

Verlagspostamt: Baden bei Wien 1
Erscheinungsort: Baden bei Wien

P. b. b.

Österreichische Zeitschrift
für
Vermessungswesen

REDAKTION:

Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Rohrer

emer. o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

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

Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn.

Karl Ledersteger

o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

Josef Mitter

Vorstand der Abteilung Erdmessung
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

Nr. 5

Ende Oktober 1970

58. Jg.

INHALT:

Abhandlungen:

Dreidimensionale Koordinatenübertragung auf dem Ellipsoid K. Ramsayer
Tendenzen der Ausgleichsrechnung K. Peters
Feld-Rechenwalze zur Streckenreduktion W. Smetana

Referat:

Moderne Zeitmessung J. Mitter, J. Fuchs,
P. Bachmann, H. Halling

Mitteilungen, Literaturbericht, engl.-franz. Inhaltsverzeichnis

Mitteilungsblatt zur „Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen“,
redigiert von ORdVD. Dipl.-Ing. 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 1970

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen

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

Redakteure:

- o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Rohrer*, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
- o. Prof. Hofrat Dr. phil., Dr. techn. eh. Karl Ledersteger*, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
- Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter*, A 1080 Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3

Redaktionsbeirat:

- o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alois Barwir*, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
- o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Friedrich Hauer*, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
- o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Hubeny*, A 8020 Graz, Techn. Hochschule, Rechbauerstraße 12
- Prof. Ing. Dr. techn. eh. Karl Neumaier*, Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen i. R., A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule

Für die Redaktion des Mitteilungsblattes und Annoncenteeiles bestimmte Zuschriften sind an *ORaVD. Dipl.-Ing. Rudolf Arenberger*, A 1180 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. Bei Vorlage von Rasterklischees: Umschlag 42er Raster, Text 54er Raster

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

Redaktionsschluss: jeweils Ende des Vormonats.

Auflage: 1090 Stück

Bezugsbedingungen: pro Jahr

- Mitgliedsbeitrag für den Österr. Verein für Vermessungswesen S 100,—
Konto 119093
- Mitgliedsbeitrag für die Österr. Gesellschaft für Photogrammetrie S 100,—
Konto 131994
- Abonnementgebühr für das Inland S 130,— und Porto
- Abonnementgebühr für Deutschland DM 28,— und Porto
- Abonnementgebühr für das übrige Ausland S 168,— od. sfr 28,— und Porto

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

Anzeigenpreis pro $\frac{1}{1}$ Seite 125 × 205 mm S 1000,— und Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro $\frac{1}{2}$ Seite 125 × 100 mm S 600,— und Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro $\frac{1}{4}$ Seite 125 × 50 mm S 400,— und Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro $\frac{1}{8}$ Seite 125 × 25 mm S 300,— und Anzeigensteuer

Prospektbeilagen bis 4 Seiten S 600,— und Anzeigensteuer

Postscheck-Konto Nr. 119.093

Telephon: 42 92 83

Haben Sie oft Distanzen zu messen?

Ob Sie Distanzen auf 1 cm oder 1 dm genau messen müssen, immer finden Sie unter den Kern-Reduktions-Tachymetern das geeignete Instrument. Die Genauigkeit ist den verschie-

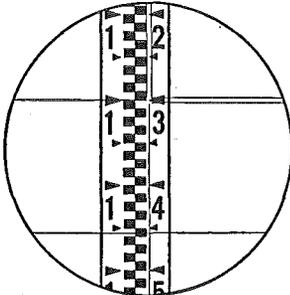
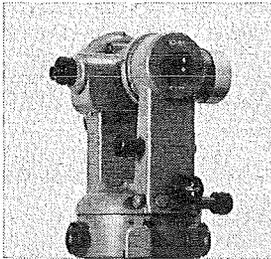
den Anwendungsgebieten gut angepaßt, ihre Handhabung ist einfach, und dank dem bewährten Kern-Zentrierstativ sind die Instrumente in jedem Gelände rasch meßbereit.



Kern & Co. AG Aarau

K 1-RA

Selbstreduzierender Ingenieur-Tachymetertheodolit



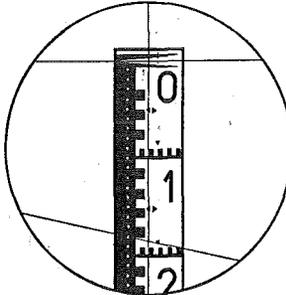
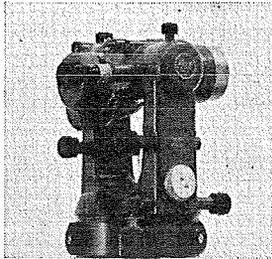
15,6 m

Das vielseitige Instrument mit automatischem Pendelkompensator für alle Ingenieurarbeiten. Zwei parallele horizontale Striche im Fernrohr Gesichtsfeld gestatten das direkte Ablesen von Horizontaldistanz und Höhendifferenz an einer normalen Vertikallatte. Mittlerer Fehler an Distanz und Höhendifferenz auf 100 m:

± 10-20 cm

DK-RV

Reduktionstachymeter für vertikale Latte



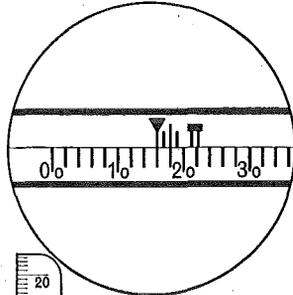
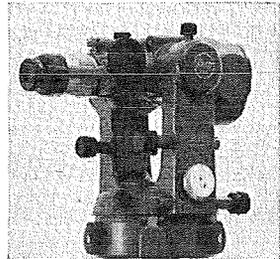
18,28 m

Wo die Sichtverhältnisse die Verwendung der horizontalen Latte verbieten und doch eine hohe Genauigkeit gefordert ist, eignet sich der DK-RV vorzüglich für viele Vermessungsaufgaben. Die neue Distanzmeßeinrichtung ergibt eine mit der vertikalen Latte bisher nicht erreichte Genauigkeit. Mittlerer Distanzmeßfehler auf 100 m:

± 3-5 cm

DK-RT

Reduktionstachymeter für horizontale Latte



16,275 m

Als Doppelbild-Distanzmesser modernster Bauart ist der DK-RT das geeignete Instrument für die Katastervermessung. Die Distanzablesung ist dank der nonienlosen Meßlatte besonders einfach. Ein Vorsatzkeil ermöglicht die Korrektur des persönlichen Fehlers. Mittlerer Distanzmeßfehler auf 100 m:

± 1-2 cm

Alleinverkauf für Österreich

DR. WILHELM ARTAKER

1031 Wien III, Reiserstr. 6, Ruf: (0222) 73 15 86 △
Wiener Messe Halle M, Stand 1214-1219

FESTSCHRIFT THEODOR SCHEIMPFLUG

Sonderheft 16 der ÖZV, Wien 1956

herausgegeben anlässlich des 150jährigen Bestandes des
staatlichen Vermessungswesens in Österreich

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

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

Aus dem Inhalt:

Geleitworte von Bundesminister DDDr. Illig und Präsident Dr. Schiffmann

Vorwort von Hofrat Neumaier

Prof. Doležal - Präs. Lego: Scheimpflugs Lebensbild

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

Prof. Krames: Scheimpflug und die Entwicklung der modernen Zweibildgeräte

Prof. Krames: Umbildung und Entzerrung photographischer Aufnahmen nach
Scheimpflug

Prof. Krames: Scheimpflugs Landesvermessung aus der Luft

Präsident Lego: Der Entfernungsmesser Doležal-Scheimpflug

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

HUNDERTJAHRFEIER der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung

23. bis 25. Oktober 1963

Sonderheft 24 der ÖZV, Wien 1964

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

Aus dem Inhalt:

Festprogramm

Organisation und Verlauf der Hundertjahrfeier der Österreichischen
Kommission für die Internationale Erdmessung von F. Hauer

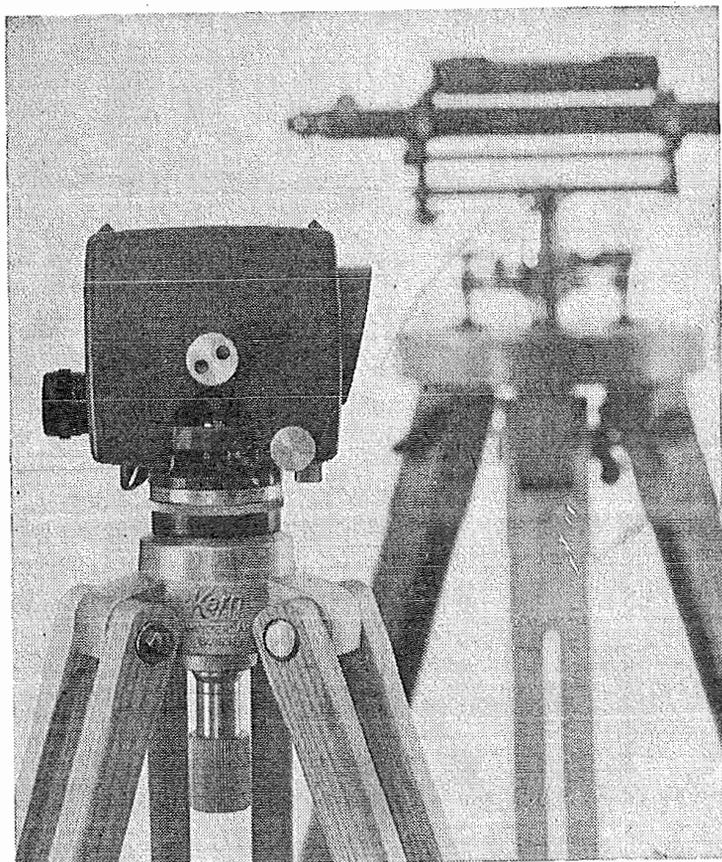
Die Neubegründung der Theorie der sphäroidischen Gleichgewichts-
figuren und das Normalsphäroid der Erde von K. Ledersteger

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

Zu beziehen vom Österreichischen Verein für Vermessungswesen:

Schopenhauerstraße 32, A 1180 Wien 18

**Kern
GK 1-A**



neues automatisches Ingenieur-Nivellier

Mit dem Kern GK 1-A geht die Arbeit rascher voran, denn es besitzt nur noch zwei Bedienungsknöpfe: Fokussiertrieb und Seitenfeinstellschraube. Vergessen ist das langwierige Horizontieren mit den drei Fußschrauben, vorbei das Einspielen der Fernrohrlibelle vor jeder Messung. Kern-Automatik und Kern-Gelenkkopfstativ: die ideale Kombination für einfachere und schnellere Arbeitsweise.

Technische Angaben:

Aufrechtes, sehr helles Fernrohrbild
Genauigkeit:
 $\pm 2,5$ mm/km Doppelnivellement
Gewicht mit Kunststoffbehälter: 2,3 kg
Kompensator:
magnetisch aufgehängtes Dachkant-
prisma mit pneumatischer Dämpfung

Alleinverkauf für Österreich

DR. WILHELM ARTAKER

1031 Wien III, Reisnerstr. 6, Ruf: (0222) 731586△

Wiener Messe Halle M, Stand 1214-1219

Exakte Schichtlinien und topographische Geländedarstellung

von

Dr. LEONHARD BRANDSTÄTTER

(Sonderheft 18 der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen, Wien 1957)
94 Seiten mit 49 zum Teil farbigen Abbildungen und 2 Kartenbeilagen

Aus dem Vorwort:

Das Werk ist gerade gegenwärtig von besonderem Interesse, weil die Kartenwerke mehrerer europäischer Länder vor der Neuauflage stehen und die Vorschläge Brandstätters dabei entsprechende Beachtung verdienen. Herr Professor Dr. R. Finsterwalder, München, bezeichnet es als ein besonders wertvolles Buch, das in der derzeitigen kartographischen Literatur und der der letzten Jahrzehnte einen hervorragenden Rang einnimmt. Die Herausgabe dieses Werkes wurde von dem Arbeitskreis „Topographisch — morphologische Kartenproben“ in München, von der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung in Wien, durch namhafte Geldbeiträge und von der Eidgenössischen Landestopographie Bern-Wabern, der Gesellschaft Hunting-Aero Surveys Limited London und dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien durch kostenlose Kartenbeigaben unterstützt.

COMPTE RENDU OFFICIEL DU DIXIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DES GÉOMÈTRES

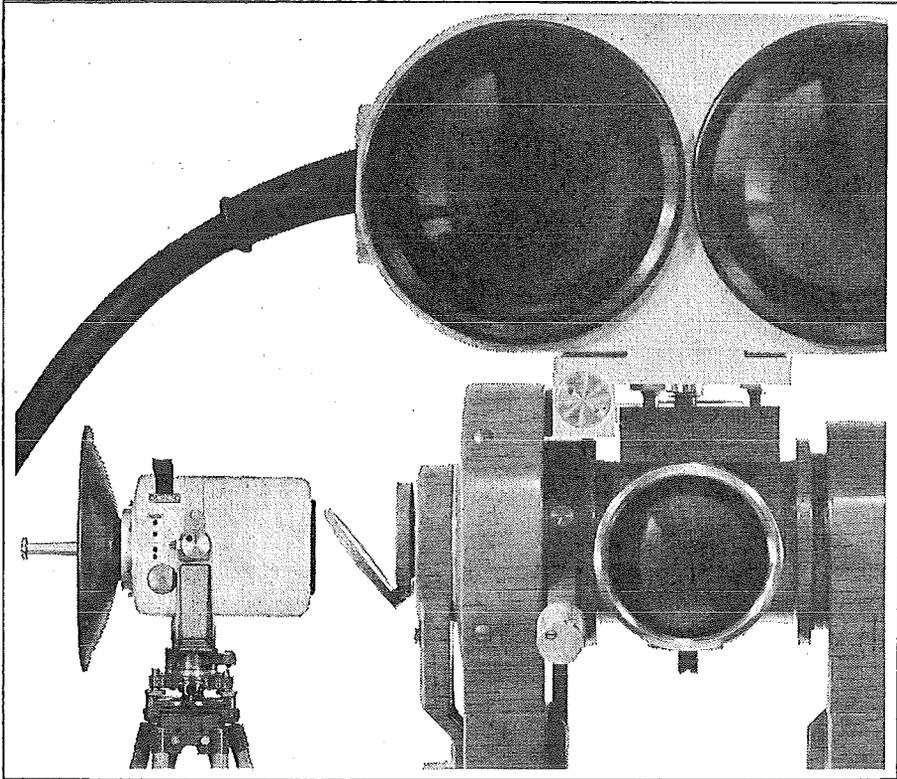
Wien

24. August bis 1. September 1962

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

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

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



Wild erweitert das Distomat-Programm mit dem neuen Infrarot-Distanzmesser DI 10

Der bewährte Mikrowellen-Distanzmesser **Distomat DI 50** (Messbereich bis zu 150 km) hat einen kleinen Bruder erhalten: den Infrarot-Distanzmesser **Wild Distomat DI 10**. Er misst bis zu 1000 m. Sein Zielkopf passt sowohl auf eine Wippe als auch auf das Fernrohr des Universal-Theodolits Wild T2, so dass Distanzen und Winkel in einem Arbeitsgang gemessen werden können.

Beide Distomat-Modelle zeigen die gemessene Distanz direkt in einer einzigen Zahl auf Zentimeter an und haben einheitliche Zwangszentrierung.

Die ideale Ausrüstung für Ihre vielseitigen Vermessungsaufgaben.

Verlangen Sie bitte die Prospekte DI 50 und DI 10.

WILD
HEERBRUGG

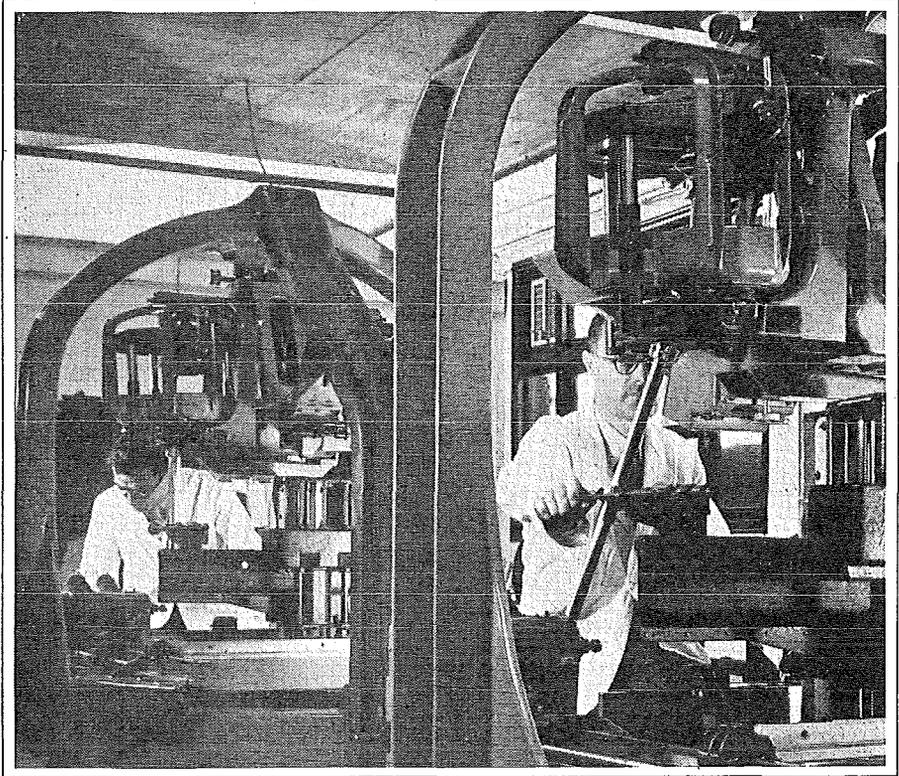
Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg Schweiz

Verlangen Sie Prospekte und Angebote von der
ALLEINVERTRETUNG FÜR ÖSTERREICH

RUDOLF & AUGUST ROST

1151 WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)
TELEFON: (0222) 923231, 925353, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

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



Wild-Autographen Typ A5, Herstellungsjahr 1940. Auch heute noch leistungsfähig und täglich in Betrieb

Eindrucksvoller Qualitätsbeweis für Wild-Autographen

Beachten Sie, dass alle Wild-Autographen äusserst stabil und robust gebaut sind und deshalb eine besonders lange Lebensdauer aufweisen. Auch bei Dauerbetrieb versehen sie auf Jahre hinaus zuverlässig ihren Dienst. Das ist Schweizer Qualität, auf die Sie sich verlassen können.

Von den ersten Wild-Autographen Typ A2, vor rund 40 Jahren hergestellt,

sind heute noch viele Instrumente im Gebrauch. Und die meisten A5, die aus den Jahren 1937-1952 stammen, befinden sich noch immer in sehr gutem Zustand und dienen weiterhin der präzisen Auswertung und Aerotriangulation. Gibt es einen besseren Beweis für die erprobte, durchdachte Konstruktion und die hohe Qualität der Wild-Autographen?

WILD
HEERBRUGG

Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg
Schweiz

Verlangen Sie Prospekte und Angebote von der
ALLEINVERTRETUNG FÜR ÖSTERREICH

RUDOLF & AUGUST ROST

1151 WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)
TELEFON: (0222) 923231, 925353, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

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

ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom
ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN
Offizielles Organ

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

REDAKTION:

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

Nr. 5

Baden bei Wien, Ende Oktober 1970

58. Jg.

Dreidimensionale Koordinatenübertragung auf dem Ellipsoid

Von *Karl Ramsayer*, Stuttgart

Summary:

For the rigorous determination of the spheroidal coordinates (latitude, longitude and altitude) of a set of reference points the methods of three dimensional geodesy should be applied. These methods can be simplified essentially, if — as it is usually done — the influence of the deflections of the verticals is neglected. For this case rigorous formulae are derived for the transfer of spheroidal coordinates and azimuth, if slant range, azimuth and vertical angle in the initial point are given, resp. for the calculation of slant range, azimuth and vertical angle from the spheroidal coordinates of two points. The new formulae are tested by a numerical example.

1. *Einleitung*

Zur strengen Koordinierung eines Festpunktfeldes auf einem Referenzellipsoid sind die Methoden der dreidimensionalen Geodäsie [1, 2, 3, 4, 5] anzuwenden, d. h. es sind außer den üblichen Horizontalwinkel- und Streckenmessungen noch zusätzlich Höhenwinkelmessungen und astronomische Breiten-, Längen- und Azimutbestimmungen auszuführen. Der praktischen Anwendung dieser Methoden steht hauptsächlich der wesentlich erhöhte Meßaufwand entgegen, der insbesondere durch die große Zahl der erforderlichen astronomischen Beobachtungen bedingt ist. Die geringe Genauigkeit der Höhenwinkelmessungen ist kein entscheidender Hinderungsgrund, da die Lagegenauigkeit der Netzkpunkte dadurch nur unwesentlich beeinflusst wird, und die Bestimmung ellipsoidischer Höhen aus Höhenwinkeln und astronomischen Beobachtungen immer noch wesentlich genauer ist, als die Ableitung aus Nivellements und Geoidbestimmungen.

Verzichten wir auf die Berücksichtigung der Lotabweichungen oder, anders ausgedrückt, unterstellen wir, daß die wahren Lotrichtungen Normalen des Bezugs-

ellipsoids sind, so können wir die astronomischen Beobachtungen wie bisher üblich auf den Zentralpunkt und etwaige Laplacepunkte beschränken. Dadurch wird eine vereinfachte dreidimensionale Berechnung möglich. Diese liefert zwar im Vergleich zur klassischen zweidimensionalen Netzberechnung auf dem Ellipsoid keine größere Genauigkeit, hat jedoch den Vorteil, daß Netzteile mit großen Lotabweichungen (Gebirge) ohne Übergangsschwierigkeiten durch zusätzliche astronomische Beobachtungen streng dreidimensional koordiniert werden können. Weitere Vorteile sind, daß gemessene Raumstrecken und Horizontalwinkel unmittelbar, also ohne Reduktion auf das Ellipsoid, verwendet werden können und daß, wenn wir von der Vernachlässigung der Lotabweichungen absehen, eine strenge Koordinatenübertragung möglich wird.

Da im Rahmen dieser Veröffentlichung alle aus der dreidimensionalen Berechnung auf dem Ellipsoid sich ergebenden Möglichkeiten nicht behandelt werden können, soll nachstehend nur auf die beiden Hauptaufgaben der dreidimensionalen Koordinatenübertragung auf dem Ellipsoid eingegangen werden.

2. Die erste Hauptaufgabe der dreidimensionalen Koordinatenübertragung auf dem Ellipsoid mit Hilfe von Breiten- und Längswinkel

Gegeben sind die ellipsoidischen Raumkoordinaten eines Punktes P_1 , nämlich die geographische Breite B_1 , die geographische Länge L_1 und die ellipsoidische Höhe H_1 , ferner das ellipsoidische Azimut A_{10} einer Anschlußrichtung P_1P_0 . Gemessen wurden die räumliche Entfernung \bar{d}_{12} von P_1 zu einem Punkt P_2 , der Höhenwinkel β_{12} der Strecke P_1P_2 und der Horizontalwinkel γ_1 zwischen den Strecken P_1P_0 und P_1P_2 . Gesucht werden die Koordinaten B_2, L_2, H_2 von P_2 und das Gegenazimut A_{21} . Der Einfluß der Lotabweichungen darf vernachlässigt werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe berechnen wir die Koordinaten von P_1 und die Richtung von P_1P_2 im geozentrischen Koordinatensystem. Dann berechnen wir die geozentrischen Koordinaten von P_2 und das Azimut A_{21} der Raumstrecke P_2P_1 . Schließlich werden die geozentrischen Koordinaten von P_2 in ellipsoidische Koordinaten umgerechnet.

Im einzelnen ergibt sich folgender Rechengang:

Die geozentrischen Koordinaten x_1, y_1, z_1 von P_1 ergeben sich streng aus

$$\begin{aligned} x_1 &= (N_1 + H_1) \cdot \cos B_1 \cdot \cos L_1, & y_1 &= (N_1 + H_1) \cdot \cos B_1 \cdot \sin L_1, \\ z_1 &= (N_1 (1 - e^2) + H_1) \cdot \sin B_1, \\ N_1 &= \frac{c}{\sqrt{1 + e'^2 \cdot \cos^2 B_1}}, & \dots & (2.1) \end{aligned}$$

N_1 = Querkrümmungsradius in der Breite B_1 , c = Polarradius, e bzw. e' = erste bzw. zweite numerische Exzentrizität des Referenzellipsoids.

Die „geozentrischen Richtungen“ der Raumstrecke P_1P_2 lassen sich an Hand von Bild 1 berechnen. Hier ist die Himmelskugel dargestellt, deren Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt 0 des Referenzellipsoids zusammenfällt. Ihr Radius wird gleich unendlich gesetzt, damit die terrestrischen Exzentrizitäten der verschiedenen Rich-

tungen keinen Einfluß haben. P_n ist der Schnittpunkt des verlängerten Nordzweiger der Rotationsachse des Ellipsoids mit der Himmelskugel, also der Himmelsnordpol. Z_1 , Z_2 und Z_{Gr} sind die ellipsoidischen Zenitpunkte, d. h. die Schnittpunkte des Ellipsoidnormalen der Punkte P_1 , P_2 und der Greenwicher Sternwarte mit der Himmelskugel. T_1 und T_2 sind die Schnittpunkte der verlängerten Geraden P_1P_2 mit der Himmelskugel.

In Bild 1 sind auch die Achsen des geozentrischen Koordinatensystems eingezeichnet. Der Ursprung fällt mit O zusammen. Die positive z -Achse entspricht dem Nordzweig der Rotationsachse des Ellipsoids. Die x -Achse ist durch den Schnitt der Greenwicher Meridianebene mit der Äquatorebene festgelegt. Die positive y -Achse weist nach Osten.

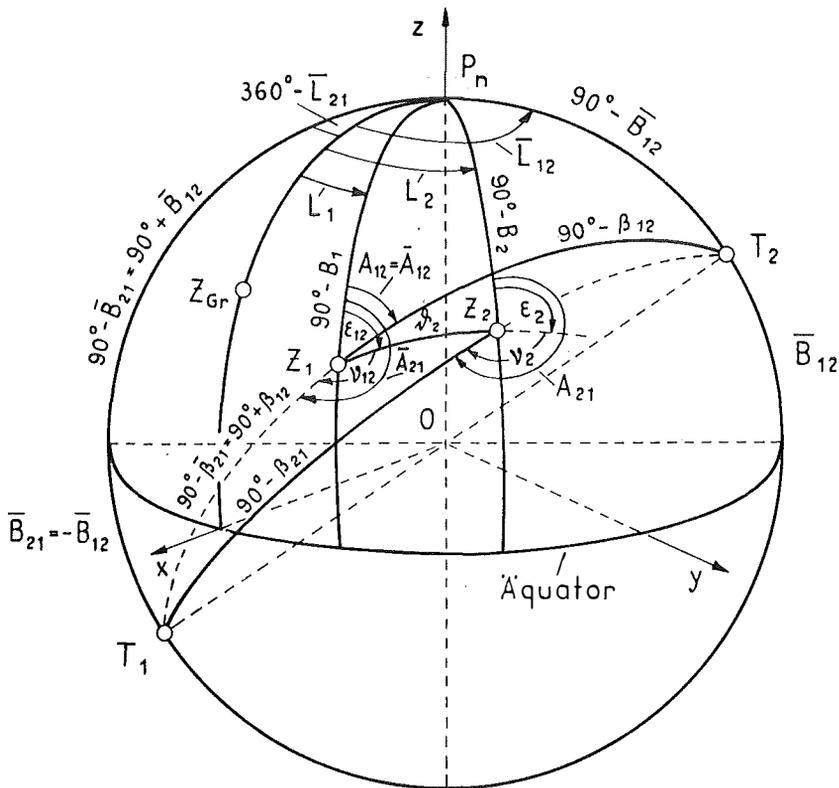


Abb. 1

Die Zenitpunkte Z_1 und Z_2 haben die Poldistanzen $(90^\circ - B_1)$ und $(90^\circ - B_2)$ und die geographischen Längen L_1 und L_2 . T_2 hat bezogen auf den Zenit Z_1 die Zenitdistanz $(90^\circ - \beta_{12})$ und das Azimut A_{12} . Diese Werte entsprechen der auf die Ellipsoidnormale bezogenen Zenitdistanz bzw. dem auf den ellipsoidischen Horizont von P_1 bezogenen Höhenwinkel β_{12} und dem ellipsoidischen Azimut der Geraden von P_1 nach P_2 . T_1 hat bezogen auf den Zenit Z_2 die Zenitdistanz $(90^\circ - \beta_{21})$ und das Azimut A_{21} . Diese Werte entsprechen der Zenitdistanz bzw. dem Azimut der Geraden von P_2 nach P_1 .

Im geozentrischen Bezugssystem legen wir die Richtung der Geraden P_1P_2 bzw. ihrer Verlängerung T_1T_2 durch ihren „Breitenwinkel“ \bar{B}_{12} und ihren „Längenwinkel“ \bar{L}_{12} fest. Dabei verstehen wir unter dem Breitenwinkel \bar{B}_{12} den Winkel zwischen der Geraden P_1P_2 bzw. T_1T_2 und der Äquatorebene. \bar{B}_{12} ist positiv, wenn der von P_1 aus auf die Himmelskugel projizierte Punkt P_2 , also T_2 , auf der Nordhälfte der Himmelskugel liegt. Die Poldistanz von T_2 ist demnach $(90^\circ - \bar{B}_{12})$. Der Längenwinkel \bar{L}_{12} entspricht dem Winkel zwischen der Greenwicher Meridianebene und der Ebene durch die Gerade P_1P_2 bzw. T_1T_2 , die parallel zur Rotationsachse des Ellipsoids verläuft. Schneiden wir diese Ebene mit der Himmelskugel, so erhalten wir den Großkreis $T_1P_nT_2$. T_2 hat demnach die Länge \bar{L}_{12} , die wir vom Greenwicher Meridian aus nach Osten von $0^\circ \dots 360^\circ$ durchzählen. Der Projektionspunkt T_1 (Projektion von P_1 auf die Himmelskugel von P_2 aus) hat die geographische Breite \bar{B}_{21} und die geographische Länge \bar{L}_{21} . Diese Werte entsprechen dem Breiten- bzw. Längenwinkel der Geraden P_2P_1 . Da die Projektionspunkte T_1 und T_2 sich diametral gegenüberliegen, gelten die Beziehungen

$$\bar{B}_{21} = -\bar{B}_{12}, \quad \bar{L}_{21} = \bar{L}_{12} \pm 180^\circ. \quad \dots (2.2)$$

In dem Dreieck $Z_1P_nT_2$ sind bekannt die beiden Seiten $(90^\circ - B_1)$ und $(90^\circ - \beta_{12})$ sowie das Azimut

$$A_{12} = A_{10} + \gamma_1. \quad \dots (2.3)$$

Damit können wir die Breite \bar{B}_{12} und die Länge \bar{L}_{12} von T_2 berechnen aus

$$\sin \bar{B}_{12} = \sin B_1 \cdot \sin \beta_{12} + \cos B_1 \cdot \cos \beta_{12} \cdot \cos A_{12}, \quad \dots (2.4)$$

$$\operatorname{tg}(\bar{L}_{12} - L_1) = \frac{\sin A_{12}}{\cos B_1 \cdot \operatorname{tg} \beta_{12} - \sin B_1 \cdot \cos A_{12}}, \quad \dots (2.5)$$

$$\bar{L}_{12} = L_1 + (\bar{L}_{12} - L_1). \quad \dots (2.6)$$

Nunmehr lassen sich die geozentrischen Koordinaten von P_2 leicht berechnen aus

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 + \bar{d}_{12} \cdot \cos \bar{B}_{12} \cdot \cos \bar{L}_{12}, \\ y_2 &= y_1 + \bar{d}_{12} \cdot \cos \bar{B}_{12} \cdot \sin \bar{L}_{12}, \\ z_2 &= z_1 + \bar{d}_{12} \cdot \sin \bar{B}_{12}. \end{aligned} \quad \dots (2.7)$$

Anschließend berechnen wir aus x_2, y_2, z_2 nach einem der bekannten Verfahren (vgl. z. B. [6] S. 535/36) die ellipsoidischen Koordinaten B_2, L_2, H_2 .

Nach der Berechnung von B_2 und L_2 sind im Dreieck $T_1P_nZ_2$ die Seiten $P_nT_1 = 90^\circ - \bar{B}_{21} = 90^\circ + \bar{B}_{12}$, $P_nZ_2 = 90^\circ - B_2$ und der eingeschlossene Winkel

$$T_1P_nZ_2 = L_2 + (360^\circ - \bar{L}_{21}) = L_2 - \bar{L}_{12} + 180^\circ$$

bekannt. Dabei ist zu beachten, daß in Bild 1 \bar{B}_{21} negativ ist. Damit können wir das Gegenazimut A_{21} berechnen aus

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} A_{21} &= \frac{\sin(\bar{L}_{21} - L_2)}{\cos B_2 \cdot \operatorname{tg} \bar{B}_{21} - \sin B_2 \cdot \cos(\bar{L}_{21} - L_2)} = \\ &= \frac{\sin(L_2 - \bar{L}_{12})}{-\cos B_2 \cdot \operatorname{tg} \bar{B}_{12} + \sin B_2 \cdot \cos(L_2 - \bar{L}_{12})}. \end{aligned} \quad \dots (2.8)$$

3. Die erste Hauptaufgabe der dreidimensionalen Koordinatenübertragung auf dem Ellipsoid mit Hilfe von lokalen kartesischen Koordinaten

Die erste Hauptaufgabe läßt sich auch dadurch lösen, daß wir ein lokales kartesisches Koordinatensystem einführen, die lokalen Koordinaten von P_2 berechnen und diese anschließend in geozentrische und dann in ellipsoidische Koordinaten umrechnen. Die dazu notwendigen Rechenformeln können wir aus den Formeln zur Berechnung eines dreidimensionalen Polygonzugs in einem lokalen kartesischen Koordinatensystem [7] leicht ableiten, indem wir die astronomischen Breiten, Längen und Azimute durch die entsprechenden ellipsoidischen Größen ersetzen.

Im einzelnen gestaltet sich die Berechnung wie folgt: Wir führen ein lokales kartesisches Koordinatensystem (x', y', z') mit dem Ursprung in P_1 ein, dessen z' -Achse mit der ellipsoidischen Zenitrichtung in P_1 , d. h. mit der Ellipsoidnormalen in P_1 mit den Richtungswinkeln B_1, L_1 zusammenfällt. Die in der Tangentialebene an das Ellipsoid in P_1 liegende positive x' -Achse weise nach Norden, die positive y' -Achse nach Osten. Hier bestehen zwischen dem auf das lokale System reduzierten Azimut \bar{A}_{12} und dem reduzierten Höhenwinkel $\bar{\beta}_{12}$ der Strecke P_1P_2 und den entsprechenden ellipsoidischen Größen A_{12}, β_{12} die trivialen Beziehungen

$$\bar{A}_{12} = A_{12}, \quad \bar{\beta}_{12} = \beta_{12}. \quad \dots (3.1)$$

Die lokalen Koordinaten von P_2 ergeben sich demnach aus

$$x_2' = \bar{d}_{12} \cdot \cos \beta_{12} \cdot \cos A_{12}, \quad y_2' = \bar{d}_{12} \cdot \cos \beta_{12} \cdot \sin A_{12}, \quad z_2' = \bar{d}_{12} \cdot \sin \beta_{12}. \quad \dots (3.2)$$

Diese Koordinaten lassen sich entsprechend [4] S. 22 in geozentrische Koordinaten x_2, y_2, z_2 umrechnen mit Hilfe der Gleichungen

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 - (x_2' \cdot \sin B_1 - z_2' \cdot \cos B_1) \cdot \cos L_1 - y_2' \cdot \sin L_1, \\ y_2 &= y_1 - (x_2' \cdot \sin B_1 - z_2' \cdot \cos B_1) \cdot \sin L_1 + y_2' \cdot \cos L_1, \\ z_2 &= z_1 + x_2' \cdot \cos B_1 + z_2' \cdot \sin B_1. \end{aligned} \quad \dots (3.3)$$

Die geozentrischen Koordinaten werden dann wieder in ellipsoidische Koordinaten B_2, L_2, H_2 umgerechnet.

Das Gegenazimut A_{21} kann entsprechend den Ausführungen zur Berechnung des astronomischen Azimuts bei gegebenem reduziertem Azimut in [7] und nach Bild 1 wie folgt berechnet werden: Wir berechnen zunächst im Dreieck $Z_1P_nZ_2$ aus $(90^\circ - B_1)$, $(90^\circ - B_2)$ und $(L_2 - L_1)$ die Größen $\vartheta_2, \varepsilon_{12}, \varepsilon_2$ mit Hilfe der Gleichungen

$$\cos \vartheta_2 = \sin B_1 \cdot \sin B_2 + \cos B_1 \cdot \cos B_2 \cdot \cos (L_2 - L_1) \quad \dots (3.4)$$

oder für kleine ϑ_2

$$\vartheta_2 \approx \sqrt{(B_2 - B_1)^2 + (L_2 - L_1)^2 \cdot \cos B_1 \cdot \cos B_2}, \quad \dots (3.4a)$$

$$\operatorname{ctg} \varepsilon_{12} = \frac{\cos B_1 \cdot \operatorname{tg} B_2 - \sin B_1 \cdot \cos (L_2 - L_1)}{\sin (L_2 - L_1)}, \quad \dots (3.5)$$

$$\operatorname{ctg} \varepsilon_2 = \frac{\sin B_2 \cdot \cos (L_2 - L_1) - \cos B_2 \cdot \operatorname{tg} B_1}{\sin (L_2 - L_1)}. \quad \dots (3.6)$$

Dann berechnen wir

$$\nu_{12} = \bar{A}_{21} - \varepsilon_{12} = A_{12} \pm 180^\circ - \varepsilon_{12}. \quad \dots (3.7)$$

Damit sind im Dreieck $T_1Z_1Z_2$ die Seite $Z_1Z_2 = \vartheta_2$ und der Winkel ν_{12} bekannt. Beachten wir, daß auch die Seite

$$T_1Z_1 = 90^\circ - \bar{\beta}_{21} = 90^\circ + \beta_{12},$$

die der auf den Zenit Z_1 reduzierten Zenitdistanz der Richtung von P_2 nach P_1 entspricht, aus dem gemessenen Höhenwinkel β_{12} leicht berechnet werden kann, so sind wir in der Lage, auch den Winkel ν_2 aus

$$\operatorname{ctg} \nu_2 = \frac{\cos \vartheta_2 \cdot \cos \nu_{12} + \sin \vartheta_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_{12}}{\sin \nu_{12}} \quad \dots (3.8)$$

zu berechnen. Das Gegenazimut A_{21} ergibt sich dann aus

$$A_{21} = \varepsilon_2 + \nu_2. \quad \dots (3.9)$$

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die Azimute A_{12} und A_{21} der Raumstrecke P_1P_2 den Azimuten der Normalschnitte entsprechen, die von den Normalebene in P_1 durch P_2 bzw. in P_2 durch P_1 aus dem Ellipsoid ausgeschnitten werden.

4. Die zweite Hauptaufgabe der dreidimensionalen Koordinatenübertragung auf dem Ellipsoid

Bei der zweiten Hauptaufgabe sind aus den gegebenen ellipsoidischen Koordinaten B_1, L_1, H_1 , und B_2, L_2, H_2 der Punkte P_1 und P_2 die Raumstrecke \bar{d}_{12} und die Azimute A_{12} und A_{21} zu berechnen. Zur Ermittlung der Strecke \bar{d}_{12} berechnen wir zunächst die geozentrischen Koordinaten x_1, y_1, z_1 und x_2, y_2, z_2 von P_1 und P_2 entsprechend (2.1). Dann ergibt sich die gesuchte Strecke aus

$$\bar{d}_{12} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}. \quad \dots (4.1)$$

Anschließend berechnen wir den Breitenwinkel \bar{B}_{12} und den Längenwinkel \bar{L}_{12} von P_1P_2 entsprechend (2.7) aus

$$\operatorname{tg} \bar{L}_{12} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, \quad \operatorname{tg} \bar{B}_{12} = \frac{z_2 - z_1}{y_2 - y_1} \cdot \sin \bar{L}_{12} \quad \text{oder} \quad \sin \bar{B}_{12} = \frac{z_2 - z_1}{\bar{d}_{12}}. \quad \dots (4.2)$$

Damit sind im Dreieck $Z_1P_nT_2$, Bild 1, die Seiten $(90^\circ - B_1)$, $(90^\circ - \bar{B}_{12})$ und der eingeschlossene Winkel $(\bar{L}_{12} - L_1)$ bekannt. Das Azimut A_{12} läßt sich also berechnen aus

$$\operatorname{ctg} A_{12} = \frac{\cos B_1 \cdot \operatorname{tg} \bar{B}_{12} - \sin B_1 \cdot \cos(\bar{L}_{12} - L_1)}{\sin(\bar{L}_{12} - L_1)}. \quad \dots (4.3)$$

Das Gegenazimut A_{21} kann wieder aus (2.8) berechnet werden.

Wir können auch noch die Höhenwinkel β_{12} und β_{21} der Richtung P_1P_2 bzw. P_2P_1 berechnen. Wir erhalten aus Dreieck $Z_1P_nT_2$, Bild 1,

$$\sin \beta_{12} = \sin B_1 \cdot \sin \bar{B}_{12} + \cos B_1 \cdot \cos \bar{B}_{12} \cdot \cos(\bar{L}_{12} - L_1) \quad \dots (4.4)$$

und aus Dreieck $Z_2T_1P_n$

$$\sin \beta_{21} = \sin B_2 \cdot \sin \bar{B}_{21} + \cos B_2 \cdot \cos \bar{B}_{21} \cdot \cos(\bar{L}_{21} - L_2). \quad \dots (4.5)$$

Dabei ist nach (2.2)

$$\bar{B}_{21} = -\bar{B}_{12}, \quad \bar{L}_{21} = \bar{L}_{12} \pm 180^\circ. \quad \dots (4.6)$$

Die Formeln zur Berechnung der Azimute und Höhenwinkel der Raumstrecke P_1P_2 lassen sich auch aus den von Wolf [2], S. 226 angegebenen Beziehungen zwischen dem astronomischen Azimut bzw. dem wahren Höhenwinkel, den geozentrischen Koordinaten der Endpunkte der Strecke und der astronomischen Länge und Breite von P_1 ableiten, wenn wir die astronomischen Größen durch die entsprechenden ellipsoidischen Größen ersetzen. Gehen wir außerdem auf die hier verwendeten Bezeichnungen über und beseitigen den Vorzeichenfehler in [2], Gleichung (4), so erhalten wir folgende Beziehungen:

$$\operatorname{tg} A_{12} = \frac{(y_2 - y_1) \cdot \cos L_1 - (x_2 - x_1) \cdot \sin L_1}{(z_2 - z_1) \cdot \cos B_1 - (x_2 - x_1) \cdot \sin B_1 \cdot \cos L_1 - (y_2 - y_1) \cdot \sin B_1 \cdot \sin L_1}, \quad \dots (4.7)$$

$$\sin \beta_{12} = \frac{(x_2 - x_1) \cdot \cos B_1 \cdot \cos L_1 + (y_2 - y_1) \cdot \cos B_1 \cdot \sin L_1 + (z_2 - z_1) \cdot \sin B_1}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}}$$

Nun ist nach (2.7) und (4.1)

$$x_2 - x_1 = \bar{d}_{12} \cdot \cos \bar{B}_{12} \cdot \cos \bar{L}_{12}, \quad y_2 - y_1 = \bar{d}_{12} \cdot \cos \bar{B}_{12} \cdot \sin \bar{L}_{12}, \quad z_2 - z_1 = \bar{d}_{12} \cdot \sin \bar{B}_{12},$$

$$\bar{d}_{12} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}.$$

Hiermit erhalten wir aus (4.7) und (4.8) nach einigen einfachen Umformungen wieder die Gleichungen (4.3) und (4.4).

5. Numerische Erprobung

Zur numerischen Erprobung der abgeleiteten Formeln verwenden wir die von Andersen [9] S. 20ff. berechneten Zahlenbeispiele zur Übertragung geographischer Koordinaten auf dem internationalen Erdellipsoid.

Zweite Hauptaufgabe

$$\text{Gegeben: } B_1 = 55^\circ 00' 00'' 0000, \quad L_1 = 0^\circ 00' 00'' 0000, \quad H_1 = 0,000 \text{ m,} \\ B_2 = 60^\circ 56' 25'' 0910, \quad L_2 = 13^\circ 38' 01'' 0328, \quad H_2 = 0,000 \text{ m.}$$

$$\text{Gesucht: } \bar{d}_{12}, A_{12}, A_{21}, \beta_{12}, \beta_{21}.$$

Da die beiden Punkte P_1 und P_2 im vorliegenden Fall auf dem Ellipsoid liegen, entsprechen die Höhenwinkel β_{12} , β_{21} den Depressionswinkeln der Sehne P_1P_2 .

1. Berechnung der geozentrischen Koordinaten nach (2.1):

$$x_1 = 3\ 666\ 772,774, \quad y_1 = 0,000, \quad z_1 = 5\ 201\ 489,661, \\ x_2 = 3\ 018\ 581,262, \quad y_2 = 732\ 146,851, \quad z_2 = 5\ 552\ 235,324.$$

2. Berechnung von \bar{d}_{12} nach (4.1):

$$\bar{d}_{12} = 1\ 038\ 825,139 \text{ m.}$$

3. Berechnung von \bar{L}_{12} , \bar{B}_{12} nach (4.2):

$$\bar{L}_{12} = 131^{\circ}31'09,9381, \quad \bar{B}_{12} = 19^{\circ}43'56,7486.$$

4. Berechnung von β_{12} , β_{21} nach (4.4) und (4.5):

$$\beta_{12} = -4^{\circ}39'50,7800, \quad \beta_{21} = -4^{\circ}39'45,4913.$$

5. Berechnung von A_{12} und A_{21} nach (4.3) und (2.8):

$$A_{12} = 45^{\circ}00'00,0002, \quad A_{21} = 236^{\circ}35'20,3847, \\ \text{nach [9]} \quad A_{12} = 45^{\circ}00'00,0001, \quad A_{21} = 236^{\circ}35'20,3846.$$

Erste Hauptaufgabe

Gegeben: $B_1 = 55^{\circ}00'00,0000$, $L_1 = 0^{\circ}00'00,0000$, $H_1 = 0,000\text{m}$,
 $A_{12} = 45^{\circ}00'00,0000$, $\beta_{12} = -4^{\circ}39'50,7800$, $\bar{d}_{12} = 1\ 038\ 825,139\text{m}$.

Gesucht: B_2, L_2, H_2, A_{21} .

a) Lösung mit geozentrischen Richtungen

1. Berechnung von x_1, y_1, z_1 aus B_1, L_1, H_1 nach (2.1):

$$x_1 = 3\ 666\ 772,774, \quad y_1 = 0,000, \quad z_1 = 5\ 201\ 489,661.$$

2. Berechnung von $\bar{B}_{12}, \bar{L}_{12}$ aus $B_1, L_1, A_{12}, \beta_{12}$ nach (2.4) bis (2.6):

$$\bar{B}_{12} = 10^{\circ}43'56,7487, \quad \bar{L}_{12} = 131^{\circ}31'09,9383.$$

3. Berechnung von x_2, y_2, z_2 nach (2.7):

$$x_2 = 3\ 018\ 581,261, \quad y_2 = 732\ 146,850, \quad z_2 = 5\ 552\ 235,324.$$

4. Umrechnung von x_2, y_2, z_2 in B_2, L_2, H_2 nach [6] S. 535/36:

$$B_2 = 60^{\circ}56'25,0910, \quad L_2 = 13^{\circ}38'01,0327, \quad H_2 = 0,000\text{m}, \\ \text{nach [9]:} \dots 25, 0910 \qquad \qquad \qquad 01, 0328 \qquad \qquad \qquad 0,000 \dots$$

5. Berechnung von A_{21} nach (2.8):

$$A_{21} = 236^{\circ}35'20,3845, \text{ nach [9]:} \dots 20,3845.$$

b) Lösung mit lokalen kartesischen Koordinaten

1. Berechnung von x_2', y_2', z_2' aus $\bar{d}_{12}, A_{12}, \beta_{12}$ nach (3.2):

$$x_2' = 732\ 146,850, \quad y_2' = 732\ 146,850, \quad z_2' = -84\ 473,351.$$

2. Berechnung von x_1, y_1, z_1 aus B_1, L_1, H_1 wie a1.

3. Berechnung von x_2, y_2, z_2 nach (3.3):

$$x_2 = 3\ 018\ 581,261, \quad y_2 = 732\ 146,850, \quad z_2 = 5\ 552\ 235,324.$$

4. Umrechnung von x_2, y_2, z_2 in B_2, L_2, H_2 wie a4:

$$B_2 = 60^{\circ}56'25,0910, \quad L_2 = 13^{\circ}38'01,0327, \quad H_2 = 0,000\text{m}.$$

5. Berechnung von A_{21} nach (3.4) bis (3.9):

$$\vartheta_2 = 9^{\circ}19'36,2859, \quad \varepsilon_{12} = 44^{\circ}56'48,3768, \quad \varepsilon_2 = 56^{\circ}32'08,7617, \\ \nu_{12} = 180^{\circ}03'11,6232, \quad \nu_2 = 180^{\circ}03'11,6229, \quad A_{21} = 236^{\circ}35'20,3845, \\ \text{nach [9]:} \qquad \qquad \qquad \dots \dots \dots 20,3845.$$

Die Ergebnisse stimmen innerhalb der Rechenschärfe (0,0002 bzw. 0,002 m) mit den Werten von Andersen überein. Dabei ist zu beachten, daß die dreidimensionalen Formeln streng sind und für beliebige Entfernungen gelten, während bei den zweidimensionalen Näherungsformeln von Andersen bei Entfernungen über 1000 km ein merklicher Genauigkeitsabfall zu erwarten ist.

Literatur:

- [1] *Hotine, M.*: A Primer of Non-Classical Geodesy, London 1959.
- [2] *Wolf, H.*: Die Grundgleichungen der Dreidimensionalen Geodäsie in elementarer Darstellung. Zeitschr. f. Verm. 1963, S. 225.
- [3] *Ramsayer, K.*: Raumtriangulation in einem lokalen kartesischen Koordinatensystem. Zeitschr. f. Verm. 1965, S. 15.
- [4] *Ramsayer, K.*: Erprobung und Erweiterung des Verfahrens der räumlichen Triangulation in einem lokalen kartesischen Koordinatensystem. (Deutsche Geodätische Kommission, Reihe A: Höhere Geodäsie, Heft Nr. 60, 1968).
- [5] *Ramsayer, K.*: Spatial triangulation in a local, astronomical oriented Cartesian coordinate system. Bull. Géod. 1969, S. 123.
- [6] *Jordan/Eggert/Kneißl*: Handbuch der Vermessungskunde, 10. Ausgabe, Band VI.
- [7] *Ramsayer, K.*: Dreidimensionaler Polygonzug in einem lokalen kartesischen Koordinatensystem. (In Vorbereitung).
- [8] *Ramsayer, K.*: Dreidimensionaler Polygonzug im geozentrischen Koordinatensystem. (In Vorbereitung.)
- [9] *Andersen, E.*: Practical formulas for accurate calculation by relative long distances of geographical coordinates or distances and azimuths on the international ellipsoid of rotation. Mémoires de l'Institut Géodésique de Danemark. Troisième Série. Tome Seizième. Kopenhagen 1953.

Tendenzen der Ausgleichsrechnung

(Gezeigt am Beispiel eines Winkel-Streckennetzes)

Von *Kornelius Peters*, Wien

0. Ist die Ausgleichsrechnung uninteressant geworden?

Elektronische Längenmeßgeräte, welche Kilometerstrecken zentimetergenau messen, Kreisetheodolite mit automatischer Nachführung, welche mit Triangulierungsgenauigkeit orientieren, im täglichen Einsatz — Mekometer, handliche Ringlaser, Lasergeodimeter ante portas — Tischcomputer, welche die tägliche Routinearbeit, Groß-EDV-Anlagen, die anonym alles, was darüber hinausgeht, bewältigen — in unserer Praxis scheint kein Platz mehr für die so intensiv studierte und allgegenwärtige Ausgleichsrechnung. Sie scheint sich in den Bereich der Satellitennetze und Blocktriangulationen abgesetzt zu haben.

Mißt man die Aktualität von Themengruppen an ihrem Anteil an der wissenschaftlichen Literatur, ergibt sich jedoch ein völlig unerwartetes Bild. Als Quelle diente die jährliche Übersicht in der ZfV, welche seit 1951 eine äußerst instruktive, nach Themen gegliederte Auflistung praktisch aller in Europa erschienenen Artikel bietet, welche in irgend einem Zusammenhang mit dem Vermessungswesen stehen. Ausgezählt wurden die Gebiete: 13. Ausgleichsrechnung und zum Vergleich die instrumentbezogenen Bereiche 4. Längenmessung, 5. Winkelmessung und 7. Höhen- und Tiefenmessung.

Tabelle 1

| Themenkreis | Markante Voraussetzungen | | Zitierte Veröff. Prozentueller Anteil | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---|---------|
| | der Periode 1951/59 | der Periode 1960/69 | | |
| | | | 1951/59 | 1960/69 |
| 13. Ausgleichsrechnung | Computer: Magnetband 1951 | Algol 1960 | 273 | 687 |
| | | | 25 | 32 |
| 4. Längenmessung | Geodimeter 1948 | Geod. 4 1959 Tellurometer 1957 | 341 | 747 |
| | | | 32 | 34 |
| 5. Winkelmessung | Meridianweiser 1949 | Serienkreisel 1960 | 138 | 295 |
| | | | 13 | 14 |
| 7. Höhen- und Tiefen- messung | Opton 1950 | — | 327 | 447 |
| | | | 30 | 20 |

Trotz aller theoretischen Fortschritte wird das Gros aller Aufsätze erst auf Grund von außen gekommener Anregungen erstellt. So waren z. B. zuerst die Geräte und erst später die Arbeiten darüber vorhanden — richtungsweisende Abhandlungen etwa im Sinne von [1] sind naturgemäß in der Minderzahl. Trotz der großen Neuerungen durch übersichtliche Notationen (Matrizen durch *Gotthardt*, Tensoren durch *Tienstra*) und Einbeziehung der Mathematischen Statistik scheint doch die Entwicklung der EDV für den „Lebenswillen“ der Ausgleichsrechnung verantwortlich zu sein, da sie sonst den Nutzwert ihrer Erkenntnisse nicht hätte unter Beweis stellen können. Außerdem profitierte sie in dem von uns betrachteten kleinen Teilgebiet der Netzeinschaltung sicherlich auch von der Entwicklung der Längenmeßtechnik, welche theoretische Grundlagen für Trilaterationsnetze erforderte. Ein gutes Beispiel für die Wechselwirkungen zwischen Geräte- und Rechentechnik bietet [2].

Am Rande bemerkenswert ist der niedere Anteil der „Winkelmessungen“ trotz der weiten Entwicklung der Kreiseltheodolite. Die derzeitige Stagnation von „Höhen- und Tiefenmessungen“ wird vielleicht nach Fortschritten der Ozeanographie schwinden.

Die Ausgleichsrechnung ist also noch immer aktuell. Das beweisen die jüngst erschienenen Lehrbücher prominenter Autoren, die steigende Anzahl von Veröffentlichungen und auch der Budapester FIG-Kongreß vom August 1970, welcher die Netzeinschaltung als Hauptthema behandelte. Um die Tendenzen auf diesem Gebiet zu illustrieren, wird zunächst ein kurzer theoretischer Abriss gegeben, welcher in weiteren Fortsetzungen durch die entsprechenden numerischen Beispiele an Hand des Netzes Neue Welt erläutert werden soll. Nicht schematische Netze sind regelmäßigen pädagogisch zumindest gleichwertig, vgl. [11] S. 314 ff.

1. Verlagerung der Aufgabenbereiche: Nicht mehr das Resultat, sondern optimale Messungsanordnung gesucht

1.0 Historische Daten

Mehr als ein Jahrhundert liegt die berühmte Dissertation *Helmerts* zurück [3], in welcher bereits fast alle modernen Gedanken anklingen: Rationelle Vermessung („nothwendiger Genauigkeitsgrad mit möglichst wenig Zeit und Geld“), günstigste

Netzgestalt, Definition der Fehlerellipse, der Fehlermaße, Forderung nach kreisförmigen und gleichgroßen Fehlerellipsen innerhalb eines Netzes, Fehlerabschätzung a priori, Aufsuchen von Fehlern der Fixpunkte (S. 94).

Bereits Ende der Zwanzigerjahre unseres Jahrhunderts lag eine Reihe von Arbeiten über gemeinsamen Winkel- und Streckenausgleich vor, z. B. von *Schumann*.

Die theoretische Genauigkeitsabschätzung strenger kontra genäherter Ausgleich erschien sogar um die Jahrhundertwende [4].

Der Gedanke an die Zuverlässigkeit eines Netzes, d. h. die Kontrolle jeden Bestimmungsstückes durch ein in derselben Richtung wirkendes, wurde vor 30 Jahren erstmalig geäußert [5].

Die beste Übersicht über die zur Sprache kommenden Probleme aus jüngster Zeit bietet [6].

1.1 Minimale Punktlagefehler

Das älteste und bekannteste Ziel der Netzerkundung war, den mittleren Punktlagefehler jedes eingeschalteten Punktes möglichst klein oder möglichst unter einem bestimmten Maß zu halten. In neuerer Zeit wurde die Forderung dahingehend präzisiert, daß die Quadratsumme der Punktlagefehler in einem Netz zu minimieren sei [6], [7].

Will man wirtschaftliche Probleme außer acht lassen, ist der mögliche Vorgang nach [6] S. 294 das „Netzaufbau-Verfahren“: Von den Altpunkten ausgehend, sucht man nach Maßgabe der in der Natur möglichen Visuren den Neupunkt mit der besten Bestimmung, d. h. mit dem kleinsten Punktlagefehler a priori. Diesen Punkt als gegeben aufgefaßt, sucht man nun weiter, bis alle Neupunkte bestimmt sind, berechnet nun streng alle einzelnen mittleren Punktlagefehler durch Inversion der gesamten Normalgleichungsmatrix und fügt durch gezieltes Probieren so viele (mögliche) Bestimmungsstücke von den Alt- bzw. den Neupunkten hinzu, bis der schlechtest bestimmte Punkt einen kleineren Punktlagefehler hat als die angegebene Schranke.

. . . (1.1.1)

Bei der Angabe dieser Schranke muß man sich wie bei ähnlichen Aufgaben im klaren sein, ob es sich um einen „mittleren Fehler“ oder um eine äußerste Toleranz handelt! Hier entstehen z. B. bei der Zusammenarbeit mit Bauingenieuren bei Angabe von Durchschlagsgenauigkeiten, Fertigteilbau-Toleranzen usw. immer wieder Mißverständnisse, welche am besten durch Angabe statistisch ermittelter Fehlerwahrscheinlichkeiten verhindert werden. Mehr darüber in den Abs. 1.3 sowie 4. dieser Arbeit.

Die Optimierung (1.1.1) kann selbstverständlich per EDV durchgeführt werden, wengleich sie nicht gemäß einem spezifischen „Optimierungs-Algorithmus“ abläuft. Zu einem solchen, wie er etwa in [8] auf den Seiten 75–93 beschrieben wird, fehlen hier die Nebenbedingungen. Falls man keinerlei Beschränkungen einführt, ist das ideale Netz durch das voll ausgemessene gegeben. Näheres über Optimierung folgt unter 1.5 dieser Arbeit.

Schematische Streckennetze sind in [8], schematische Winkelnetze in [9] und [10] durchgerechnet. [8] und [10] haben als Einheit Quadrate einschließlich Diagonalen, [9] gleichseitige Dreiecke aufzuweisen. Während bei [8] kein Fixpunktrahmen,

sondern nur ein Punkt mit Orientierung bzw. 2 Fixpunkte vorliegen, bieten [9] und [10] echte Festpunktfelder als Ausgangswerte.

Aus [8] ergibt sich, daß die in Richtung der Rautenkette gelegenen, den Ausgangspunkten benachbarten Kanten am genauesten gemessen werden müssen, sodann folgen schwach absteigend die Diagonalen und schließlich die senkrecht zur Hauptrichtung gelegenen Kanten — egal ob es sich um unabhängige oder um korrelierte Messungen handelt. . . . (1.1.2)

Laut [9] sind im voll ausgemessenen Dreiecksnetz alle Neupunkte faktisch gleichwertig, egal ob die Kantenlänge eines Neupunktdreieckes $1/3$ oder $1/4$ jener des Festpunktdreieckes beträgt. Streichen einiger Innenrichtungen bringt raschen Genauigkeitsabfall, besonders bei der größeren Masche (30% weniger Visuren — m_p vergrößert sich um 50% bzw. 100%). . . . (1.1.3)

[10] ist bewußt nach Art von *Ackermann's* Untersuchungen photogrammetrischer Blöcke aufgebaut und läßt reizvolle Vergleiche zu. Die größten Fehler treten entlang der Kanten auf. Beim 9×9 Punkt-Quadrat hat nur die äußerste Punktreihe zur Gänze sowie 7 von 9 Punkten der nächsten Reihe einen m_p , der mehr als 4% größer ist als der in „Blockmitte“. Daher sind zusätzliche Fixpunkte nicht in der Mitte, sondern an den Kanten quadratischer (und rechteckiger) Maschen anzuordnen. . . . (1.1.4)

Eine obere Grenze, wieweit das Ergebnis eines Ausgleichs überhaupt verbessert werden kann, gibt [12] an. Ergänzt man ein Ausgleichsproblem durch r_1 zusätzliche Beobachtungen und r_2 zusätzliche Bedingungen, wobei $r_1 + r_2 < r - u$, so gilt: Die Spur der Fehlermatrix ($u \times u$) nach der Verbesserung des Ausgleichs ist nicht kleiner als die Spur vor dem Ausgleich, vermindert um die Summe ihrer Eigenwerte von 1 bis r (1.1.5)

Bei einer Einzelpunkteinschaltung kann r höchstens 1 sein, d. h. höchstens eine zusätzliche Größe ist im Rahmen von (1.1.5) möglich. Die Eigenwerte λ_1 und λ_2 sind hier die Quadrate der beiden Halbachsen der Fehlerellipse. — Will man das Resultat noch nachhaltiger als eben zitiert verbessern, verliert [12] seinen Sinn, da es sich im Falle $r \geq u$ um ein völlig neues Konzept und nicht mehr um die Verbesserung eines bestehenden handelt.

Wie die r_1 -Messungen anzuordnen sind, muß man gesondert überlegen.

1.2 Kreisförmige Fehlerellipse

Obwohl seit [3] die kreisförmige Fehlerellipse als ideal angesehen wird, ist in letzter Zeit die Definition der Punktfehler und der idealen Gestalt der Fehlerellipse in den Vordergrund getreten ([13], [14] jeweils mit Literatur). Bei der genannten Verteilung sind die Fehler innerhalb des Netzes richtungsunabhängig und die beim Konzept $SpM = Min.$ vernachlässigten Kovarianzen (gemischten Fehler) treten hier nicht auf. Die Weiterverwendung dieser Punkte ist fehlertheoretisch leicht zu durchschauen. . . . (1.2.1)

Solange es sich nur um Einzelpunkteinschaltung handelt, ist nur anzustreben, daß der Wert ab verschwindet, da $Q_{xy} = \frac{-[ab]}{[aa][bb] - [ab][ab]}$, außerdem soll $[aa] = [bb]$ (1.2.2)

Die beiden Forderungen kann man erfüllen, indem man zu gegebenen Visuren bzw. Strecken immer noch eine zusätzliche aussucht, welche der Summe der bisherigen ab ein entgegengesetzt gleiches ab bewirkt. Da ab in beiden Fällen das Produkt einer Konstanten mit $\sin 2\nu$ ist, ist zu einer vorliegenden Bestimmung die gesuchte zweite normal. Liegen mehrere Richtungen vor, kann man zwei einfache Gleichungen auflösen oder sich an Hand einer Kartierung durch Probieren mit Richtungswinkeln und Strecken helfen.

Beispiel: $\nu_1 = 50^\circ$, $s_1 = 1$ km, $ab = -\rho^2/2$, $aa = \rho^2/2$, $bb = \rho^2/2$

$\nu_2 = 150^\circ$, $s_2 = 2$ km, $ab = +\rho^2/8$, $aa = \rho^2/8$, $bb = \rho^2/8$

$a_3a_3 = b_3b_3$ ergibt $\nu_3 = 50^\circ, 150^\circ, 250^\circ$ oder 350°

$a_3b_3 = +3\rho^2/8$ ergibt $\sin 2\nu_3 = -1$, $\nu_3 = 350^\circ$, $s_3 = \sqrt{\frac{4}{3}}$ km.

Im Falle von Innenrichtungen wird dasselbe Prinzip beibehalten, nur ist die Überlegung wegen der Orientierungsunbekannten undurchsichtiger. (Vgl. *Barvir*, Vorlesungen aus Technik des Katasterwesens).

Etwas spezieller ist das in [15] behandelte Problem. Einbuchtungslose Fußpunktcurven gehören zu Fehlerellipsen, welche teilweise an kreisförmige heranreichen.

Streng durch Optimierung ist die Aufgabe, ein ganzes Feld von Punkten mit kreisförmigen Fehlerellipsen aufzubauen, praktisch unlösbar. Als Zielfunktion wäre die Absolutsumme der Kovarianzen und gleichzeitig die der Differenzen aller $[aa]$ und $[bb]$ zu minimisieren, bei den Kovarianzen werden aber nur die der Hauptdiagonale von \mathbf{M} benachbarten Glieder betroffen. . . . (1.2.3)

Dies würde zwar angenähert kreisförmige Fehlerellipsen, doch immerhin miteinander korrelierte Punkte geben. Wollte man auch diese Abhängigkeit möglichst klein halten, würde das Ergebnis zu einer besonderen Einzelpunkteinschaltung hinführen, wenn man nicht gar eine punktweise photogrammetrische Auswertung gelten lassen will. Beide Methoden würden gegen die Gesetze der Nachbarschaft verstoßen, besonders wenn diese primär einzuhalten sind. . . . (1.2.4)

Am zielführendsten erscheint dem Verfasser eine Art „Netzaufbau“ wie unter (1.1.1) bzw. (1.2.2) geschildert in Verbindung mit gesuchten Analogien zu schematischen Netzen. In [9] sind auf Grund der Symmetrieeigenschaften gleichseitiger Dreiecke bzw. regelmäßiger Sechsecke die Fehlerellipsen im allgemeinen Kreise. In [10] ist zu ersehen, daß das 3×9 Rechteck noch recht langegezogene Fehlerellipsen aufweist. Bereits im 5×9 -Netz haben praktisch alle Punkte der inneren 3×7 -Geraden kreisförmige Fehlerellipsen, beim 9×9 -Quadrat herrschen Kreise vor mit Ausnahme der direkt den Fixpunkten benachbarten Neupunkten. Immerhin sind die Kreise nicht gleichgroß, vgl. (1.1.4).

1.3 „Zuverlässigkeit“ (Absicherung gegen grobe Fehler)

Die Absicherung gegen zufällige, normalverteilte Fehler erfolgt auf Grund einer a priori Netzerkundung. Man verwendet einen Erfahrungswert σ_0 als mittleren Fehler einer Messung, welcher im statistischen Sinn als mit ∞ Freiheitsgraden bestimmt gelten kann. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Punkt innerhalb seiner

Fehlerellipse zu liegen kommt, beträgt dann 39%, da es sich um eine zweidimensionale Fehlerverteilung handelt. Die Fläche der Fehlerellipse beträgt $\text{Det } \mathbf{M}$.

... (1.3.1)

Man kann auch den Helmert'schen Fehlerkreis einführen. Sein Radius ist $\sqrt{m_x^2 + m_y^2} = \sqrt{\text{Sp } \mathbf{M}}$ = dem mittleren Punktlagefehler. Der Neupunkt liegt mit 62% Wahrscheinlichkeit innerhalb.

... (1.3.2)

Weitere Probleme um Fehlerkreise und Fehlerellipsen sind in [16] bzw. [17] S. 512 dargestellt. Bei kreisförmigen Fehlerellipsen ist es egal, ob man sie durch den modifizierten Helmert'schen Fehlerkreis, dessen Radius dem „mittleren Koordinatenfehler“ $\sqrt{\frac{1}{2}(m_x^2 + m_y^2)}$ = hier $m_x = m_y = m_p \sqrt{\frac{1}{2}}$ gleich ist, ersetzt. ... (1.3.3)

Je gestreckter die Fehlerellipse wird, desto größer wird der Einfluß der gemischten Koordinatenfehler. Die Wahrscheinlichkeit, innerhalb des modifizierten Fehlerkreises zu liegen, unterscheidet sich dann von der, innerhalb der Fehlerellipse zu liegen.

... (1.3.4)

Ist die Fehlerellipse nicht aus einer a priori-Abschätzung mit hervorgegangen, sondern aus einem Ausgleich, liegen völlig veränderte Wahrscheinlichkeiten vor. Verwendet man σ_0 , liegt man etwa mit 95% Wahrscheinlichkeit innerhalb einer Ellipse, welche 2.45 mal größere Halbachsen aufweist als die aus (1.3.1) berechnete. Steht aber kein σ_0 zur Verfügung, sondern z. B. nur eine Schätzung $\hat{\sigma}$ auf Grund von 2 Überbestimmungen, so liegt man mit 95% Wahrscheinlichkeit innerhalb des

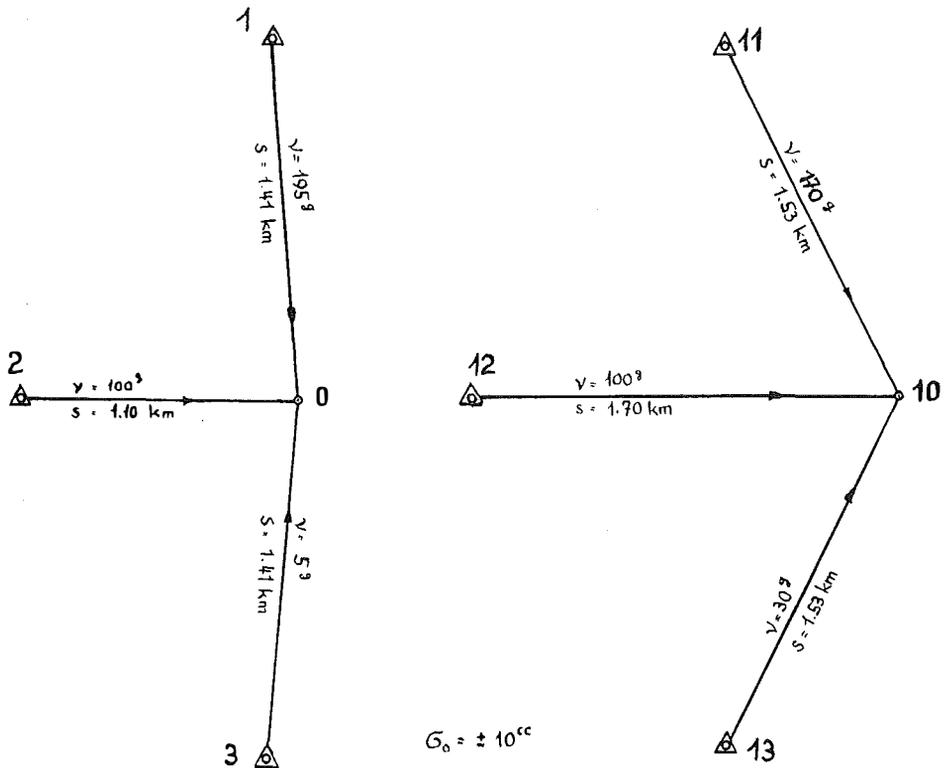


Abb. 1

6.16fachen der ursprünglichen Ellipse. Der Maßstabsfaktor gegenüber einer Ermittlung mit σ_0 beträgt weitere 2.5, die Fläche für die aus $\hat{\sigma}$ bestimmte Fehlerellipse ist mehr als sechsmal so groß wie für die aus σ_0 , wenn σ_0 und $\hat{\sigma}$ ziffernmäßig gleich groß sind. . . . (1.3.5)

Gibt man das Vertrauensintervall einer Konfidenzellipse (= maßstäblich geänderte Fehlerellipse, um auf runde Fehlerwahrscheinlichkeiten zu kommen) an wie etwa in [18], S. 106, müßte bei voller Strenge noch hinzugefügt werden, ob es sich um die Dimension auf Grund einer Approximation an den modifizierten Fehlerkreis oder auch unter Berücksichtigung des Flächeninhaltes (1.3.4) handelt

In [18] wird erstmals seit [5] auf das wichtige Problem der Absicherung gegen grobe, nicht zufällige Fehler hingewiesen. Reicheneder hat in seiner Arbeit [5] einen Sicherheitsfaktor definiert, der gleich ist dem mittleren Fehler (in einer Richtung) aus allen Beobachtungen gebrochen durch den mittleren Fehler in dieser Richtung, der sich ergibt, wenn man die zu untersuchende Messung nicht verwendet. (1.3.6) Je kleiner dieser Faktor, desto eher muß der untersuchte Wert unabhängig kontrolliert werden. Abb. 1 (in Anlehnung an [18]) möge als Illustration dienen.

Tabelle 2 zeigt hierzu die mit Rechenschiebergenauigkeit ermittelten Werte im Sinne von (1.3.6):

Tabelle 2

| | Netz 0—3 | | | Netz 10—13 | | |
|------------|----------------|--------|--------|----------------|---------|---------|
| | alle Messungen | ohne 1 | ohne 2 | alle Messungen | ohne 11 | ohne 12 |
| m_y (cm) | 1.6 | 2.2 | 1.6 | 1.9 | 3.0 | 1.9 |
| m_x (cm) | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 2.4 | 2.7 | 3.8 |
| sf_y (%) | . | 73 | 100 | . | 63 | 100 |
| sf_x (%) | . | 100 | 9 | . | 89 | 63 |

Würde im Netz 0—3 ein grober Fehler bei $v_{2/0}$ unterlaufen, z. B. extreme Refraktion, falsche Abschrift aus dem Meßprotokoll, Rechenfehler bei Satzmittelung, Eingabefehler bei der automatischen Berechnung u. dgl., würde das zur Folge haben, daß X_0 1 mal ungenauer bestimmt worden wäre als a priori abgeschätzt, wenn man $v_{2/0}$ hätte verwerfen müssen; im Netz 10—13 hätte derselbe Fall nur den 1.6fachen vorangeschlagenen Fehler bewirkt. Im zweiten Netz ist also die Gefahr, nachmessen zu müssen, wesentlich geringer. Man sieht aus dieser Überlegung, daß das erste Netz trotz größerer a priori-Genauigkeit das weniger zuverlässige ist und die Richtung $2/0$ besonders gewissenhaft zu behandeln ist.

Reicheneders Methode streng durchzurechnen ist bei größeren Netzen aber äußerst mühsam, da für jede Alternative eine neue Berechnung von Q aus N_i^{-1} durchzuführen ist, wobei direkte Herleitungen aus N^{-1} mit der Neumann'schen Reihe (gemäß [17] oder den Arbeiten von *Gotthardt*, *Linkwitz*) wegen großer ΔN und somit schlechter Konvergenz selten in Frage kommen. (Mehr über dieses Problem im Kapitel 3. dieser Arbeit.) Es wird also gerade dann beim gefühlsmäßigen Abschätzen bleiben müssen, wenn die Routine des Praktikers, die wie Tab. 2 entschieden hätte, zu versagen beginnt.

Hier kann man sich nach *Baarda* [19] mit voller Strenge weiterhelfen. Das für uns wichtigste dort behandelte Problem lautet: Wie genau ($\check{\nabla}_0 l_i$) kann eine Beobachtung l_i in einem Netz sein, daß mit einer Wahrscheinlichkeit von β_0 ein grober Fehler aufgedeckt wird, wenn der Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) für die Ausgleichung mit $1 - \alpha_0$ Ausschlußwahrscheinlichkeit erstellt wird? . . . (1.3.7)

Wie genau können b zusätzlich im Netz gemachte Beobachtungen l_{+1} l_{+b} sein, wenn ein grober Fehler mit β_0 Wahrscheinlichkeit aufgedeckt werden soll, bei $1 - \alpha$ Ausschlußwahrscheinlichkeit der Konfidenzbereiche der Ausgleichung? . . . (1.3.8)

Weitere Fragen kann man ähnlich [5] formulieren, nämlich wie groß eine Koordinatenverbesserung dx werden kann, um sich signifikant von einer a priori-Abschätzung m_x zu unterscheiden. . . . (1.3.9)

Für uns ist primär (1.3.7) interessant, da (1.3.8) theoretisch zu verwickelt ist, besonders in der sehr spröden Darstellung [19], und (1.3.9) von den Näherungswerten abhängt.

$$\check{\nabla}_0 l_i = \sigma_0 \sqrt{\frac{\lambda_0}{N_i}} \quad \text{laut [19], S. 66} \quad . . . (1.3.10)$$

$$N_i = \mathbf{P} (\mathbf{G} - \mathbf{AQA}^T) \mathbf{P} \delta, \text{ aus [19] 11.10 und [21], Abs. 3.2 interpretiert.} \quad . . . (1.3.11)$$

In (1.3.11) bedeutet \mathbf{AQA}^T die Gewichtskoeffizientenmatrix der aus der Ausgleichung abgeleiteten Werte von \mathbf{l} , d. h. ein Maß für die Fehler, welche die nun aus den ausgeglichenen Koordinaten abgeleiteten ehemaligen Bestimmungsstücke des Netzes haben würden. Nimmt man den einfachsten Fall $\mathbf{P} = \mathbf{E}$, alle Messungen

$$\text{gleichgewichtig, Gewicht} = 1, \text{ wird (1.3.11) zu } \sqrt{N_i} = \sqrt{1 - \frac{\check{m}_i^2}{\sigma_0^2}} = \frac{\check{m}_v}{\sigma_0} \quad . . . (1.3.12)$$

Die Vorteile, welche [19] gegenüber [5] bietet, sind:

Statistisch exakte Erfassung des Problems; auch im allgemeinsten Fall (1.3.11) nur eine allerdings umfangreiche Matrizenoperation; direktes Ablesen der Genauigkeitsanforderungen an die Beobachtungen. Je größer $\check{\nabla}_0 l$, desto eher muß die Messung durch eine gleichwirkende zusätzliche kontrolliert werden; je kleiner, desto überflüssiger beginnt sie zu werden. In einem guten Netz sollen alle $\check{\nabla}_0 l$ annähernd gleich groß sein.

Weitere Prozeduren aus [19] betreffen das Aufsuchen grober Fehler ("data snooping"), dies ist aber nicht Gegenstand meiner Arbeit. Es folgt die Anwendung von (1.3.7) bzw. (1.3.10), (1.3.11) sowie (1.3.12) auf unser Beispiel (Abb. 1):

Für $\beta_0 = 80\%$, $\alpha_0 = 5\%$ folgt laut [19] $\lambda_0 = 7.85$, durch Ausmultiplizieren der Matrizen \mathbf{AQA}^T folgen die $\check{\nabla}_0 l$, welche auch durch Überlegungen mit dem Horsky-Diagramm aus Perpendikeln der Fußpunktkurven von 0 bzw. 10 kontrolliert werden können, und nach (1.3.10) die gesuchten Resultate in Tabelle 3, errechnet in Rechenschiebergenuauigkeit.

$\sigma_0 \sqrt{\lambda_0} = 28^{\text{cc}}$ wäre eine Messung, welche laut Reicheneder einen Sicherheitsfaktor von 100% erzeugen würde.

Tabelle 3

| | Netz 0-3 | | | | | Netz 10-13 | |
|--------------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | $v_{1/0}$ | $v_{2/0}$ | $s_{1/0}$ | $v_{1/0}$ | $v_{2/0}$ | $v_{11/10}$ | $v_{12/10}$ |
| m_l^2/σ_0^2 | 0.48 | 0.97 | 0.41 | 0.48 | 0.58 | 0.65 | 0.68 |
| N | 0.52 | 0.03 | 0.59 | 0.52 | 0.42 | 0.35 | 0.32 |
| $\bar{\nabla}_0 l$ | 39 ^{cc} | 163 ^{cc} | 7 cm | 39 ^{cc} | 43 ^{cc} | 47 ^{cc} | 49 ^{cc} |

Die wirksamste Methode bei der Netzkonfiguration 0-3 laut Abb. 1, um $\bar{\nabla}_0 v_{2/0}$ zu verbessern, ist offensichtlich die Messung der Strecke $s_{1/0}$ (oder $s_{3/0}$). Um deren Wirksamkeit zu überprüfen, kommt man auch unter Berücksichtigung von [19], S. 45 nicht um eine neuerliche Matrizenoperation mit Aufstellung von \mathbf{A}_{+i} , \mathbf{Q}_{+i} , $\mathbf{A}_{+i} \mathbf{Q}_{+i} \mathbf{A}_{+i}^T$ herum.

Näherungsoperationen scheitern wie schon oben erwähnt an mangelnder Konvergenz. Ein stufenweiser Ausgleich läßt sich relativ schwer algorithmisieren. Für $\sigma_0 = \pm 2$ cm (Geodimeter) kommt man zu den Werten von Tabelle 3, Spalten 4-6, mit einer wesentlichen Verbesserung der Netzstruktur.

(wird fortgesetzt)

Verzeichnis der wichtigsten Formelgrößen

| | |
|---|--|
| \mathbf{A} | Matrix der Koeffizienten der Verbesserungsgleichungen (Formmatrix) |
| α_0 | Ausschlußwahrscheinlichkeit für die Annahme einer Hypothese, besonders beim Fisher-Test |
| a_i, b_i | Koeffizienten in den Verbesserungsgleichungen |
| β_0 | Wahrscheinlichkeit für das Aufdecken eines groben Fehlers |
| δ | Spaltenvektor mit dem Kronecker'schen $\delta:1$ für $i = j$, 0 für $i \neq j$ |
| $\bar{\nabla}_0 l$ | Genauigkeitsschranke für eine Messung l , um mit β_0 Wahrscheinlichkeit als grober Fehler entlarvt zu werden |
| $\bar{\nabla}_0 x$ | Genauigkeitsschranke für das Ergebnis einer Ausgleichung, um als durch einen groben Fehler beeinflusst aufgedeckt zu werden. |
| Det | Determinante von |
| \mathbf{E} | Einheitsmatrix |
| $\mathbf{G} = \sigma_0^2 \mathbf{P}^{-1}$ | Kovarianzmatrix der Beobachtungen a priori |
| \mathbf{l} | Vektor der Messungen l_i |
| λ | Vektor der Eigenwerte von \mathbf{M} , gewonnen aus der algebraischen Gleichung u -ten Grades $\text{Det}(\lambda \mathbf{E} - \mathbf{M}) = 0$. |
| $\lambda_0(\alpha_0, \beta_0, 1, \infty)$ | statistische Kerngröße laut [19], worin $\alpha_0, 1, \infty$ auch in der Fisher'schen Kenngröße $F(\alpha_0; m_1 = 1, m_2 = \infty)$ vorkommen. In $F(\alpha_0; 1, \infty)$ wird eine aus einer Überbestimmung gewonnene Varianz $\hat{\sigma}^2$ gegen die empirische Varianz σ_0^2 mit einer Ausschlußwahrscheinlichkeit α_0 abgeschätzt. Siehe etwa auch [20]. |

| | |
|---|---|
| $\mathbf{M} = \sigma_0^2 \mathbf{Q}$ | Kovarianzmatrix der „Unbekannten“ a priori |
| $\text{Sp } \mathbf{M} = \sum m_p^2$ | Spur von \mathbf{M} ; „äußerer Fehler des Punkthaufens“ [7] |
| $\tilde{\mathbf{M}}$ | Kovarianzmatrix \mathbf{M} nach Hinzufügen von r_1 Beobachtungen und r_2 Bedingungen. $r_1 + r_2 = r$, $\text{Sp } \tilde{\mathbf{M}} \geq \text{Sp } \mathbf{M} - \sum_1^r \lambda$, $r < u$. |
| $m_p = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}$ | mittlerer Punktlagefehler im Sinne Helmert's a priori |
| $m_x = \sigma_0 \sqrt{Q_{xx}}$, m_y | mittlere Koordinatenfehler a priori |
| $m_{xy} = \sigma_0 \sqrt{Q_{xy}}$ | gemischter Koordinatenfehler (Kovarianz) eines Punktes (wichtig bei Berechnung relativer Fehler sowie der Fläche der Fehlerellipse) |
| $m_{xij} m_{xikj}$, m_{yij} | Kovarianzen zwischen Koordinaten verschiedener Punkte bei der Netzeinschaltung |
| m_{-i} | mittlerer Fehler (a priori), wenn das Netz ohne die Messung l_i durchgerechnet wird, d. h. wenn die i -te Zeile in \mathbf{A} verschwindet |
| m_l | mittlerer Fehler eines Bestimmungsstückes l , abgeleitet aus den ausgeglichenen Koordinaten $\mathbf{X}_0 + \mathbf{x}$ |
| $m_{\bar{v}}$ | mittlerer Fehler einer Verbesserung, berechnet aus den Koordinaten |
| \mathbf{N} | Normalgleichungsmatrix: bei gleichgewichtigen Beobachtungen $\mathbf{N} = \mathbf{A}^T \mathbf{A}$, bei ungleich genauen $\mathbf{N} = \mathbf{A}^T \mathbf{P} \mathbf{A}$ |
| N_i | Netzabhängige Größe mit Aussage über die Wirksamkeit einer Beobachtung l_i für die Netzqualität |
| P | Wahrscheinlichkeit des Eintreffens von |
| \mathbf{P} | Gewichtsmatrix der Beobachtungen, meist als Diagonalmatrix angesetzt, die Elemente heißen dann p_i |
| $\mathbf{Q} = \mathbf{N}^{-1}$ | Gewichtskoeffizientenmatrix der Unbekannten |
| σ_0 | mittlerer Fehler der Gewichtseinheit a priori |
| $\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{[pvv]}{n - u}}$ | mittlerer Fehler der Gewichtseinheit aus dem Ausgleich |
| $sf = \sqrt{\frac{m}{m-i}}$ | Sicherheitsfaktor nach <i>Reicheneder</i> [5] |
| u | Anzahl der Unbekannten |
| \mathbf{v} | Vektor der Verbesserungen v_i |
| \mathbf{w} | Vektor der Widersprüche w_i , $\mathbf{w} = \mathbf{I}_0 - \mathbf{l}$ |
| \mathbf{X}_0 | Vektor der Näherungswerte für die unbekanntenen Koordinaten |
| \mathbf{x} | Vektor der Unbekannten beim vermittelnden Ausgleich |

Literatur:

- [1] *Carter, Muir*: Bücher, die die Welt verändern. Prestel-Verlag, München 1968.
- [2] *Grafarend*: Neuartige Navigationsprinzipien. ZfV 1970, S. 180–187.
- [3] *Helmert*: Studien über rationale Vermessungen im Gebiete der höheren Geodäsie. Zf. Mathematik und Physik 1868, S. 73–120 und ferner S. 163–186.
- [4] *Schulze*: Über die Genauigkeit trigonometrischer Punktbestimmungen. ZfV 1904, Hefte 1 und 2.

- [5] *Reicheneder*: Die Sicherheit einer Punkteinschaltung. ZfV 1941, S. 386–395.
- [6] *Wolf*: Polarität und Optimierung bei freien und eingeschalteten Netzen. AVN 1970, S. 291–298.
- [7] *Meissl*: Die innere Genauigkeit eines Punkthaufens. ÖZfV 1962, S. 159ff.
- [8] *Pelzer*: Die Genauigkeit elektromagnetisch gemessener Streckennetze. DGK-Reihe C, Nr. 136.
- [9] *Steinich*: Untersuchungen zur Konfiguration und Beobachtungsgenauigkeit in trigonometrischen Aufnahmenetzen. VT 1969, S. 222–229.
- [10] *Gotthardt*: Genauigkeitsuntersuchungen an schematischen trigonometrischen Netzen. Festschrift Großmann, Wittwer 1967, S. 123–131.
- [11] *Gerke, Pelzer*: Netzverdichtung oder Netzaufbau aus Funktionen gemessener Größen? AVN 1970, S. 309–317.
- [12] *Meissl*: Eine Abschätzung der Verbesserung eines Ausgleichs durch zusätzliche Beobachtungen und Bedingungen. Acta geodeatica . . . Acad. Sci. Hung. Tomus 4 (1–2), S. 167–173.
- [13] *Großmann*: Vorwärtseinschneiden und Fehlermaße. ZfV 1969, S. 235–237.
- [14] *Köhr*: Über mittlere Punktfehler. ZfV 1969, S. 445–455.
- [15] *Tárczy-Hornoch*: Über die Bedingungen der einbuchtungslosen Fußpunktskurven der mittleren Fehlerellipsen. AVN 1969, S. 233–238.
- [16] *Grafarend*: Zur Wahrscheinlichkeitstheorie des Helmert'schen Punktfehlers. ÖZfV 1970, S. 33–41.
- [17] *Wolf*: Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Dümmler 1968.
- [18] *Conzett*: Moderne Methoden der Vermessung. SZfV 1970, S. 101–109.
- [19] *Baarda*: A Testing Procedure for Use in Geodetic Networks. Netherlands Geodetic Commission, Vol. 2, Nr. 5, Delft 1968.
- [20] *Storm*: Wahrscheinlichkeitsrechnung. 3. Aufl., Berlin 1969.
- [21] *Baarda*: Statistical Concepts in Geodesy. Netherlands Geod. Comm., Vol. 2, Nr. 4, Delft 1967.

Feld-Rechenwalze zur Streckenreduktion

Von *Walter Smetana*, Wien

Zusammenfassung

Die von mir erdachte Rechenwalze (25×7 cm), soll den Technikern, die vornehmlich mit der elektronischen Distanzmessung mittels Wildschem DI 10 zu tun haben, die Möglichkeit bieten, auf dem Felde, sogleich nach Einlaufen der betreffenden Schrägdistanz am Meßteil des Gerätes, die Gesamtkorrektionsgröße δs für die Schrägdistanz wegen Schrägvisur bei schon bekannten Höhen- bzw. Tiefenwinkeln für einen Bereich von $\sphericalangle \varphi = 0 \dots 3$ Neugrad, einer mittleren Meereshöhe H der Meßstrecke und der Projektionsverzerrung im Gauß-Krüger-System, an der Rechenwalze zu ermitteln.

Die Gesamtkorrektionsgröße δs für die mit dem DI 10 erhaltene Schrägdistanz wird hiebei an der betreffenden Streckenmarke der Entfernungsskala der Rechenwalze mit cm-Genauigkeit abgelesen bzw. geschätzt.

Die bereits in der Kanzlei anhand von Punktübersichten bzw. Punktkarten ermittelte mittlere Meereshöhe H der Meßstrecke sowie eine mittlere Ordinate Y derselben werden, schon während des Einlaufens der Schrägdistanz, an der Rechenwalze eingestellt und zwar, H auf etwa 30 m und Y auf etwa 1–2 km genau.

Die Rechenwalze soll dem Techniker eine, meines Erachtens, unnötige Mehrarbeit, sei diese durch händische Berechnungen oder auch Vorschreibungen zur elektronischen Berechnung verursacht, ersparen.

1. Theoretische Grundlagen

1.1 Bezeichnungen:

- s' . . . gemessene Schrägdistanz
- s . . . auf den Horizont reduzierte Strecke
- s_r . . . Strecke im Gauß-Krüger-Meridianstreifensystem
- H . . . mittlere Meereshöhe der Meßstrecke
- Y . . . mittlere Ordinate der Meßstrecke
- R . . . mittlerer Erdradius
- $\sphericalangle \varphi^g$. . . Höhen- bzw. Tiefenwinkel in Neugrad
- δs . . . Gesamtkorrektionsgröße für gemessene Schrägdistanz s'

1.2 Darstellung der Berechnungsformel für die Rechenwalze

Zur Auswertung der Formel $s_r = s' + \delta s$. . . (1)

benötigt man $\delta s = -\frac{H}{R} \cdot s + \frac{Y^2}{2R^2} \cdot s - (1 - \cos \varphi) \cdot s'$. . . (2)

Bewegt sich φ in den Grenzen $0^g \leq \varphi \leq 3^g$

ist auch $\delta s \approx -\frac{H}{R} \cdot s' + \frac{Y^2}{2R^2} \cdot s' - (1 - \cos \varphi) \cdot s'$. . . (3)

Setzt man hierin $-\frac{H}{R} \cdot 1 \text{ m} = \Delta s_H$, $\frac{Y^2}{2R^2} \cdot 1 \text{ m} = \Delta s_Y$, $-(1 - \cos \varphi) \cdot 1 \text{ m} = \Delta s_\varphi$,

kann man auch schreiben: $\delta s \approx (\Delta s_H \cdot 100 + \Delta s_Y \cdot 100 + \Delta s_\varphi \cdot 100) \cdot K$, wenn

$K = \frac{s}{100}$ ist . . . (4)

Formel (4) stellt die Berechnungsformel zur Anwendung der Rechenwalze dar.

Faßt man in Formel (4) die Größen $\Delta s_H \cdot 100$, $\Delta s_Y \cdot 100$ und $\Delta s_\varphi \cdot 100$ als gerichtete Strecken (linienflüchtige Vektoren) auf, so ist δs die mit einem veränderlichen Parameter $K = \frac{s}{100}$ multiplizierte Resultierende dieser Strecken.

$\Delta s_H \cdot 100$, $\Delta s_Y \cdot 100$ und $\Delta s_\varphi \cdot 100$ bedeuten demnach die entsprechenden Streckenreduktionen für 100 m Streckenlänge.

Die Auswertung der Formel (4) wird nun im Hinblick auf meinen Entwurf prinzipiell durch folgende Skizze (Abb. 1) ersichtlich.

Die Resultierende der drei Strecken wurde darin strichpunktiert. Die strichlierten Hyperbeln mit positiver Bezeichnung kommen jedoch aus Gründen der Raumersparnis auf der Rechenwalze nicht mehr zur Darstellung.

Die Multiplikation der Resultierenden mit veränderlichem Faktor $\frac{s}{100}$ erfolgt in einem Diagramm mit gleichseitigen Hyperbeln, bezeichnet nach δs in cm, wobei die Abszissenachse eine gleichmäßig geteilte Skala für die Strecken $s' = 100 \text{ m}$. . . 1000 m im Maßstab 1:5000 enthält. (100 m = 2 cm).

Die Addition und Multiplikation von bezüglichen Strecken erfolgt jedoch mechanisch mittels zylindrischer Röhren bzw. Ringe.

Da nun die Rechenwalze aus praktischen Gründen eine maximale Länge von etwa 25 cm und einen Durchmesser von 7 cm haben sollte, wurde die Einheit, besonders im Hinblick auf die φ -Skala im Verhältnis 2:1 gezeichnet, d. h. also 1 cm- Δ -Wert entsprechen 2 cm- Δ -Strecke. Darnach wurde auf $\Delta s_H \cdot 100$ -Strecke eine gleichmäßiggeteilte H -Skala errechnet, wobei 3,14 mm 100 m bedeuten.

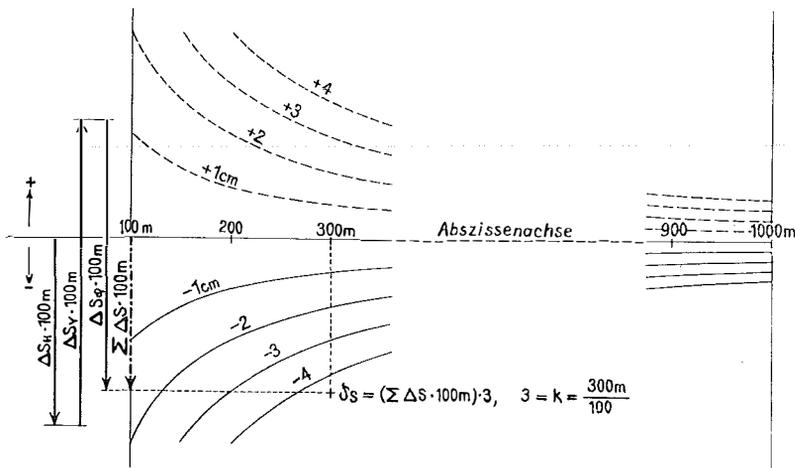


Abb. 1

Wählt man den Bereich von $0 \leq H \leq 1000$ m, ergibt dies eine Länge der $\Delta s_H \cdot 100$ -Strecke (H -Skala) von ungefähr 31,5 mm. Die $\Delta s_Y \cdot 100$ -Strecke trägt eine ungleichmäßiggeteilte Skala gemäß der Relation $\Delta s_Y \cdot 100 = \frac{Y^2}{2R^2} \cdot 100$ mit einer Länge von ungefähr 63,3 mm für einen Bereich von $0 \leq Y \leq 160$. Die $\Delta s_\varphi \cdot 100$ -Strecke trägt eine ungleichmäßig geteilte Skala gemäß der Relation $\Delta s_\varphi \cdot 100 = (1 - \cos \varphi) \cdot 100$ mit einer Länge von ungefähr 222,0 mm für einen Bereich von $0 \leq \varphi \leq 3g$.

2. Aufbau der Rechenwalze

Abb. 2 bringt eine schematische Darstellung der Rechenwalze.

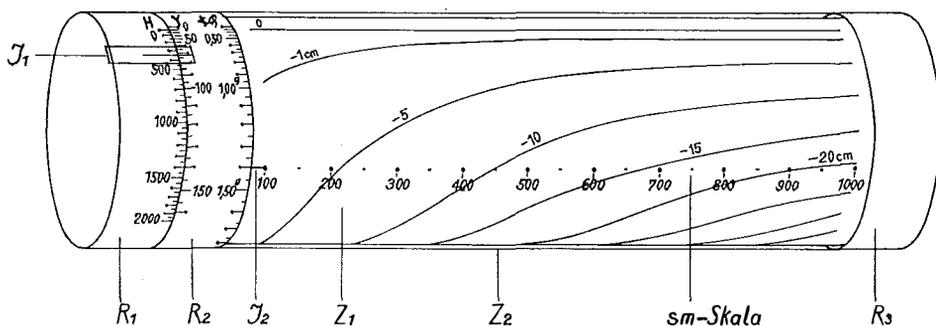


Abb. 2

Hierin bedeuten: Z_1 . . . innerer Zylinder (25×7 cm) mit aufgetragener Hyperbelschar (Diagramm 18×23 cm) und mit ihm fest verbundener Ring R_1 (2 cm breit), R_2 (2 cm) ist ein auf Z_1 an R_1 drehbarer Ring, Z_2 ($21 \times 7,2$ cm) ist ein um Z_1 drehbarer, durchsichtiger Zylinder mit einer gleichmäßig geteilten Skala s von 100 m . . . 1000 m, im Maßstab 1 : 5000 (18 cm) und einem Indexstrich J_2 . R_3 (2 cm) ist ein Haltering für Z_2 . R_1 trägt die H -Skala, R_2 die Y - und φ^s -Skala. An R_1 gleitet ein Indexstrich J_1 . Weiters ist R_1 auf Z_1 so justiert, daß der O -Strich der H -Skala in die Richtung der Abszissenachse des Diagrammes mit der Hyperbelschar von Z_1 fällt.

3. Reihenfolge der Einstellungen an der Rechenwalze

- 3.1 Einstellen von J_1 über H von R_1 .
- 3.2 R_2 mit Y unter J_1 drehen.
- 3.3 Z_2 mit J_2 an φ^s der φ^s -Skala von R_2 drehen.
- 3.4 Ablesen bzw. Schätzen von δs in cm unter s in Meter der s -Skala von Z_2 an der Hyperbelschar von Z_1 .

Der geringste Abstand der mit cm-Werten von δs bezeichneten Hyperbeln (in Nähe von $s = 1000$) beträgt für die angenommenen Maßverhältnisse der Rechenwalze ungefähr 1,5 mm, d. h. also, daß man δs mit cm-Genauigkeit erhält, was jedenfalls den Anforderungen der Praxis entspricht.

4. Sonderfälle

Da es mitunter vorkommen kann, daß $\Sigma \Delta s \cdot 100$ positiv wird, d. h. also oberhalb der Abszissenachse mit der Hyperbelschar für die negativen Werte von δs liegt, müßte auch noch für die positiven Werte von δs eine Hyperbelschar gezeichnet werden, die jedoch zu der ersteren vollkommen symmetrisch in bezug zur Abszissenachse angeordnet ist. Dies würde eine unnötige Vergrößerung der Rechenwalze verursachen. Dieses Problem könnte daher wie folgt gelöst werden:

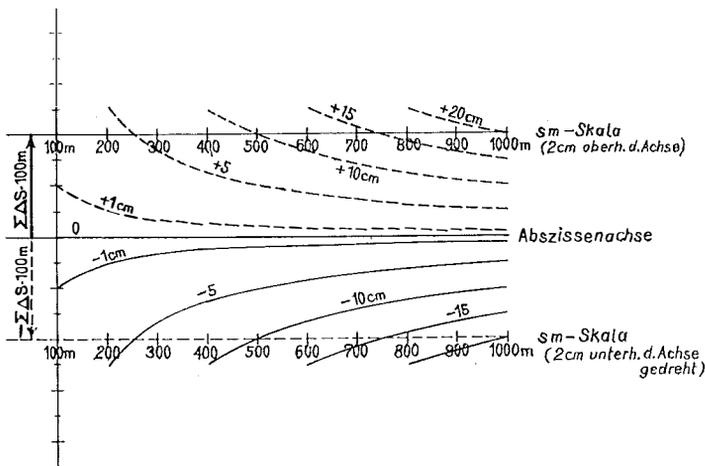


Abb. 3

Liegt die s -Skala des durchsichtigen Zylinders Z_2 oberhalb der Abszissenachse (Abb. 3), wird der Abstand der s -Skala von der Abszissenachse etwa durch eine auf dem durchsichtigen Zylinder, senkrecht zur Skala, beidseitig derselben angeordneten Millimeterteilung abgelesen und die s -Skala um dieselbe Millimeter-Strecke unterhalb der Abszissenachse gedreht. Der dort unter s in Meter an der Hyperbelschar abgelesene, bzw. hineingeschätzte Wert von δs ist jetzt natürlich positiv zu nehmen.

Ist weiters die abgelesene Schrägdistanz am D110 unter 100 m, so liest man, da δs auch proportional der Streckenlänge ist, δs für den 10fachen Betrag der Schrägdistanz an der Rechenwalze ab und dividiert diesen Wert durch 10. Ist zum Beispiel $s^1 = 25$ m, so liest man an der Walze δs für 250 m ab; dies ergibt für eine bestimmte Stellung der Walze etwa 6 cm, daher ist δs für 25 m gleich 6 mm.

Referat

Moderne Zeitmessung

Die Fachgruppe „Meßtechnik“ des Österr. Vereines für Elektrotechnik (ÖVE) und des Österr. Ingenieur- und Architektenvereines (ÖIAV) behandelt ausgewählte Kapitel der Meßtechnik in Vortragsreihen. Der am 1. Dezember 1969 im großen Saal des Ingenieurhauses in Wien I., Eschenbachgasse 9, abgehaltene Zyklus über „Zeitmessung“ brachte in drei Vorträgen auch für den Geodäten einen derart wertvollen Einblick in die Probleme der modernen Zeitmessung, daß diese in Kurzreferaten der Kollegenschaft vermittelt werden sollen.

Die Verbindung der Zeitmessung mit der Geodäsie bei der astronomischen Positionsbestimmung braucht nicht extra erwähnt werden, weniger geläufig dürften aber die Zusammenhänge sein zwischen den modernen Zeitnormalen in Form von Frequenznormalen und der elektronischen Streckenmessung als Maßstabträgern sowie die Prinzipien und inneren Probleme der Kurzzeitmessung, die der Laufzeitmessung bei elektronischer Distanzmessung bzw. der Phasenvergleichsmessung entspricht.

Da das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen vor der Anschaffung einer Atomuhr (Cäsium-) steht und der gesamte öffentliche Zeitdienst in Österreich in nächster Zeit neu organisiert bzw. autonom für Österreich aufgezogen werden soll, um international unabhängig zu werden: geplante Zusammenarbeit zwischen Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Universitätssternwarte Wien, Österr. Post- und Telegraphenverwaltung und ORF, scheint es umsomehr am Platze, einen Überblick über die „Zeitsituation“, die moderne Entwicklung und die damit verbundenen Probleme in Kurzfassungen der drei Vorträge:

Univ.-Prof. Dr. phil. J. Fuchs/Innsbruck: *Die Zeit*,

Dipl. Ing. P. Bachmann/BAfEuV, Wien: *Die Realisierung des Zeit und Frequenznormalen* und

Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Halling/Reaktorzentrum Seibersdorf: *Kurzzeitmeßtechnik*

zu bringen.

J. Mitter

Die Zeit — Technische und wissenschaftliche Probleme der Zeitmessung

Kurzfassung des Vortrages von J. Fuchs, Innsbruck

Nach einem kurzen interessanten Überblick über frühere Zeitmeßgeräte, wie Wasseruhren und Räderuhren mit Waag- und später Kreuzschlagnormale und der Kontrolle dieser Zeitmesser mittels Sonnenuhren, wandte sich der Vortragende der Entwicklung moderner Zeitmeßgeräte zu, wie sie sicherlich mit dem Bau der Pendeluhr durch Huygens 1650 begann. Die Pendeluhr wurden in der Folge dauernd verbessert, bis Riefler und Leroy im 19. Jahrhundert Geräte mit einer Ganggenauigkeit von $1/100$ Sekunden bauten und Shortt und Schuler schließlich Gänge von nahezu $1/1000$ Sekunden erzielten.

Eine völlig neue Epoche der Zeitmessung begann mit der Entdeckung des Piezoelektrischen Effektes durch Curie (1880). 1923 wurde vonarrison in USA die erste piezo-elektrisch gesteuerte

Quarzuhr gebaut. 1930 gelang *Scheibe* und *Adelsberger* an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin der Bau einer Quarzuhr mit einer relativen Frequenzkonstanz von 10^{-9} , d. h. einem Zeitfehler von nur 10^{-4} Sekunden im Tag. Bald wiesen *Scheibe* und *Adelsberger* nach, daß die Erde nicht gleichmäßig um ihre Achse rotiert, sondern im Herbst schneller und im Frühling langsamer. Aber auch unregelmäßige Rotationsänderungen der Erde wurden festgestellt, die auf spontane Massenverlagerungen im Erdinneren zurückzuführen sein dürften.

Gegen 1920 wurde von den Astronomen (durch Nachrechnung von historisch überlieferten Sonnenfinsternissen) festgestellt, daß die Dauer des Tages im Jahrhundert um 0,00164 Sekunden länger wird. Diese dauernde Verlangsamung der Erdrotation wird auf das Phänomen der Gezeitenreibung zurückgeführt.

Auf Grund der Rotationsschwankungen der Erde und dem Effekt der Verlangsamung der Erdrotation kamen die Astronomen und Physiker 1956 überein, daß die aus der unregelmäßigen Rotationsdauer der Erde abgeleitete Zeit nur mehr für die Regelung

1. des bürgerlichen Lebens und des Kalenders,
2. für Zwecke der geodätischen Astronomie und
3. insbesondere für die astronomische Navigation beibehalten werden müsse.

Dieses ungleichförmige, geophysikalische Zeitmaß bekam den eigenen Namen „Weltzeit“ (Universal Time).

Für alle anderen Zwecke wurde die Schaffung gleichförmiger Zeitmaße empfohlen, von denen momentan zwei zur Verfügung stehen:

1. Das aus der Analyse der Mond- und Planetenbewegung der letzten dreieinhalbtausend Jahre sich ergebende verlässlich gleichförmige Zeitnormale des Umlaufes der Erde um die Sonne, das als Inertialzeit in die Fundamentalgleichungen der Mechanik eingesetzt werden kann. Mit diesem Zeitmaß, das den Namen „Ephemeridenzeit“ (Ephemeris Time) erhielt, können Zeiträume von einigen tausend Jahren mit einer Genauigkeit von 10^{-9} gemessen werden. In 2000 Jahren ergibt sich ein Fehler von einer Minute, eine Genauigkeitssteigerung wird hier aber sicher noch zu erzielen sein.

2. Der nächste Anstoß zur Verbesserung der Zeitmessung ging 1945 von dem Astronomen *Hulst* aus, der zeigte, daß die veränderliche Hyperfeinstruktur des Wasserstoffspektrums elektromagnetische Schwingungen von bisher unübertroffener Frequenzkonstanz erzeugen kann. Solche frequenzkonstante Schwingungen fand man bald auch an Cäsium und Thallium. Derzeit wird überwiegend das Cäsiumatom als Frequenznormale verwendet, da bei ihm die Forderung nach Reinheit des Gases am leichtesten zu erfüllen ist. Cäsium Frequenznormale können eine Frequenzkonstanz von $3 \cdot 10^{-12}$ erzielen, was einen Zeitfehler von 10^{-4} Sekunden im Jahre ergeben würde.

Ein aus den Eigenschwingungen eines Atoms hervorgegangenes Zeitmaß wird als „Atomzeit“ (Atomic Time) bezeichnet. Die damit zu erzielenden Leistungen lassen erwarten, daß für physikalische Zeitmessung kurzer und mittlerer Zeit nur mehr atomare Zeitnormale Verwendung finden sollten. Derzeit sind erfolgreiche Arbeiten im Gange um durch die Synchronisierung aller europäischen Atomuhren eine „Europäische Normalzeit“ zu schaffen, die eine Genauigkeit von ± 1 Mikrosekunde aufweisen wird. Es ist einzusehen, daß auch weiterhin alle drei Zeitmaße nebeneinander bestehen bleiben müssen. Zur Regelung des bürgerlichen Lebens sowie in der Geodäsie und Nautik wird die an die variabel rotierende Erde gebundene, geophysikalisch definierte „Weltzeit“ benötigt. — Für die Präzisionsmessung kurzer und mittlerer Zeiträume sollte das gleichförmige Zeitmaß der „Atomzeit“ verwendet werden. — Lange Zeiträume von mehreren tausend Jahren lassen sich derzeit nur durch die an die Mond- und Planetenbewegung gebundene ebenfalls gleichförmige „Ephemeridenzeit“ verlässlich messen und datieren.

Abschließend ging der Vortragende auf die wirtschaftliche und wissenschaftliche Bedeutung der Präzisionszeitmessung ein, die über Anforderung der Industrie und Wirtschaft die zuständigen amtlichen Stellen veranlaßten, sich mit der Herstellung und pfleglichen Erhaltung hochkonstanter Frequenz- und Zeitnormale zu befassen und sowohl Frequenzen als Normalzeit mit hoher Präzision der interessierten Öffentlichkeit leicht zugänglich zu machen.

Aus diesem Grund baute auch das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen vor über 20 Jahren die erste Quarzuhr in Österreich. Seit 1. 6. 1949 wird unter der Wiener Rufnummer 1509 der Normalstimmtone von 440 Hz, seit 24. 10. 1950 über die Rufnummer 1507 die Normal-

frequenz von 1000 Hz und schließlich seit 21. 10. 1952 unter der Wiener Rufnummer 1505 die „Österreichische Normalzeit“ in Form von Sekundenimpulsen allen Interessenten ganztägig zur Verfügung gestellt.
W. Losert

Die Realisierung des Zeit- und Frequenznormals

Von *Peter Bachmann, Wien*

Zur Darstellung der Einheiten der Zeit und der Frequenz dienen heute Atomresonatoren als Primärnormale und sehr genaue Sekundärnormale. Quarzoszillatoren werden als Sekundärnormale geringerer Genauigkeit eingesetzt.

In den atomaren Normalen werden sprunghafte Änderungen des Energiezustandes von Atomen, die mit der Absorption bzw. der Emission von elektromagnetischen Wellen verknüpft sind, zur Erzeugung von hochstabilen, definierten Frequenzen verwendet. Als Beispiel für die Funktion eines Atomresonators im passiven Betrieb soll die Caesium Strahlapparatur dienen: Der Atomresonator ist das Meßglied in einem Regelkreis mit dem die Frequenz eines Quarzoszillators laufend auf der Atomresonanzfrequenz gehalten wird.

Heute sind Atomresonatoren mit den Elementen Wasserstoff, Rubidium und Caesium gebräuchlich. Die damit darstellbaren Frequenzen liegen im Bereich zwischen 1 GHz und 10 GHz. Mit Atomnormalen lassen sich sehr hohe Genauigkeiten erzielen: Die Unsicherheit der Darstellung der Einheiten mit der Caesium Strahlapparatur liegt zwischen 10^{-12} und 10^{-13} , aber auch kommerziell gefertigte Geräte dieses Types erreichen schon 10^{-11} . Rubidium-Gaszellen und Wasserstoff-Maser sind ausgezeichnete Sekundärnormale, ihre Langzeitstabilität liegt zwischen $5 \cdot 10^{-11}$ und 10^{-12} pro Jahr. Die Bedeutung dieser eher unanschaulichen Zahlenwerte wird durch das folgende Gedankenexperiment beleuchtet: Eine von einem Normal mit dem gleichbleibenden Fehler von 10^{-12} gesteuerte Uhr würde erst nach ca. 30.000 Jahren einen Gangfehler von 1 Sekunde aufweisen!

In Quarzoszillatoren wird der reziproke piezoelektrische Effekt ausgenützt: Ein in bestimmter Weise aus einem Quarzkristall geschliffenes Plättchen ist das frequenzbestimmende Glied einer elektrischen Oszillatorschaltung. Die Frequenz solcher Oszillatoren ist zwar sehr stabil, aber doch noch von Umweltsbedingungen beeinflusst. Durch geeignete Maßnahmen gelingt es aber, die Einflüsse von Temperatur, Schwingamplitude, Betriebsspannung usw. über die praktisch vorkommenden Bereiche sehr klein zu halten. In guten Geräten liegen diese Einflußfehler in der Größenordnung von 10^{-10} . Die unangenehme Eigenschaft der Alterung, d. h. die stetige Zunahme der Schwingfrequenz, ist die für ein Quarznormal kennzeichnende Größe: sie erzwingt den laufenden Anschluß der sekundären Quarznormale an Normale höherer Genauigkeit. Es gelingt heute, die Alterungsgeschwindigkeit bis auf Werte von $5 \cdot 10^{-11}$ pro Tag zu verringern.

Die in der Regel zwischen 0,1 MHz und 5 MHz liegende Frequenz von Quarzoszillatoren muß durch elektronische Schaltungen vervielfacht und geteilt werden, um einerseits für Frequenzmessungen ein genügend dichtes Spektrum von Normalfrequenzen zur Verfügung zu haben und andererseits durch Summieren der kurzen, durch die Periodendauer der Oszillatorfrequenz gegebenen Zeitintervalle eine Zeitskala aufzubauen. Die Anforderungen an die Teilergeräte hinsichtlich Phasentarrheit und Störsicherheit sind sehr hoch. Für die Frequenzteilung in Quarzuhren haben sich eine Reihe von Schaltungen bewährt, z. B. Mitnahmeteiler und Zählteiler.

Die laufenden Anschlußmessungen von Quarznormalen durch den Empfang der Signale von Zeitzeichensendern bestimmen letztlich die Genauigkeit dieser Sekundärnormale. Es bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten: der direkte Vergleich der Oszillatorfrequenz mit der Trägerfrequenz sowie der Umweg über den Phasenvergleich der Sekundensignale. Die letztere Methode, der Zeitvergleich, wird meist mit oszillographischen Meßverfahren hoher zeitlicher Auflösung durchgeführt. Die Genauigkeit der Anschlußmessungen wird durch viele Faktoren bestimmt. Empfangsstörungen, Schwankungen der Laufzeit der Sendersignale sowie der Empfangsfeldstärke, um nur einige zu nennen, müssen erkannt und durch entsprechende Maßnahmen in ihren Auswirkungen möglichst gering gehalten werden.

Im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen wird das verbindliche österreichische Normal für die Zeit und die Frequenz durch 6 im Dauerbetrieb arbeitende Quarzuhren dargestellt, die durch Zeitvergleich täglich an Normale höherer Genauigkeit angeschlossen werden.

Von dieser Quarzuhrenanlage werden Frequenzen im Bereich von 1 Hz bis 10 MHz abgeleitet, deren Istwerte aus den Anschlußmessungen auf $\pm 5 \cdot 10^{-9}$ bekannt sind. Die Abweichungen der erzeugten Zeitskala vom Zeitsystem UTC sind mit einer Unsicherheit von ± 1 msec feststellbar.

Kurzzeitmeßtechnik

Von *H. Halling*, Reaktorzentrum Seibersdorf

Die Meßverfahren lassen sich in 2 Gruppen einteilen.

1. Analogverfahren.
2. Digital- oder Zählverfahren

1. Nach dem Prinzip der Wasseruhr wird die Änderung eines Niveaus — zwischen Öffnen und Schließen von Schaltern von einem definierten Anfangszustand aus — als Zeitdifferenzinformation verwertet. Bei Verwendung einer Kondensatorentladung mittels Stromgeneratoren, sowie der Verwendung von Transistorschaltern lassen sich Zeitdifferenzen bis in Größenordnungen von 10^{-9} sec mit einer Genauigkeit von $\pm 10^{-11}$ sec messen.

Die Zeitdifferenz steht dann als Impulshöheninformation zur Verfügung und mittels Vielkanal können somit Zeitverteilungsspektren aufgenommen werden.

2. Zwischen 2 Zeitmarken wird eine feste Frequenz in einen Zähler eingezählt. Der Zählerstand entspricht dann der Zeitdifferenz Δt . Die Genauigkeit dieser Methode hängt von der Konstanz und Höhe der Frequenz sowie von der Güte der Zeitmarken für Start und Stop ab. Die höchsten verwendeten Frequenzen liegen bei ~ 100 MHz, die Zeitmessung ist damit auf 10^{-8} sec gequantelt.

Durch die Verwendung von Noniusprinzipien kann man noch um einen Faktor 10 genauer messen.

Es wird auch die Kombination der Methoden 1. und 2. zur Zeitmessung herangezogen. Dabei wird die lineare Entladung mit einem Zähler ausgezählt und Δt steht als Zahl zur Verfügung.

Der verwendete Δt -Meßbereich hängt vor allem auch von der Genauigkeit und Konstanz der verwendeten Zeitmarke ab. Auf diesem Gebiet kann man durch eine Vielzahl von Verfahren jedem System entsprechende Zeitmarken erzeugen. Dies erfordert vor allem in der Impulsmeßtechnik den Einsatz von Oszillographen mit hoher Grenzfrequenz. Konventionelle Oszillographen erreichen Grenzfrequenzen von 100 MHz—16 Hz. Mit dem Sampling-Oszillographen lassen sich noch wesentlich höhere Frequenzen erzielen, da die Grenzfrequenz bei diesen Typen nur von der Öffnungszeit des Samplegates abhängt. Käufliche Sampling-Oszillographen haben Öffnungszeiten von etwa $3 \cdot 10^{-10}$ sec. Die Entwicklung arbeitet schon an $2 \cdot 10^{-11}$ sec-Typen.

Mitteilungen

Zum 90. Geburtstag von Professor Dr.-Ing. Alwill Buchholtz am 4. November 1970

Die ganz seltene Gabe des Rückblicks auf eine so lange Reihe von Lebensjahren ist nun Professor Buchholtz beschieden worden.

Der Fluß der Jahre hat ihn einen harten Weg durchwandern lassen, reich an Entbehrungen, unter der schweren Last mehrmaliger Flucht aus den Zerstörungen des Krieges und immer wieder beraubt am mit großem Lebensmut neuerworbenen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Gut. Bei den mit dem Fortschreiten der Zeit leider seltener werdenden Begegnungen mit dem lieben alternden Freund, in Erinnerung an die Vergangenheit, offenbarte sich die ausgeglichene Ruhe und Milde der Beurteilung von Mitmenschen, die ihm seine überreich dargebotene Hilfe und Güte nicht dankten. Trotzdem suchte Professor Buchholtz immer nur die guten Eigenschaften seiner Mitmenschen zu erkennen, war glücklich sie zu finden und übersah weniger ansprechende Züge.

Dies ist wohl auch der Grund, daß alle Menschen, die den Jubilar kennen, ihm freundlich zugeneigt sind. Als Fachmann hat Professor Buchholtz über alle Bereiche der Photogrammetrie hinweg mit seinen Arbeiten die Entwicklung vieler Spezialgebiete gefördert und so seinem Namen unvergängliche Geltung gebracht.

Die Beherrschung vieler Sprachen in Wort und Schrift ermöglichte es Professor Buchholtz, fremde fachliche Gedankengänge zu überblicken, die der allgemeinen Fachwelt im deutsch-

sprachigen Raum nicht zugänglich waren. So gab die perfekte Kenntnis der russischen Sprache die Möglichkeit, viele Probleme zu bearbeiten, die sich von den in der Sowjetunion gestellten Aufgaben im Gebiet der Photogrammetrie herleiten.

Wenn nun auch die letzten Briefe des Freundes Buchholtz immer wieder auf die Mühseligkeiten hinweisen, die das zunehmende Alter auferlegt, so spricht die gestochen klare Schrift dafür, daß die Fachwelt jene „Lebenserinnerungen eines alten Photogrammeters“ kennen lernen wird, die der Jubilar vor 5 Jahren in Aussicht stellte*).

Ganz gewiß darf ich für alle Österreicher, die ihre Lebensarbeit im Dienste der Geodäsie und Photogrammetrie leisten, ob sie nun Professor Buchholtz persönlich oder nur von seinen Veröffentlichungen her kennen, dem Jubilar, meinem lieben „uralten Freund“ Buchholtz, zum 90. Geburtstag die herzlichsten Glückwünsche sagen.

F. Ackerl

Prof. Dipl.-Ing., Dr. mont., Dr. h. c. mult. Tarczy-Hornoch Antal — 70 Jahre

Am 13. Oktober feiert Academicus Prof. Dr., Dr. h. c. mult. Tarczy-Hornoch, einer der bedeutendsten Geodäten der Gegenwart, seinen 70. Geburtstag, Anlaß genug, nun schon zum drittenmale dieses arbeits- und erfolgreiche Gelehrtenleben in unserer Fachzeitschrift gebührend zu würdigen! Es ist uns dies eine angenehme Pflicht und ehrliche Freude, zumal der Jubilar schon seit der Zeit seiner Studien an der Montanistischen Hochschule Leoben manch lieben Freund in Österreich besitzt. Durch seine hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen hat sich der Kreis seiner Bewunderer, durch sein bescheidenes, vornehmes Wesen der Kreis seiner Freunde bei uns immer mehr erweitert.

Nur rund 70 km von Wien entfernt, in der ihm zur zweiten Heimat gewordenen Stadt Sopron, wirkt Tarczy-Hornoch seit seinem 26. Lebensjahr, zuerst als Hochschulprofessor und seit 1958 als Direktor der Geodätischen und Geophysikalischen Forschungslaboratorien der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. Hochangesehen bei der ganzen internationalen Fachwelt, vielfach geehrt und ausgezeichnet von seinem Vaterland Ungarn, hochgeschätzt und beliebt in der Stadt Sopron, lebt er dort ganz seiner Arbeit und seiner Familie.

Es würde zu weit führen, nochmals diesen beispielhaften Lebensweg ganz zu schildern. In dieser Hinsicht darf auf die Würdigung in den beiden Oktoberheften 1960 und 1965 verwiesen werden, so daß wir uns im wesentlichen auf die letzten 5—10 Jahre beschränken dürfen. Die ungeheure Schaffenskraft des Jubilars wird eindrucksvoll dadurch erwiesen, daß die Zahl seiner Publikationen bereits auf rund 240 angewachsen ist, und das hohe internationale Ansehen wird dadurch bezeugt, daß diese Arbeiten in rund 50 in- und ausländischen Zeitschriften erschienen sind. Ebenso groß wie die Zahl der Veröffentlichungen, ebenso umfassend ist auch der Themenkreis seiner Studien. Schon beim Lesen der Fachliteratur spürt er mit seinem phänomenalen Gedächtnis weit verzweigte Zusammenhänge auf und sein scharfer Geist ermöglicht es ihm, verblüffende Vereinfachungen zu entdecken oder in staunenswerter Synthese gänzlich Neues zu schaffen. Ausgehend von der Markscheidkunde, konnte er so zahlreiche, noch nicht sauber geklärte Fragen oder ungelöste Probleme der Niederen und Höheren Geodäsie endgültig bereinigen. Hinzu tritt eine ausgeprägte Vorliebe für Geschichte, die ihn sicher befähigen würde, eine Geschichte der Geodäsie zu schreiben, bereichert durch zahlreiche neue historische Erkenntnisse. Aber angeregt durch seine derzeitige Tätigkeit als Leiter des Geophysikalischen Laboratoriums wird sein reger Geist immer mehr von jenen geophysikalischen Problemen gefesselt, die der Geodäsie nahestehen. Auf diese Weise wird Tarczy-Hornoch auch zu einem der wenigen Interpreten der Höheren Geodäsie, welche diese zur grundlegenden Disziplin der viel umfassenderen Geophysik machen.

Er ist aber nicht nur ein stiller, tiefgründiger und emsiger Gelehrter, sondern auch ein überaus erfolgreicher Organisator. Wer Gelegenheit hatte, die Entwicklung der beiden Forschungslaboratorien zu verfolgen, kann nur staunen über die gewaltige Aufbauarbeit, die der Jubilar in den

*) Zum 85. Geburtstag von Professor Dr.-Ing. Alwill Buchholtz. Diese Zeitschrift, 1965, Nr. 5, S. 163.

Siehe auch: Zum 80. Geburtstag von Professor Dr.-Ing. Alwill Buchholtz. Diese Zeitschrift, 1960, Nr. 6.

knapp 15 Jahren ihres Bestehens hier geleistet hat. In dieser kurzen Zeit haben die beiden Laboratorien bereits einen klangvollen Namen und internationalen Ruf gewonnen, welcher ohne Zweifel der Ungarischen Akademie der Wissenschaften zur Ehre gereicht. Denn Tarczy-Hornoch eifert seine jüngeren Mitarbeiter nicht nur durch sein hervorragendes Beispiel an, sondern gibt ihnen dank seiner internationalen Beziehungen auch vielfach Gelegenheit, ihr Wissen im Ausland zu mehren, um auf diese Weise die wissenschaftliche Geltung Ungarns zu fördern. Hier werden bewußt persönliche Vorteile im Interesse seines geliebten Vaterlandes hintangestellt. Kein Wunder also, daß ihm seine Mitarbeiter treu ergeben sind und sich bemühen, ihr Bestes im Interesse der Wissenschaft zu geben. Hervorgehoben seien vor allem die Mitarbeit am Breitendienst und die Einrichtung einer eigenen Station zur Messung der Erdgezeiten, in der Horizontalpendel und Gravimeter eingesetzt werden. Die ständig wachsende Bedeutung der Laboratorien kommt auch darin zum Ausdruck, daß immer häufiger Symposien und fachliche Tagungen in Sopron stattfinden, und zwar nicht nur solche, die der Kooperation der Ostblockstaaten, sondern auch solche, welche der Förderung der Beziehungen zu den westlichen Nachbarstaaten dienen, und es ist besonders erfreulich, daß dabei Österreich wohl an erster Stelle steht. Damit hat der Jubilar auch bereits wertvolle Beiträge zur allgemeinen Völkerverständigung geleistet, welche als vornehmste Nebenaufgabe der internationalen Wissenschaft gewertet werden darf.

Es ist klar, daß diese großartigen Leistungen in der Heimat und im Ausland vielfach Anerkennung und Würdigung fanden. Wie schon seinerzeit mitgeteilt, ist Tarczy-Hornoch seit 1947 ordentliches Mitglied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. Eine ganz besondere Auszeichnung war es, daß er im Jahre 1966 zum Fellow der World Academy of Art and Sciences ernannt wurde. Im gleichen Jahre erhielt er in Anerkennung seiner großen wissenschaftlichen Verdienste den Staatspreis 1. Klasse. Überdies hat er bereits drei Ehrendoktorate: seit 1957 ist er Ehrendoktor der Bergakademie Freiberg in Sachsen; im Juni 1965 hat ihm die Montanistische Hochschule in Leoben das Ehrendoktorat verliehen und am 9. November 1965 wurde er anlässlich der 150-Jahrfeier der Technischen Hochschule Wien beim großen Festakt im Burgtheater zusammen mit 18 anderen verdienten Wissenschaftlern zum Ehrendoktor promoviert. Viele andere Auszeichnungen wurden ihm im Laufe der Jahre zuteil. Hier seien, um Wiederholungen zu vermeiden, nur die jüngsten erwähnt. Anlässlich der Trauerfeierlichkeiten zum 50. Todestag des weltberühmten Barons Roland von Eötvös wurde die Eötvös-Medaille gestiftet, deren erster Träger unser Jubilar ist. Und erst Anfang 1970 wurde ihm auf Vorschlag der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften der Cyril- und Method-Orden erster Klasse verliehen. Es ist natürlich zu erwarten, daß ihm anlässlich seines Geburtstages in der Heimat noch eine neuerliche Auszeichnung verliehen wird. Überdies soll zu diesem Festtag eine zweite Festschrift erscheinen und es ist für jeden Geodäten, der zur Mitarbeit eingeladen wurde, dies eine besondere Ehre und Freude. Im Anschluß an ein kleines Symposium anlässlich des 15jährigen Bestandes der beiden Forschungslaboratorien findet auch eine Geburtstagsfeier statt, zu der alle ungarischen und österreichischen Geodäsieprofessoren sowie einige weitere Professoren aus Ost und West eingeladen werden. Über dieses einmalige Professorentreffen wird im nächsten Heft berichtet werden.

Für heute aber entbieten die Österreichischen Kollegen und der Österreichische Verein für Vermessungswesen dem Jubilar die herzlichsten Glückwünsche zur Vollendung seines 70. Lebensjahres. Möge ihm ein gütiges Schicksal noch viele Jahre in Gesundheit und ungebrochener Schaffenskraft schenken, zur Mehrung des Ruhmes seines Vaterlandes und zur Vertiefung der engen freundschaftlichen Beziehungen zwischen den ungarischen und österreichischen Geodäten!

K. Ledersteger

Prof. Dr. phil., Dr. techn. h. c. Karl Ledersteger — 70 Jahre

Am 11. November vollendet der weit über die Grenzen seiner Heimat hinaus in Fachkreisen international bekannte und anerkannte Vorstand des Institutes für Höhere Geodäsie an der Technischen Hochschule Wien, Prof. Dr. Ledersteger, sein 70. Lebensjahr. Dieser Eintritt in das achte Lebensjahrzehnt bietet berechtigten Anlaß, einen Rückblick auf ein stilles, arbeitsreiches Gelehrtenleben zu geben. Da aber bereits anlässlich des 60. Geburtstages Herr Prof. Rohrer in dieser Zeitschrift (48. Jahrgang 1960, Seite 202—204) den Lebenslauf des Jubilars eingehend geschildert

und seine wissenschaftlichen Leistungen gebührend gewürdigt hat, sei hier eine Beschränkung auf die letzten Jahre gestattet.

Seit Oktober 1957 als Ordinarius tätig, hat sich Ledersteger, wie schon vorher, durch mehrere Jahre als Supplent stets mit großer Begeisterung und mit voller Hingabe dem Lehramt gewidmet. Seine Vorlesungen haben sehr hohes Niveau und stellen dementsprechend große Anforderungen an die Studenten. Hauptziel ist es ihm aber, in seinen jungen Zuhörern die Begeisterung für ihr Fach zu wecken und sie in naturwissenschaftliches Denken einzuführen. Aber nicht nur deshalb ist Ledersteger ein sehr beliebter Lehrer. Vielmehr begegnet er den Studenten mit Humor und Milde und hilft ihnen, die Prüfungsscheu zu überwinden. Daß Ledersteger ein beliebter Vortragender ist, beweist auch der Umstand, daß er zu rund 120 Auslandsvorträgen eingeladen wurde und auch drei Gastprofessuren in München, Dresden und Braunschweig absolviert hat.

Aber trotz seiner Liebe zum Lehrberuf sah Ledersteger von frühester Jugend an seine eigentliche Lebensaufgabe in der wissenschaftlichen Forschung. Dies ist auch der Grund dafür, daß er wiederholt bei den akademischen Wahlen gebeten hat, von seiner Person abzusehen, obwohl er natürlich die Wichtigkeit der akademischen Funktionen voll anerkennt. Seine Arbeitskraft war immer erstaunlich groß und hat trotz des zunehmenden Alters noch nicht merklich nachgelassen. Selbst nach einer mehrmonatigen schweren Erkrankung im Jahre 1965 stürzte er sich, kaum genesen, wieder mit voller Kraft in die Forschungstätigkeit, die ihn, wie er selbst immer sagt, viel eher jung erhält als Erholung und Urlaub. Die Zahl seiner wissenschaftlichen Veröffentlichungen ist in den letzten zehn Jahren auf rund 180 angestiegen, wobei zu bemerken ist, daß er immer weniger Zeitschriftenartikel verfaßt, sondern vielmehr größere Abhandlungen mit zusammenfassenden Darstellungen seiner eigenen Gedankengänge plant, um auf diese Weise sein Ideengut und seine Forschungsergebnisse weiteren fachlichen Kreisen nahezubringen. Denn Ledersteger geht eigenwillig seine eigenen Wege. Er weicht vielfach von der modernen, mehr mathematischen Richtung ab, um, anknüpfend an die Tradition der großen Astronomen, welche die Höhere Geodäsie begründet haben, die klassische Lehre zu rehabilitieren und in naturwissenschaftlichem Geiste fruchtbringend fortzuführen.

Lederstegers größtes Werk ist das 1967 erschienene, fast 1000 Seiten umfassende Buch: „Astronomische und Physikalische Geodäsie“, das er im Rahmen der Neuauflage des Handbuchs der Vermessungskunde von Jordan-Eggert-Kneißl veröffentlicht hat. In diesem Werke bemüht er sich, streng systematisch allen Strömungen und Lehrmeinungen gleichmäßig gerecht zu werden, wobei aber seine eigene Grundkonzeption ständig ersichtlich ist und erkenntlich, daß Ledersteger bestrebt ist, die Physikalische Geodäsie zur grundlegenden Disziplin der gesamten Geophysik zu machen.

Es sei gestattet, die wichtigsten Ergebnisse seiner Forschung kurz zusammenzustellen: Neubegründung der Astronomischen Geodäsie auf Grund der Unterscheidung der translativen und projektiven Methode — Methode der Partialsysteme zur Berechnung bestanschließender Ellipsoide, welche auf dem von ihm gefundenen Theorem von der Invarianz des Schwerpunktes eines Lotabweichungssystems beruht — Neue Formeln zur Theorie des trigonometrischen Nivellements — Definition der Naturtreue trigonometrischer Netze und der geodätischen Fehlerfreiheit — Erstmalige Berechnung des Achsenabstandes von Geoid und Referenzellipsoid — Die absolute oder astronomisch-gravimetrische Lotabweichungsausgleichung — Neue Definition der Topographie — Die horizontale Isostasie, welche die gleichzeitige Erhaltung von Masse und Druck garantiert — Kritik des Niveauellipsoides — Stufenmodell für die Geländereduktion — Einführung der „Vertikalen Dynamischen Korrekturen“, damit systematische Behandlung des Problems der Schwerereduktion von Nivellements — Definition des Minimalsystems der metrischen Höhen — Untersuchungen zum Problem der Polhöhenchwankung, Entdeckung der 37jährigen Schwebungsperiode — Umfangreiche Studien zum Problem der sphäroidischen Gleichgewichtsfiguren — Die Normalsphäroide von Erde und Mond — Der Kernradius der Erde — Kritik der aus den Bahnstörungen der künstlichen Satelliten abgeleiteten Massefunktionen — Neues Konzept zur Berechnung der Geoidundulationen unabhängig vom Stokesschen Integral — Verschiedene Untersuchungen zur Frage des inneren Aufbaues der Erde — Kontraktion und Flutreibung — Dynamische Betrachtungsweise des Problems der Erdfigur.

Diese hier kurz skizzierten Ergebnisse einer Jahrzehnte langen Forschungstätigkeit haben schon frühzeitig das Interesse weiter Fachkreise gefunden, obwohl die aus der astronomischen Schulung Lederstegers erklärbare Denkwegweise dem engeren Geodäten mancherlei Schwierigkeit bereitet. Zahlreiche Ehrungen bezeugen jedoch das hohe Ansehen, das er in der Fachwelt des In- und Auslandes genießt. Ledersteger ist seit langem Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und Mitglied der Geophysikalischen Kommission der Österr. Akademie der Wissenschaften. Seit 10 Jahren ist er Präsident der Österr. Kommission für die Internationale Erdmessung und hat in dieser Eigenschaft sowohl die Hundertjahrfeier dieser Kommission im Oktober 1963 wie auch das Internationale Symposium „Erdfigur und Refraktion“, das im März 1967 in Wien stattfand, geleitet und die Ergebnisse veröffentlicht. Auch in der Internationalen Assoziation für Geodäsie war er aktiv tätig; durch 2 Perioden war er Sekretär der Sektion V der IAG und wiederholt Mitglied verschiedener Studienkommissionen, hat sich aber in den letzten Jahren von dieser Tätigkeit zurückgezogen, um sich ganz seinen eigenen Untersuchungen widmen zu können. Am 7. 5. 1960 wurde er an der TH Graz zum Ehrendoktor promoviert. Am 17. 2. 1961 wurde er zum korr. Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, am 30. 5. 1961 zum korr. und am 22. 5. 1962 zum wirkl. Mitglied der Österr. Akademie der Wissenschaften gewählt. Schließlich erfolgte am 3. 5. 1967 seine Ernennung zum Ehrenmitglied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften und erst kürzlich fand sein Lebenswerk ehrende Anerkennung durch die Verleihung des Technikpreises 1970.

A. Barvir

Buchbesprechung

Prof. Dr. Ing. Karl Ramsayer: Geodätische Astronomie (Ergänzungsband IIa des Handbuches für Vermessungskunde, zehnte, völlig neu bearbeitete und neu gegliederte Ausgabe) 903 Seiten mit 234 Abbildungen. J. B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1970, DM 230,—.

Dieser Band stellt eine völlige Neubearbeitung des im früheren Handbuch der Vermessungskunde auf 152 Seiten beschränkten Kapitels „Astronomische Ortsbestimmungen“ dar. Die erhebliche Erweiterung des Inhaltes auf einen eigenen starken Band trägt dem Umstande Rechnung, daß die geodätische Astronomie für viele Aufgaben der Erdmessung wie bei Orientierung großer Dreiecksnetze 1. Ordnung bei Bestimmung der Dimensionen des Erdellipsoides und der Geoid- undulationen eine große Rolle spielt. Auch für die Satellitengeodäsie sind genaue astronomische Orts- und Richtungsbestimmungen erforderlich.

Im 1. Kapitel werden die Grundlagen der sphärischen Astronomie, Koordinatensysteme, tägliche Bewegung der Gestirne, sowie die zeitliche Änderung der Gestirnskoordinaten unter dem Einfluß von Präzession, Nutation, Aberration, Eigenbewegung und jährlicher Parallaxe klar und präzise unter vollständiger Angabe der Formeln dargestellt.

Das 2. Kapitel bringt eine besonders ausführliche Behandlung der, seit der Einführung der Ephemeridenzeit 1960 und Berücksichtigung der Unregelmäßigkeiten der Erdrotation bei der Zeitdefinition entstandenen komplizierten Zeitsysteme. Es finden sich erschöpfende Angaben über die Umrechnung der Zeitsysteme ineinander.

Ein Kapitel über den Inhalt und den Gebrauch der astronomischen Jahrbücher und Sternkataloge, Entnahme von Sternkoordinaten, Umrechnung von mittleren Örtern von der Epoche eines Sternkataloges auf eine andere sowie Berechnung scheinbarer Örter für beliebiges Datum schließt an.

Die folgenden beiden Kapitel sind den Formeln für das astronomische Grunddreieck und der Vorausberechnung von Einstellephemeriden gewidmet.

Kapitel VI bringt eine eingehende Behandlung der astronomischen Refraktion. Für den Praktiker werden hier die Ausführungen über die Genauigkeit der Ermittlung der Refraktion von großem Interesse sein. Einflüsse der Tages- und Jahreszeit, Schichtenneigung, ungenaue Kenntnis der meteorologischen Daten, kurzperiodische Schwankungen der Refraktion und Szintillation werden unter Angabe von Fehlerwerten besprochen.

Es folgen zwei Kapitel über Zeitmessung, Uhren, Zeitdienst, Beobachtungsinstrumente und Hilfsmittel für die Beobachtung der Sterne. Neben den derzeit für Ortsbestimmungen gebräuchlichen Universalinstrumenten, Astrolabien und Passagenrohren ist auch das photographische Zenitfernrohr behandelt. Ein großer Abschnitt befaßt sich mit den Fehlern der Sternbeobachtung und des Universalinstrumentes.

In den Kapiteln IX bis XV wird zunächst ein Überblick über die aufgenommenen Verfahren der Orts-, Zeit- und Azimutbestimmung gegeben (Kapitel IX); es folgen dann in übersichtlicher Gliederung die vier großen Gruppen von Verfahren, Messung von Zenitdistanzen und Zenitdistanzdifferenzen (Kapitel X), Durchgangsbeobachtungen durch denselben Höhenparallelkreis (Kapitel XI), Vertikaldurchgänge ohne Kreisablesungen (Kapitel XII), Orts-, Zeit- und Azimutmessungen aus Horizontalwinkelmessungen (Kapitel XIII) und Azimutbestimmungen durch Beobachtungen eines einzelnen Gestirns (Kapitel XIV). Schließlich werden im Kapitel XV noch Sonderverfahren angeführt, die in keiner der vier Gruppen unterzubringen sind. Hier ist das interessante Verfahren der Verwendung eines Instrumentes mit automatischer Fernrohrnachführung und die Richtungsübertragung durch simultane Beobachtung eines Gestirnes aufgenommen.

Für jedes der behandelten Verfahren werden die notwendigen Formeln vollständig und klar herausgearbeitet und es finden sich Genauigkeitsbetrachtungen und wertvolle Hinweise über die Verwendbarkeit.

Die Anwendung der astronomischen Ortsbestimmungen auf die Satellitengeodäsie, die Beobachtungen von Sternbedeckungen durch Sonne und Mond sowie die Verwendung der Mondkamera von Markowitz sind nicht mit aufgenommen worden, da diese Methoden im Band IIIa „Photogrammetrie“ bzw. Band V „Astronomische und Physikalische Geodäsie“ sehr eingehend behandelt sind.

Das letzte Kapitel XVI befaßt sich schließlich mit dem Einfluß der Polschwankungen der Erde auf die astronomisch bestimmten Breiten, Längen und Azimute.

Ein Anhang mit 37 vollständig durchgerechneten Beispielen wird die praktische Anwendung der zahlreichen Methoden der Ortsbestimmung sehr erleichtern.

Der Band ist mit übersichtlichen Skizzen und vielen Abbildungen ausgestattet und wird sowohl dem Praktiker bei Auswahl und Anwendung von Verfahren der astronomischen Ortsbestimmung sowie der Bearbeitung und kritischen Sichtung von gewonnenem Beobachtungsmaterial ein unentbehrliches Nachschlagwerk sein. Er wird aber auch dem Studierenden ermöglichen, sich über den heutigen Stand der geodätischen Astronomie in allen Einzelheiten zu informieren. Ein Literaturverzeichnis von fast 1200 Titeln kann bei tiefergehenden Studien einzelner spezieller Kapitel ein wertvoller Wegweiser sein.

Losert

Zeitschriftenschau

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

Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Karlsruhe 1970: Nr. 8. *Wolf, H.*: Polarität und Optimierung bei freien und eingeschalteten geodätischen Netzen. — *Verö, M.*: Über die Doppelpunkteinschaltung durch Streckenmessung aus je zwei gegebenen Punkten mit unmittelbar aufgestellter Bedingungsgleichung. — *Schmidt, R.*: Von der statischen zur dynamischen Auffassung des trigonometrischen Festpunktfeldes. — *Gerke, K.* und *Pelzer, H.*: Netzverdichtung oder Netzaufbau aus Funktionen gemessener Größen? — *Tarczy-Hornoch, A.*: Zur Ausgleichung der Bogenschnitte nach den bedingten Beobachtungen. — *Stark, E.*: Die Einbeziehung geodätischer Strecken- und Azimutmessungen in die Punktbestimmung durch Photogrammetrische Blocktriangulierung. — *Kick, W.*: Eisenbahnpolygonierung — Punktbestimmung und Anwendung. — *Möller, D.*: Barometrische Höhenmessung mit Taschenhöhenmesser „Thommen“.

Bildmessung und Luftbildwesen, Karlsruhe 1970: Nr. 4. *Ackermann, F.*: Aerotriangulation mit unabhängigen Modellen. — *Ackermann, F.*, *Ebner, H.* und *Klein, H.*: Ein Rechenprogramm für die Streifentriangulation mit unabhängigen Modellen. — *Ackermann, F.*, *Ebner, H.*

und Klein, H.: Ein Programm-Paket für die Aerotriangulation mit unabhängigen Modellen. — Ebner, H.: Die theoretische Lageungenauigkeit ausgeglichener Blöcke mit bis zu 10000 unabhängigen Modellen. — Ackermann, F.: Lageblockausgleichungen mit großen Punktmengen. — Kraus, K. und Bettin, R.: Kombinierte photogrammetrisch terrestrische Katastervermessung. — Ebner, H. und Wagner, W.: Aerotriangulation mit unabhängigen Modellen am Planimat von ZEISS — eine Geräteuntersuchung.

Bollettino di Geodesia e Scienze affini, Florenz 1970: Nr. 1. Caputo, M., Folloni, G., Pieri, L. and Unguendoli, M.: Methods of space triangulation and trilateration with contemporary observations to artificial satellites. — Tomelleri, V.: The elliptical tetra-cupitate bi-winged right asteroid and the ellipsoidal alti-geographic coordinates of a given point. — Fondelli, M.: Observation on the stability checking on the Plotting Instruments. — Pieri, L. and Unguendoli, M.: A note on hydrostatic levelling.

Gaodecický a kartografický obzor, Prag 1970: Nr. 7. Karnold, J.: Technologische Vorschriften in der wirtschaftstechnischen Kartenaufnahme. — Marčák, P.: Geodätische Messung der Verschiebungen des Wasserkraftwerkes in Sučany. — Skalický, J.: Ausnutzung der Ringlinie mit Entladungsröhre bei der Photomeßgarnitur der ČSB für die Messung von Tunnelprofilen. — Šolc, J.: Geodätischer Dienst in Dänemark.

Geodézia és Kartografia, Budapest 1970: Nr. 3. Háltász, P.: 25jährige Entwicklung der Geodätischen Fachverwaltung und deren zukünftige Pläne. — Radó, S.: 25 Jahre der ungarischen geographischen Kartenherstellung. — Joó, I.: 25 Jahre der ungarischen geodätischen Arbeiten, der geodätischen Forschung und Entwicklung. — Raum, F.: Unsere Ergebnisse auf den Gebieten Vermessung und angewandte Geodäsie. — Tárczy-Hornoch, A. und Alpár, Gy.: Die bedeutenderen Ergebnisse der ungarischen geodätischen Instrumentenentwicklung und Instrumentenherstellung. — Gabos, Gy. und Kiss, K.: Ausgestaltung und Entwicklung der Ingenieurgeodäsie in Ungarn. — Egri, A.: 25jährige Entwicklung der staatlichen Bodenevidenz. — Tamás, L.: Die Rolle der Ausgleichsebene bei der Planung von Erdarbeiten.

Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Hannover 1970: Nr. 1. Eggebrecht, A.: Freude an Landkarten. — Kliez: Die Herstellung von Wanderkarten auf der Grundlage der Landeskartenwerke von Niedersachsen. — Horst, B.: Hinweise für die Verwendung von Zeichen- und Lichtpausfolien. — Nr. 2. Schulte, H.: Strukturwandel im Vermessungs- und Katasterwesen unter dem Einfluß technischer Entwicklungen.

Photogrammetria, Amsterdam 1970: Nr. 2/3. Webster, R. and Beckett, P. H. T.: Terrain classification and evaluation using air photography: a review of recent work at Oxford. — Pajmans, K.: Land evaluation by air photo interpretation and field sampling in Australian New Guinea. — Kreig, R. A.: Aerial photographic interpretation for land use classification in the New York State Land Use and Natural Resources Inventory.

Contents:

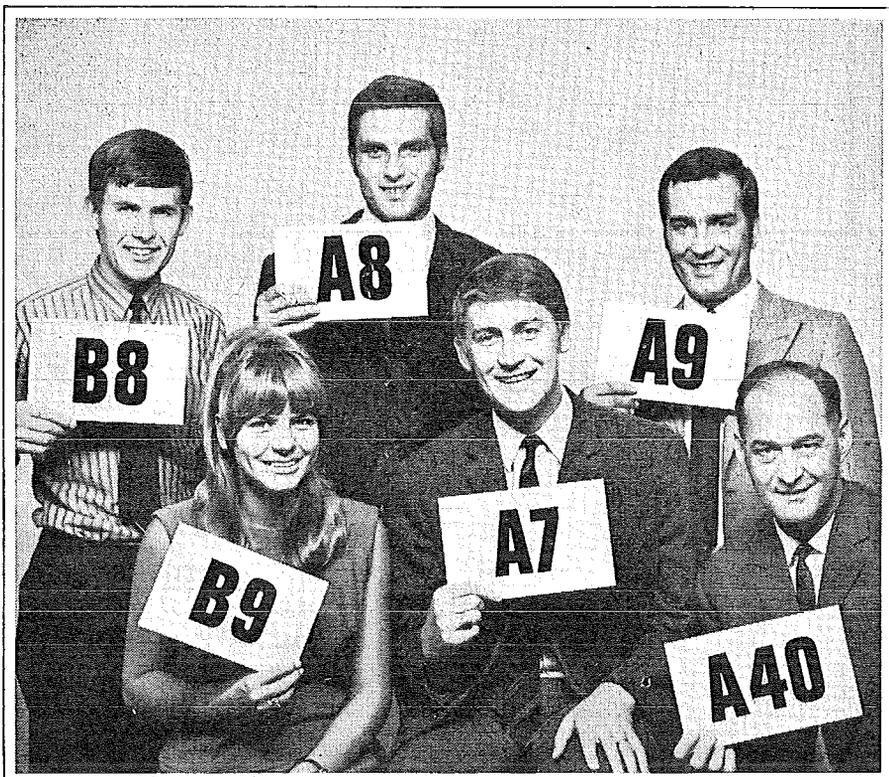
Karl Ramsayer, Three-dimensional Coordinate Transformation of the Ellipsoid.
Kornelius Peters, Trends in Adjustment Computations.
Walter Smetana, A Cylindrical Field Slide Rule for Reduction of Ranges.

Sommaire:

Karl Ramsayer, Le transport troisdimensionnel des coordonnées sur l'ellipsoïde.
Kornelius Peters, Tendances du calcul de compensation.
Walter Smetana, Cylindre à calculer pour la réduction des distances en campagne.

Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes:

Prof. Dr.-Ing. Karl Ramsayer, Stuttgart, Technische Hochschule, Keplerstraße 11.
Hochsch.-Assistent Dipl.-Ing. Dr. techn. Kornelius Peters, 1040 Wien, Karlsplatz 19.
Hochsch.-Doz., Dipl.-Ing. Dr. techn. Walter Smetana, 1050 Wien, Nikolsdorfer Straße 3/1/12.



Wenn der Operateur wählen darf, wählt er Wild

1. weil alle Wild-Autographen einen klaren und übersichtlichen Aufbau aufweisen
2. weil die Wild-Autographen einfach und bequem zu bedienen sind
3. weil auch der weniger Geübte rasch gute Leistungen erzielt

4. weil die Wild-Autographen alle Bedienungselemente in Griffnähe haben
5. weil man dank der lichtstarken Optik bei Tageslicht arbeiten kann und die Augen auch nach vielen Stunden nicht ermüden

WILD
HEERBRUGG

Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg
Schweiz

Verlangen Sie Prospekte und Angebote von der
ALLEINVERTRETUNG FÜR ÖSTERREICH

RUDOLF & AUGUST ROST

1151 WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)
TELEFON: (0222) 923231, 925353, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

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

Österreichischer Verein für Vermessungswesen

A 1180 Wien XVIII, Schopenhauerstraße 32

I. Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen

- Sonderheft 1: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 70. Geburtstag.* 198 Seiten, Neuauflage, 1948, Preis S 18.—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 2: Lego (Herausgeber), *Die Zentralisierung des Vermessungswesens in ihrer Bedeutung für die topographische Landesaufnahme.* 40 Seiten, 1935. Preis S 24.—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 3: Ledersteger, *Der schrittweise Aufbau des europäischen Lotabweichungssystems und sein bestanschließendes Ellipsoid.* 140 Seiten, 1948. Preis S 25.—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 4: Zaar, *Zweimedienphotogrammetrie.* 40 Seiten, 1948. Preis S 18.—.
- Sonderheft 5: Rinner, *Abbildungsgesetz und Orientierungsaufgaben in der Zweimedienphotogrammetrie.* 45 Seiten, 1948. Preis S 18.—.
- Sonderheft 6: Hauer, *Entwicklung von Formeln zur praktischen Anwendung der flächentreuen Abbildung kleiner Bereiche des Rotationsellipsoids in die Ebene.* 31 Seiten. 1949. (Vergriffen.)
- Sonderh. 7/8: Ledersteger, *Numerische Untersuchungen über die Perioden der Polbewegung. Zur Analyse der Laplace'schen Widersprüche.* 59+22 Seiten, 1949. Preis S 25.—.
- Sonderheft 9: *Die Entwicklung und Organisation des Vermessungswesens in Österreich.* 56 Seiten, 1949. Preis S 22.—.
- Sonderheft 11: Mader, *Das Newton'sche Raumpotential prismatischer Körper und seine Ableitungen bis zur dritten Ordnung.* 74 Seiten, 1951. Preis S 25.—.
- Sonderheft 12: Ledersteger, *Die Bestimmung des mittleren Erdellipsoides und der absoluten Lage der Landestriangulationen.* 140 Seiten, 1951. Preis S 35.—.
- Sonderheft 13: Hubeny, *Isotherme Koordinatensysteme und konforme Abbildungen des Rotationsellipsoides.* 208 Seiten, 1953. Preis S 60.—.
- Sonderheft 14: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 90. Geburtstag.* 764 Seiten und viele Abbildungen. 1952. Preis S 120.—.
- Sonderheft 15: Mader, *Die orthometrische Schwerekorrektion des Präzisions-Nivellaments 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.—.

Neuwertige Doppelrechenmaschinen,

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

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

Lieferung evtl. durch PKW!

F. H. FLASDIECK, D 5600 Wuppertal-Barmen, Futterstr. 17, Ruf 59 50 00

Österreichischer Verein für Vermessungswesen

A 1180 Wien XVIII, Schopenhauerstraße 32

Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen

Sonderheft 20: H. G. Jerie, *Weitere Analogien zwischen Aufgaben der Mechanik und der Ausgleichsrechnung*. 24 Seiten mit 14 Abbildungen, 1960. Preis S 32,- (DM 5.50).

Sonderheft 21: Mader, *Die zweiten Ableitungen des Newton'schen Potentials eines Kugelsegments — Topographisch berechnete partielle Geoidhebungen. — Tabellen zur Berechnung der Gravitation unendlicher, plattenförmiger, prismatischer Körper*. 36 Seiten mit 11 Abbildungen, 1960. Preis S 42,- (DM 7.50).

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

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

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

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

OEEPE, Sonderveröffentlichungen

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

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

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

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

Unkomplette Jahrgänge:

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

Jg. 1 bis 5 1903 bis 1907

7 bis 12 1909 bis 1914

17 1919

19 1921

Komplette Jahrgänge:

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

Jg. 6 1908

13 bis 16 1915 bis 1918

18 1920

20 bis 35 1922 bis 1937

36 bis 39 1948 bis 1951

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

Jg. 40 bis 49 1952 bis 1961

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

Jg. 50 bis 53 1962 bis 1965

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

ab Jg. 54 ab 1966

Neuerscheinungen

von offiziellen Karten der Landesaufnahme

Österreichische Karte 1:50.000

| | | |
|--------------------|-----------------|----------------|
| 9 Retz | 16 Freistadt | 113 Mittelberg |
| 14 Rohrbach in OÖ. | 35 Königswiesen | 118 Innsbruck |
| 15 Bad Leonfelden | 36 Ottenschlag | |

im Hausruckkreis

Österreichische Karte 1:200.000:

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| Blatt 47/16 Steinamanger | 48/16 Wien |
| 48/12 Kufstein | 48/17 Preßburg (Bratislava) |

Übersichtsk. v. Österr. 1: 500 000 mit Suchgitter u. Namensverzeichnis

Umgebungs- und Sonderkarten:

Hochschwab 1:50.000

Umgebungskarte von Wien 1:50.000

Preise der Kartenwerke ab 1. Oktober 1968:

je Blatt S

Österreichische Karte 1:25.000

| | |
|---------------------------------------|------|
| 1/4 Blätter (Halbsektionen) | 13.— |
| Zeichenerklärung 1:25.000 | 8.— |

| | |
|--|------|
| Österr. Karte 1:50.000 ohne Straßen- u. Wegmarkierungsaufdruck | 17.— |
|--|------|

| | |
|---|------|
| Österr. Karte 1:50.000 mit Straßen-, ohne Wegmark.-Aufdruck | 19.— |
|---|------|

| | |
|---|------|
| Österr. Karte 1:50.000 mit Wegmarkierung, ohne Straßen- aufdruck (Wanderkarte) | 21.— |
|---|------|

| | |
|---|------|
| Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50.000 ohne Wegmarkierung | 10.— |
|---|------|

| | |
|---|------|
| Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50.000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte) | 15.— |
|---|------|

Dieses Kartenwerk umfaßt insgesamt 213 Blattnummern.

Hievon sind bisher erschienen:

164 Blätter Österreichische Karte 1:50.000 mit Schichten in Mehrfarbendruck sowie 49 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 bisher erschienen:

| | |
|------------------------------------|------|
| Blatt 47/16 Steinamanger | 20.— |
|------------------------------------|------|

| | |
|--------------------------|------|
| 48/12 Kufstein | 20.— |
|--------------------------|------|

| | |
|----------------------|------|
| 48/16 Wien | 20.— |
|----------------------|------|

| | |
|---------------------------------------|------|
| 48/17 Preßburg (Bratislava) | 20.— |
|---------------------------------------|------|

| | |
|---|------|
| 31 ^o 47 ^o Spittal a. d. Drau (vorläufige Ausgabe) | 20.— |
|---|------|

Umgebungs- und Sonderkarten:

Hochschwab 1:50.000

| | |
|--|------|
| mit Wegmarkierung, gefaltet, in Umschlag | 38.— |
|--|------|

Umgebungskarte von Wien 1:50.000

| | |
|--|------|
| mit Wegmarkierung, gefaltet, in Umschlag | 42.— |
|--|------|

Umgebungskarte Mayrhofen (Zillertal) 1:50.000

| | |
|---|------|
| mit Wegmarkierung, gefaltet, in Umschlag. | 38.— |
|---|------|

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und in der amtl. Verkaufsstelle des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme), 1080 Wien 8, Krotenthalergasse 3

Neuerscheinungen des österr. Wasserkraftkatasters

Im Zuge der Bearbeitung des neuen österr. Wasserkraftkatasters ist erschienen: Gurk, Saalach, Alm je S 250,—

Bibliographie zur österreichischen Wasserwirtschaft S 60.—

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

Offizielle österreichische amtliche Karten der Landesaufnahme

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen
in 1080 Wien VIII, Krotenthallerg. 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
Arbeitskarten 1:200.000 und 1:500.000 von Österreich
**Übersichtskarte von Österreich 1:500.000, Politische Ausgabe mit
Namenverzeichnis**

Zum Zusammenstellen von Touren und Reisen

**Übersichtskarte von Österreich 1:500.000, mit Suchgitter
und Namenverzeichnis**

Für Wanderungen

die Blätter der Wanderkarte 1:50.000 mit Wegmarkierungen
und verschiedene Umgebungskarten

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

Auf Wunsch werden Übersichtsblätter kostenlos abgegeben.

Das Festpunktfeld

Gesammelte Vorträge
der ersten Fachtagung
für Vermessungswesen
in Wien 1966
140 Seiten mit 58 Ab-
bildungen u. Tabellen,
Preis S 120,- (DM 20,-)

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

SONDERHEFT 25

der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen
PROCEEDINGS

of the International Symposium
Figure of the Earth and Refraction
Vienna, March 14th — 17th 1967

By Order of the Austrian Geodetic Commission published by
Karl Ledersteger

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

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

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

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

Part III: Gravity Anomalies, Deviations of the Vertical,
Observations (Methods and Results)

**Second Conference (SSG 23): Recent Research on Atmospheric
Refraction for Geodetic Purposes**

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

A: Refraction Effect on Optical Distance Measurements

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

Part II: Refraction Effect on the Determination of Directions

A: Use of Relationships Between Different Effects of Refractive Index

B: Errors and Sources of Errors

C: Refraction in Connection with Spatial Geodesy

Part III: Elimination of Refraction from Geodetic Angular Measurements

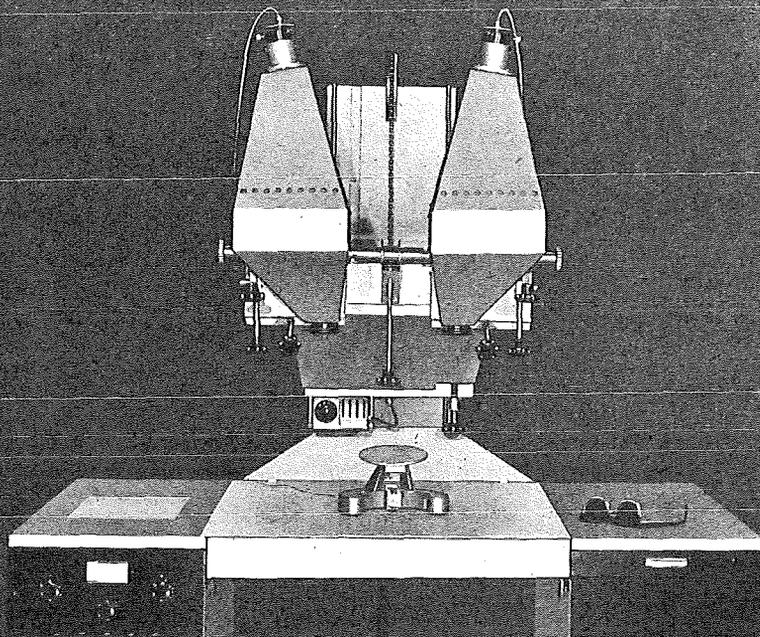
Nivellitic Refraction. Conformal Theory of Refraction

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

Preis öS 370,— bzw. DM 64,—.

Herausgeber: Österreichische Kommission für Internationale Erdmessung

Verleger: Österreichischer Verein für Vermessungswesen



**Stereokartiergerät
der Ordnung II b**



**Doppelprojektor
DP 1**

Ein preisgünstiges Auswertegerät für drei Aufgabenbereiche:

Neukartierung in mittleren und kleinen Maßstäben – **Kartennachführung** – **Schulung**.

Neben dem anschaulichen Aufbau sind folgende Merkmale des ZEISS DP 1 besonders hervorzuheben:

Benutzung unverkleinerter Aufnahmen bis 23 cm X 23 cm, daher keine Umbildung erforderlich.

Projektion des Gesamtbildes (Ganzfeldausleuchtung), daher hervorragende Übersicht über das Gesamtmodell und Vermeidung des Beleuchtungsgerüsts.

Maßstabsänderung durch Projektorenverstellung, daher Zeichenmöglichkeit auch ohne Meßmarkentischchen direkt auf dem Projektionstisch – ideal für Kartennachführung; direkte Modellprojektion in die Karte, daher Erkennen veränderter Geländedetails während der stereoskopischen Betrachtung und ohne Kopfwenden.

Weitere technische Details:

z-Verstellung durch Fußscheibe, daher sichere Führung des Meßmarkentischchens.

Exzentrische Kammerkardanordnung, daher schnelles Konvergieren der absoluten Orientierung.

Hauptauswertebrennweite $f = 153$ mm, abgestimmt auf den überwiegend verwendeten Kammertyp 15/23; Vergrößerungsbereich $v = 1,3$ - bis 3,0fach.

CARL ZEISS
Oberkochen
West Germany



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

Jetzt noch besser



PLAN-VARIOGRAPH

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

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

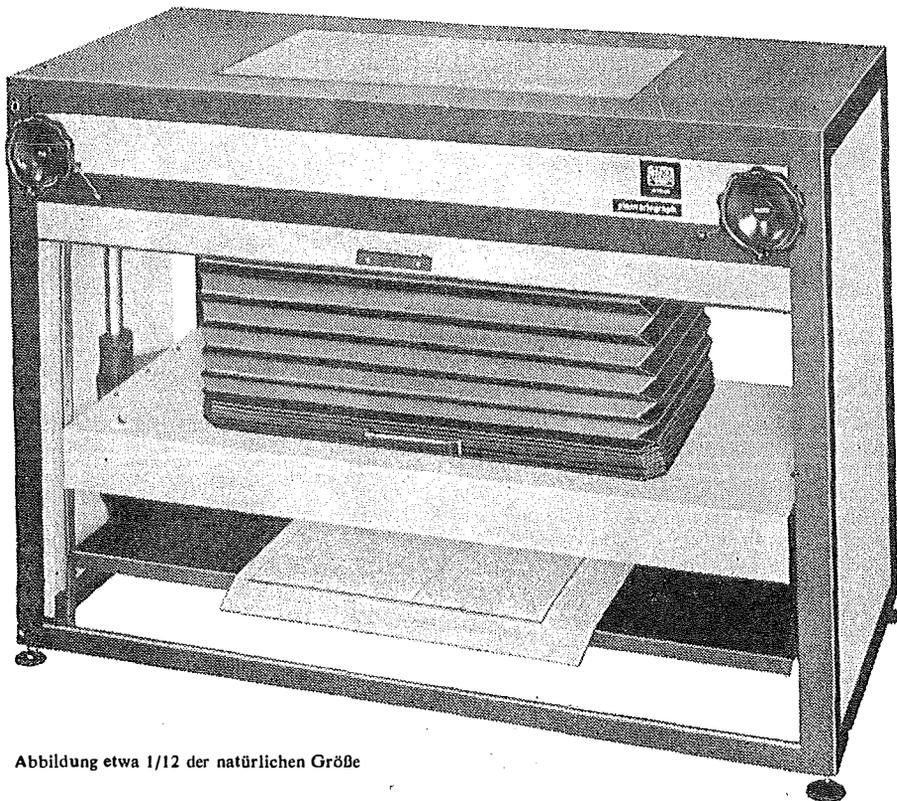


Abbildung etwa 1/12 der natürlichen Größe

- ⊗ Vergrößerte Projektionsfläche
- ⊗ Verstellbares Objektiv
- ⊗ Beidseitige Blendschutzjalousie

Auf Wunsch: Andruckplatte für Photopapier — Neigunglibelle
Einfacher Verschluss für Photoarbeiten — Punktiernikroskop

Angebote und Prospekt direkt vom Erzeuger:

RUDOLF & AUGUST ROST

Fabrik für Feinmechanik - Instrumente für Vermessungs- und Zeichenbedarf

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

TELEFON: (0222) 92 32 31, 92 53 53, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

WIENER MESSE: Messegelände, jetzt Halle M, Stand 1272

(Eingang Südseite links)