p' und einem weiteren Geradenpaar q, q' . Hier verteilen sich also die Pseudofokalfpunkte beider Vierecke auf drei Geradenpaare.

V) Die beiden Pseudofokalkurven dritter Ordnung können noch in manch andere Weise zerfallen. Sind etwa zwei zugeordnete Teildreiecke der gegebenen Vierecke, z. B. A_1, A_2, A_3 und B_1', B_2', B_3' untereinander (gleich- oder gegensinnig) ähnlich, und bilden A_0, B_0' kein Punktepaar dieser Ähnlichkeit, dann zerfallen die Kurven in die Umkreise dieser Dreiecke und in je eine (im Endlichen verlaufende) Gerade. Hiefür sei folgende geometrische Begründung angegeben (siehe Abb. 5, 6). Aus allen Punkten der den genannten Dreiecken umschriebenen Kreise p, p' werden deren Ecken durch (gleich- oder gegensinnig) kongruente Dreistrahlen projiziert. Wird nun auf p irgend ein Punkt P gewählt und dieser mit A_0, A_1, A_2, A_3 durch vier Strahlen verbunden, so ergibt sich der Scheitel eines dazu kongruenten Vierstrahles in ε' als ein Punkt des Kreises p' , wenn man z. B. durch die Punkte $B_0' B_3'$ jenen Kreis zeichnet, dessen Peripheriewinkel über dieser Sehne gleich $\omega_3 = \sphericalangle A_0 P A_3$ ist, und den zweiten Schnittpunkt P' dieses Kreises mit p' aufsucht.

Neben den Kreisen p und p' bestehen hier die Pseudofokalkurven noch aus je einer Geraden q, q' , deren Richtung durch

$$\begin{array}{l} | b_i \ a_i' \ b_i' | : | a_i \ a_i' \ b_i' | \\ \text{bzw.} \quad | b_i' \ a_i \ b_i | : | a_i' \ a_i \ b_i | \end{array}$$

bestimmt ist. Man erhält q und q' u. a. auf graphischem Wege, indem man zu den restlichen Vierecksecken A_0 und B_0' die in der Ähnlichkeit $A_1 A_2 A_3 \leftrightarrow B_1' B_2' B_3'$ zugeordneten Punkte A_0' und B_0 ermittelt und hierauf A_0 mit B_0 bzw. B_0' mit A_0' verbindet. Sucht man nämlich zu einem beliebig angenommenen Punkt Q auf q den in derselben Ähnlichkeit entsprechenden Punkt Q' auf q' , dann sind Q, Q' offensichtlich die Scheitel zweier kongruenten Vierstrahlen, deren Schenkel durch A_0, A_1, A_2, A_3 bzw. durch B_0', B_1', B_2', B_3' gehen (Abb. 5, 6).

Nr. 4. Auf weitere Sonderfälle, etwa auf solche, wo in einer der Ebenen $\varepsilon, \varepsilon'$ die gegebenen vier Punkte auf einer Geraden liegen, sei hier nicht mehr eingegangen. Dahin gestellt bleibe ferner die Frage, ob die Pseudofokalkurven zweier ebenen Vierecke auch rationale zirkulare Kurven dritter Ordnung sein können und welchen geometrischen Bedingungen die Vierecke allenfalls genügen müssen, damit dies der Fall ist.

Näher zu untersuchen wäre auch die zwangläufige Bewegung, bei der das mit der Ebene ε (oder ε') starr verbundene Viereck $A_0 A_1 A_2 A_3$ ($B_0' B_1' B_2' B_3'$) gegenüber der festgehaltenen Ebene ε' (ε) alle jene Lagen durchläuft, in welchen die Verbindungsgeraden zugeordneter Vierecksecken jeweils durch einen — auf der Pseudofokalkurve p' (p) gleitenden Punkt P' (P) gehen [5]. Zu den Bewegungen dieser Art gehören als singuläre Sonderfälle (mit starrem Vierstrahl $A_0 B_0', A_1 B_1', A_2 B_2', A_3 B_3'$) die ebene Ellipsenbewegung und deren inverse, die Konchoidenbewegung (siehe etwa [6]).

Zum Schluß sei noch hervorgehoben, daß obige Ergebnisse, insbesondere die über das Zerfallen der Pseudofokalkurven, mittels kollinearier Umformungen ohne

weilers auf den Fall $n = 6$ des allgemeinen Problems der Projektivität (siehe oben Nr. 1) übertragen werden können.

Literatur:

- [1] Enzykl. Math., Wiss. III A B 5 (*A. Schönflies*), S.442, sowie III C 11 (*L. Berzolari*), S.2032, Anm.620–622.
 [2] *A. Cayley*, Proceedings of the London math. soc. (1) 4 (1873), S.396, sowie *A. Cayley*, The collected math. papers, Cambridge 1895, S.200.
 [3] *M. Chasles*, Nouv. Ann. de math., 14 (1855), S.50.
 [4] *R. Sturm*, Math. Ann. I (1869), S.533–574.
 [5] Ein Modell zur mechanischen Ausführung einer solchen Bewegung wurde nach den Angaben des Verfassers im eingangs erwähnten Bundesamt hergestellt.
 [6] *J. Krames*, Darstellende und kinematische Geometrie, 2. Aufl. Wien 1952, Nr.34.

Zur Berechnung des mittleren Brechungsverhältnisses aus den meteorologischen Messungen an den Streckenendpunkten bei Distanzmessungen mittels Mikrowellenträgern

Von *Sivert Bakkelid*, Oslo

Zusammenfassung

Der Maßstab elektronischer Entfernungsmessungen wird durch die mittlere Ausbreitungsgeschwindigkeit der Trägerwellen in der Atmosphäre bestimmt. Ihre Ermittlung erfolgt mit Hilfe des mittleren Brechungskoeffizienten, der eine Funktion der Mittelwerte der Lufttemperatur, des Luftdruckes und des Dampfdruckes längs des Wellenweges ist. Da die zur Bestimmung der Mittelwerte der meteorologischen Elemente notwendigen direkten Messungen längs des Wellenweges im allgemeinen nicht möglich sind, werden diese näherungsweise und unter Annahme eines dreifach linearen Aufbaues des atmosphärischen Feldes nur aus den meteorologischen Messungen an den Streckenendpunkten bestimmt.

Ist dieser Vorgang an sich schon problematisch, so ergeben sich aber außerdem noch, wie der Verfasser zeigt, Probleme, je nachdem wie der Berechnungsgang für den mittleren Brechungskoeffizienten angesetzt wird, ob als Integration für den Bereich $T_2 - T_1$, ob für den Streckenmittelpunkt oder durch Mittelung der zu den Endpunkten gehörenden Brechungskoeffizientenwerte. Es ergibt sich dabei, daß außer für extremste Temperatur- und Dampfdruckverhältnisse, d. i. $(T_2 - T_1)/T_1 < 1/20$ bzw. $e < 22$ Torr die Rechnung mit Mittelwerten T_m , p_m und e_m zulässig ist.

Eine weitere Untersuchung gilt der Berechnung des mittleren Dampfdruckes unter verschiedenen Linearitätsannahmen. Sie ergeben Differenzen, die nicht mehr vernachlässigbar sind, eine Entscheidung über die physikalische Realität der verschiedenen Ansätze kann jedoch nicht getroffen werden.

Abstract

The scale of electronic distance measurements is defined by the average propagation velocity of the carrier in the atmosphere. It is determined by means of the refraction coefficient which in turn is a function of the mean values of the atmospheric temperature, the pressure and the vapor pressure along the wave path. Since in general direct measurements along the path, necessary for the determination of the average values of the meteorological elements, are not possible, these elements are approximately determined from meteorological measurements at the terminals assuming a threefold-linear composition of the atmospheric field.

This procedure, in itself being rather problematic, gives rise to additional problems, as the author points out, by the way the computation of the refraction coefficient is approached, i. e. whether as integration over the region $T_2 - T_1$, or for the central point of the side, or by taking the

mean of the refraction coefficients of the terminals. It is shown that the computation with mean values T_m, p_m and e_m is permissible, except for extreme conditions in temperature and vapor pressure.

Further investigations concern the calculation of the mean vapor pressure, using different linear assumptions, e. g. linear variation of e , or of t , or of the relative humidity. The resulting discrepancies are not to be tolerated, a decision on the physical reality of the different suppositions, however, can not be given.

Wir suchen das mittlere Brechungsverhältnis n längs des Strahles [2, S. 18–22].

Wenn wir die Änderungen von Druck, Temperatur und Feuchtigkeit längs des Strahles kennen, können wir n durch Integration längs des Strahles zwischen den Endpunkten P_1 und P_2 berechnen mit

$$n = \frac{1}{s} \int_1^2 n' ds = 1 + Q \cdot 10^{-6}, \quad \dots (1)$$

worin n' das Brechungsverhältnis in einem beliebigen Punkt des Strahles und $Q = (n - 1) \cdot 10^6$ ist.

Für elektromagnetische Wellen im Wellenbereich 10–100 cm erhält man n' aus der Formel von *Essen und Froome* mit

$$Q' = (n' - 1) \cdot 10^6 = \frac{103,49}{T'}(p' - e') + \frac{86,26}{T'} \left(1 + \frac{5748}{T'} \right) e'. \quad \dots (2)$$

Nimmt man an, daß p (Luftdruck), T (Lufttemperatur) und e (Dampfdruck) sich zwischen den beiden Endpunkten linear ändern, so findet man, wenn wir

$$T_2 - T_1 = \Delta T \text{ und } 103,49(p_m - e_m) + 86,26 e_m = 75000$$

setzen,

$$Q = \frac{75000}{T_1} \left[1 - \frac{\Delta T}{2T_1} + \frac{1}{3} \left(\frac{\Delta T}{T_1} \right)^2 \right] + \frac{500000}{T_1^2} \left[1 - \frac{\Delta T}{T_1} + \left(\frac{\Delta T}{T_1} \right)^2 \right]. \quad \dots (3)$$

Zur Berechnung der Zahlenkonstanten wurden die Annahmen in [2] benutzt. Sie lauten:

$$\begin{aligned} T_1 &= +2730 \text{ K}, T_2 = +298^0 \text{ K} \\ e_1 &= 4,6 \text{ Torr}, e_2 = 23,8 \text{ Torr} \\ p_m &= 720 \text{ Torr} \\ e_m &= 14,2 \text{ Torr} \end{aligned}$$

(e_1, e_2 : Sättigungsdampfdruck bei T_1 und T_2)

Es ist allerdings nicht üblich, Q aus dieser Formel zu berechnen, sondern man setzt Q gleich Q_m im *Mittelpunkt des Strahles* und erhält dann

$$Q \sim Q_m \frac{75000}{T_1} \left[1 - \frac{\Delta T}{2T_1} + \frac{1}{4} \left(\frac{\Delta T}{T_1} \right)^2 \right] + \frac{500000}{T_1^2} \left[1 - \frac{\Delta T}{T_1} + \frac{3}{4} \left(\frac{\Delta T}{T_1} \right)^2 \right]. \quad \dots (4)$$

Aber auch der Mittelwert von Q in den *Endpunkten des Strahles* wird verwendet:

$$\begin{aligned} Q \sim \frac{Q_1 + Q_2}{2} = Q_{12} &= \frac{75000}{T_1} \left[1 - \frac{\Delta T}{2T_1} + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta T}{T_1} \right)^2 \right] + \\ &+ \frac{500000}{T_1^2} \left[1 - \frac{\Delta T}{T_1} + \frac{3}{2} \left(\frac{\Delta T}{T_1} \right)^2 \right]. \quad \dots (5) \end{aligned}$$

Die Fehler, die hiedurch entstehen, sind die folgenden:

$$1. \Delta Q_{12} = Q_{12} - Q = \left(\frac{\Delta T}{T_1}\right)^2 \cdot (44 + 3,1 e_m),$$

$$2. \Delta Q_m = Q_m - Q = -\left(\frac{\Delta T}{T_1}\right)^2 \cdot (22 + 1,55 e_m) = -\frac{1}{2} \Delta Q_{12}.$$

(Die Zahlenfaktoren entstehen durch Annahme von $T_1 \sim (T_1 + T_2) \cdot 1/2 = 285,50 \text{ K.}$)

Normalerweise ist $\frac{\Delta T}{T} < \frac{1}{20}$ und $e < 22 \text{ Torr.}$ Damit sind

$$\Delta Q_{12} < 0,25 \text{ und } \Delta Q_m < 0,13.$$

Die Einführung der Mittelwerte von T , p und e aus den Endpunktmessungen in die Formel (2) ergibt also nur einen unbedeutenden Fehler.

Wir wollen nun einige Betrachtungen zu den vorausgesetzten linearen Änderungen von T , p und e zwischen den Endpunkten P_1 und P_2 machen.

Zuerst eine Information über die Art und Größe der Einzeleinflüsse von T , p und e auf Q durch die folgenden Differentialformeln.

Haben die benutzten Mittelwerte von T , p und e die Fehler dT , dp und de , so betragen die entsprechenden Fehler von Q

$$dQ_T = \left(\frac{-103,49 p + 17,23 e}{T^2} - \frac{991\,644}{T^3} \right) dT$$

$$dQ_p = \frac{103,49}{T} dp$$

$$dQ_e = \left(\frac{-17,23}{T} + \frac{495\,822}{T^2} \right) de$$

In der Atmosphäre zeigen sich folgende Verteilungsverhältnisse für die Temperatur, den Druck und die Luftfeuchtigkeit.

Die Temperatur zeigt oft eine unregelmäßige Änderung zwischen den beiden Endpunkten, auch wenn man von den Gipfelanomalien [2, S. 23–31] absieht. Stehen nur Messungen an den beiden Endpunkten zur Verfügung, so ist es am wahrscheinlichsten, eine lineare Änderung anzunehmen. Wir wissen nämlich, daß z. B. vertikale Konvektionsströmungen, wie sie im Sommer bei Schönwetter nachmittags üblich sind, einen ganz konstanten, vertikalen Temperaturgradienten hervorrufen.

Weiters wird ein allfälliger Wind auch horizontale Schwankungen der Temperatur ausgleichen, falls die Topographie nicht zu unregelmäßig ist.

Der Luftdruck hat normalerweise eine verhältnismäßig stabile und gesetzmäßige Verteilung und kann immer mit ausreichender Genauigkeit bestimmt oder berechnet werden.

Nun ist noch der Dampfdruck zu betrachten, der nicht direkt gemessen wird. Wir messen mit Aspirationspsychrometern t und t' , die Temperaturen des trockenen und feuchten Thermometers. Hieraus kann e direkt nach der folgenden bekannten Formel gefunden werden:

$$e = E' - Ap(t - t'). \quad \dots (6)$$

Hierin ist E' der Sättigungsdruck für die Temperatur t' und A die Psychrometernkonstante. Nach [3, S. 85] beträgt ihr von A . Sprung [4] angegebener und heute als allgemein gültig angenommener Wert je nach Aggregatzustand

$$A_{WASSER} = 0,000662 \text{ bzw. } A_{EIS} = 0,000569 [5].$$

Weiters ist es auch möglich, zur Berechnung von e den Umweg über die relative Feuchtigkeit (RF) zu gehen.

Wegen mangelnder Kenntnis der wirklichen Verhältnisse kann man also e unter verschiedenen Voraussetzungen berechnen, je nach dem, ob man eine lineare Änderung

1. des Dampfdruckes e ,
2. der Temperatur der feuchten Thermometer t' oder
3. der relativen Feuchtigkeit RF

annimmt.

Um die Berechnungen durchzuführen, muß E' als eine Funktion von t' ausgedrückt werden. Zwischen 0° und $+15^\circ \text{C}$ kann man für unseren Zweck für den Sättigungsdampfdruck E' setzen:

$$E' = \frac{1}{60} t'^2 + 0,3 t' + 4,65 \quad \dots (7)$$

und findet damit weiter

$$e = \frac{1}{60} t'^2 - 662 \cdot 10^{-6} \cdot p (t - t') + 0,3 t' + 4,65. \quad \dots (8)$$

Damit lassen sich für die obigen drei Fälle folgende Lösungen bestimmen:

1. Wenn e eine lineare Änderung hat, ist der Mittelwert e_m längs des Strahles durch folgende Gleichung gegeben:

$$e_m = \frac{e_1 + e_2}{2} = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{60} (t_1'^2 + t_2'^2) - 662 \cdot 10^{-6} \{ p_1 (t_1 - t_1') + p_2 (t_2 - t_2') \} + 0,3 (t_1' + t_2') \right] + 4,65.$$

Wir führen hier ein:

$$t_2 = t_1 + \Delta t, \quad t_2' = t_1' + \Delta t', \quad p_2 = p_1 + \Delta p,$$

bilden ferner

$$t_1 - t_1' = \delta t_1, \quad \Delta t - \Delta t' = \delta \Delta t$$

und erhalten damit für e_m die Gleichung

$$e_m = \frac{1}{60} \left(t_1'^2 + t_1' \Delta t' + \frac{1}{2} \Delta t'^2 \right) - 662 \cdot 10^{-6} \left(p_1 \cdot \delta t_1 + \frac{1}{2} p_1 \cdot \delta \Delta t + \frac{1}{2} \Delta p \cdot \delta t_1 + \frac{1}{2} \Delta p \cdot \delta \Delta t \right) + 0,3 \left(t_1' + \frac{1}{2} \Delta t' \right) + 4,65. \quad \dots (9)$$

2. Wir wollen jetzt e_m unter der Voraussetzung, daß sich t' linear ändert, berechnen. Dies ist auf zwei Wegen möglich:

a) Wir können den Mittelwert von e gleich dem Wert e_m' im Mittelpunkt des Strahles setzen und finden

$$e'_m = \frac{1}{60} \left(t_1'^2 + t_1' \cdot \Delta t' + \frac{1}{4} \Delta t'^2 \right) - 662 \cdot 10^{-6} \left(p_1 \cdot \delta t_1 + \frac{1}{2} p_1 \cdot \delta \Delta t + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \Delta p \cdot \delta t_1 + \frac{1}{4} \Delta p \cdot \delta \Delta t \right) + 0,3 \left(t_1' + \frac{1}{2} \Delta t' \right) + 4,65. \quad \dots (10)$$

b) Wir können den Mittelwert von e durch Integration nach dem Ansatz

$$e_m'' = \frac{1}{s} \int_{s=0}^{s=s} e(t') ds = \frac{1}{s} \int_{s=0}^{s=s} \left[\frac{t'^2}{60} - 662 \cdot 10^{-6} p (t - t') + 0,3 t' + 4,65 \right] ds$$

berechnen. In diese Gleichung führen wir die folgenden Terme ein:

$$t = t_1 + \frac{\Delta t}{s} s, \quad t_1 = t'_1 + \frac{\Delta t'}{s} s, \quad p = p_1 + \frac{\Delta p}{s} s.$$

Die Integration ergibt damit

$$e_m'' = \frac{1}{60} \left(t_1'^2 + t_1' \Delta t' + \frac{1}{3} \Delta t'^2 \right) - 662 \cdot 10^{-6} \left(p_1 \cdot \delta t_1 + \frac{1}{2} p_1 \cdot \delta t_1 + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \Delta p \cdot \delta t_1 + \frac{1}{3} \Delta p \cdot \delta \Delta t \right) + 0,3 \left(t'_1 + \frac{1}{2} \Delta t' \right) + 4,65. \quad \dots (11)$$

3. Wir wollen nun e_m unter der Annahme, daß die relative Feuchtigkeit linear verläuft, berechnen. Wieder gibt es dieselben zwei Berechnungsmöglichkeiten wie unter 2.:

a) Man berechnet den Dampfdruck für den Mittelpunkt des Strahles und erhält

$$e_m''' = E_m \cdot (RH)_m = E(t_m) \frac{f_1 + f_2}{2}; \quad \dots (12)$$

doch ist es schwierig, diesen Ausdruck so umzuformen, daß er mit e_m , e_m' und e_m'' direkt — formelmäßig — verglichen werden kann.

b) Wir berechnen den mittleren Dampfdruck durch Integration nach dem Ansatz

$$e_m^{IV} = \frac{1}{s} \int_0^s E \cdot (RH) ds. \quad \dots (13)$$

Die Berechnung des Integrals ist aber so kompliziert, daß sie für den praktischen Zweck kaum in Betracht kommt und hier daher auf eine nähere Ausführung verzichtet wird.

Wir wollen nun die Unterschiede zwischen e_m und den Näherungswerten e_m' , e_m'' und e_m''' des mittleren Dampfdruckes berechnen.

Sie ergeben sich mit

$$\Delta e_m' = e_m' - e_m = -\frac{\Delta t'^2}{240} + 0,000165 \cdot \Delta p \cdot \delta \Delta t, \quad \dots (14)$$

$$\Delta e_m'' = e_m'' - e_m = -\frac{\Delta t'^2}{360} + 0,00011 \cdot \Delta p \cdot \delta \Delta t, \quad \dots (15)$$

$$\Delta e_m''' = e_m''' - e_m. \quad \dots (16)$$

Das folgende Beispiel zeigt die zahlenmäßige Größe der Differenzen. Es sei:

$$\begin{aligned} t_1 &= + 140 \text{ C}, & t_2 &= + 80 \text{ C}, \\ t_1' &= + 120 \text{ C}, & t_2' &= + 60 \text{ C}, \\ p_1 &= 710 \text{ Torr}, & p_2 &= 640 \text{ Torr}. \end{aligned}$$

Die „mittleren“ Dampfdruckwerte ergeben sich daraus mit

$$e_m = 7,96 \text{ Torr}, e_m' = 7,81 \text{ Torr}, e_m'' = 7,86 \text{ Torr}, e_m''' = 7,70 \text{ Torr}$$

und die Differenz mit

$$\Delta e_m' = -0,15 \text{ Torr}, \Delta e_m'' = -0,10 \text{ Torr} \text{ und } \Delta e_m''' = -0,26 \text{ Torr}.$$

Zum Vergleich ergeben die Formeln (14) und (15)

$$\Delta e_m' = -0,15 \text{ Torr} \text{ und } \Delta e_m'' = -0,10 \text{ Torr}.$$

Welche Annahme im allgemeinen die beste ist, wollen wir hier nicht diskutieren. Der Hauptzweck war, zu zeigen, wie kompliziert und mehrdeutig die Berechnung des mittleren Brechungsverhältnisses ist.

Literatur:

[1] Mitter, J.: Über die Bestimmbarkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Trägerwellen bei elektronischen Entfernungsmessungen. Allgemeine Vermessungsnachrichten (AVN), 69 (1962), Heft 5, S. 153–154.

[2] Bakkelid, S.: Preliminary Studies of some Tellurometer Problems. Geographical Survey of Norways Publication No. 13, Oslo 1962.

[3] Mitter, J.: Zur Bestimmung des atmosphärischen Dampfdruckes mittels Psychrometern – Über die Psychrometerformel und ihre Auswertung. AVN, 70 (1963), Heft 3, S. 83–90.

[4] Sprung, A.: Über die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit mit Hilfe des Assmannschen Aspirationspsychrometers. Das Wetter, 5 (1888), S. 105.

[5] Aspirations-Psychrometer-Tafeln. Herausgegeben vom Deutschen Wetterdienst, 3., erweit. Aufl., Braunschweig 1955.

Die Lotkrümmung und das Gravimeterversuchsfeld am Buschberg

Von Wilhelm Embacher, Wien

(Schluß)

Ich will die Ergebnisse der Messungen und der daraus berechneten äußeren und inneren Gradienten kurz zusammenstellen: (Gradienten in 10^{-3} mgal/m)

Punkt	H_a	H_i	V_a	V_i
Hauptfeld	15,3	7,8	316,0	168,0
Hauptfeld II	18,3	15,0	318,0	157,8
Feld 34	30,8	28,5	319,0	157,4
Nordfeld	12,5	5,9	318,7	164,8

Die Differenzen der Horizontalgradienten sind zur Dichtebestimmung nicht geeignet, da sie sich zu rasch ändern und zu klein sind. Die Differenz der Vertikalgradienten ergab mit den Bruns'schen Formeln (22) verhältnismäßig gute Dichtewerte, welche auf dem Buschberg zwischen 2,0 und 2,3 liegen.

Es kann gesagt werden, daß die Messung und Berechnung sämtlicher Gradienten bei großer Sorgfalt und geschickter Anlage heute möglich ist.

Bekanntlich versteht man unter der Krümmung k einer Raumkurve den Reziprokwert des Krümmungsradius R in einem bestimmten Punkt, also $k = \frac{1}{R}$. Im folgenden soll jedoch unter der Lotlinienkrümmung der Richtungsunterschied der Tangenten in zwei Punkten der Lotlinie in der Projektion auf eine zwischen ihnen liegende und zu beiden parallele Ebene verstanden sein.

Diese Lotlinienkrümmung setzt sich auch bei homogenem Untergrund aus zwei Komponenten zusammen: Da die Niveauflächen der Normalerde Rotationsfiguren sind, stellen deren Lotlinien ebene Kurven in den Meridianebenen dar, die gegen den Äquator schwach konvex gekrümmt sind. Die Komponente der Lotlinienkrümmung, die dadurch entsteht, heißt die „Normale Lotlinienkrümmung“ $\Delta\bar{\varphi}$. Sie beträgt

$$\Delta\bar{\varphi}'' = 0''000171 \sin 2\varphi \cdot H_m. \quad \dots (30)$$

Die zweite Komponente der Lotlinienkrümmung $\Delta\tau$ entsteht durch die Anziehung der Störmassen. Gelingt es, diese Komponente zu messen oder zu errechnen, so könnte man die gesamte Lotlinienkrümmung bestimmen. Die Lotlinie ist im allgemeinen eine Raumkurve. Nehmen wir aber zur Erhöhung der Anschaulichkeit den speziellen Fall an, daß die Lotlinienkrümmung $\Delta\tau$, welche durch die Anziehung der Störmassen entsteht, in der Nord-Süd-Richtung verläuft, dann könnte man $\Delta\tau$ zur Normalkrümmung $\Delta\bar{\varphi}$ addieren. Wir erhalten dann für die gesamte Lotlinienkrümmung $(\Delta\tau + \Delta\bar{\varphi})$ (siehe Abb. 12).

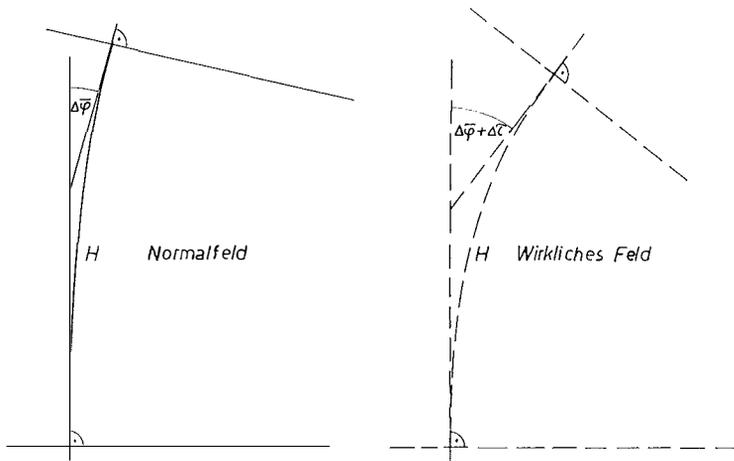


Abb. 12

Genau so werden wir im allgemeinen Fall, wenn $\Delta\tau$ und $\Delta\bar{\varphi}$ nicht in einer Ebene liegen, vorgehen: Die Krümmungen getrennt berechnen, Messungen auf Grund dieser Krümmungen reduzieren und dann die Reduktionen vektorieil addieren.

Die Krümmung in einem Punkt ist proportional dem Horizontalgradienten in diesem Punkt:

$$\frac{1}{R} = k = \frac{G}{g} \quad \dots (31)$$

Nachdem wir wissen, daß die Größe des Horizontalgradienten entlang der Lotlinie zwischen Null und ca. $100 \cdot 10^{-3}$ mgal/m schwankt, während sich die Schwerebeschleunigung erst bei einem Höhenunterschied von ca. 3000 m um 1 gal ändert, setzen wir für die folgenden Berechnungen $g = \text{const}$. Aus den Messungen auf dem Gravimeterversuchsfeld am Buschberg und den anschließenden Berechnungen haben wir erkannt, daß sich sowohl der äußere, als auch der innere mittlere Horizontalgradient für ein begrenztes Feld eindeutig bestimmen lassen. Beide sind etwa von gleicher Größenordnung, entgegengesetzt gerichtet und zeigen zur Trennungsfläche. Auf Grund der Höhenlage des Schwerpunktes des Gravimeters entsprechen sie dem Gradienten in einer Höhe von 50 cm über bzw. unter der Trennungsfläche.

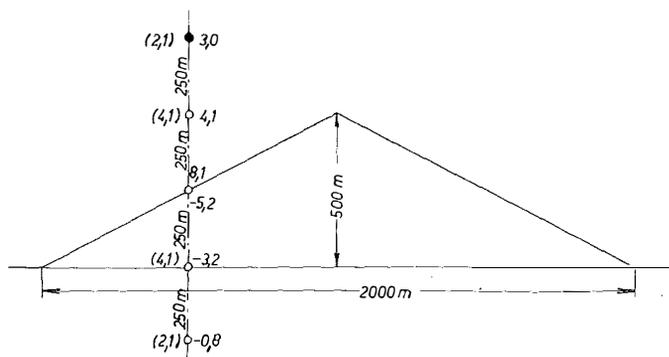


Abb. 13

An drei Modellen, welche einer *Bouguer*-Platte aufgesetzt sind und die senkrecht zur Papierebene nach beiden Richtungen unendlich ausgedehnt sind, wurde der theoretische Verlauf der Horizontalgradienten entlang der Lotlinie über und unter der Störmasse untersucht: Die Querschnittsfigur des ersten Modelles ist ein gleichschenkeliges Dreieck mit einer Höhe von 500 m und einer Grundlinie von 2000 m (Abb. 13). Das zweite Modell (Abb. 14) hat ebenfalls ein gleichschenkeliges Querschnittsdreieck, jedoch eine Höhe von 200 m bei der gleichen Grundlinie von 2000 m. Das dritte Modell (Abb. 15) ist wieder das schon früher untersuchte Treppenmodell. Die Stufen sind mit 100 m Länge und 40 m Höhe gewählt. Bei allen drei Modellen wurden die Horizontalgradienten für Punkte einer bestimmten Lotlinie (siehe Abb. 13–15) über und im Modell und in der darunter liegenden Bouguer-Platte berechnet.

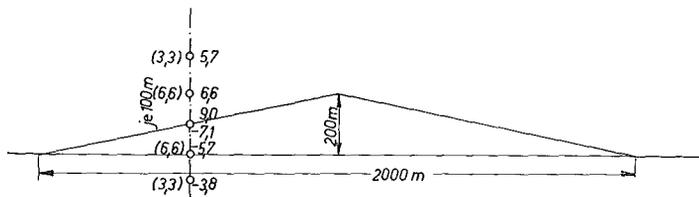


Abb. 14

Man sieht bei allen drei Modellen an der Oberfläche den Sprung in der Richtung des Gradienten. Die Größe der Gradienten ist etwa spiegelbildlich gleich im Außen- und Innenraum. Ein stetiges Wachsen bzw. Fallen der Gradienten scheint bei allen

Modellen vorzuliegen. Ein direkter Zusammenhang zwischen den Horizontalgradienten am Hang und in der Lotlinie ist nicht zu erkennen (siehe Abb. 15).

Für weitere Überlegungen ist es wichtig, das Gesetz oder wenigstens eine Annäherung an das Gesetz zu finden, nach welchem die Horizontalgradienten von der Unstetigkeitsstelle der Dichte aus abnehmen.

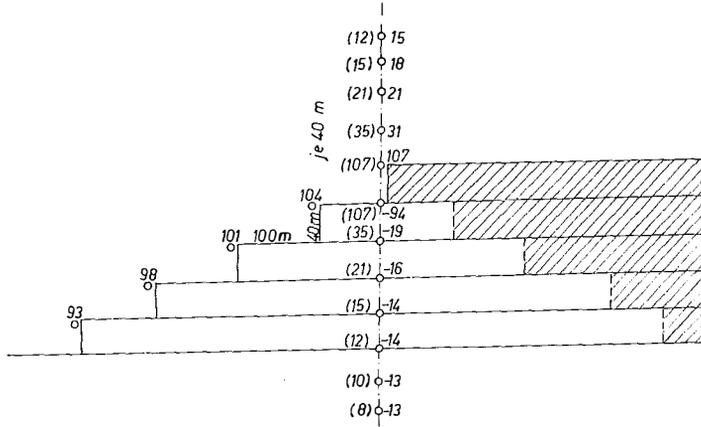


Abb. 15

Gehen wir wieder von der Formel für das unendlich ausgedehnte vierseitige rechtwinkelige Prisma [7] aus (Abb. 4). Es soll sich in der x -Richtung von $-\infty$ bis $+\infty$, in der y -Richtung von y_1 bis ∞ , und in der z -Richtung von z_1 bis z_2 erstrecken; es ist: (siehe Abb. 4)

$$\frac{1}{k^2 \sigma} V_{yz} = \ln \frac{y_1^2 + z_2^2}{y_1^2 + z_1^2}, \quad \dots (19)$$

in welcher Formel σ die Dichte und V_{yz} den Horizontalgradienten im Punkte 0 bezeichnet. Zur Vereinfachung wählen wir $y_1 = 0$ und setzen $z_1 = z$ und $z_2 = z + c$, und erhalten

$$\frac{1}{k^2 \sigma} V_{yz} = \ln \frac{z^2 + 2cz + c^2}{z^2}$$

was für $c \ll z$ in

$$\frac{1}{k^2 \sigma} V_{yz} = \ln \left(1 + \frac{2c}{z} \right) \sim \frac{2c}{z}, \quad \dots (19a)$$

oder nach Multiplikation mit $k^2 \sigma$ in

$$V_{yz} = \frac{2c'}{z} \quad \dots (32)$$

übergeht.

Betrachten wir [7] die Abnahme des Horizontalgradienten V_{yzz} :

$$\frac{1}{k^2 \sigma} V_{yzz} = 2 \left(\frac{z_2}{y_1^2 + z_1^2} - \frac{z_1}{y_1^2 + z_1^2} \right), \quad \dots (33)$$

so erhalten wir für die Abnahme des Horizontalgradienten mit den oben angeführten Vereinfachungen

$$V_{yzz} \sim -\frac{2c'}{z^2}, \quad \dots (33a)$$

Der Zusammenhang ist offensichtlich, denn

$$- \int \frac{2c'}{z^2} dz = \frac{2c'}{z}. \quad \dots (34)$$

In den Modellen (siehe Abb. 13 u. 14) wurde nach *Helmert* [8] und im Stufenmodell (Abb. 5) nach *Prey* [11] die Gradienten entlang einer Lotlinie berechnet. Nun wurde versuchsweise für jedes dieser Modelle nach Formel (32) das c' bestimmt und damit die anderen Gradienten zurückgerechnet, welche in den Abbildungen 13 bis 15 in Klammern eingetragen wurden. Die verhältnismäßig gute Übereinstimmung beweist, daß die Näherungsformel für den Gradienten

$$G \doteq \frac{2c'}{z} \quad \dots (32a)$$

brauchbar ist, was besagt, daß zur Gradientenbestimmung jedes Modell durch eine unendliche Platte, wie sie Abb. 4 zeigt, mit der Dicke $c = \frac{c'}{k^2 \sigma}$ und $y_1 = 0$ approximiert werden kann.

Die Formel (32), aus welcher die Näherungsformel (19a) abgeleitet wurde, gilt zwar nur für das Außenpotential, doch zeigen die berechneten Modelle, daß sich die Horizontalgradienten im Außen- und Innenraum spiegelbildlich gleich verhalten, das heißt, daß die Näherungsformel (32) auch zur Berechnung des inneren Horizontalgradienten geeignet ist.

Bekanntlich entsteht das Krümmungsbild einer Kurve, wenn die Krümmung k in Funktion der Bogenlänge z dargestellt wird.

Für den Kreis ist $k = k_0 = \text{const.}$, was mit

$$dz = R d\tau \quad \dots (35)$$

auf

$$d\tau = k_0 \cdot dz$$

und

$$\Delta\tau = k_0 \int_0^z dz = k_0 z = \frac{z}{R} \quad \dots (36)$$

führt.

Nimmt man die Lotlinie als flachen Kreisbogen an, (wie das bei der Normalkrümmung annähernd der Fall ist) so gilt bei der Seehöhe H :

$$z = H, \quad \Delta\tau'' = \frac{H}{R} \rho'' = \frac{G H}{g} \rho''. \quad \dots (37)$$

Als zweites Beispiel wählen wir die Klothoide:

$$R(L_0 - z) = \text{const.} = n, \quad k = \frac{1}{R} = \frac{(L_0 - z)}{n} \quad \dots (38)$$

Das Krümmungsbild ist eine Gerade mit der Steigerung $-\frac{1}{n}$ (s. Abb. 16).

Mit (35) erhalten wir wieder

$$d\tau = \frac{1}{R} dz = \frac{(L_0 - z)}{n} dz$$

und

$$\Delta\tau = \frac{1}{n} \int_0^{L_0} (L_0 - z) dz = \frac{1}{n} \left[L_0 z - \frac{z^2}{2} \right]_0^{L_0} = \frac{L_0^2}{2n} \dots (39)$$

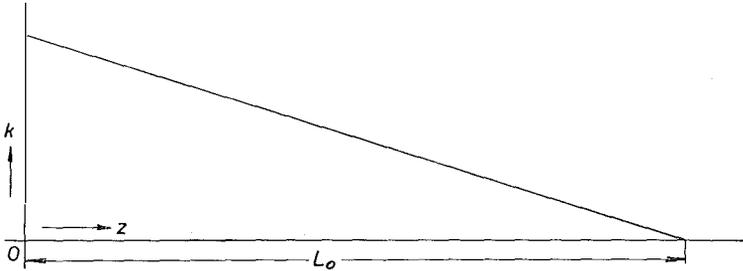


Abb. 16

Für den Punkt 0 (Abb. 16) ist $n = R_0 \cdot L_0$ daher gilt für diesen Punkt

$$\Delta\tau = \frac{L_0}{2 R_0} \dots (40)$$

Nun soll die Kurve untersucht werden, deren Krümmung

$$\frac{1}{R} = \frac{2 c'}{g \cdot z} \dots (41)$$

beträgt. Das Krümmungsbild dieser Kurve ist aus Abb. 17 ersichtlich.

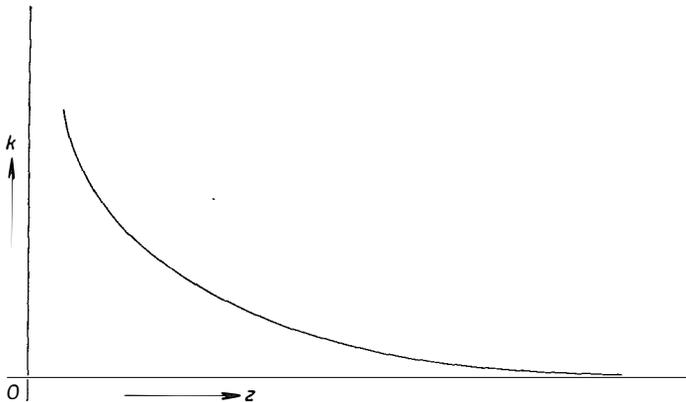


Abb. 17

Man findet

$$\Delta\tau = \frac{2 c'}{g} \int \frac{dz}{z} = \frac{2 c'}{g} \ln z + C \dots (42)$$

Die Grenzen des bestimmten Integrales ergeben sich einerseits durch die gespiegelte Höhe des Gravimeterschwerpunktes mit 0,5 m und durch die Annahme, daß bei

z_0 praktisch keine Krümmung mehr vorhanden ist; so sei für ein bestimmtes z_0 beispielsweise $G = 0,01 \cdot 10^{-3}$ mgal/m. Der innere Oberflächengradient G liefert für c' die Gleichung

$$G = \frac{2c'}{0,5} = 4c', \quad \dots (43)$$

womit wir z_0 aus

$$0,01 = \frac{2c'}{z_0} \quad \dots (44)$$

erhalten.

Für $\Delta\tau''$ erhalten wir aus (42)

$$\Delta\tau'' = \frac{2c'\rho''}{g} \ln \frac{z_0}{0,5}. \quad \dots (42a)$$

Nun wurden mit den Messungsergebnissen des Gravimeterversuchfeldes am Buschberg (mittlere Breite — $48^{\circ}40'$) in Tabelle I für 3 Felder unter Annahme der oben angeführten Krümmungsgesetze, die Lotkrümmungen berechnet und zusammengestellt.

Tabelle I

	Feld I	Feld II	Feld 34
1. H Meter	398,05	419,13	437,13
2. g mgal	980863,436	980858,972	980854,687
3. G'Intensität 10^{-3} mgal/m; (Richtung)	7,4 (123 ⁰)	15,0 (130 ⁰)	28,5 (114 ⁰)
4. G,Intensität 10^{-3} mgal/m; (Richtung)	7,9 (129 ⁰)	15,6 (132 ⁰)	29,0 (116 ⁰)
5. GNormal Intensität 10^{-3} mgal/m; (Richtung)	0,813 (0 ⁰)	0,813 (0 ⁰)	0,813 (0 ⁰)
6. $\Delta\tau''$ Kreis; (Richtung d. Schmiegebene)	0''661 (129 ⁰)	1''375 (132 ⁰)	2''687 (116 ⁰)
7. $\Delta\bar{\varphi}''$ (Richtung d. Schmiegebene)	0''068 (0 ⁰)	0''071 (0 ⁰)	0''074 (0 ⁰)
8. z_0 Meter	395	780	1450
9. c cm	15	29	54
10. $\Delta\tau''$ nach 42a (Richtung d. Schmiegebene)	0''006 (129 ⁰)	0''012 (132 ⁰)	0''024 (116 ⁰)
11. $(\Delta\varphi)''$, $(\Delta\lambda' \cos \varphi)''$	-0''064, -0''004	-0''063, -0''008	-0''064, -0''020

Die erste Zeile gibt Aufschluß über die Seehöhe des Hauptpunktes des Feldes, während die 2. Zeile die mit dem Gravimeter gemessene Schwerebeschleunigung dieses Punktes angibt. Auf Grund der Gravimetermessungen wurde die Intensität und Richtung des in der 3. Zeile stehenden, inneren Horizontalgradienten berechnet. In der 4. Zeile finden wir die Größe und Richtung des mit Hilfe der Besselreduktion (siehe 5. Zeile) vektoriell gefundenen, inneren Horizontalgradienten, der nur mehr von den Störmassen abhängig ist. Nur zum Vergleich wurde, nun unter Annahme eines flachen Kreisbogens, mit diesem Gradienten mit der Seehöhe H nach Formel

(37) die Krümmung $\Delta\tau''$ (Kreis) berechnet. Mit derselben Formel berechnet, finden wir in Zeile 7 die Normalkrümmung $\Delta\bar{\varphi}''$. Unter Annahme des Krümmungsgesetzes, welches der gleichseitigen Hyperbel entspricht, wurde nach Formel (44) die Tiefe z_0 berechnet, in welcher die Krümmung praktisch Null ist und in Zeile 8 tabuliert.

Die Dicke c der Ersatzplatte, welche bei der Dichte 2 (etwa der Dichte der oberen Bodenschichten am Buschberg) dem Verlauf der Horizontalgradienten entlang der Lotlinie entspricht, ist in Zeile 9 zu finden. Sie wurde nach Formel (43) berechnet, wobei $c = \frac{c'}{k^2 \sigma}$. In Zentimetern ergab sich für c :

$$c = \frac{G \cdot \text{cm sec}^{-2} / \text{m} \cdot 10^{-6} \cdot \text{m}}{4.66,7 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ sec}^{-2} \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}} = \frac{G \cdot 10^3}{533,6} \text{ cm}.$$

In Zeile 10 finden wir die nach der Näherungsformel (42a) berechnete Krümmung, welche durch den Einfluß der Störmassen hervorgerufen wird und in Zeile 11 sind die Komponenten der Gesamtreduktion $(\Delta\varphi'')$ und $(\Delta\lambda' \cos \varphi)'$ also die Reduktion der beobachteten Polhöhe und Länge tabuliert. Nach der Formel von K. Ledersteger [3] kann nur die Azimutreduktion wegen der Normalkrümmung $\Delta\bar{\varphi}$ streng durchgeführt werden.

Zur Abschätzung der Drehung der Schmiegeebene wurde der Krümmungsradius und seine Richtung für Punkte der Lotlinie des jeweiligen Hauptpunktes von Feld I, Feld II und Feld 34 berechnet:

	Feld I	Feld II	Feld 34
	Länge km (Richtg.)	Länge km (Richtg.)	Länge km (Richtg.)
Oberfl. Punkt	124.000 (123 ⁰)	62.500 (130 ⁰)	33.800 (114 ⁰)
10 m tiefer	1,530.000 (26 ⁰ 48')	1,530.000 (63 ⁰ 05')	755.000 (82 ⁰ 25')
50 m tiefer	1,280.000 (4 ⁰ 21')	1,360.000 (9 ⁰ 15')	1,330.000 (20 ⁰ 42')
100 m tiefer	1,240.000 (2 ⁰ 04')	1,280.000 (4 ⁰ 21')	1,290.000 (9 ⁰ 56')
200 m tiefer (etwa halbe Höhe)	1,220.000 (1 ⁰ 04')	1,240.000 (2 ⁰)	1,240.000 (4 ⁰)
Auf dem Geoid	1,200.000 (0 ⁰ 30')	1,200.000 (0 ⁰ 30')	1,220.000 (1 ⁰ 47')

Aus lokalen Gravimetermessungen und ohne Berechnung der Topographie kann somit die Lotlinienkrümmung und die Drehung ihrer Schmiegeebene bestimmt werden.

Man sieht, daß sich die Schmiegeebene in Oberflächennähe rasch dreht und daß sie auf dem Geoid schon fast in der Meridianebene liegt. Als Hauptergebnis finden wir, daß am Buschberg der Einfluß der Störmassen nur 10—33% der normalen Lotkrümmung ausmacht.

Literatur:

[1] Hunziker, E.: Lotlinienkrümmung und Projektion eines Punktes oder einer Strecke auf das Geoid. Schweiz. Z. f. Verm., 58 (1960) Nr. 5.

[2] Gaßmann, F.: F. Gaßmann und P. Müller: Gravimetrische Bestimmung der Gesteinsdichte und der Lotkrümmungen für den Punkt St. Anton des Basisvergrößerungsnetzes Heerbrugg. Schweiz. Z. f. Verm., 59 (1961) Nr. 9.

- [3] *Ledersteger, K.*: Die Reduktion der astronomischen Beobachtungen wegen Lotkrümmung. Schweiz. Z. f. Verm., 53 (1955) Nr. 8.
- [4] *Embacher, W.*: Ein Vergleich von Methoden zur Bestimmung der Bodendichte. ÖZfV 49 (1961) Nr. 4
- [5] *Embacher, W.*: Über die Azimutreduktionen wegen Lotkrümmung. ÖZfV 50 (1962) Jg. Nr. 4.
- [6] *Bruns, H.*: Die Figur der Erde. Berlin 1878.
- [7] *Mader, K.*: Das Newton'sche Raumpotential prismatischer Körper und seine Ableitungen bis zur dritten Ordnung. Sonderheft 11 der ÖZfV, 1951.
- [8] *Helmert, F.*: Die mathematischen und physikalischen Theorien der Höheren Geodäsie, S. 278ff.
- [9] *Bodenmüller, H.*: Beitrag zur Messung und Auswertung vertikaler Schweregradienten. ZfV 85 (1960) Nr. 4.
- [10] *Embacher, W.*: Vorschlag für ein Elektronengravimeter. Dok.-Zentrum der Technischen Hochschule Wien, 1952.
- [11] Isostasie in den Alpen. Österr. Ak. d. Wiss.

Das neue Geodimeter Modell 6

Von *Josef Mitter*, Wien

Auf dem 10. Internationalen Kongreß für Photogrammetrie in Lissabon, 7. bis 19. September 1964, wurde von den AGA-Werken in Stockholm-Lidingö ein neuer Geodimetertyp erstmals vorgeführt. Dieser als Modell 6 bezeichnete und in seiner Bauweise revolutionäre Gerätetyp wurde dankenswerterweise auch bereits in Österreich, und zwar vor den Teilnehmern des 2. Praktikerkurses an der Technischen Hochschule in Graz, 5. bis 7. Oktober 1964, gezeigt.

Wie bekannt, hat sich von den verschiedenen möglichen elektrisch-optischen Entfernungsmessverfahren bisher nur das Verfahren von *Bergstrand* als für die Praxis verwendungsfähig erwiesen und hat zum Bau der Geodimetertypen NASM-1, 2, 3 und 4 (mit verschiedenen Varianten) durch die Fa. AGA geführt. Von diesen Typen hat das Modell 4 wegen seiner Handlichkeit, seiner Einsatzfähigkeit bei Tageslicht und nicht zuletzt wegen seiner hohen Genauigkeit weitgehende Verwendung bei den verschiedensten geodätischen Arbeiten gefunden. Prinzip und Erfahrungen bei seiner Verwendung wurden in einer Reihe von Arbeiten beschrieben, von denen einige im angeschlossenen Literaturverzeichnis zusammengestellt sind: [1], [2], [3], [4], [5], [6]. Die Ausrüstung des Gerätes mit einer Quecksilberdampfhochdrucklampe anstelle der Wolframfadenlampe führte zu einer bereits fast als endgültig anzusprechenden Lösung des Problems der Tageslichtbeobachtungen mit elektrisch-optischen Entfernungsmessgeräten [7], [8].

Das nun auf den Markt gebrachte Modell 6 erfüllt einen langgehegten Wunsch der Geodäten nach einer geodätischen Achsenanordnung des Geodimeters, ferner ist durch die Volltransistorisierung die Betriebssicherheit weiter erhöht und die Leistungsaufnahme verringert. Eine weitere Verbesserung ist die digitale Anzeige der Phasennullsteuerungswerte.

Den Aufbau des Gerätes zeigen die Abb. 1 und 2. Die Gesamtanordnung ist theodolitähnlich. Sende- und Empfangsoptik sind koaxial ineinander gebaut und in einem alhydadenartigen U-Träger kippbar gelagert. Seitlich an den Fernrohrträgern

sind die elektronischen und optischen Bauelemente angebracht. Das Gerät ist auf dem Unterbau, der einen in volle Neugrade geteilten Teilkreis mit Ableseindex aufweist, horizontal drehbar gelagert. Der Unterbau kann wahlweise zur Verbindung mit den Zwangszentrierungsausrüstungen der Fa. Wild, der Zeiß-Werke und der Fa. Kern ausgebildet werden. Zum Einrichten ist das Gerät horizontal und vertikal mit Grob- und Feintrieb ausgestattet. Der Kippbereich liegt zwischen $+90^\circ$ und -55° .

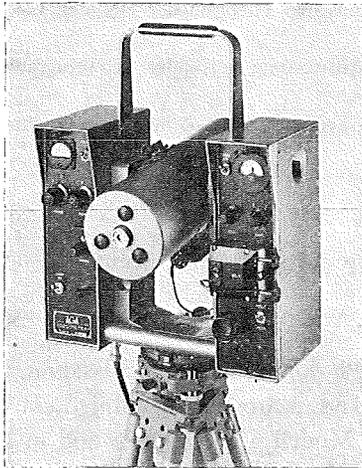


Abb. 1

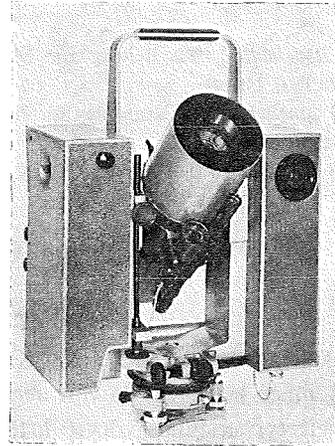


Abb. 2

Bei der Anordnung der Sende- und Empfangsoptik, die bisher bei allen Geodimetertypen getrennt nebeneinander und symmetrisch aufgebaut wurden, wurde ein neuer Weg beschritten. Während als Sendesystem wieder ein Spiegelteleskop nach Newton, aber mit nur ringförmig ausgebildetem, sphärischem Spiegel benützt wird, dient als Empfangssystem ein koaxiales Fernrohr, dessen Objektivdurchmesser gleich dem halben Spiegeldurchmesser ist. Der Fernrohrkörper wird dabei im Tubus des Teleskopes durch zwei planparallel geschliffene Glasringe fixiert. Der Strahlengang des Fernrohres wird über einen Winkelspiegel (= verspiegelte Rückseite des Newton-Umlenkspiegels) und ein Linsensystem zur Kathode des Sekundärelektronenvervielfachers geführt. (Über den gesamten Strahlengang siehe Abb. 3.)

Zur groben Richtungseinstellung dient ein am Spiegeltubus angebrachtes exzentrisches Zielfernrohr, zum Suchen des Reflektors ein daneben angeordneter Scheinwerfer. Damit wird bei Nacht die Signalisierung des Reflektors durch Licht überflüssig, wenn die Richtung zum Reflektor grob gegeben ist. (Eine improvisierte Scheinwerfereinrichtung im Zusammenhang mit der Quecksilberdampf Lampe am Modell 4D hatte sich gut bewährt [7].) Zur Scharfeinrichtung des Geodimeters wird das Empfangsfernrohr benützt. Durch Einschaltung eines Winkelspiegels in den Strahlengang vor der Photozelle wird dieser in ein Okular am rechten Bauteil (Abb. 1 rechts unten bzw. Abb. 3) abgelenkt. Die Fokussierung erfolgt für Sende- und Empfangsoptik gleichzeitig mit Hilfe der Triebsschraube auf dem Teleskop-tubus, die auch eine Entfernungsteilung besitzt. Ein daneben befindlicher Hebel

dient zur Umschaltung des Lichtes auf die gerätebeste, optische Eichstrecke: Bestimmung des aktuellen Nullpunktes der Verzugsstrecke bzw. Eliminierung des Maßstabsganges der elektrischen Verzugsstrecke. Durch Vorschaltung zweier Winkelspiegel wird das von der Kerrzelle kommende, modulierte Lichtbündel über zwei weitere, am hinteren (gläsernen) Fernrohrhalterring korrespondierend angebrachte feste Winkelspiegel direkt der Photozelle zugeführt. Abb. 3 zeigt ein schematisches Bild der optischen Einrichtungen und den Verlauf der Strahlengänge.

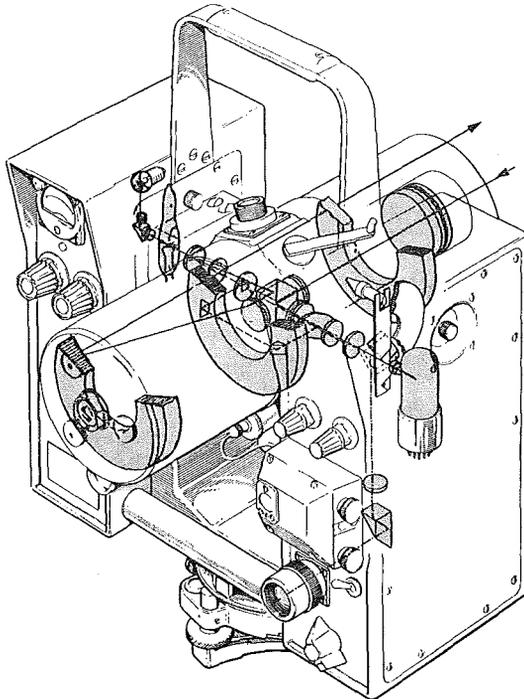


Abb. 3

Optik und Kerrzelle, Daten:

Sendespiegelringfläche:	\varnothing außen = 0,105 m
	\varnothing innen = 0,055 m
	$f = 0,600$ m
Empfangsfernrohr:	$\varnothing = 0,050$ m
	$f = 0,600$ m
Scheinwerfer:	$\varnothing = 0,030$ m
	$f = 0,050$ m
Zielfernrohr:	$\varnothing = 0,014$ m
	$\nu = 4$ fach
Kerrzelle, Elektrodenabstand	= 0,2 mm
Elektrodenhöhe:	= 1,0 mm

Die Anordnung der Bedienungsknöpfe und -schalter sowie der verschiedenen Anzeigen: Spannungsmesser, Nullindikator u.ä. ergibt sich aus Abb. 1. An dem

rechts gelegenen Bauteil, der den Photomultiplier enthält, befindet sich oben der Nullindikator und in der Mitte die digitale Ableseeinrichtung für die elektrischen Verzugswerte. Zur Nullsteuerung des Indikators dienen ein Schnell- und ein Feintrieb an der Ableseeinrichtung. Da nunmehr die optische Beziehung zwischen dem Drehsinn des Drehkondensators bei der Nullsteuerung und der Bewegungsrichtung des Zeigers des Nullindikators fehlt (notwendig zur Bestimmung ob die Anzahl N der vollen Viertelwellenlängen U in der Arbeitsgleichung

$$s = NU + (R - C) + k - \Delta_A,$$

R Ablesung bei Messung nach dem Reflektor,

C Ablesung bei der korrespondierenden Messung über die feste Eichstrecke (Calibration),

$(R - C) = L$ Phasenreststück,

k Instrumentenkonstante,

Δ_A Reduktion auf die herrschenden atmosphärischen Verhältnisse: $U = \lambda/4$ in einer Normalatmosphäre,

gerad- oder ungeradzahlig ist) ist der positive Dreh- bzw. Bewegungssinn bezeichnet. Für die Bestimmung von N ist das Gerät mit drei festen Frequenzen von $f_1 = 29,970\,000$ MHz, $f_2 = 30,044\,000$ MHz und $f_3 = 31,468\,500$ MHz (analog dem Typ NASM-4) ausgestattet. Diesen Frequenzen entsprechen bei der Vakuumlichtgeschwindigkeit $c_0 = 299\,792,5$ km/s und den angenommenen atmosphärischen Standardverhältnissen von $t_0 = -40$ C, $p_0 = 760$ Torr, $e = 10$ Torr und einer effektiven Lichtfarbe von $0,5500$ μm die Arbeitseinheiten $U_1 = 2,500$ m, $U_2 = 2,494$ m und $U_3 = 2,381$ m ($\lambda_{\text{eff}} = 0,5500$ μm gilt sowohl für den Betrieb mit Normal- als auch mit Quecksilberdampflampe).

Das Modell 6 kann sowohl mit der Wolframfadenlampe (speziell entwickelte Standardlampe: Normalbetrieb mit 4 V, 0,5 A, Meßbetrieb mit 5,5 V und 0,6 A, Lebensdauer 6–8 Stunden), als auch mit der Quecksilberdampf höchstdrucklampe (Osramlampe HBO 100W/2, mittlere Lebensdauer, wenn die mittlere Brennzeit je Einschaltung zwei Stunden beträgt, etwa 200 Stunden) betrieben werden. Der Austausch der Projektionslampe gegen die Quecksilberdampflampeneinheit (Lampe + transistorisiertes Zündgerät + Halterung mit optischem Projektionssystem) ist einfach und im Felde durchführbar. Die Steckfassung der Quecksilberdampflampeneinheit wird direkt anstelle der Standardlampenfassung (Abb. 2, schwarze kreisförmige Deckplatte rechts oben) eingesetzt. (Über das Prinzip und die Eigenschaften der Quecksilberdampf höchstdrucklampen sowie ihre Betriebseigenheiten siehe [7].)

Die Volltransistorisierung des Gerätes führt, wie schon erwähnt, zu einer geringeren Störanfälligkeit und erlaubt eine kompaktere Anordnung mit weniger Gewicht und Energieverbrauch. Wird mit der Standardlampe gearbeitet, so benötigt das Gerät eine Eingangsleistung von 30 W, die entweder einem 12-V-Akkumulator oder einer im Transportkasten des Gerätes eingebauten, hermetisch abgeschlossenen Batterie entnommen werden können. Die Batterie gibt Strom für rund zwei Betriebsstunden ab und muß mit einem speziellen, automatisch abschaltenden Ladegerät wieder aufgeladen werden. Wird das Gerät mit der Quecksilberdampflampe betrieben, so beträgt der Energieverbrauch 300 W (mit 12 und 50 V Eingangsspannung,

letztere für den Lampenbetrieb), die von einem neuentwickelten, leichtgewichtigen und tragbaren Generator geliefert werden. Der Stromversorgungsteil, ein Transistorumformer (Frequenz ~ 95 Hz), der die für den Gerätebetrieb notwendige 12-V-Gleichspannung in die verschiedenen Betriebsspannungen umwandelt, ist in das Gerät einbezogen.

Reichweite und Meßgenauigkeit:

Wolframlampe: bei Tag 2 bis 3 km, bei Nacht 15 km,

Quecksilberlampe: bei Tag 5 bis 6 km, bei Nacht 25 km,

$$m_s = \pm \sqrt{0,010^2 + (0,002 \cdot s/\text{km})^2},$$

sind unverändert gleich wie beim Typ NASM-4B bzw. -4D.

Das *Gewicht* der einzelnen Teile der Ausrüstung beträgt:

Meßgerät	16 kg
Transportkiste mit Traggestell	8 kg
Generator mit Traggestell	16 kg

Für den unverpackten Transport im Gelände ist das Meßgerät (siehe Abb. 1 und 2) mit einem Tragbügel versehen.

Von besonderer Bedeutung ist noch, daß durch die koaxiale Anordnung der Sende- und Empfangsoptik ideale Bedingungen für die Arbeit mit parallelrückstrahlenden Reflektoren, heute werden allgemein Prismenreflektoren verwendet, gegeben sind. Durch die zentrische Empfangsmöglichkeit über die Sendeoptik erübrigt sich auch bei kürzesten Entfernungen die Verwendung von Keilen vor den Prismen zur Verbreiterung des Rückstrahlkegels.

Es sei daran erinnert, daß noch weitgehendere und universelle Lösungen, wie die direkte Kombination eines Theodolites mit einem elektrisch-optischen Entfernungsmessgerät versucht werden. So wird in der Sowjetunion vom Staatlichen Optischen Institut (GOI) der kombinierte elektrooptische Entfernungsmesser GDM entwickelt, bei dem Lichtquelle, Modulator und Sendeoptik über dem Theodolitfernrohr angebracht sind, das gleichzeitig als Empfangsoptik dient. Das Gerät benützt zur Modulation des Lichtes einen Ultraschall-Diffraktionsmodulator, der gegen den Kerrzellenmodulator beim Geodimeter lichtstärker ist, doch sprechen eine Reihe anderer Eigenschaften zu seinem Nachteil: z. B. die Phasen- und Amplitudeninstabilität des modulierten Lichtes, die lange Meßreihen verlangen. Die Entwicklung- und Erprobung dieses Gerätetyps ist noch nicht abgeschlossen [9], [10].

Literatur:

[1] *Gotthardt, E.*, Über die Eignung des Geodimeters NASM-4 zur Verdichtung von Festpunktfeldern für die Zwecke der Flurbereinigung. ZfV 87 (1962), Nr. 4, S. 125–138.

[2] *Gotthardt, E.*, Erfahrungen mit dem Geodimeter NASM-4. AVN 69 (1962), Heft 6, S. 208–210.

[3] *Meyer, H.*, Erfahrungen mit dem Geodimeter NASM-4. AVN 69 (1962), Heft 6, S. 186–199.

[4] *Schmidt, R.*, Erfahrungen mit dem Geodimeter NASM-4. AVN 69 (1962), Heft 6, S. 199–207.

[5] *Wunderbaldinger, J.*, Die Verwendung des Geodimeters NASM-4 bei der Verdichtung des Festpunktfeldes. *ÖZfV 51* (1963), Nr.4, S.107—117.

[6] *Höpcke, W.*, Erfahrungen zur Betriebssicherheit des Geodimeters und zur Konstanz von Maßstab und Phasenmesser. *AVN 70* (1963), Heft 8, S.289—293.

[7] *Mitter, J.*, Das Geodimeter NASM-4B mit Quecksilberhöchstdrucklampe. *AVN 70* (1963), Heft 3, S.104—106.

[8] *Grosse, H.*, Geodimetermessungen mit der neuen Quecksilber-Höchstdrucklampe. *AVN 70* (1963), Heft 8, S.308—309.

[9] *Deumlich, F.*, Ein Theodolit mit elektrooptischem Entfernungsmesser. *VT 10* (1962), Heft 1, S.28—30.

[10] *Meixner, H.*, Elektrooptische Streckenmessungen in der Sowjetunion. *VT 11* (1963), Heft 9, S.335—340.

Mitteilungen

Prof. Dr.-Ing. Hellmut Bodemüller †

Gänzlich unerwartet verschied am 25. März 1965 Prof. *Dr.-Ing. Hellmut Bodemüller*, Präsident der Deutschen Geodätischen Kommission und Ordinarius für Geodäsie der Technischen Hochschule Darmstadt, erst 57 Jahre alt. Mit Bodemüller ist eine der markantesten Persönlichkeiten der Geodäsie von uns gegangen. Geboren in Basel am 15. August 1907, studierte er an der Technischen Hochschule Karlsruhe und wurde daselbst 1934 zum Dr.-Ing. promoviert. Er machte den ganzen zweiten Weltkrieg, zuletzt als Oberleutnant, mit und war anschließend von 1947 bis 1952 Baurat und Professor am Staatstechnikum in Karlsruhe. 1949 habilitiert, wurde er Ende 1951 als o. Professor auf den Lehrstuhl für Vermessungskunde der Technischen Hochschule Braunschweig berufen, wo er bis zum Winter 1961 wirkte, um sodann einem Rufe an das Geodätische Institut der Technischen Hochschule Darmstadt zu folgen. Nebenbei war er von 1949 bis 1951 Vorsitzender des Landesvereines Baden des DVW, 1953 bis 1956 erster Vorsitzender des DVW, 1958 bis 1960 Dekan der Fakultät für Bauwesen an der Technischen Hochschule Braunschweig und seit 1961 Vorsitzender der Deutschen Geodätischen Kommission, schließlich seit Herbst 1963 Dekan der Fakultät für Bauingenieurwesen der Technischen Hochschule Darmstadt.

Bodemüller hat eine rege wissenschaftliche Tätigkeit entfaltet, die in über 45 teils größeren Publikationen ihren Niederschlag fand. Sie erstreckt sich über Probleme der Triangulierung, der astronomischen Ortsbestimmung, der konformen Abbildung, der Koordinatentransformationen, des Präzisionsnivelements und der geodätischen Linien auf dem Rotationsellipsoid. In den letzten Jahren hat sich Bodemüller immer mehr den Problemen der Höheren Geodäsie zugewandt, so den Fragen der Schweremessung, der orthometrischen Reduktion der Nivellements und der Geoidbestimmung. Durch diese umfassende Tätigkeit fand Bodemüller in stets steigendem Maße internationale Beachtung und Anerkennung und die deutschsprachige Fachwelt kann mit Stolz auf diesen nimmermüden Forscher zurückblicken.

Darüber hinaus aber hat sich Prof. *Bodemüller* durch sein bescheidenes, vornehmes Wesen bei allen Kollegen in weitem Umkreis tiefe Sympathien erworben und war mit vielen von uns in inniger Freundschaft verbunden. Er hat sich damit selbst in unseren Herzen ein dauerndes Denkmal errichtet!

K. Ledersteger

Verlagsänderung

Die Vermessungstechnische Rundschau, jetzt im 27. Jahrgang, erscheint nunmehr im Verlag Ferd. Dümmler, Bonn. Zugleich ist die geodätische Verlagsgruppe der Hanseatischen Verlagsanstalt GmbH, darunter die umfangreichen Lieferungswerke *Gigas*, *Wolf* und *Wittke*, auf Dümmler übergegangen, der auf eine lange Verlagstradition auf naturwissenschaftlichem Gebiet zurückblicken kann.

Literaturbericht

1. Buchbesprechungen

Ivan I. Mueller: Introduction to satellite geodesy. 18×26 cm, Ganzleinen, ca. 500 S, 415 Seiten, 19 Bilder, 38 Figuren, 19 Tabellen. Frederick Ungar Publishing Co., New York 1964.

Das vorliegende Werk befaßt sich zunächst mit den Definitionen der Sternbedeckung und der Finsternisse. In den Tabellenwerken American Ephemeris und Nautical Almanac sind generelle Voraussagen für die Finsternisse tabuliert. Die nächsten Abschnitte behandeln die Bessel'sche Fundamentalebene und anschließend die Vorausberechnung einer Finsternis für einen gegebenen Punkt, die Kontaktzeit und die Zeit und Stärke des Maximums einer Finsternis. Hier wird die Finsterniskarte erwähnt und die Methode der American Ephemeris und des Nautical Almanac erläutert. Nach der Behandlung der Refraktion wird die Vorausberechnung einer Sternbedeckung u. zw. mit der Vorstellung eines fiktiven Schattenzylinders gezeigt. Ein Beispiel bringt die Berechnung geozentrischer Koordinaten aus Polhöhe, Länge und Höhe, dabei wird die Kontaktzeit auf $1/100$ Zeitsekunden angegeben. Über das Nautical-Almanac-Office ist es möglich, für eine große Anzahl von Zentralstationen Breiten- und Längenkoeffizienten zu erhalten, welche dem Beobachter die Möglichkeit geben, die Zeit für seinen Punkt vorauszuberechnen. Die geodätischen Folgerungen aus Bedeckungen und Sonnenfinsternissen bringt der Abschnitt 1, 5. Es sind dies: Die Bestimmung der geodätischen Koordinaten eines Punktes und damit die Berechnung der Entfernung und des Azimutes der Verbindungslinie zu einem anderen Punkt, weiters die Bestimmung des Äquatorradius der Erde und die Berechnung der Abplattung. Die Abplattung ergibt sich gravimetrisch wesentlich genauer. Nun folgen Fehlerberechnungen und einige Beispiele dazu. Im Abschnitt 1, 6 wird über die Beobachtung von Sonnenfinsternissen und Sternbedeckungen gesprochen. Obwohl schon seit 1912 Sonnenfinsternisse photographiert werden, gelang es erst im Jahre 1929 *Banachiewicz*, auf Grund photographischer Aufnahmen eine Zeitbestimmung auf $\pm 0^{\circ}074$ durchzuführen. 1945 erreichte *Bonsdorff* einen mittleren Fehler von $\pm 0^{\circ}024$ für die inneren Kontakte der Sonnenfinsternis. *Kukkamäki* konstruierte ein rotierendes Vorsatzprisma für die Filmaufnahme von Finsternissen. Weiters werden die Spektrokinomatographische Methode (Flashspektrum) und die Methode der Lichtintensitätsmessung erwähnt. Die Abschnitte 1, 711 und 1, 712 erläutern die Topographie des Mondrandes und die Libration des Mondes. Im nächsten Abschnitt wird über die geodätische Anwendung von Satelliten gesprochen, die sich in eine dynamische und eine geometrische Anwendung unterteilt. Im Punkt 2, 2 wird ein Überblick über die Theorie erdnaher Satelliten gegeben. Zunächst wird angenommen, daß die Massen punktförmig konzentriert sind, daß die Bewegung im Vakuum stattfindet und daß keine Störeffekte anderer Himmelskörper vorhanden sind. Die so entstehende Bahn heißt Normalbahn. Der Gegensatz dazu ist die gestörte Bahn, daraus ergibt sich die Definition der Störung, es ist dies: Gestörte Bahn minus Normalbahn.

Die normale Satellitenbahn ist eine Ellipse mit einem ihrer Brennpunkte im Erdschwerpunkt. Im Abschnitt 2, 22 wird die Berechnung der topozentrischen Koordinaten aus den 6 Kepler-Elementen und die Umkehrung dieser Aufgabe mit Beispiel gebracht. Im Punkt 2, 215 wird die Gravitationskonstante erläutert und im nächsten Unterabschnitt sind die Störungen der Bahnelemente übersichtlich tabellarisch aufgezeigt. Vom geodätischen Gesichtspunkt aus haben die Erd-Effekte das größte Interesse, weil sie von der Abplattung und der Massenverteilung abhängig sind. Im nächsten Teil wird die Kräftefunktion der Erde besprochen. Gestützt auf die Formeln von *W. M. Kaula*, welche für Rechnung mit elektronischen Rechenmaschinen hervorragend geeignet sein sollen, ist der Berechnung der einzelnen Glieder der Reihe ein breiter Raum gewidmet. Figur 2, 7 zeigt die säkularen Störungen in Funktion der Inklination für eine Satellitenhöhe von 900 km. Die Störungen bei abnehmender Höhe zeigt die nächste Figur. Um dem störenden Einfluß des Luftwiderstandes zu entgehen, werden die elliptischen Bahnen auf eine Exzentrizität gebracht, die zwischen 0,015 und 0,2 liegt. Als 3. Kategorie der Hauptstörungen werden die lunisolaren Störungen angeführt. Sie gehen auf die Anziehungskräfte von Sonne und Mond zurück. Von den übrig bleiben-

den Störeinflüssen werden der Strahlungsdruck der Sonne und die elektromagnetischen Effekte besprochen.

Eine andere Möglichkeit, die Bahnelemente zu bestimmen, ist die empirische Methode. Hier werden einige Fourier-Reihen in Funktion der Zeit angesetzt. Diese Methode wird vom Smithsonian Astrophysical Observatory angewendet. Der nächste Abschnitt 2, 3 handelt über die Beobachtung künstlicher Satelliten. Man unterscheidet: Direkte Beobachtung, photographische Methoden, photoelektrische Methoden und elektronische Methoden. Für die direkten Methoden verwendet man kleine Teleskope, Doppelgläser, Theodolite oder Kinotheodolite zusammen mit einem Zeitband. 170 Stationen, deren Koordinaten im D. V. Mechau in SAO, 69 angegeben sind, arbeiten mit der Kinotheodolit-Methode. Es wird von verschiedenen Beobachtungsteams 10^0 bis 12^0 überlappend im Meridian beobachtet. Die erreichte Genauigkeit beträgt 0^01 in der Lage und 0^005 in der Zeit. Auch in der USSR sind etwa 75 Stationen eingerichtet.

Die Instrumente Wild T III und Kern DKM III sind mit Erfolg bei der Beobachtung eingesetzt; ebenso der Askania Spezial-Theodolit TPR mit photographischer Registrierung. Die Kinotheodolite legen den Satelliten relativ zu den Sternen seiner Umgebung fest. Hier ist das Baker-Nunn-System zu erwähnen. Einen Schnitt durch die Kamera bringt Figur 2, 15, das nächste Bild zeigt die Ablesung, während Fig. 2, 17 eine Aufnahme des Satelliten Discoverer VII bringt, anschließend sind 12 Baker-Nunn-Stationen angeführt. Von den beweglichen Instrumenten ist die Wild BC-4, ballistische Kamera und die PC 1000, ballistische Kamera der CIC (Florida) erwähnt. Bei den meisten elektronischen Methoden ist ein eigener Sender im Satelliten eingebaut. Nur die Radarmethode benützt den Satelliten als Reflektor. Die bordeigenen Methoden beruhen entweder auf Interferometrie, auf dem Doppler-Effekt oder auf dem sogenannten „Ranging“. Selbstverständlich gibt es auch kombinierte Methoden. Zur genauen Mondortbestimmung wurde von *Markowitz* die 2-Stufen-Kamera entwickelt. Aus dem Vergleich der auf $\pm 0^0003$ bestimmten beobachteten Zeit und der vorausberechneten Zeit lassen sich Rückschlüsse auf die relative Polbewegung bezüglich der Länge ableiten.

Der Punkt 2, 4 erläutert die Reduktionen der Beobachtungen. Die photographische Methode ist die genaueste und wird daher am meisten ausgewertet. Die Reduktionen erfolgen bezüglich Refraktion und Aberration. Obwohl nur die Differentialrefraktion auftritt, zeigen die Formeln, welche die Rektaszensionsänderung bezüglich der Refraktion angeben, die interessante Tatsache, daß diese in der Nähe des Zenits und bei größeren Polhöhen einen mehrfachen Betrag der Differentialrefraktion erreichen kann. Für geodätische Belange wird die so erhaltene topozentrische Lage mit den vorausberechneten topozentrischen Koordinaten verglichen. Für Belange der Ephemeriden sind weitere Reduktionen anzubringen.

Die Reduktion photographischer Beobachtungen besteht in der Bestimmung der Richtung eines künstlichen Satelliten. Beim Mond besteht die Schwierigkeit, daß die Koordinaten des Mondzentrums nicht direkt gemessen werden können. Die Reduktion von elektronischen Beobachtungen ist sehr kompliziert. Einen Überblick über diese Auswertung gibt *W. M. Kaula* in *Advances in Geophysics*, Vol. 9 pp. 362–366. Der Abschnitt 2, 5 ist für uns der interessanteste, weil er über die geodätische Anwendung der künstlichen Satelliten und des Mondes spricht. Die geodätisch-geometrische Anwendung bringt der Vergleich der vorausberechneten und der beobachteten Koordinaten. Die dynamische Anwendung liefert einige Koeffizienten der Kugelfunktionsentwicklung der Kräftefunktion der Erde. Die Abplattung, die regionalen Geoidundulationen, regionale Oberflächenanomalien der Schwere und Aussagen über den Äquatorradius sind die möglichen Forschungsergebnisse aus der geodätisch-dynamischen Anwendung der künstlichen Satelliten. Ein durchgerechnetes Beispiel der geometrischen Anwendung liefert aus zwei Beobachtungen die Koordinaten des Standpunktes bei bekannter Satellitenbahn. In 2, 514 wird die Bestimmung der geozentrischen Koordinaten des Beobachtungspunktes gezeigt, wenn die Satellitenbahn nur genähert bekannt ist, und schließlich zeigt uns der Abschnitt 2, 515 die Berechnung der geozentrischen Koordinaten, wenn die Satellitenbahn überhaupt nicht bestimmt ist. Diese Verwendung der Satelliten als Triangulierungs- oder Trilaterationspunkte ist durch gleichzeitiges Einschneiden von mehreren Punkten aus möglich (Stellartriangulation). Die zonalen harmonischen Koeffizienten, wie sie aus Beobachtungen der Bahnen künstlicher Satelliten berechnet wurden, sind in der Tabelle 2, 7 angeführt. Für die

exakte Bestimmung der tesseralen Koeffizienten scheint der heutige Stand der Beobachtungen noch zu ungenau zu sein. Im Abschnitt 2, 6 werden für die geodätischen Satelliten folgende Forderungen aufgestellt: Die Bahn soll nahe einer Kreisbahn sein, die Perigeumshöhe soll 700 bis 1000 km nicht übersteigen, eine Inklination von 50° bis 70° und die Exzentrizität von höchstens 0,05 soll eingehalten werden. Blitzeinrichtungen und eigene Radiosignale sowie ein genaues Zeitzeichen würden die elektronische Ortung wesentlich erleichtern. Das Projekt ANNA (US Army Navy NASA) sieht Satelliten mit diesen Einrichtungen vor.

Abschließend kann gesagt werden, daß allein die 57 Seiten Bibliographie ein Maß für die Gründlichkeit ist, mit welcher der Verfasser dieses Werk geschrieben hat. Auf Grund der zahlreichen durchgerechneten Beispiele wird es sowohl für Studierende als auch für wissenschaftlich interessierte Kreise ein willkommener Lern- und Lehrbehelf sein. *W. Embacher*

Kasper-Schürba-Lorenz: Die Klotoide als Trassierungselement. Vierte Auflage, 392 Seiten, Leinen gebunden. Ferdinand Dümlers Verlag Bonn 1965.

Die im kurzen Abstand nach der dritten erschienene vierte Auflage ist ein unveränderter Nachdruck, der einmal mehr den Bedarf nach diesem Werk und seinen großen Anklang beweist. Da neben dem Straßenbau auch im Eisenbahnbau die Klotoide immer mehr angewandt wird, ist diesem Standardwerk eine weitere Verbreitung sicher vorauszusagen. Die vorzügliche Ausstattung des Buches entspricht den früheren Auflagen. *Gerhard Stoltzka*

Prof. Dr.-Ing. Walter Großmann: Vermessungskunde III, Trigonometrische und Barometrische Höhenmessungen, Tachymeter und Absteckungen. Sammlung Göschen, 8. verbesserte Auflage, 140 Seiten mit 102 Abbildungen. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin 1965, br. DM 3,60.

Das III. Bändchen der bestbekanntesten Vermessungskunde von Prof. Großmann ist in neuer, verbesserter Auflage erschienen. Es enthält in alter Anordnung die Abschnitte: Trigonometrische Höhenmessung (24 Seiten), Barometrische Höhenmessung (22 Seiten), Tachymetrische Instrumente (28 Seiten), Tachymetrische und topographische Aufnahmeverfahren (24 Seiten), Absteckungsarbeiten (33 Seiten) sowie ein Schrifttum- und Sachverzeichnis.

In der Neuauflage ist das Kapitel „Die Reduktionstachymeter“ erweitert worden. Darin werden unter den Kurven- oder Diagrammtachymetern neben dem Hammer-Fennel-Tachymeter, das „Dahlta 20“ der Firma Jenoptik, das neue Fennel-Tachymeter FTRA, das RDS der Firma Wild, das Reduktionstachymeter DKRV der Firma Kern mit veränderlichem Fadenabstand und das Kern-Tachymeter K1-RA behandelt. Wie schon bei Besprechung der vorhergehenden Auflage festgestellt wurde, bringt der Verfasser in knapper, verständlicher Darstellung einen guten Überblick über die einschlägigen Vermessungsgebiete. Das Bändchen stellt einen wertvollen Behelf für Studierende und auch für Praktiker dar. *R.*

2. Zeitschriftenschau

Zusammengestellt im amtlichen Auftrag von Bibliotheksleiter Insp. d. Verm.-D. *Karl Gartner*
Die hier genannten Zeitschriften liegen in der Bibliothek des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesens, Wien I, Hofburg, auf.

Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Karlsruhe 1964: Nr. 12. *Hoinkes, H.*: Richard Finsterwalder und die Internationale Glaziologie. — *Hofmann, W.*: Neugebauer, G. und *Schmidt-Thomé, P.*: Die Kartenprobe „Edelsberg“. — *Meine, K. H.*: Von der Grundkarte zum Atlas — ein Überblick. — *Klingsporn, H.*: Zur Beschleunigung der topographischen Erkundung des Kartenwerkes 1:25000. — Nr. 2. *Reist, H.*: Öffentlicher Glaube des Liegenschaftskatasters? — *Kriegel, O.* und *Oppel, H.*: Mechanisierte Katasterführung. — *Johannsen, K.*: Messungsrißkataster oder Rechenkataster. — *Apel, F.*: Die Flächenrasterung der Katasterkarten in Hessen. — *Wenderlein, W.*: Graphische Einpassung des Katasters in topographische Pläne. — *Dörschel, R.*: Vereinfachte Neuvermessung.

Bildmessung und Luftbildwesen, Karlsruhe 1964: Nr. 4. Wunderlich, W.: CRONAR in der großmaßstäblichen Auswertepaxis. — 1965: Nr. 1. Bopp, D.: Berechnungen in der Photogrammetrie mit mittelgroßen elektronischen Rechenanlagen. — Wunderlich, W.: Der Elektronenrechner LGP 30 in Geodäsie und Photogrammetrie. — Knaus, H.: Die elektronische Rechenanlage Zuse Z23 im Dienste der photogrammetrischen Forschung. — Schürer, K.: Einfache Auswertung ballistischer Stereobilder bei einer Phasendifferenz der Verschlüsse. — Finsterwalder, R.: Über affin deformierte photogrammetrische Modelle.

Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, Florenz 1965: Nr. 1. Schmiedt, G.: Beitrag zur Photointerpretation bei der Rekonstruktion der geographisch-topographischen Lage der antiken Häfen Italiens. — Follini, G.: Prüfung des Filotecnica Salmoiraghi-Theodolit M-4200 (mit automatischer Zenitlibelle). — De Concini, C.: Gegenüberstellung einiger Interpolationsmethoden für die Stundenordinaten in den Versuchskurven der gravimetrischen Gezeiten. — Bonifacino, B.: Über den isometrischen Parameter der winkeltreuen Kartographie. — Antongiovanni, R.: Gebrauchsanweisung für die Maßstäbe bei der Aufnahme der geographischen Koordinaten der auf den MGI-Karten 1:25000 und 1:100000 verzeichneten Punkte. — Gamboni, E.: Über den Basisfestpunkt des neuen staatlichen Höhennetzes.

Bulletin Géodésique, Paris 1964: Nr. 74. Veis, G.: On the optimum of satellites for geodesy. — Gazdzivki, J.: Adjustment of large nets on small class electronic computers. — Gleinsvik, P.: Die günstigste Gewichtsverteilung. — Levallois, J. J.: Sur la fréquence des mesures de pesanteur dans les nivellements. — Pellinen, L. P.: Expedient formulae for computation of earth's gravitational field characteristics from gravity anomalies. — Grossmann, W. und Peschel, H.: Bestimmung der Schwereendifferenz zwischen Potsdam und Bad Harzburg mit Askania-Gravimetern. — Pick, M., Picha, J. and Vyskočil, V.: A contribution to the methods of calculating gravity terrain corrections.

Bulletin trimestriel de la Société belge de Photogrammétrie, Brüssel 1964: Nr. 77. Baboz, J.: Récents développements en photogrammétrie à la SOM. — Tersago, J.: Photogrammétrie numérique. L'orientation relative des différentes gerbes étant calculée, suite de la restitution d'une bande.

The Canadian Surveyor, Ottawa 1964: Nr. 5. Schut, G. H.: Practical Methods of Analytical Block Adjustment for Strips, Sections, and Models. — Gregerson, L. F.: Control Surveys and the Deviation of the Vertical. — Vlcek, J.: An Application of the Principles of Experimental Design. — Jones, H. E.: A Geodimeter Evaluation. — Helava, U. V.: Some Thoughts on Automation in Photogrammetry.

Der Fluchtstab, Düsseldorf 1964: Nr. 6. Ziegler, W.: Trigonometrische Berechnungen mit der automatischen Tischrechenmaschine Olympia RA 16. — Peters, K.: Tunnelbau und Tunnelabsteckung in der Antike.

Geodetický a kartografický obzor, Prag 1964: Nr. 11. Marčák, P.: Höhenmessungen sehr hoher Genauigkeit mittels Nivellier Opton Ni2. — Modrinskij, M.: Über die Beziehungen zwischen den Parametern der Gleichungen nach Koppe und Raab. — Kučera, K.: Umwandlungsformeln für beide Parameter der Gleichungen nach Koppe und Raab. — Diviš, K.: Ausnutzung des Mikrobarometers Gb5 bei Gravimetermessungen. — Delong, B.: Ergebnisse der Anwendung des Tellurometers bei der Vermessung des Detail-Festpunktfeldes für die wirtschafts-technische Kartenaufnahme.

Geodetski list, Zagreb 1964: Nr. 4–6. Rudl, Fr.: Über die Genauigkeit der Bestimmung von Deformationen und Verschiebungen an hohen Stauwehren mit Hilfe der mikrotrigonometrischen Messungen. — Klak, St.: Beitrag zur Erörterung der Verschiebung der adriatischen Küste mit Hilfe des geometrischen Nivellements. — Dordević, M.: „Lasers“ und ihre Verwendung in der Geodäsie für die Streckenmessung. — Mihailović, K.: Zeitgemäße Verfahren der Genauigkeitsabschätzung für die endgültig übernommenen Ergebnisse. — Nr. 7–9. Bruckner, M.: Elektronische-Rechenautomaten und ihre Anwendung in der Geodäsie. — Mihailović, K.: Beitrag zur Bestimmung der Toleranzen in trigonometrischen Netzen I. Ordnung. — Narobe, Z.: Die Zuverlässigkeit des aus kleiner Messungszahl abgeleiteten Ergebnisses. — Lovrić, P.: Übersicht über die zeitgemäße Kartenherstellung. — Nr. 10–12. Klak, St.: Diagramm für die Berechnung des Einflusses der Schwere auf die mit den Feldwaagen erhaltenen Angaben. — Mihailović, K.: Einige Überlegungen über das Verhält-

nis des mittleren Fehlers des gemessenen und des berechneten Winkels in der parallaktischen Polygonometrie. — *Bruckner, M.*: Programmierung der Rechnungen an elektronischen Rechenautomaten. — *Podpecan, A.*: Kataster der kommunalen Einrichtungen in Städten.

Geodézia és Kartográfia, Budapest 1965: Nr. 1. — *Hazay, I.*: Das Bild des Gradnetzes an der schiefachsigen Zylinderprojektion. — *Halmi, E.*: Die Fehlerfigur des Brechungspunktes beim offenen Polygonzug. — *Török, I.*: Streckenmessung in der Ingenieurgeodäsie. — *Bagó, L.*: Technische Probleme im Zusammenhang mit der Baugrundaufgestaltung. — *Erödi, B.* und *Horváth, V.*: Die Konstruktion von Abhangkategorien-Karten für Bodenschutzzwecke. — *Molnár, E.*: und *Veress, L.*: Die Vorbereitung von Wasserbauten-Planungen. — *Hönyi, E. jun.*: Ungarische Touristenkarten von heute. — *Tóth, M.*: Fremdenverkehrskarten und -prospekte. — *Tamás, Z.*: Eine einfache Berechnung des Rückwärtseinschnittes.

Géomètre, Paris 1965: Nr. 2. *Berigaud, J.*: Le calcul électronique et les professions libérales.

Photogrammetria, Den Haag 1962—1964: Nr. 7. *Thompson, E. H.*: Aerial Triangulation by Independent Models. — *Inghilleri, G.*: Some Experiments of Semi-analytical Triangulation. — *Williams, V. A.* and *Brazier, H. H.*: Aerotriangulation by the Observation of Independent Models. — *Levy, N. I.*: Analytical Aerial Triangulation with Analogue Instruments. — *Theurer, C.*: Analytical Photogrammetry in the Coast and Geodetic Survey; A Progress Report. — *Visser, J.*: Test on the Precision of Observing Plate-coordinates and Parallaxes in a Stereo-comparator. A. on Artificial Points; B. on Signalized Points. — *Hempenius, S. A.*: Physical Investigations on Pricked Points used in Aerial Triangulation. — *Schöler, H.*: Some Remarks on Instrumentation for Aerial Triangulation. — *Jerie, H. G.*: Theoretical Precision of Aerial Triangulation with the Use of Auxiliary Data. — *Brandenberger, A. J.*: Aerial Triangulation with Auxiliary Data. — *Zarzycki, J. M.*: The Use of Horizon Camera, Doppler Navigator and Statoscope in Aerial Triangulation. — *McNair, A. J.*: A Basic Unit for Analytical Aerotriangulation. — *Ackermann, F.*: A Progress Report on the Practice of Analytical Aerial Triangulation on Commercial Base with Pricking Device and Mono-Comparator in Japan. — *Karara, H. M.*: Theoretical Determination of the Minimum Density of Ground Control in Aerotriangulation Projects. — *Ackermann, F.*: Precision of Strip Triangulation, Theory and Statistical Tests. — *Wiser, P.*: Sur les erreurs pseudo-accidentelles de l'aerotriangulation.

Przegląd Geodezyjny, Warschau 1964: Nr. 11. *Puklova, J.*: Die Herstellung von Karten 1:500 durch Vergrößern vorhandener Karten 1:1000. — *Fialowszky, L.*: Der Einfluß der Vertikalkreisezentrität auf den Winkelmeßwert. — *Veress, A.*: VEROPS — ein Apparat für Grubenorientierung. — *Geisler, M.*: Tafeln und Diagramm für präzise Tachymetrie mit vertikaler Parallaxenlatte. — *Peczek, L.*: Methoden der analytischen Bestimmung von Elementen der äußeren Orientierung bei Luftbildaufnahmen. — Nr. 12. *Oslizlo, E.*: Geodätische Rutschbewegungsvermessungen. — *Zak, M.*: Vermessungen von Felsabrutschungen auf dem am Fuß des Karpathengebirges gelegenen Gelände. — *Konieczny, J.*: Das Interpretoskop — ein neues photogrammetrisches Gerät von VEB Zeiss-Jena.

Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali, Rom 1963: Nr. 4—6. *Bonifacino, B.*: Über die Bestimmung der Veränderungen bei der Stabilitätsprüfung bedeutender Bauwerke. — *Farulli, S.*: Über die bei Tachymeteraufnahmen erzielbaren Leistungen. — *Ferrari, G.*: Verfahren zur raschen Ermittlung der unbekanntem Winkel bei den Aufgaben von Snellius und Hansen.

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, Winterthur 1965: Nr. 1. *Ansermet, A.*: Les projections géodésiques conformes à variables dissociées et à pôle déplacé.

Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, 's-Gravenhage 1964: Nr. 6. *Husti, G. J.*: Sur la transmission des erreurs dans les cheminements et les chaînes de triangulation et de trilatération. — *Korver, L.*: La longueur des chemins dans un remembrement. — *De Munk, J. C.* et *De Vries, C.*: Corrections aux radiosignaux horaires.

Der Vermessungsingenieur, Düsseldorf 1965: Nr. 1. *Heyink, J.*: Elektronische Verarbeitung von Katastervermessungen in Hessen. — *Kröger, K.*: Bedeutung und Aufgaben der Vermessungs- und Liegenschaftsabteilungen in der Industrie. — *Peters, K.*: Die Geschichte des ältesten Nivellierinstrumentes. — *Kröger, K.*: Gebäudeabsteckung mit der 2-m-Basislatte. — *Leyendecker, G.* und *Beicken, W.*: Vermessungsarbeiten beim Bau des Kiesberg-Tunnels.

Vermessungstechnik, Berlin 1964: Nr. 11. *Miller, U. G.*: Anwendung der Photogrammetrie bei felsmechanischen Großversuchen. — *Schädlich, M.*: Die Interpolation der Höhenanomalien. — *Richter, H.*: Einfluß der persönlichen Fehler auf die Konstantenbestimmung von Doppelbildentfernungsmessern (Forts. u. Schluß in Nr. 12). — *Montag, H.*: Untersuchung der elektronischen Libelle „Talyvel“. — *Dreßler, K.*: Beiträge zur Beschleunigung des Nivellements. — *Reicheneder, K.*: Die Internationale Erdmessung. — *Näser, K.*: Einführung in die Programmierungstechnik. — Nr. 12. *Gräfe, Chr.*: Kritische Betrachtung der Ableitung der Topographischen Karte 1:25000 aus 1:10000. — *Schmidt, W.*: Die Darstellung von Steinriegeln und Steinanhäufungen in der Topographischen Karte 1:10000. — *Schröder, P.*: Über den Einsatz des Bolzenschußgerätes für Vermarkungsarbeiten auf der Großbaustelle. — *Kämpf, W.*: Vermarkung von Hauptachsen auf Großbaustellen. — *Rabe, G.*: Vergleich einiger Meßverfahren hoher Genauigkeit bei Einsatz der Nivellierinstrumente Ni 004 und Koni 007 des VEB Carl Zeiss JENA. — *Franke, H.*: Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit beim Nivellement. — *Meixner, H.*: Auswirkungen magnetischer Felder auf die Genauigkeit von Tellurometermessungen. — *Hristov, W. K.*: Der Begriff „Mittlerer Fehler“ in der Ausgleichsrechnung. — *Penew, E.* und *Karaiwanow, K.*: Anwendung der Photogrammetrie bei der Herstellung von Katasterplänen im Maßstab 1:1000. — *Klappstein, H.*: Beitrag zur Zielfehlerbestimmung bei Variation von Farbe und Form der Zielmarken. — *Wegener, H.*: Anwendung der Lochkartentechnik bei der Aufstellung der Kartei der gravimetrischen Festpunkte.

Vermessungstechnische Rundschau, Hamburg 1965: Nr. 1. *Schön, G.*: Die Winkel-Einheit Gon. — *Gesthuisen, M.*: Berechnung der Erdmassen. — *Brendel, G.*: Koordinatenumformung auf der Einzel-Rechenmaschine. — *Wittke, H.*: Grundig-„Distameter“ ein Mikrowellen-Entfernungsmesser. — *Kröger, K.*: Unfallschutz im Vermessungswesen. — Nr. 2. *Hoitz, H.*: Das Produktionsprogramm der Fa. F. W. Breithaupt & Sohn (Schluß in Nr. 3). — *Becker, W.*: Becker-Punktpolarplanimeter. — Nr. 3. *Schwarz, E.*: Satelliten für geodätische Forschungen. — *Schmidt, R.*: Funksprechgerät TC-900 G „Tokai“. — *Roth, G.*: Zur Flächenberechnung nach „Elling“. — GRUNDIG-Lichtsprechgerät LiG3

Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1965: Nr. 1. *Henneberg, H. G.*: Der Vermessungsentwurf der Orinoko-Brücke (Forts. u. Schluß in Nr. 2). — *Ramsayer, K.*: Raumtriangulation in einem lokalen kartesischen Koordinatensystem. — *Laurikainen, J. J.*: Eine universelle neue Flächenteilung für Nivellierlatten. — *Štíti, J.*: Die Fortpflanzung der zweidimensionalen Fehler. — Nr. 2. *Gleinsvik, P.*: Die Gewichtsverteilung in polygonalen Zügen. — *Torge, W.*: Trennung systematischer und zufälliger Fehler bei einem Wattnivellement. — *Schmidt, R.*: Das Vermessungswesen in Bulgarien.

Contens

Josef Krames, The Pseudo-Focal Curves of Two Plane Quadrilaterals.

Sivert Bakkellid, On the Computation of the Average Refracting Conditions from Meteorologic Observations at the Terminal Points for Distance Measurements by Micro-Wave Carriers.

Wilhelm Embacher, The Lay-off of Curves by Means of the Reflecting Circle. (finished.)

Josef Mitter, The new Geodimetermodel 6.

Sommaire

Josef Krames, Les courbes pseudofocaux de deux quadrilatères plans.

Sivert Bakkellid, Sur le calcul du rapport moyen de refraction sortans de mesurages météorologiques effectuées aux extrémités dans les mesurages de distance obtenues au moyen de microondes porteuses.

Wilhelm Embacher, La courbure de la verticale et le champ de recherche gravimétrique „Buschberg“ (fin).

Josef Mitter, Le nouveau modèle du Geodimeter 6.

Anschriften der Mitarbeiter dieses Hefes

o. Professor Dr. techn. Josef Krames, Techn. Hochschule Wien, IV, Karlsplatz 13.

Sivert Bakkellid, Norges geografiske oppmåling, Boks 1368, Oslo-Vika, Norwegen.

a. o. Professor Dr. techn. Wilhelm Embacher, Techn. Hochschule, Wien IV, Karlsplatz 13.

Hofrat Dr. techn. Josef Mitter, B. A. für Eich- u. Verm., Wien VIII, Friedrich-Schmidtplatz 3.

EINSCHRAUBEN

ist viel leichter,
einfacher und billiger
als alles bisher Übliche

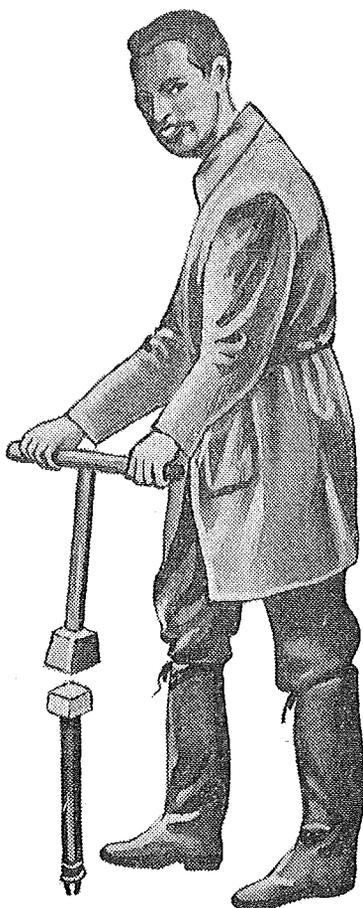


Sie wiegen nur 2,5 kg

sind wirklich unverwüstlich und
mit nur $\frac{1}{5}$ des bisherigen
Aufwandes zu versetzen,

die neuen

GRENZMARKEN aus KUNSTSTOFF



Alleinverkauf für Österreich

DR. WILHELM ARTAKER

Wien III, Reiserstr. 6, Ruf: (0222) 73 1586 Serie

Wiener Messe Halle M, Stand 1215-1219

Österreichischer Verein für Vermessungswesen

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 40 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.—).
- 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.—.

- 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.—)

II. Dienstvorschriften

- Nr. 1: *Benennungen, Zeichen und Abkürzungen im staatlichen Vermessungsdienst*. 44 Seiten, 2. Auflage, 1956. Preis S 10.— (Vergriffen)
- Nr. 2: *Allgemeine Bestimmungen über Dienstvorschriften, Rechentafeln, Vordrucke und sonstige Drucksorten*. 56 Seiten, 2. Auflage, 1957. Preis S 10.— (Vergriffen)
- Nr. 4: *Signalisierung, Stabilisierung und Beschreibung der trigonometrischen Punkte*. 84 Seiten, 4. Auflage, 1963. Preis S 45.—
- Nr. 8: *Die österreichischen Meridianstreifen*. 62 Seiten, 1949. Preis S 12.—
- Nr. 14: *Fehlergrenzen für Neuvermessungen*. 5. Auflage, 1958, 27 Seiten. Preis S 15.—
- Nr. 15: *Hilfstabellen für Neuvermessungen*. 2. Auflage, 1958, 39 Seiten, Preis S 15.—
- Nr. 16: *Einschaltpunkt- und Polygonnetz*. 1958, 40 Seiten, Preis S 20.—
Musterbeispiele zur Dienstvorschrift 16, 1959, 77 Seiten, Preis S 34.—
- Nr. 18: *Stückvermessung*. 1961, 31 Seiten, Preis S 15.—
Musterbeispiele zur Dienstvorschrift 18. 1961, 45 Seiten, Preis S 30.—
- Nr. 21: *Großmaßstäbliche Geländeaufnahme*. 1960, 18 Seiten, Preis S 10.—
Musterbeispiele und Zeichenschlüssel zur Dienstvorschrift 21, 1960, 19 Seiten, Preis S 20.—
- Nr. 22: *Zeichenschlüssel und Schriftmuster für Katastralmappen, Pläne und Skizzen*. 31 Seiten, 1961. Preis S 25.—
Auszug 11 Seiten, Preis S 10.—
- Nr. 35: *Mitwirkung der Vermessungsbehörde bei Durchführung der Bodenschätzung*. 30 Seiten, 2. Auflage, 1963. Preis S 20.—
- Nr. 46: *Zeichenschlüssel der Österreichischen Karte 1:25.000 samt Erläuterungen*. 88 Seiten, 1950. Preis S 18.— (Vergriffen)
- Technische Anleitung für die Fortführung des Grundkatasters*. Wien, 1932. Preis S 25.—
- Richtlinien für die Durchführung von Nivellements*. Wien, 1963. Preis S 10.—

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
19 1921

Komplette Jahrgänge:

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

Jg. 6 1908
13 bis 18 1915 bis 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
ab Jg. 50 ab 1962

Neuerscheinungen

von offiziellen Karten der Landesaufnahme

Österreichische Karte 1:50.000

39 Tulln	61 Hainburg	138 Rechnitz
40 Stockerau	62 Preßburg	139 Lutzmannsburg
41 Deutsch Wagram	76 Wiener Neustadt	144 Landeck
51 Steyr	105 Neunkirchen	166 Fürstenfeld
57 Neulengbach	106 Aspang	167 Güssing
60 Bruck a. d. Leitha	107 Mattersburg	188 Wolfsberg

Österreichische Karte 1:200.000: Blatt 350 480 Preßburg

Umgebungs- und Sonderkarten:
Umgebungskarte von Innsbruck 1:25.000

Preise der Kartenwerke ab 8. Februar 1965:

je Blatt S

Österreichische Karte 1:25.000	13.—
1/4 Blätter (Halbsektionen)	5.—
Zeichenerklärung 1:25.000	15.—
Österr. Karte 1:50.000 ohne Straßen- u. Wegmarkierungsaufdruck	19.—
Österr. Karte 1:50.000 mit Straßen-, ohne Wegmark.-Aufdruck	21.—
Österr. Karte 1:50.000 mit Wegmarkierung, ohne Straßen- aufdruck (Wanderkarte)	6.—
Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50.000 ohne Wegmarkierung	10.—
Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50.000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	10.—

Dieses Kartenwerk umfaßt insgesamt 213 Blattnummern.

Hievon sind bisher erschienen:

125 Blätter Österreichische Karte 1:50.000 mit Schichten in Mehrfarbendruck sowie 88 Blätter als provisorische Ausgabe der Österreichischen Karte 1:50.000 in Zweifarbendruck (schwarz mit grünem Waldaufdruck); diese Blätter sind mit Schichtenlinien und Schraffen versehen.

Österreichische Karte 1:200.000: Blatt 350 480 Preßburg . . . 20.—

Umgebungs- und Sonderkarten:

Umgebungskarte von Innsbruck 1:25.000
mit Wegmarkierung, gefaltet, in Umschlag 40.—

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und in der amtlichen Verkaufsstelle des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme), Wien 8, Krotenthallergasse 3

Neuerscheinungen des österr. Wasserkraftkatasters

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

Saalach, Alm je S 350.—

Bibliographie zur österreichischen Wasserwirtschaft S 48.—

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

Offizielle österreichische amtliche Karten der Landesaufnahme

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

Es werden folgende Kartenwerke empfohlen:

Für Amtszwecke sowie für Wissenschaft und Technik

Die Blätter der

Österreichischen Karte 1:25.000, bzw. der
Alten österreichischen Landesaufnahme 1:25.000
Österreichische Karte 1:50.000, bzw. die
Provisorische Ausgabe der Österreichischen Karte 1:50.000
Generalkarte von Mitteleuropa 1:200.000
Übersichtskarte von Mitteleuropa 1:750.000
Plan von Salzburg 1:15.000
Arbeitskarten 1:200.000 und 1:500.000 von Österreich
Politische Karte der Republik Österreich 1:500.000

Zum Zusammenstellen von Touren und Reisen

Karte der Republik Österreich 1:500.000, mit Suchgitter und Index
Verkehrs- und Reisekarte von Österreich 1:600.000

Für Auto-Touren

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

sowie für Motorrad- und Radfahrer

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

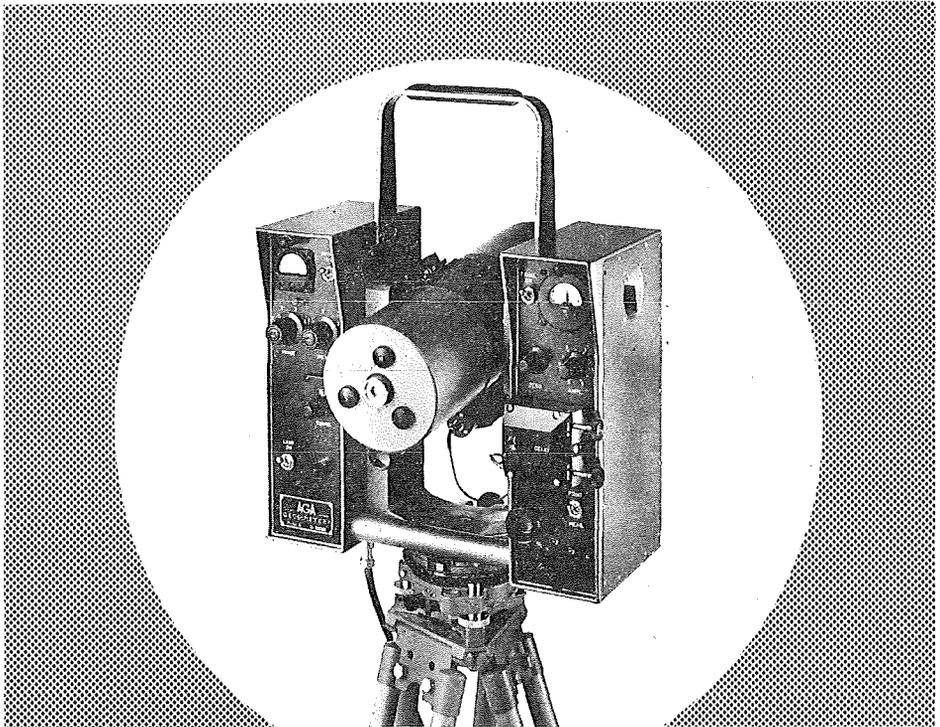
Für Wanderungen

die Blätter der Wanderkarte 1:50.000 mit Wegmarkierungen

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

Auf Wunsch werden Übersichtsblätter kostenlos abgegeben.

EIN LICHTSTRAHL ALS BANDMASS



IM AGA-GEODIMETER MODELL 6

ermöglicht es Ihnen, **schneller, einfacher, genauer** und mit weniger Personal **als je zuvor** Distanz zu messen.

Schon **13 AGA-GEODIMETER** helfen **in Österreich** Vermessungsaufgaben auf das vorteilhafteste zu lösen.

Genauigkeit 10 mm + 2 mm/km (mittlerer Fehler)
Gewicht nur 16 kg
Distanz: 15 m — 25 km je nach Lampe und Sicht
Digitalablesung, Koaxiale Optik und Volltransistorisierung sowie ein bestens durchdachter Transportkasten erleichtern die Arbeit.

AGA — Lidingö 1 — Schweden

Fernruf: Stockholm 65 25 40

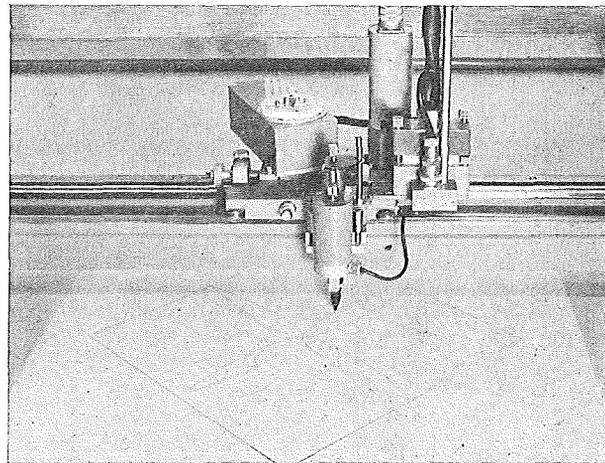
Alleinverkauf für Österreich

DR. WILHELM ARTAKER

Wien III, Reisnerstr. 6, Ruf: (0222) 73 15 86 Serie

Wiener Messe Halle M, Stand 1215—1219

Rationalisiertes Herstellen von Zeichnungen und Plänen



Der programmgesteuerte Koordinatograph
Contraves/Haag-Streit zeichnet
und beschriftet schnell und zuverlässig Pläne
und stellt Computer-Daten graphisch dar.

Der frei programmierbare Interpolations-
rechner der Anlage erlaubt ein genaues
Aufzeichnen beliebiger Kurven und Geraden.

Tischgröße des Koordinatographen
1200 x 1200 mm

Maximale Zeichengeschwindigkeit 80 mm/sec
Aufzeichnungsgenauigkeit $\pm 0,06$ mm

Gerne orientieren wir Sie in allen Einzelheiten.
Bitte verlangen Sie Bulletin 6203
oder eine unverbindliche Beratung durch
unsere Ingenieure.

Contraves

Contraves AG Zürich Schaffhauserstrasse 580

Verkauf für Österreich

DR. WILHELM ARTAKER

Wien III, Reisnerstr. 6, Ruf: (0222) 73 15 86 Serie
Wiener Messe Halle M, Stand 1215-1219

NEU:



PLAN-VARIOGRAPH

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

- ⊗ Tischform — geringer Platzbedarf — horizontale Arbeitsfläche
- ⊗ einfache Bedienung — stufenlos durch Handräder — Einstellmaßstab
- ⊗ gleichmäßig helle Ausleuchtung der Vorlage mit Kaltlicht
- ⊗ Vergrößerungen und Verkleinerungen bis 5,8fach (z. B. 2880 auf 500)

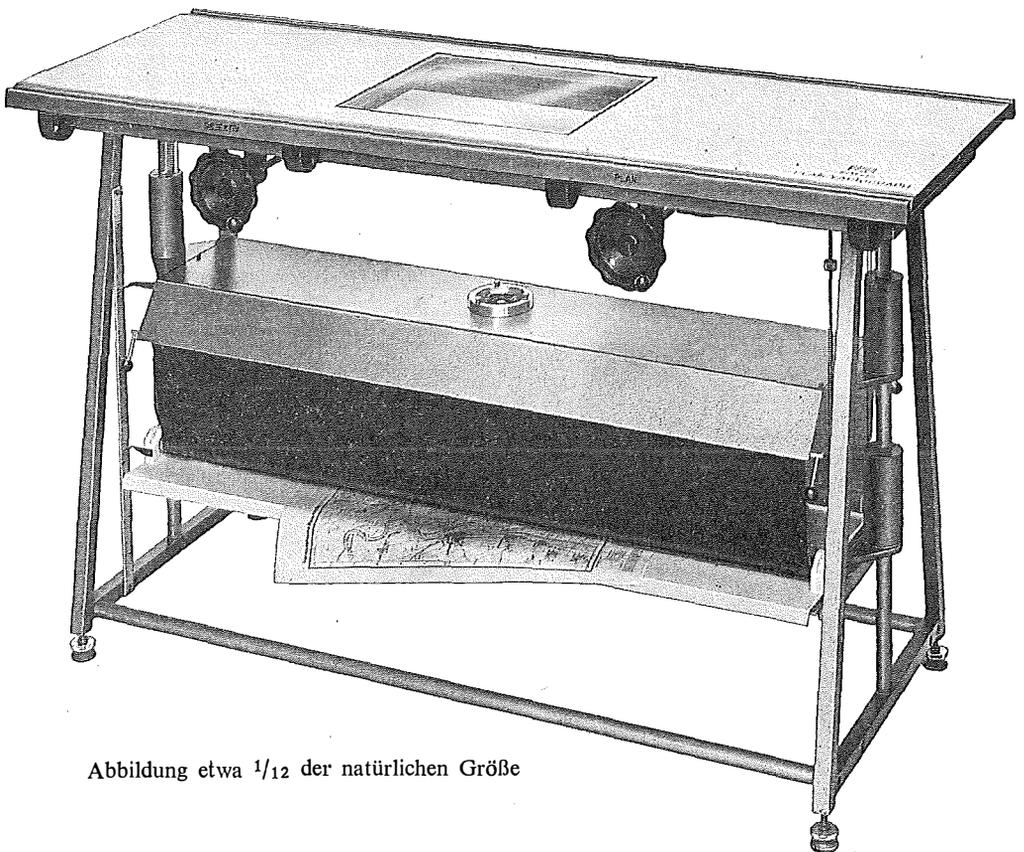


Abbildung etwa $\frac{1}{12}$ der natürlichen Größe

Verlangen Sie Prospekt und ausführliches Offert von

RUDOLF & AUGUST ROST

Fabrik für Feinmechanik, Vermessungsinstrumente und Zeichenbedarf
WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)
TELEFON: (0222) 92 32 31, 92 53 53 TELEGRAMME: GEOROST-WIEN