

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. 2

Ende April 1970

58. Jg.

INHALT:

Abhandlungen:

- Zur Wahrscheinlichkeitstheorie des Helmertschen Punktfehlers E. Grafarend
Ein Beitrag zum Nachweis rezenter Bewegungen in den Hohen Tauern E. Senftl
Ergebnisbericht über weitere Tellurometermessungen im Österreichischen Netz
1. Ordnung (Schluß) K. Rinner
Studie über terrestrische Reambulierung photogrammetrisch bestimmter Ein-
schaltpunktfehler (Schluß) W. Smetana

Referat:

- Nachbargenauigkeit und Kataster K. Peters
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 Barvir*, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
- o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Friedrich Hauer*, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
- o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Hubeny*, A 8020 Graz, Techn. Hochschule, Rechbauerstraße 12
- Prof. Ing. Dr. techn. eh. Karl Neumaier*, Präsident 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 *ORdVD. 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-

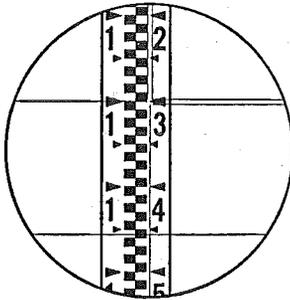
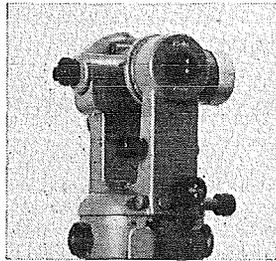
denen Anwendungsgebieten gut angepaßt, ihre Handhabung ist einfach, und dank dem bewährten Kern-Zentrierstativ sind die Instrumente in jedem Gelände rasch meßbereit.



Kern & Co. AG Aarau

K 1-RA

Selbstreduzierender Ingenieur-Tachymetertheodolit



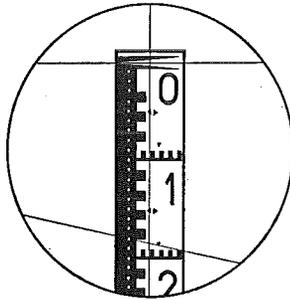
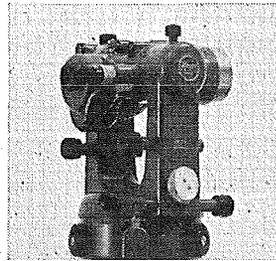
15,6 m

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

± 10-20 cm

DK-RV

Reduktionstachymeter für vertikale Latte



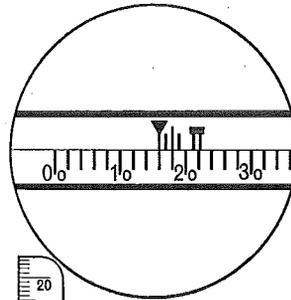
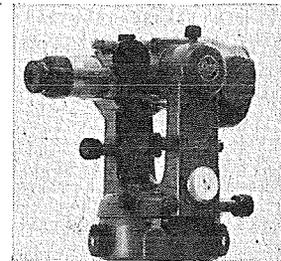
18,28 m

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 1586 Δ
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

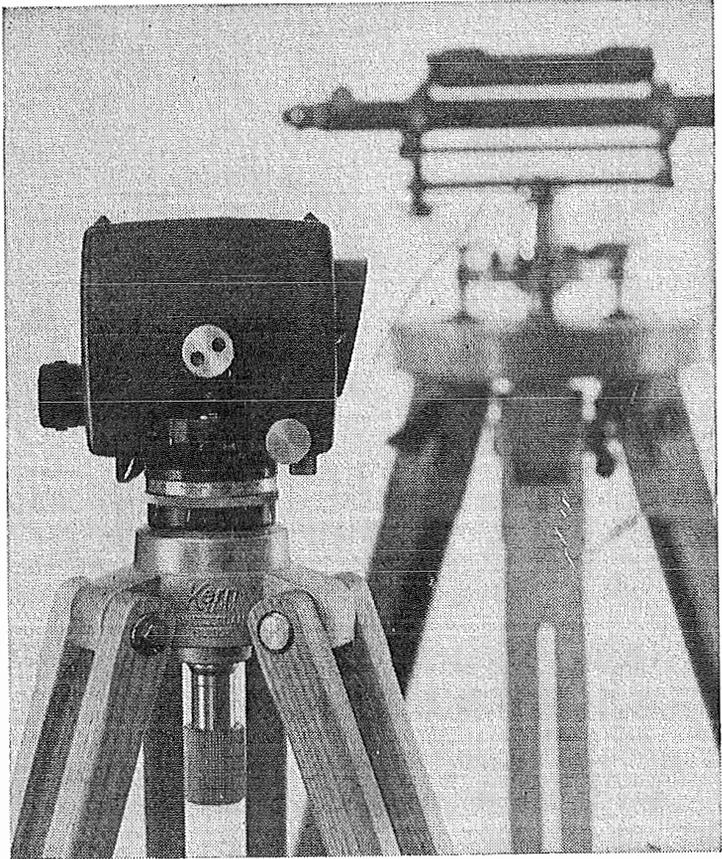
Die Neubegründung der Theorie der sphäroidischen Gleichgewichts-
figuren und das Normalsphäroid der Erde von K. Ledersteger

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, Reissnerstr. 6, Ruf: (0222) 731586 Δ

Wiener Messe Halle M, Stand 1214-1219

**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

**XIII. INTERNATIONALER KONGRESS
DER VERMESSUNGSINGENIEURE**



XIII CONGRES INTERNATIONAL DES GEOMETRES
XIII INTERNATIONAL CONGRESS OF SURVEYORS
WIESBADEN, RHEIN-MAIN-HALLE, VOM 1.—10. SEPT. 1971

**DEUTSCHER VEREIN FÜR
VERMESSUNGSWESEN E. V.**



VORBEREITENDER AUSSCHUSS
FÜR DEN 56. DEUTSCHEN GEODÄTENTAG
WIESBADEN, RHEIN-MAIN-HALLE, VOM 1.—3. SEPT. 1971

**INTERNATIONALE FACHAUSSTELLUNG
FÜR VERMESSUNGSWESEN**



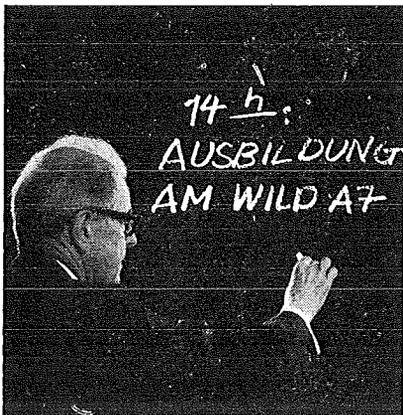
EXPOSITION INTERNATIONALE TECHNIQUE D. GEOMETRES
INTERNATIONAL TECHNICAL EXHIBITION OF SURVEYORS
WIESBADEN, RHEIN-MAIN-HALLE, VOM 1.—8. SEPT. 1971

Geschäftsstelle:

D-6200 WIESBADEN, SCHAPERSTRASSE 16

Postfach 109

**Jedes Jahr ein siebenmonatiger Kurs für
Photogrammetrie-Operateure an der**



SSPO

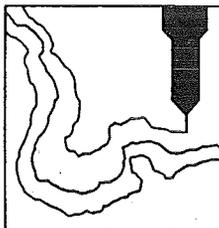
Der nächste Kurs beginnt am 7. September 1970 und wird wie bisher in deutscher, französischer, englischer und spanischer Sprache gegeben.

Wenn Sie Wert auf den Besitz eines Diplomes als Photogrammetrie-Operateur legen, dann schreiben Sie uns. Ein Interesse daran hat aber auch Ihr Arbeitgeber; reden Sie mit Ihm.

Anmeldeschluß: 30. Juni 1970

Verlangen Sie Prospekte und Anmeldeformulare durch die

**Schweizerische Schule für
Photogrammetrie-Operateure**
Rosenbergstraße 16
CH-9000 St. Gallen/Schweiz



S O N D E R H E F T 25

der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen
PROCEEDINGS

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

By Order of the Austrian Geodetic Commission published by
Karl Ledersteger

Under the Joint Sponsorship of Gimrada, Afcr1
and Geodetic Institute, Uppsala University

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

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

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

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

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

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

A: Refraction Effect on Optical Distance Measurements

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

Part II: Refraction Effect on the Determination of Directions

A: Use of Relationships Between Different Effects of Refractive Index

B: Errors and Sources of Errors

C: Refraction in Connection with Spatial Geodesy

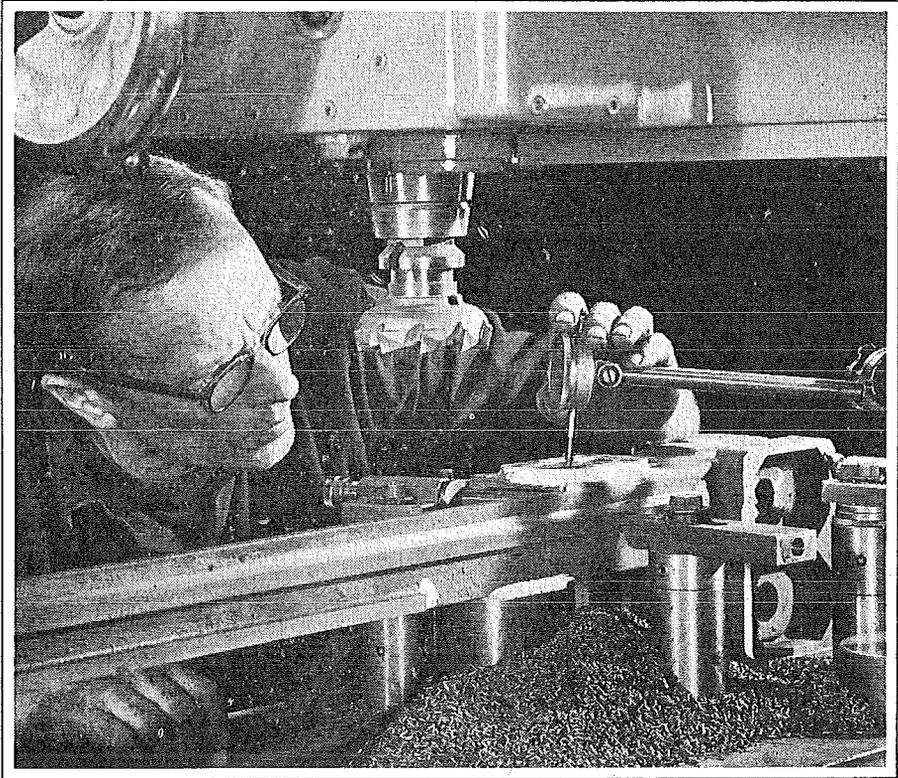
Part III: Elimination of Refraction from Geodetic Angular Measurements
Nivellitic Refraction. Conformal Theory of Refraction

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

Preis öS 370,— bzw. DM 64,—

Herausgeber: Österreichische Kommission für Internationale Erdmessung

Verleger: Österreichischer Verein für Vermessungswesen



Schweizer Präzision

im Dienste der Wissenschaft und des Fortschritts

Wild Heerbrugg ist das grösste Unternehmen der Optik und Feinmechanik in der Schweiz. Das Werk beschäftigt über 3500 Personen, darunter einen grossen Stab hochqualifizierter Facharbeiter. Wild-Instrumente sind in der ganzen Welt zum Begriff für hohe Qualität und Schweizer Präzisionsarbeit geworden.

Wild Heerbrugg fabriziert eine ganze Reihe optisch-feinmechanischer Geräte hoher Präzision, wie Vermessungsinstrumente, Luftbildkamern, photogrammetrische Auswertegeräte, Forschungsmikroskope, Reisszeuge und optische Instrumente für Werkstätten, Laboratorien und für Militärzwecke.

WILD
HEERBRUGG

Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg
Schweiz

Verlangen Sie Prospekte und Angebote von der
ALLEINVERTRETUNG FÜR ÖSTERREICH

RUDOLF & AUGUST ROST

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

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

ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom
ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

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

REDAKTION:

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

Nr. 2

Baden bei Wien, Ende April 1970

58. Jg.

Zur Wahrscheinlichkeitstheorie des Helmertschen Punktfehlers

Von Erik Grafarend, Bonn

Summary:

The probability to find an error vector in multiples α of the *Helmert* point error, the trace of the error tensor of rank two, is calculated. Basis are three different values of the error tensor, representing a lot of practical measurements. Their principal axis proportions in two dimensional space are 1:1, 1:2 and 1:10, in three dimensional space 1:1:1, 1:1:2 and $1:\sqrt{10}:10$. It is found that the probability is for $\alpha = 1$ average 63%, for $\alpha = 2$ average 95%, for $\alpha = 3$ average 99% in two dimensions and for $\alpha = 1$ average 60%, for $\alpha = 2$ average 94%, for $\alpha = 3$ average 99% in three dimensions. The maximum difference of probability in the three examples is 13%. Detailed tables are given.

1. Einleitung

Die Frage, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine räumliche Meßgröße in den Bereich des *Helmertschen* Punktfehlers fällt, steht im Mittelpunkt der folgenden Untersuchungen. Mit der Antwort auf diese Frage soll dem Praktiker eine wahr-scheinlichkeitstheoretische Vorstellung vermittelt werden, die er für die Arbeit mit dem *Helmertschen* Punktfehler benötigt. Unser Ergebnis soll demjenigen äquivalent sein, daß etwa 68% der Meßfehler in den Bereich des mittleren Fehlers fallen [2, 3, 7].

Die wahrscheinlichkeitstheoretische Analyse wird ergeben, daß zahlenmäßige Aussagen nur bei vorgegebenem Meßmaterial möglich sind. Wir diskutieren deshalb an drei Beispielen, die eine Vielzahl praktischer Messungen repräsentieren, Fehler-situationen, die durch folgende mittlere Fehlertensoren (mittlere Fehlerquadrate

und -rechtecke, Varianzen und Kovarianzen) σ_{ij} ($i = 1, 2; j = 1, 2$; bzw. $i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3$) charakterisiert sind:

1. $\sigma_{ij} = \delta_{ij}$
2. $\sigma_{ij} = \text{diag} (1, 4)$ bzw. $\sigma_{ij} = \text{diag} (1, 1, 4)$
3. $\sigma_{ij} = \text{diag} (1, 100)$ bzw. $\sigma_{ij} = \text{diag} (1, 10, 100)$

Die dazugehörigen Achsenverhältnisse der mittleren Fehler in Hauptachsenrichtung lauten bei 1. 1:1 bzw. 1:1:1, 2. 1:2 bzw. 1:1:2 und 3. 1:10 bzw. 1: $\sqrt{10}$:10.

2. Das Konzept des Helmertschen Punktfehlers

Werden im *Euklidischen* Raum rechtwinkelige Koordinaten mit zufälligen Fehlern gemessen oder aus anderen zufällig fehlerhaften Beobachtungen berechnet, so unterliegen die Beobachtungswerte einer Statistik mit Normalverteilung. Eine derartige räumliche normale Wahrscheinlichkeitsdichte wird mit dem Mittelwertvektor μ_i und dem mittleren Fehlertensor σ_{ij} eindeutig bestimmt. Mittlere Fehlerquadrate und mittlere Fehlerrechtecke in beliebiger Raumrichtung können aus dem Transformationsverhalten des mittleren Fehlertensors einfach berechnet werden. Kennt man beispielsweise die mittleren Fehler im Koordinatensystem X_i , so hängen sie mit den mittleren Fehlern im bezüglich X_i um die *Eulerschen* Winkel ψ, ϑ, φ (Abb. 1) räumlich gedrehten Koordinatensystem X_i^* linear zusammen.

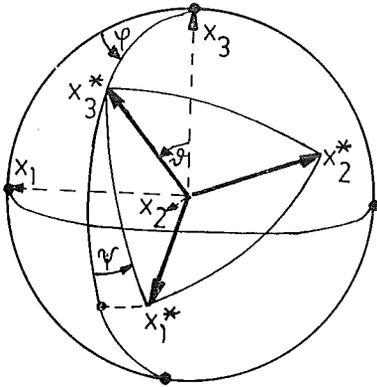


Abb. 1

Abb. 1: Eulersche Winkel auf der Einheitskugel

$$\sigma_{ij}^* = \sum_{k,l}^n a_{ik} a_{jl} \sigma_{kl} \quad \dots (2.1)$$

$$a_{ik} = \frac{\partial x_i^*}{\partial x_k}, \quad a_{jl} = \frac{\partial x_j^*}{\partial x_l} \quad \dots (2.2)$$

Folgend lassen wir die Summenzeichen fort und addieren automatisch über zwei gleichlaufende Indices (*Einsteinsche* Summenkonvention). Alle Indices laufen von 1 bis zur Dimensionszahl $n \leq 3$.

$$a_{ik} = d_{ih}(\psi) d_{hl}(\vartheta) d_{lk}(\varphi) \quad \dots (2.3)$$

$$d_{ih}(\psi) = \begin{vmatrix} \cos \psi & -\sin \psi & 0 \\ \sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$d_{hl}(\vartheta) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \vartheta & -\sin \vartheta \\ 0 & \sin \vartheta & \cos \vartheta \end{vmatrix} \quad \dots (2.4)$$

$$d_{lk}(\varphi) = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$a_{ik} = \begin{vmatrix} \cos \psi \cos \varphi - \cos \vartheta \sin \psi \sin \varphi \\ \sin \psi \cos \varphi + \cos \vartheta \cos \psi \sin \varphi \\ \sin \vartheta \sin \varphi \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \sin \vartheta \sin \psi \\ -\sin \vartheta \cos \psi \\ \cos \vartheta \end{vmatrix} \dots (2.5)$$

Wir haben die räumliche Drehung deshalb so ausführlich behandelt, weil wir eine Durchschnittsaussage der Abhängigkeit des mittleren Fehlertensors von den Raumrichtungen anstreben. Wir mitteln dazu den mittleren Fehlertensor bei gleicher einheitlicher Gewichtsfunktion über die einzelnen Richtungen der *Eulerschen Winkel*.

$$\langle \sigma_{ij} \rangle = \frac{1}{8\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} d\psi d\vartheta \sin \vartheta d\varphi a_{ik}(\psi, \vartheta, \varphi) a_{jl}(\psi, \vartheta, \varphi) \sigma_{kl} \dots (2.6)$$

$$\langle \sigma_{ij} \rangle = \frac{1}{n} (\text{tr } \sigma_{kl}) \delta_{ij}, M^2 = \frac{1}{n} \text{tr } \sigma_{kl} \dots (2.7)$$

Das Mittel führt also auf den um den Faktor $1/n$ modifizierten *Helmertschen Punktfehler* $\frac{1}{2} (\sigma_{11} + \sigma_{22})$ für $n = 2$ [4] bzw. $\frac{1}{3} (\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33})$ für $n = 3$. Als *Helmertschen Punktfehler* bezeichnen wir die invariante Spur des mittleren Fehlertensors $\text{tr } \sigma_{kl}$.

3. Normale Verteilungsfunktion zum *Helmertschen Punktfehler*

Die Wahrscheinlichkeit, einen räumlichen Fehler in dem Bereich $\mu_i - a_i < X_i \leq \mu_i + a_i$ anzutreffen, läßt sich für eine *Gaußsche Fehlerdichte* unmittelbar angeben. Man integriert dazu innerhalb der Intervallgrenzen über die n -dimensionale Fehlerdichte, transformiert linear mittels $\bar{X}_i = a_{ij} X_j$ den mittleren Fehlertensor auf Hauptachsen – Funktionaldeterminante $+1$ – und teilt das Mehrfachintegral in voneinander unabhängige Einzelintegrale.

$$P(\bar{\mu}_x - \bar{a}_x < \bar{X} \leq \bar{\mu}_x + \bar{a}_x, \bar{\mu}_y - \bar{a}_y < \bar{Y} \leq \bar{\mu}_y + \bar{a}_y, \dots) \\ = [2 F\left(\frac{\bar{a}_x}{\sigma_x}\right) - 1] [2 F\left(\frac{\bar{a}_y}{\sigma_y}\right) - 1] \dots \dots (3.1)$$

$$F(X) = \int_{-\infty}^X dZ \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp - \frac{Z^2}{2} \dots (3.2)$$

Der Fehlerbereich des modifizierten *Helmertschen Punktfehlers* beträgt πM^2 ($n = 2$) bzw. $\frac{4}{3} \pi M^3$ ($n = 3$). Darauf werden die Integrationsgrenzen abgestimmt.

$$\bar{a}_x = \bar{a}_y = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \alpha M \text{ bzw. } \bar{a}_x = \bar{a}_y = \bar{a}_z = \sqrt[3]{\frac{\pi}{6}} \alpha M \dots (3.3)$$

Wesentliches Ergebnis der Analyse ist somit, daß die Wahrscheinlichkeit, mit der ein räumlicher Fehler in den Kreis bzw. in die Kugel vom Radius αM (α beliebiges Vielfache) fällt, von σ_{ij} abhängt. Geordnet nach drei Beispielgruppen der Einleitung, geben Tab. 1 und Tab. 2 einen Überblick über die Wahrscheinlichkeit $P()$.

<p style="text-align: center;">Fehlerquadrat</p> $\left\{ \begin{array}{l} \bar{\mu}_x - \frac{\sqrt{\pi}}{2} \alpha M < \bar{x} \leq \bar{\mu}_x + \frac{\sqrt{\pi}}{2} \alpha M, \\ \bar{\mu}_y - \frac{\sqrt{\pi}}{2} \alpha M < \bar{y} \leq \bar{\mu}_y + \frac{\sqrt{\pi}}{2} \alpha M \end{array} \right\}$	<p style="text-align: center;">Wahrscheinlichkeit</p> $P \{ \}$ $= P (0 < \varepsilon \leq \alpha M)$ <p style="text-align: center;">(Rechenschiebergenauigkeit)</p>	<p style="text-align: center;">komplementäre Wahrscheinlichkeit</p> $1 - P \{ \}$ $= 1 - P (0 < \varepsilon \leq \alpha M)$ <p style="text-align: center;">(Rechenschiebergenauigkeit)</p>
$\alpha = 1$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 39,3% 2. 43,3% 3. 47,1% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 60,7% 2. 56,7% 3. 52,9%
$\alpha = \sqrt{2}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 62,3% 2. 64,5% 3. 62,6% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 37,7% 2. 35,5% 3. 47,4%
$\alpha = 2$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 86,5% 2. 83,5% 3. 79,2% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 13,5% 2. 16,5% 3. 20,8%
$\alpha = 2\sqrt{2}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 97,6% 2. 95,2% 3. 92,3% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2,4% 2. 4,8% 3. 7,7%
$\alpha = 3$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 98,9% 2. 96,4% 3. 94,1% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1,1% 2. 3,6% 3. 5,9%
$\alpha = 3\sqrt{2}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 99,9% 2. 99,7% 3. 99,2% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,1% 2. 0,3% 3. 0,8%

Tab. 1: Zweidimensionale Fehlerwahrscheinlichkeiten

<p style="text-align: center;">Fehlerwürfel</p> $\left\{ \begin{aligned} \bar{\mu}_x - \sqrt[3]{\frac{\pi}{6}} \alpha M < \bar{x} \leq \bar{\mu}_x + \sqrt[3]{\frac{\pi}{6}} \alpha M, \\ \bar{\mu}_y - \sqrt[3]{\frac{\pi}{6}} \alpha M < \bar{y} \leq \bar{\mu}_y + \sqrt[3]{\frac{\pi}{6}} \alpha M, \\ \bar{\mu}_z - \sqrt[3]{\frac{\pi}{6}} \alpha M < \bar{z} \leq \bar{\mu}_z + \sqrt[3]{\frac{\pi}{6}} \alpha M \end{aligned} \right\}$	<p style="text-align: center;">Wahrscheinlichkeit</p> $P \{ \}$ $= P(0 < \varepsilon \leq \alpha M)$ <p style="text-align: center;">(Rechenschiebergenauigkeit)</p>	<p style="text-align: center;">komplementäre Wahrscheinlichkeit</p> $1 - P \{ \}$ $= 1 - P(0 < \varepsilon \leq \alpha M)$ <p style="text-align: center;">(Rechenschiebergenauigkeit)</p>
$\alpha = 1$	1. 19,9% 2. 31,8% 3. 33,0%	1. 80,1% 2. 68,2% 3. 67,0%
$\alpha = \sqrt{3}$	1. 58,5% 2. 61,5% 3. 60,0%	1. 41,5% 2. 38,5% 3. 40,0%
$\alpha = 2$	1. 73,9% 2. 71,2% 3. 67,2%	1. 26,1% 2. 28,8% 3. 32,8%
$\alpha = 3$	1. 97,1% 2. 91,1% 3. 85,7%	1. 2,9% 2. 8,9% 3. 14,3%
$\alpha = 2\sqrt{3}$	1. 98,8% 2. 95,0% 3. 90,9%	1. 1,2% 2. 5,0% 3. 9,1%
$\alpha = 3\sqrt{3}$	1. 99,9% 2. 99,7% 3. 98,9%	1. < 0,1% 2. 0,3% 3. 1,1%

Tab. 2: Dreidimensionale Fehlerwahrscheinlichkeiten

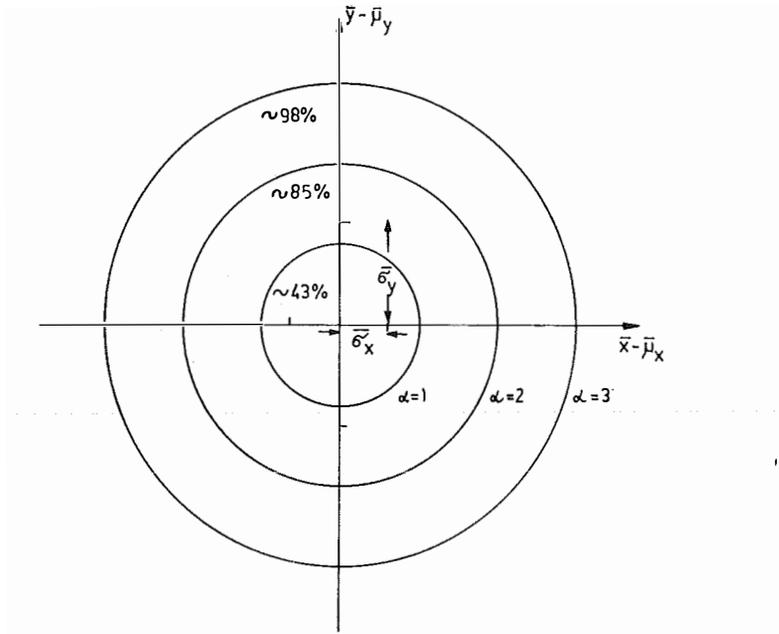


Abb. 2: Fehlerkreise und Fehlerwahrscheinlichkeiten zum modifizierten *Helmertschen* Punktfehler

$$\sqrt{\frac{1}{2}(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}, \text{ Achsenverhältnis } \bar{\sigma}_x : \bar{\sigma}_y = 1:2$$

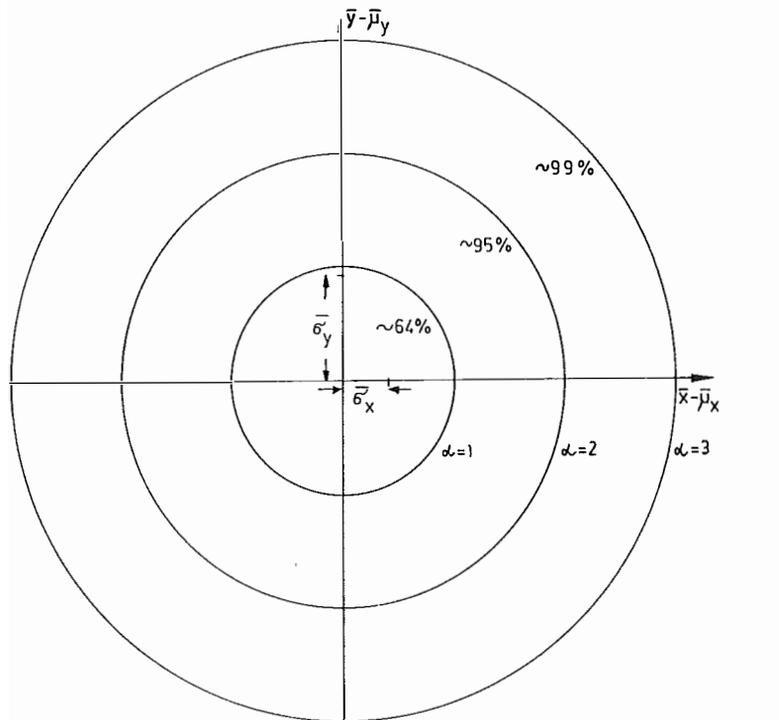


Abb. 3: Fehlerkreise und Fehlerwahrscheinlichkeiten zum *Helmertschen* Punktfehler $\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$
 Achsenverhältnis $\bar{\sigma}_x : \bar{\sigma}_y = 1:2$

Wir erläutern die Ergebnisse anhand Abb. 2 und Abb. 3. Für das Achsenverhältnis $\overline{\sigma_x} : \overline{\sigma_y} = 1:2$ sind die Fehlerkreise zum modifizierten und zum *Helmertschen* Punktfehler eingetragen. Abb. 2 entnimmt man, daß etwa 43% (außerhalb etwa 67%) der räumlichen Fehler in den Kreis vom Radius M fallen, etwa 85% (außerhalb etwa 15%) in den Kreis vom Radius $2M$ und schließlich etwa 98% (außerhalb etwa 2%) in den Kreis vom Radius $3M$. Nach Abb. 3 fallen jedoch schon etwa 64% (außerhalb etwa 36%) in den Kreis des einfachen, etwa 95% (außerhalb etwa 5%) in denjenigen des doppelten und etwa 99% (außerhalb etwa 1%) in denjenigen des dreifachen *Helmertschen* Punktfehlers.

4. Isotrope Verteilungsfunktion zum *Helmertschen* Punktfehler

Zu einer isotropen modifizierten *Gaußschen* Normalverteilung gelangt man, wenn man die gewöhnliche räumliche Normalverteilung $f(X_i - \mu_i)$ auf Kugelkoordinaten transformiert und zur winkelunabhängigen Randverteilung übergeht. Ein derartiger Ansatz findet sich bereits bei *Czuber* [1] und *Kozak* [5]. In Erweiterung dieser Arbeiten lösen wir hier die komplizierten Integrationen auf, um zu qualitativen und quantitativen Aussagen zu gelangen.

$$f(\varepsilon_i) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}} (\det \sigma_{ij})^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \sigma^{ij} \varepsilon_i \varepsilon_j\right) \quad \dots (4.1)$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_r \sin \varepsilon_\vartheta \cos \varepsilon_\varphi, \varepsilon_2 = \varepsilon_r \sin \varepsilon_\vartheta \sin \varepsilon_\varphi, \varepsilon_3 = \varepsilon_r \cos \varepsilon_\vartheta, \varepsilon_i \varepsilon_i = \varepsilon_r^2 = \varepsilon^2 \quad \dots (4.2)$$

$$f_2(\varepsilon) = \varepsilon \int_0^\pi d\varepsilon_\varphi f(\varepsilon_i), \quad f_3(\varepsilon) = \varepsilon^2 \int_0^\pi \int_0^{2\pi} d\varepsilon_\vartheta \sin \varepsilon_\vartheta d\varepsilon_\varphi f(\varepsilon_i) \quad \dots (4.3)$$

In der radialen Randverteilung $f_2(\varepsilon)$ bzw. $f_3(\varepsilon)$ tritt ε bzw. ε^2 deshalb auf, weil das zweidimensionale Flächenelement $d\varepsilon_1 d\varepsilon_2 = \varepsilon_r d\varepsilon_r d\varepsilon_\varphi$ bzw. das dreidimensionale Volumenelement $d\varepsilon_1 d\varepsilon_2 d\varepsilon_3 = \varepsilon_r^2 d\varepsilon_r d\varepsilon_\vartheta \sin \varepsilon_\vartheta d\varepsilon_\varphi$ lautet. Die Integration von (4.3) läßt sich nicht mehr geschlossen ausführen, wir zerlegen deshalb die Normalverteilung in eine *Taylorreihe* und integrieren gliedweise.

$n = 2$:

$$f_2(\varepsilon) = \frac{\varepsilon}{\sqrt{J_2}} \left\{ 1 - \frac{\varepsilon^2}{4} \frac{J_1}{J_2} + \frac{\varepsilon^4}{64} \frac{3J_1^2 - 4J_2}{J_2^2} - \frac{\varepsilon^6}{768} \frac{5J_1^3 - 12J_1 J_2}{J_2^3} + o(\varepsilon^8) \right\} \quad \dots (4.4)$$

$n = 3$:

$$f_3(\varepsilon) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{\varepsilon^2}{\sqrt{J_3}} \left\{ 1 - \frac{\varepsilon^2}{6} \frac{J_2}{J_3} + \frac{\varepsilon^4}{120} \frac{3J_2^2 - 4J_1 J_3}{J_3^2} - o(\varepsilon^6) \right\} \quad \dots (4.5)$$

Die isotrope normale Wahrscheinlichkeitsdichte (4.4), (4.5) haben wir von den Invarianten des mittleren Fehlertensors, der Spur $\text{tr } \sigma_{ij}$, der Spur des aus den algebraischen Komplementen des Fehlertensors gebildeten Kofaktors $\text{tr } \gamma^{kl}$ und der Determinanten $\det \sigma_{ij}$, abhängig geschrieben.

$$J_1 = \text{tr } \sigma_{ij}, J_2 = \text{tr } \gamma^{kl}, J_3 = \det \sigma_{ij} \quad \dots (4.6)$$

Die Summenwahrscheinlichkeit ergibt sich analog.

$$P(0 < \varepsilon \leq \alpha M) = \int_0^{\alpha M} d\varepsilon f(\varepsilon) \quad \dots (4.7)$$

$n = 2$:

$$P(0 < \varepsilon \leq \alpha M) = \frac{1}{\sqrt{J_2}} \left\{ \frac{\alpha^2 J_1}{4} - \frac{\alpha^4 J_1^3}{64 J_2} + \frac{\alpha^6 J_1^3}{3072} \frac{3 J_1^2 - 4 J_2}{J_2^2} - \frac{\alpha^8 J_1^4}{98304} \frac{5 J_1^3 - 12 J_1 J_2}{J_2^3} + o(\alpha^{10}) \right\} \quad \dots (4.8)$$

$n = 3$:

$$P(0 < \varepsilon \leq \alpha M) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{\sqrt{J_3}} \left\{ \frac{\alpha^3 J_1 \sqrt{J_1}}{9 \sqrt{3}} - \frac{\alpha^5 J_1^2 \sqrt{J_1}}{270 \sqrt{3}} \frac{J_2}{J_3} + \frac{\alpha^7 J_1^3 \sqrt{J_1}}{22680 \sqrt{3}} \frac{3 J_2^2 - 4 J_1 J_3}{6 J_3^2} - o(\alpha^9) \right\} \quad \dots (4.9)$$

Die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler ε im Intervall $0 < \varepsilon \leq \alpha M$ anzutreffen, hängt somit nicht nur vom *Helmertschen* Punktfehler I_1 ab, sondern ebenso von I_2 und I_3 . Die Formeln (4.8), (4.9) entsprechen (3.1), (3.2), (3.3) und führen ebenso auf die Werte von Tab. 1 und Tab. 2. Ein wesentlicher Nachteil von (4.8), (4.9) ist jedoch, daß die Reihen bei größerem α und ungleichartigen Achsenverhältnissen schlecht konvergieren. Steht eine Tafel, beispielsweise [6], zur eindimensionalen *Gauß*-Verteilung zur Verfügung, so führt der Weg über (3.1), (3.2), (3.3) schneller zum Ziel.

5. Schlußbemerkungen

Aus den Tabellen 1 und 2 läßt sich folgender Trend ablesen: Für kleine Fehlerbereiche $f \leq \alpha \leq \sqrt{3}$ ist die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler in α -Vielfachen des *Helmertschen* Punktfehlers anzutreffen, für kreisförmige Fehlerellipsen *kleiner* als für stärker vom Kreis abweichende Fehlerellipsen. Dieser Trend kehrt sich für größere Zahlen α um. Für $\alpha > \sqrt{3}$ ist die Wahrscheinlichkeit im Falle einer kreisförmigen Ellipse gegenüber einer ausgeprägten Fehlerellipse *stets größer*.

Aus den drei Beispielgruppen in den beiden Tabellen liest man ferner ab, daß für *praxisnahe* Achsenverhältnisse der mittleren Fehlerellipse die Wahrscheinlichkeiten um maximal 13% differieren. Der Praktiker wird sich am besten die Wahrscheinlichkeit von etwa 63% merken (außerhalb etwa 37%), mit der ein Fehler in den Bereich des zweidimensionalen *Helmertschen* Punktfehlers fällt. Für den dreidimensionalen Raum lautet die Wahrscheinlichkeit etwa 60% (außerhalb etwa 40%). In dem Bereich des dreifachen *Helmertschen* Punktfehlers liegen etwa 99% der Meßwerte, nur etwa 1% liegt außerhalb.

Wir schließen mit einem aktuellen Hinweis. Von der NASA wurde der Landepunkt der Apollo-Mondfähre im Mare Tranquillitatis mit einer Treffwahrscheinlichkeit von 99% in einer mittleren Fehlerellipse der Achsenlänge 2,2 km und 5,2 km angegeben. Dem entspricht bei gleicher Treffwahrscheinlichkeit ein Fehlerkreis

vom Radius etwa 5,7 km, das etwa 2,8fache des zugehörigen *Helmertschen* Punktfehlers von etwa 2 km.

Literatur:

- [1] *Czuber, E.*: Theorie der Beobachtungsfehler, Leipzig 1891.
- [2] *Grafarend, E.*: Allgemeiner Fehlertensor bei a priori und a posteriori Korrelationen, ZfV 92 (1967) S. 157–165.
- [3] *Grafarend, E.*: Helmertsche Fußpunktkurve oder Mohrscher Kreis, AVN 76 (1969) S. 239–250.
- [4] *Helmert, F. R.*: Studien über rationelle Vermessungen im Gebiete der höheren Geodäsie, Z. f. Mathematik und Physik 13 (1868) S. 73–120, speziell Formel (41) S. 97.
- [5] *Kozak, J.*: Grundprobleme der Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2 Bände, Wien/Leipzig 1907/1910.
- [6] *Kreiszig, E.*: Statistische Methoden und ihre Anwendungen, Göttingen 1965.
- [7] *Wolf, H.*: Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, Bonn 1968.

Ein Beitrag zum Nachweis rezenter Bewegungen in den Hohen Tauern

Von *Erich Senftl*, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

Der Vergleich der Präzisionsnivellements durch den Tauerntunnel zwischen Bockstein und Mallnitz aus den Jahren 1909, 1949 und 1969 zeigt eine systematische Zunahme des Höhenunterschiedes in Richtung Nord—Süd. Aus dieser Tatsache ließe sich auf eine Bewegung des Gebirgskörpers im Sinne einer Kippung um eine Achse schließen, die etwa parallel zum Alpenhauptkamm liegen könnte.

Nachstehend wird über die drei Nivellements getrennt berichtet und eine Zusammenfassung der Meßergebnisse gegeben, die damit den Geologen zur Diskussion gestellt werden.

1. Das Nivellement von 1909

Der Bau des 8,5 km langen Eisenbahntunnels durch das Massiv der Hohen Tauern ermöglichte es dem k. u. k. Militärgeographischen Institut (MGI) in den Jahren 1906 bis 1910, eine Nivellementverbindung zwischen dem Salzachtal und dem Drautal, quer zum Verlauf des Alpenhauptkammes, herzustellen.

Die Messung dieser Linie — sie erhielt die Nummer 310 — wurde in drei zeitlich getrennten Abschnitten ausgeführt: 1906 längs der Straße von Lend nach Bad Gastein (bis zur Höhenmarke am Beamtenwohnhaus beim Bahnhof), 1909 auf der Bahntrasse von Bad Gastein durch den Tauerntunnel bis zur Höhenmarke am Bahnwärterhaus (BWH) Nr. 20 südlich von Mallnitz und schließlich 1910 ebenfalls auf dem Bahnkörper vom BWH Nr. 20 bis zur Höhenmarke an der Haltestelle Lendorf (BWH Nr. 153) der bereits bestehenden Linie Nr. 24 Spittal a. d. Drau—Lienz — Grenze.

Im Zusammenhang mit dem vorliegenden Beitrag interessiert nur das Nivellement im Bereich des Tauerntunnels selbst, auf das daher näher eingegangen werden soll.

Als Fixpunkte wurden, wie damals allgemein üblich, Höhenmarken (HM) gesetzt, und zwar im betrachteten Abschnitt am Bahnhof Bockstein, am Kabelhaus Nord unmittelbar neben dem Nordportal des Tunnels, in den Kammern 2, 5 und 7 (die seitlich in den Fels der Tunnelröhre eingesprengt sind) und schließlich am Kabelhaus Süd beim Südportal des Tunnels (siehe Abb. 1).

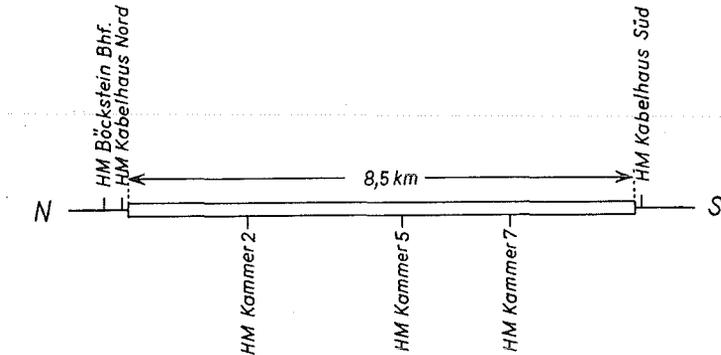


Abb. 1

Hin- und Rückmessung wurden von Hauptmann *Dubasiewicz* bzw. Hauptmann *Gregor* mit den Nivellierinstrumenten Nr. 6615 und 6981 von *Starke & Kammerer* und den (Holz-)Latten A' und H' ausgeführt. Letztere hatten bereits eine Einrichtung zur Bestimmung des Temperatur- und Feuchtigkeitseinflusses auf das Lattenmeter. Die Differenz zwischen Hin- und Rückmessung betrug 5 mm.

Es mag auf den ersten Blick bedenklich erscheinen, diese verhältnismäßig alten Messungen zu einem so kritischen Höhenvergleich heranzuziehen. Man muß jedoch beachten, daß die Messungen im Tunnel unter geradezu idealen atmosphärischen Bedingungen vor sich gehen und auch ein Fehler im Lattenmeter wegen des geringen Höhenunterschiedes nicht ins Gewicht fällt.

2. Das Nivellement von 1949

Im Jahre 1947 wurde in Österreich mit der Neumessung des Präzisionsnivelements begonnen. Neue Linien wurden angelegt und auf den bisherigen Linien die Zahl der Fixpunkte vorwiegend mit Höhenbolzen (HB) verdichtet.

Auch die oben erwähnte Linie 310 des MGI wurde neu gemessen und erhielt nun die Nummer 333. In dem betrachteten Abschnitt waren noch alle Höhenmarken aus dem Jahre 1909 vorhanden. Zu ihrer bequemeren Einmessung wurden in ihrer unmittelbaren Nähe noch folgende Höhenbolzen gesetzt: am Bahnhof Bockstein, am Kabelhaus Nord und am Kabelhaus Süd. Die Höhenmarken in den Kammern 2, 5 und 7 wurden im Seitennivellement an den nächstgelegenen Gleisfestlegungspunkt (siehe unten) angeschlossen. Je ein weiterer Bolzen am Nord- und Südportal des Tunnels sollte als zusätzliche Versicherung dienen. Hin- und Rückmessung haben *E. Scharpf* und *E. Senftl* mit Zeiss A-Nivellieren (mit Beleuchtungseinrichtung) und Invarlatten mit Halbzentimeterteilung, die mit Handlampen beleuchtet wurden

vorgenommen. Zur Lattenaufstellung dienten die Gleisfestlegungspunkte, die im Abstand von 100 m zwischen den beiden Schienensträngen einbetoniert waren. Diese 100 m-Abschnitte wurden dann noch durch einen schon vor der Messung ausgewählten und markierten Schienennagel unterteilt, so daß die Zielweite im Rück- und Vorblick immer gleich 25 m war.

Ein Vergleich dieser Messungen mit den Ergebnissen von 1909 zeigte nun eine Zunahme des Höhenunterschiedes von der HM Kammer 2 bis zur HM Kammer 7 von etwa + 19 mm. Selbst wenn man dem Nivellement aus dem Jahre 1909 eine geringere Genauigkeit zuerkennt, so muß doch bei der Größe des Betrages von 19 mm nach einer anderen Ursache gesucht werden. Es drängt sich zwangsläufig die Vermutung auf, daß es sich um eine Bewegung des ganzen Gebirgszuges handeln könnte. Um diese Annahme zu verifizieren, wurde für 1969 eine neuerliche Messung geplant. Im Verlauf von zwanzig Jahren müßte sich ja etwa der halbe Effekt zeigen, der bei der heutigen Meßgenauigkeit bequem zu erfassen ist.

3. Das Nivellement von 1969

Eine vorbereitende Erkundung deckte die betrübliche Tatsache auf, daß von den drei Höhenmarken im Tunnel nur noch jene in Kammer 7 vorhanden war, während die Höhenmarken in den Kammern 2 und 5 beim Einbau automatischer Signaleinrichtungen verloren gegangen waren. Leider waren auch die einbetonierten Gleisfestlegungspunkte zum größten Teil entfernt und überdies inzwischen die bisher verwendeten Schienennägel zur Befestigung der Schienen auf den Schwellen gegen federartige Klammern ausgetauscht worden. Damit waren auch die gegebenen Lattenaufstellungspunkte verloren.

Im Tunnel wurden daher zur dauerhaften Stabilisierung für die Zukunft im Abstand von 500 Metern — bei jedem halben und ganzen Kilometer — und zusätzlich noch bei Kammer 7 zum Anschluß der noch bestehenden Höhenmarke je ein Höhenbolzen gesetzt, insgesamt also 18 (siehe Abb. 2).

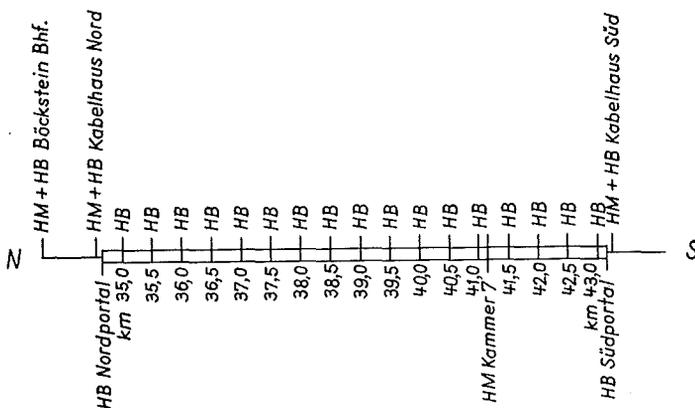


Abb. 2

Zur Aufstellung der Nivellierlatten wurden starke Nägel mit halbkugelförmigem Kopf im Abstand von 50 m in die Schwellen eingeschlagen. Die Zielweite war also wieder 25 m. Die Messung selbst wurde von *W. Losert* und *E. Senftl* mit automati-

Tabelle I
Ergebnisse der drei Nivellements

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ort	1909			1949				1969		
HM Böckstein Bhf.	0,0000			0,0000				0,0000		
HM Kabelhaus Nord	+ 0,9194	0,0000		+ 0,9297	0,0000			+ 0,9313	0,0000	
HB Nordportal	—	—		— 0,3767	— 1,3064		0,0000	— 0,3755	— 1,3068	0,0000
HM Kammer 2	+20,6036	+19,6842	0,0000	+20,6229	+19,6932	0,0000	+20,9996	—	—	—
HM Kammer 5	+48,0097	+47,0903	+27,4061	+48,0385	+47,1088	+27,4156	+48,4152	—	—	—
HM Kammer 7	+51,0791	+50,1597	+30,4755	+51,1175	+50,1878	+30,4946	+51,4942	+51,1256	+50,1943	+51,5011
HB Südportal	—	—	—	+45,1675	+44,2378	+24,5446	+45,5442	+45,1765	+44,2452	+45,5520
HM Kabelhaus Süd	+47,0250	+46,1056	+26,4214	+47,0683	+46,1386	+26,4454	+47,4450	+47,0762	+46,1449	+47,4517

schen Nivellieren (KONI) und Invarlatten mit Halbzentimetererteilung ausgeführt.

Tatsächlich zeigte nun der Vergleich der Messungen von 1949 und 1969 den erwarteten Effekt im Sinne einer weiteren Zunahme des Höhenunterschiedes in Richtung Nord—Süd.

4. Vergleich der Messungen von 1909, 1949 und 1969

In der Tabelle I sind die Ergebnisse der drei Nivellements zusammengestellt.

Von verschiedenen „Nullpunkten“ (HM Böckstein/Bahnhof, HM Kabelhaus Nord, HB Nordportal und HM Kammer 2) ausgehend, sind die gemessenen Höhenunterschiede bis zu allen nachfolgenden Fixpunkten aufsummiert. Ein Vergleich der Spalten 2 und 5 zeigt vorerst, daß sich die HM Böckstein/Bhf. von 1909 bis 1949 relativ zur HM Kabelhaus Nord um 10 mm gesenkt hat und diese wieder — bezogen auf die HM Kammer 2 — um 9 mm. Beide Bauwerke stehen auf aufgeschüttetem Boden. Zwischen 1949 und 1969 hat sich die HM Böckstein/Bhf. um weitere 1,5 mm gesenkt (Spalte 5 und 9), während die HM Kabelhaus Nord bereits unverändert blieb, wie ihr Höhenunterschied gegen den HB Nordportal zeigt (Spalte 6 und 10). Auch das Kabelhaus Süd steht auf aufgeschüttetem Gelände und hat sich noch von 1949 bis 1969 relativ zum HB Südportal um etwa 1 mm gesenkt (siehe z. B. Spalte 8 und 11). Die HM Böckstein/Bhf., Kabelhaus Nord und Kabelhaus Süd wurden daher von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen. Für 1909 und 1949 ist deshalb ein eindeutiger Vergleich nur im Tunnel zwischen den drei Höhenmarken in den Kammern 2, 5 und 7 möglich (Spalte 4 und 7) und hier zeigt sich die bereits früher erwähnte Zunahme des Höhenunterschiedes von + 19 mm. Für den Zeitraum von 1949 bis 1969 können die Messungen über die gesamte Tunnellänge vom HB Nordportal bis zum HB Südportal verglichen werden (Spalte 8 und 11) und ergeben eine Höhenzunahme von + 7,8 mm bzw. auf den Abstand Kammer 2 — Kammer 7 bezogen von etwa + 5 mm (Abb. 3).

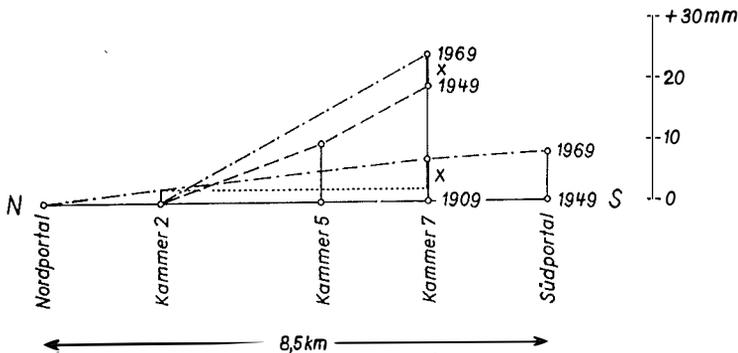


Abb. 3

Diese 5 mm sind nur etwa die Hälfte des erwarteten Betrages. Das kann nun an der sicherlich geringeren Genauigkeit der Messungen aus dem Jahre 1909 liegen oder aber die vermutete Bewegung des Gebirges erfolgt nicht gleichmäßig. Vielleicht wirken auch beide Faktoren zusammen.

Wie bereits eingangs erwähnt, ließe sich diese systematische Zunahme des Höhenunterschiedes von Nord nach Süd durch eine Kippung des Gebirgszuges erklären, deren Achse etwa parallel zum Alpenhauptkamm liegen würde. Die Frage ist nur, wo diese Achse liegt, da davon das Vorzeichen der Gebirgsbewegung abhängt. Liegt sie südlich des Tunnels, so würde das — wegen der Zunahme des Höhenunterschiedes — eine Senkung des Gebirges bedeuten, von der der nördliche Teil stärker betroffen wäre. Liegt sie jedoch im Norden, so würde das eine Hebung fordern, die sich wieder im Süden stärker auswirkt. Die Achse könnte natürlich ebenso gut innerhalb des Gebirgskammes liegen.

In diesem Zusammenhang sei auf das Schweredefizit unter dem Alpenhauptkamm hingewiesen, wie es in einer Karte der Bouguer-Anomalien (nicht allein nur auf Grund des Reduktionsverfahrens) zu erkennen ist¹⁾. Es kommt dadurch zustande, daß die Gebirge mit ihren Wurzeln tief in den magmatischen Untergrund, die Sima-Schicht, eintauchen und dabei Massen größerer Dichte verdrängen. Interessanterweise liegt aber hier das Schwereminimum und damit die Gebirgswurzel — wie schon lange bekannt — nicht direkt unter der höchsten Erhebung des Gebirges, sondern etwas nach Norden verschoben zwischen Bockstein und Badgastein. In Abb. 4 sind die Bouguer-Anomalien im Meridian des Tauerntunnels (etwa 130 10' östl. Länge) dargestellt.

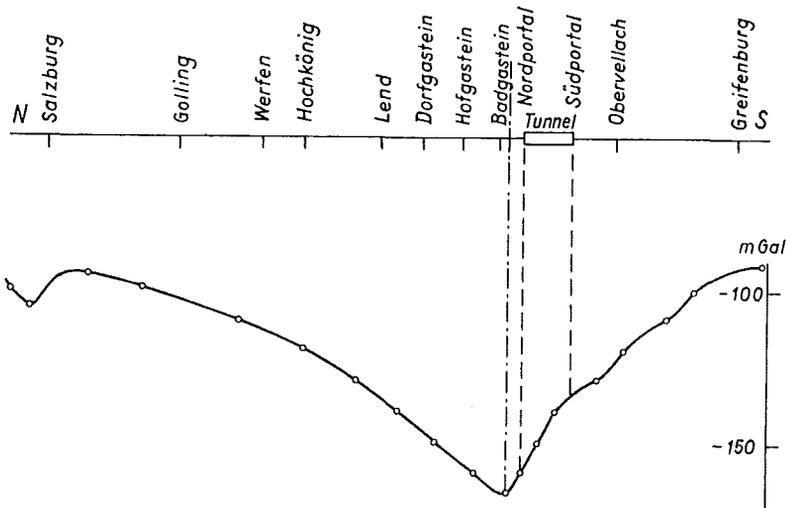


Abb.4

Es ist naheliegend, das Schwereminimum und die Lage der vermuteten Achse in Beziehung zu bringen, wobei aber wieder offen bleibt, ob es sich um ein weiteres Einsinken oder aber um eine (isostatische) Hebung des Gebirges handelt.

¹⁾ Siehe z. B. Schwerekarte von Österreich. Bouguer-Anomalien. Herausgegeben vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme). Bearbeitet von E. Senftl. Ausgabe 1965.

Leicht zu entscheiden wäre diese Frage, wenn man mit dem Nivellementvergleich entsprechend weit nach Norden und Süden ausgreifen könnte. Leider fehlt es hier an dem berühmten „festen“ Punkt, in diesem Fall an Felsmarken, die zu einem Höhenvergleich herangezogen werden könnten.

Für das Jahr 1970 ist deshalb die Verlängerung des Nivellements bis zum Gebirge nördlich der Salzach bei Lend und südlich der Möll bei Obervellach sowie bei Spittal a. d. Draugeplant. Umfangreiche Felsvermarkungen sollen dann in späteren Jahren durch den Vergleich zeitlich genügend weit auseinanderliegender Nivellements weitere Erkenntnisse über die Gebirgsbewegungen liefern.

Ergebnisbericht über weitere Tellurometermessungen im Österreichischen Netz 1. Ordnung

Von *Karl Rinner*, Graz

(*Schluß*)

3. Messungen im Testnetz Tirol

Im Testnetz Tirol wurden bei verschiedenartigen meteorologischen Bedingungen (Sonne, Nebel, Regen, Schnee) in der Zeit vom 6. 8. bis 23. 8. 1968 Messungen mit dem Tellurometer MRA 3 ausgeführt. Dabei konnten außer den 1967 gemessenen Seiten des Netzes 1. Ordnung auch die vom Pferschen Tribulaun ausgehenden Seiten (72), (76), (710), sowie die Diagonalen (29), (57), (510), (511) und (810) bestimmt werden. Es liegt daher nunmehr ein überbestimmtes Streckennetz mit zwei Zentralsystemen und fünf Diagonalen, also mit sieben Überbestimmungen vor.

Der Transport der Meßgruppen erfolgte durch kostenfrei überlassene geländegängige PKWs der Fa. Steyr-Daimler-Puch-Werke Graz. Vom Österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und anderen Förderern wurden die für die Durchführung der Messungen und Berechnungen benötigten Geldmittel zur Verfügung gestellt.

Die Messungen wurden von 2 Meßgruppen unter Leitung von Dipl.-Ing. K. Fally und cand. ing. W. Mendl mit je drei bis vier Hilfskräften (Studenten und Bergführer) ausgeführt. Die hohe Einsatzbereitschaft aller Beteiligten, welche die Überwindung der erheblichen bergsteigerischen Schwierigkeiten, darunter extreme Klettertouren, ermöglichte, sei besonders hervorgehoben.

Die Messung der Entfernungen erfolgte in mindestens zwei Sätzen mit je zehn Frequenzen, meteorologische Daten wurden nur in den Endpunkten, in gleicher Weise wie im Testnetz Steiermark ermittelt.

Die meteorologisch reduzierten Meßwerte wurden in üblicher Weise auf das Ellipsoid der Landesaufnahme projiziert und in das Gauss-Krüger-System des Testnetzes (s. [1]) abgebildet. *Tab. 5* enthält alle 1967 ($i = 1$) und 1968 ($i = 2$) gemessenen Entfernungen, sowie die Mittelwerte ($i = 1, 2$) dieser Messungen. Außerdem die Zuschlagswerte δ_E , δ_R , mit welchen nach den Beziehungen (1) aus den verebneten Seiten S_{GK} ellipsoidische und Raumentfernungen zwischen den Bodenpunkten s_E und s_R ermittelt werden können.

Bei der routinemäßig erfolgten Neuberechnung der Reduktionen für die Messungen 1967 ($i = 1$) wurde ein Zentrierfehler in der Seite (26) aufgedeckt und berichtigt. Auch für die übrigen Seiten ergaben sich durch eine neue, objektive Gewichtung von verschiedenen Messungen, durch richtige Anbringung von instrumentellen Zentriergrößen und durch erhöhte Rechenschärfe des (automatischen) Rechenprogrammes verbesserte Werte⁷⁾.

Seite	s_0 m	$\Delta 1$ mm	$\Delta 2$ mm	$\Delta 1,2$ mm	d_E mm	d_R mm
25	40 380	748	778	763	-385	+18 687
26	23 778	682	770	726	-278	+17 679
27	33 118	—	442	442	-379	+15 551
29	56 209	—	092	092	-318	+26 110
56	25 623	194	254	224	-068	+12 545
57	47 937	—	934	934	-118	+23 050
58	28 270	311	501	406	-026	+15 235
59	28 951	899	1 041	970	-018	+12 855
5 10	56 229	—	816	816	-094	+30 133
5 11	53 239	—	706	706	-302	+22 016
67	23 026	—	350	350	-090	+20 290
69	32 756	443	572	508	-036	+12 677
6 10	46 332	693	875	784	-086	+30 798
7 10	40 793	—	622	622	-074	+21 401
89	21 433	401	230	316	-061	+9 368
8 10	50 134	—	269	269	-145	+34 144
8 11	29 000	666	698	682	-323	+10 953
9 10	30 337	200	379	290	-130	+26 083
9 11	28 556	943	863	903	-286	+10 822
10 11	38 436	710	1 028	869	-511	+28 006

Tab. 5

Die in Spalte $i = 1$, Tab. 5, aufgeführten Daten unterscheiden sich daher von den in [1] in Tab. 9 mitgeteilten. Der Verfasser bedauert mitteilen zu müssen, daß deshalb die in [1] für das Testnetz Tirol abgeleiteten Ergebnisse zum Teil durch fehlerhafte oder nicht voll einwandfreie Reduktion der Meßergebnisse verfälscht sind und stellt diese mit diesem Bericht richtig. Wie sich später zeigen wird, ist die Auswirkung jedoch gering und betrifft im wesentlichen nur die Aussage über die Lage des Punktes 2 (Sulzkogel).

⁷⁾ Die Ursache hierfür liegt einerseits in der bedauernswerten Tatsache, daß die Berechnung und eine angeordnete Kontrolle durch Mitarbeiter mangelhaft ausgeführt wurden, andererseits in neu erkannten Verbesserungen des Reduktionsverfahrens bei extremen Höhenunterschieden.

Nach Tab. 5 weichen die 1967 ($i = 1$) und 1968 ($i = 2$) erhaltenen Werte vom Mittel ($i = 1, 2$) im Durchschnitt nur um ± 2 mm/km, maximal ± 4 mm/km ab.

Mit den vorliegenden Richtungen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (s. [1] Tab. 10) und Entfernungen in Tab. 5 wurden folgende Netze gebildet: Das Richtungsnetz *R*, das mit den Strecken 1967 ($i = 1$) gebildete kombinierte Richtungs- und Streckennetz *RSA*, Streckennetze *SB*, aus allen Strecken (einschließlich Diagonalen) und Richtung gebildete Netze *RSB* und schließlich Netze *RSC*, welche dem durch Strecken (ohne Diagonalen) ergänzten Teil des Netzes 1. Ordnung entsprechen.

Seite	Konfig.:	<i>RSA</i>	<i>SB</i>	<i>RSB</i>	<i>RSC</i>
	s_0 m	$\Delta 1$ mm	$\Delta 1,2$ mm	$\Delta 1,2$ mm	$\Delta 1,2$ mm
25	40 380	756	745	771	755
26	23 778	770	759	772	761
27	33 118	—	409	491	474
29	56 208	—	885	913	—
56	25 623	271	240	293	281
57	47 937	—	826	955	—
58	28 270	350	401	418	401
59	28 951	954	1 041	1 015	993
510	56 229	—	404	324	—
511	53 239	—	575	571	—
67	23 026	—	386	461	447
69	32 756	492	535	563	544
610	46 332	619	819	727	691
710	40 793	—	599	571	543
89	21 433	265	326	291	279
810	50 134	—	173	108	—
811	29 000	633	678	680	660
910	30 337	255	365	331	304
911	28 556	852	931	903	888
1011	38 436	677	847	770	744

Tab. 6

Diese Netze wurden mit den Gewichten (2) nach der inneren Fehlertheorie mit dem *INTEST*-Programm für alle Gruppen von Meßdaten ($i = 1, i = 2$ und $i = 1, 2$) im Rechenzentrum Graz ausgeglichen.

Pkt.	Konfiguration	Mittel aus den Messungen 1,2				
		dy mm	dx mm	a mm	b mm	θ °
2	SB	- 100	- 123	96	64	176-05
	RSB	- 111	- 110	48	32	87-05
	RSC	- 089	- 109	49	31	86-46
	R	- 312	- 126	67	46	98-08
5	SB	+ 70	+ 69	69	44	156-12
	RSB	+ 87	+ 89	31	30	56-18
	RSC	+ 99	+ 76	31	30	49-49
	R	+ 99	+ 186	62	38	63-14
6	SB	+ 184	+ 201	70	55	146-26
	RSB	+ 188	+ 169	29	22	67-51
	RSC	+ 199	+ 169	29	22	69-21
	R	+ 150	+ 162	46	32	51-41
7	SB	+ 349	+ 37	126	66	59-09
	RSB	+ 341	- 70	41	40	35-55
	RSC	+ 351	- 57	42	40	25-03
	R	+ 327	- 203	73	41	137-40
8	SB	+ 2	- 90	70	51	29-11
	RSB	+ 37	- 73	35	29	49-26
	RSC	+ 32	- 88	35	29	45-18
	R	+ 111	- 30	55	42	113-14
9	SB	- 83	- 8	63	52	30-34
	RSB	- 73	+ 49	26	23	86-31
	RSC	- 81	+ 46	27	23	84-01
	R	- 20	+ 78	42	34	109-05
10	SB	- 214	+ 19	83	61	90-14
	RSB	- 262	+ 91	43	37	109-41
	RSC	- 281	+ 113	44	38	117-46
	R	- 203	+ 70	64	51	32-48
11	SB	- 207	- 104	80	57	26-46
	RSB	- 207	- 145	45	32	72-44
	RSC	- 230	- 150	46	31	74-14
	R	- 153	- 137	58	46	92-49

Tab.7

Tab. 6 enthält die für die Messungen 1967 ($i = 1$) und das Mittel der Messungen 1967 und 1968 ($i = 1, 2$) erhaltenen Strecken. In Tab. 7 sind die für die Mittel $i = 1, 2$ folgenden Koordinatenverbesserungen dy , dx und die Elemente a , b , 0 der zugehörigen Fehlerellipsen zusammengestellt. Eine graphische Darstellung der Fehlerellipsen zeigt Fig. 2.

Die für die einzelnen Netze charakteristischen Fehlermaße (Anzahl n der Beobachtungen, Anzahl \ddot{u} der Überbestimmungen, mittlerer Punktfehler \bar{m}_p , mittlerer relativer Fehler $\bar{\mu}_s$ der ausgeglichenen Strecken und Maßstabsfaktor sind in Tab. 8 aufgeführt.

Eine vollständige Mitteilung der hier aus Platzgründen nicht aufgeführten weiteren Ergebnisse der Ausgleichungen sowie der mittleren Fehler der einzelnen Strecken und Richtungen und Fehlermatrizen soll in [8] erfolgen.

Messung	Konfiguration	n	\ddot{u}	m_0		\bar{m}_p mm	$\bar{\mu}_s$ mm/km	$\alpha - 1$ mm/km
				"	mm/km			
1	R	30	10	± 0.55	± 5.7	± 72	—	—
	RSA	42	21	0.45	4.5	67	± 2.21	+4.47
2	SB	20	7	± 0.29	± 3.0	± 93	± 2.37	+1.94
	RSB	50	29	0.42	4.3	55	1.78	+1.63
	RSC	45	24	0.43	4.4	59	2.07	+2.38
1,2	SB	20	7	± 0.40	± 4.1	± 102	± 2.52	+3.10
	RSB	50	29	0.43	4.4	49	1.56	+2.86
	RSC	45	24	0.43	4.4	50	1.72	+3.45

Tab. 8

Aus den in Tab. 5 bis 8 enthaltenen und in Fig. 2 dargestellten Ergebnissen lassen sich einige Aussagen erkennen:

Die Fehlerellipsen für das Streckennetz *SB* sind wesentlich größer als für das Richtungsnetz *R*. Erst für das kombinierte Netz *RSB* nehmen sie kleine, mit den Ergebnissen im Testnetz Steiermark vergleichbare Werte an. Die Ursache liegt in der Tatsache, daß nur für 12 von 20 Strecken zwei Messungen vorliegen, im Testnetz Steiermark aber drei Messungen für jede der 26 Strecken. Außerdem ist die Zahl der Überbestimmung geringer und die geometrische Form ungünstiger.

Aus dem gleichen Grunde sind auch die mittleren Punkt- und Streckenfehler \bar{m}_p und $\bar{\mu}_s$ für die Netze *SB* mit maximal ± 10 cm und $\pm 2,5$ mm/km größer als für die mit Richtungen gebildeten Netze *R*, *RSA*, *RSB* und *RSC* mit maximal ± 7 cm und $\pm 2,2$ mm/km.

Der im Verhältnis zum Testnetz Steiermark große Richtungsfehler $m_0 = \pm 0,55''$ und die in den Punkten 2. und 5. mehr als ± 30 cm erreichenden Koordinatenverbesserungen im zwangsfrei ausgeglichenen Richtungsnetz *R* bestätigen die in [1] vermuteten Inhomogenitäten im Landesnetz.

Der aus den neu reduzierten Streckenmessungen 1967 ($i = 1$) im Netz *RSA* (entspricht dem Netz *RS* in [1]) erhaltene Maßstabsfaktor verringert sich auf

$\pm 4,5$ mm/km, liegt aber noch im Fehlerbereich von ± 2 mm/km des in [1] ermittelten Wertes von $+6,5$ mm/km. Die Streckenmessungen 1968 ($i = 2$) ergeben einen noch geringeren Wert von etwa $+2$ mm/km, aus dem Mittel beider Messungen folgt übereinstimmend aus allen Netzen ein Wert von etwa $+3$ mm/km. Dieser besitzt einen mittleren Fehler von ± 2 mm/km und ist nicht mehr *signifikant*.

An Stelle des in [2] behaupteten Maßstabsfaktors von $+6$ mm/km kann daher nur mehr die Vermutung für das Vorliegen eines Maßstabsfaktors von $+3$ mm/km ausgesprochen werden. Doch liegt für beide Aussagen ein Fehlerintervall von ± 2 mm/km vor.

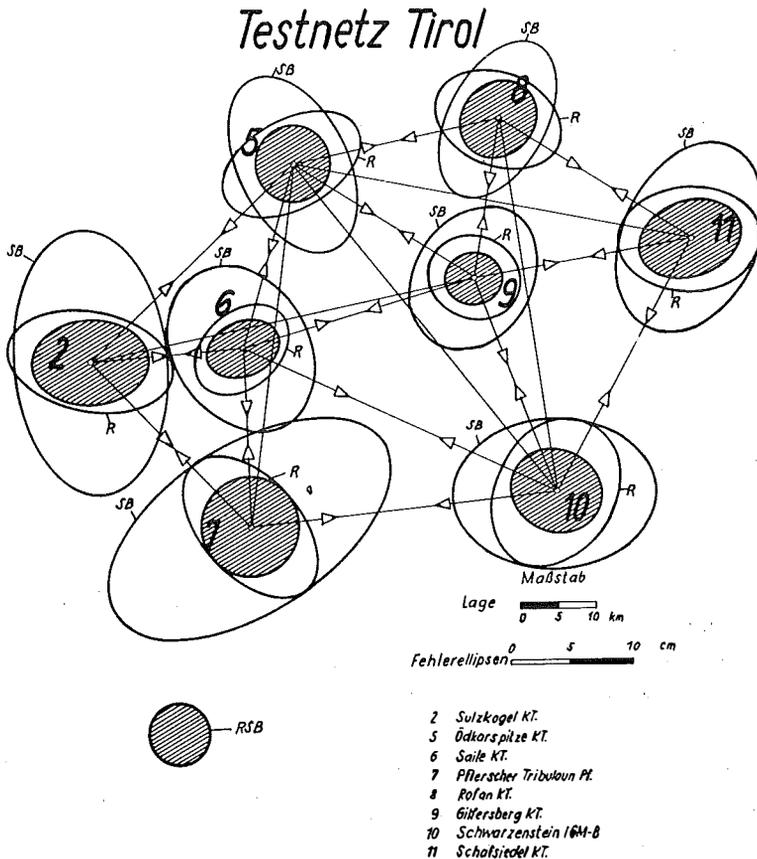


Fig-2

Die in [1] enthaltene Aussage über eine fehlerhafte Lage des Punktes 2 (Sulzkogel) im Betrag von 1 m war zum Teil durch die fehlerhafte Zentrierung der Seite (25) bedingt. Sie wird auf den im Richtungsnetz *R* aufscheinenden Betrag reduziert, welcher sich aus den für Punkt 2 und die in [1] als fehlerfrei angenommenen Punkte 6 und 11 zusammensetzt.

Ein Vergleich der Ergebnisse für die Netze *RSB* und *RSC* zeigt, daß im Netz *RSB* mit allen Meßdaten geringfügig bessere Ergebnisse erhalten werden als im Netz *RSC*, in welchem die Entfernungsmessungen für die langen Diagonalen nicht

benutzt werden. Dies kann als Bestätigung für die richtige Gewichtsannahme der Streckenmessung angesehen werden und für die in Ziff. 1 enthaltene Feststellung, daß jede richtig gewichtete Meßgröße zur Verbesserung des Ergebnisses beiträgt.

Einen bemerkenswerten Einblick in die Güte und die Aussagekraft der Ergebnisse gibt ein Vergleich mit den vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in den Jahren 1967 und 1968 mit dem Geodimeter (NASM 2) bestimmten Seiten (5, 6) (Saile-Ödkar-Spitze) und (2, 6) (Saile-Sulz-Kosel). Nach [9] und einer schriftlichen Mitteilung vom Dezember 1969 wurden bei außerordentlich sorgfältiger und aufwendiger Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse die in Tab. 10 aufgeführten Werte für die Raumentfernungen erhalten. Zum Vergleich werden diese den aus den Tab. 5 und 6 entnommenen entsprechenden Tellurometerseiten gegenübergestellt.

	Seite 5 6	m_s	Seite 2 6	m_s
Geodimeter 2, BA	25.635.883m	$\pm 0.060m$	23.796.474m	$\pm 0.056m$
Tellurometer MRA 3 Meßwert (Mittel, 1967, 1968)	25.635.77 m		23.796.36m	
Ausgleich SB	78	± 0.06	44	± 0.06
RSB	84	± 0.04	45	± 0.05
RSC	83	± 0.04	44	± 0.05

Tab. 10

tiger und aufwendiger Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse die in Tab. 10 aufgeführten Werte für die Raumentfernungen erhalten. Zum Vergleich werden diese den aus den Tab. 5 und 6 entnommenen entsprechenden Tellurometerseiten gegenübergestellt.

Messung	S_R m	m_s m	Messung	S_R m	m_s m
6 5	25 635, 84	$\pm 0,04$	5 9	28 964, 87	$\pm 0,04$
6 9	32 769, 24	0,05	9 10	30 363, 41	0,05
6 10	46 363, 52	0,06	10 7	40 814, 97	0,07
6 7	23 046, 75	0,05	7 2	33 134, 04	0,07
6 2	23 796, 45	0,05	2 5	40 399, 46	0,06

Tab. 9

Aus dem Vergleich folgt, daß bereits die Meßwerte der Tellurometermessungen innerhalb des durch den doppelten mittleren Fehler bestimmten Intervalles der Geodimetermessung liegen, das der üblichen statischen Sicherheit von 95% entspricht. Aus den Netzen folgen im Sinne der in Ziff. 1 ausgedrückten Erwartung weitere Annäherungen. Werte, welche aus dem mit allen Meßdaten gebildeten Netz RSB folgen, unterscheiden sich für die Strecke (56) nur um 2 mm/km, für die Strecke (26) um 1 mm/km vom Geodimeterwert. Im Sinne der Ausgleichsrechnung sind daher

die aus den Tellurometernetzen folgenden Werte für diese Seiten gleichwertig den Geodimeterseiten.

Mit Hilfe der in Tab. 5 enthaltenen Zuschläge δ_E , δ_R können aus den in Tab. 6 mitgeteilten verebneten Seiten S_{GK} , welche aus den verschiedenen Netzausgleichen folgen, nach den Gln. (1) ellipsoidische Seiten s_E und Raumentfernungen s_R gebildet werden. Für die in der Satelliten-Traverse Tromsö-Catania liegende Seite (6, 7) (Saile-Pflerscher Tribulaun) und die Seiten des Zentralsystems um den Punkt 6 (Saile) werden die aus dem Netz mit allen Meßdaten RSB folgenden Raumentfernungen s_R und ihre mittleren Fehler in Tab. 9 mitgeteilt. Hinsichtlich weiterer Darstellungen sei auf [8] verwiesen.

4. Zusammenfassung

Die 1968 durchgeführten Tellurometermessungen bestätigen im wesentlichen die aus den Messungen in [1] für das Testnetz Steiermark erhaltenen Ergebnisse. Im Testnetz Tirol ergeben sich Änderungen hinsichtlich der Aussage über die Lage des Punktes 2 (Sulzkogel), sowie über den Maßstabsfaktor. Der Vergleich einer Geodimeterseite mit den aus verschiedenen Kombinationen von Tellurometerseiten und Richtungen gebildeten Netzen ergibt eine fehlertheoretische Gleichwertigkeit der Ergebnisse. Damit ergeben sich erste Hinweise für die vom Verfasser erwartete Kompensation von meteorologischen Einflüssen bei Mikrowellenmessungen in Netzverbänden.

5. Danksagungen

Für die gewährte Unterstützung sagt der Verfasser ergebenen Dank den folgenden Institutionen:

Dem Österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, der Agrartechnischen Abteilung der Steiermärkischen Landesregierung und ihrem Vorstand Hofrat Dipl.-Ing. Hödl, der Steyr-Daimler-Puch-Werke AG und dem Rechenzentrum Graz.

Außerdem dankt der Verfasser seinen Mitarbeitern Dipl.-Ing. K. Fally, cand. ing. W. Mendl, Dipl.-Ing. H. Rinner, Dipl.-Ing. Kienast für die Durchführung der Messungen und Mithilfe bei der Auswertung.

Studie über terrestrische Reambulierung photogrammetrisch bestimmter Einschaltpunktfelder

Von *Walter Smetana*, Wien
(Schluß)

2. 5 Diskussion der Fehlerformeln

Bei der für terrestrische EP-Nachbestimmung mit geringen Punktabständen von etwa 300 m berechtigten Vernachlässigung des Einflusses von Winkelmeßfehlern auf die Bestimmung eines Neupunktes lauten vorerst die bezüglichen Fehlerformeln aus 2. 1 bis 2. 4:

Für das Vorwärtseinschneiden

$$\text{a) über orientierte Richtungen: } M_P \approx \frac{M}{\sin \gamma} \quad \dots(10)$$

$$\text{b) über Dreieckswinkel: } M_P \approx \frac{M}{\sqrt{1 - K \cos \gamma}} \quad \dots(18)$$

$$\text{Für das Rückwärtseinschneiden: } M_P \approx \frac{M}{2\Delta_t} \cdot \sqrt{\frac{(at_3)^2 + (bt_1)^2 + (ct_2)^2}{2}} \quad \dots(23)$$

$$\text{Für Trilateration: } M_P \approx \frac{M}{\sin \gamma} \quad \dots \text{ aus (30)}$$

Bei allen terrestrischen EP-Bestimmungen ist zunächst festzustellen, daß der mittlere Punktlagefehler des Neupunktes direkt proportional dem mittleren Punktfehler der Ausgangspunkte ist.

Bei der Methode des Vorwärtseinschneidens über orientierte Richtungen und der Trilateration ist der mittlere Punktlagefehler des Neupunktes direkt proportional dem mittleren Punktfehler der Ausgangspunkte und verkehrt proportional dem \sin des Schnittwinkels γ . Das heißt also, je kleiner der Schnittwinkel, umso größer wird der Punktfehler des Neupunktes.

Bei der Methode des Rückwärtseinschneidens ist der mittlere Punktlagefehler des Neupunktes wieder direkt proportional dem mittleren Punktfehler der Ausgangspunkte und verkehrt proportional der Fläche des betreffenden Reziprokdreieckes, d. h. also, je kleiner diese Fläche, umso größer wird der Punktfehler.

Man kann jedoch in Fehlerformel (23) für das Rückwärtseinschneiden den Schnittwinkel γ der Seiten a u. b des Reziprokdreieckes einführen, und erhält

$$M_P = \frac{M}{\sin \gamma} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \left[\left(\frac{t_1}{a} \right)^2 + \left(\frac{t_3}{b} \right)^2 + \left(\frac{t_2 \cdot c}{a \cdot b} \right)^2 \right]} \quad \dots(32)$$

Setzt man darin $t_1 = t_2 = t_3$ und für die gemessenen Winkel α u. β ein, so erhält man durch eine einfache Transformation

$$M_P = \frac{M}{\sin \gamma} \cdot \sqrt{\frac{(1 - \cos \alpha) + (1 - \cos \beta) + (1 - \cos (\alpha + \beta))}{4 (1 - \cos \alpha) \cdot (1 - \cos \beta)}} \quad \text{bzw.}$$

$$M_P = \frac{M}{\sin \gamma} \cdot \sqrt{\frac{3 - (\cos \alpha + \cos \beta + \cos (\alpha + \beta))}{4 (1 - \cos \alpha) \cdot (1 - \cos \beta)}} \quad \text{oder auch} \quad \dots(33)$$

$$M_P = \frac{M}{\sin \gamma} \cdot \sqrt{\frac{\sin^2 \frac{\alpha}{2} + \sin^2 \frac{\beta}{2} + \sin^2 \frac{\alpha + \beta}{2}}{8 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \frac{\beta}{2}}}$$

Betrachtet man zunächst Formel (32), so erkennt man, daß der Wurzelausdruck je nach den Verhältnissen von $\frac{t_1}{a}, \frac{t_2}{b}, \frac{t_3}{a}$ u. $\frac{c}{b}$ Werte annehmen kann, die sowohl kleiner als auch größer als 1 werden können.

Auf Grund und anhand der im Abschnitt 4 dieser Studie dargestellten Netzmaschenformen und ihren mittleren Punktlagefehlern, sowie einer Auswertung des die gemessenen Winkel α u. β enthaltenden Wurzelausdruckes der transformierten Fehlerformeln (33) bei ungefähr gleich langen t , können die Genauigkeitsverhältnisse beim Rückwärtseinschneiden näherungsweise folgendermaßen mathematisch formuliert werden:

$$\left. \begin{aligned} t_1 \approx t_2 \approx t_3, \alpha = 100^\circ \wedge 170^\circ \geq \beta \geq 100^\circ &\implies \frac{M}{\sin \gamma} \cdot 0,8 \leq M_P \leq \frac{M}{\sin \gamma} \cdot 1,0 \\ t_1 \approx t_2 \approx t_3, \alpha = 70^\circ \wedge 170^\circ \geq \beta \geq 70^\circ &\implies \frac{M}{\sin \gamma} \cdot 1,0 \leq M_P \leq \frac{M}{\sin \gamma} \cdot 1,5 \\ t_1 \approx t_2 \approx t_3, \alpha = 50^\circ \wedge 150^\circ \geq \beta \geq 50^\circ &\implies \frac{M}{\sin \gamma} \cdot 1,4 \leq M_P \leq \frac{M}{\sin \gamma} \cdot 2,2 \end{aligned} \right\} \dots (34)$$

Formelgruppe (34) läßt erkennen, daß der mittlere Punktlagefehler infolge fehlerhafter Ausgangspunkte eines rückwärtseingeschnittenen Einschaltpunktes einer bestimmten EP-Netzmasche auch noch von der Größe der gemessenen Winkel α u. β abhängig ist, was in den Koeffizienten 0,8 1,0 1,4 1,5 u. 2,2 von (34) zum Ausdruck kommt.

Da man jedoch in der Praxis der terrestrischen Nachbestimmung von EP immer bloß die drei bzw. vier besten Schnittkombinationen zur Berechnung eines solchen EP heranziehen wird, zeigen die geringsten mittleren Punktfehler aus Abschnitt 4 dieser Studie, daß man in den meisten Fällen $M_P \approx \frac{M}{\sin \gamma}$, bzw. $M_P \approx \frac{M}{\sin \gamma} \cdot 0,8$ zur Beurteilung der Güte eines rückwärtseingeschnittenen EP annehmen kann.

Bei der Methode des Vorwärtseinschneidens über Dreieckswinkel ist gemäß der Fehlerformel (18) der mittlere Punktlagefehler wieder direkt proportional dem Fehler der Ausgangspunkte und verkehrt proportional einem Wurzelausdruck, der außer dem Verhältnis n der beiden Seiten a u. b auch noch den \cos des Schnittwinkels γ enthält. Ist dieser Winkel größer als 100° , wird der Wurzelausdruck größer als 1 und M_P demnach kleiner als M , welche Tatsache bereits in Formelgruppe (19) aus 2. 2. 1 mathematisch dargelegt wurde.

3 Fehler-Diagramm (Abb. 1)

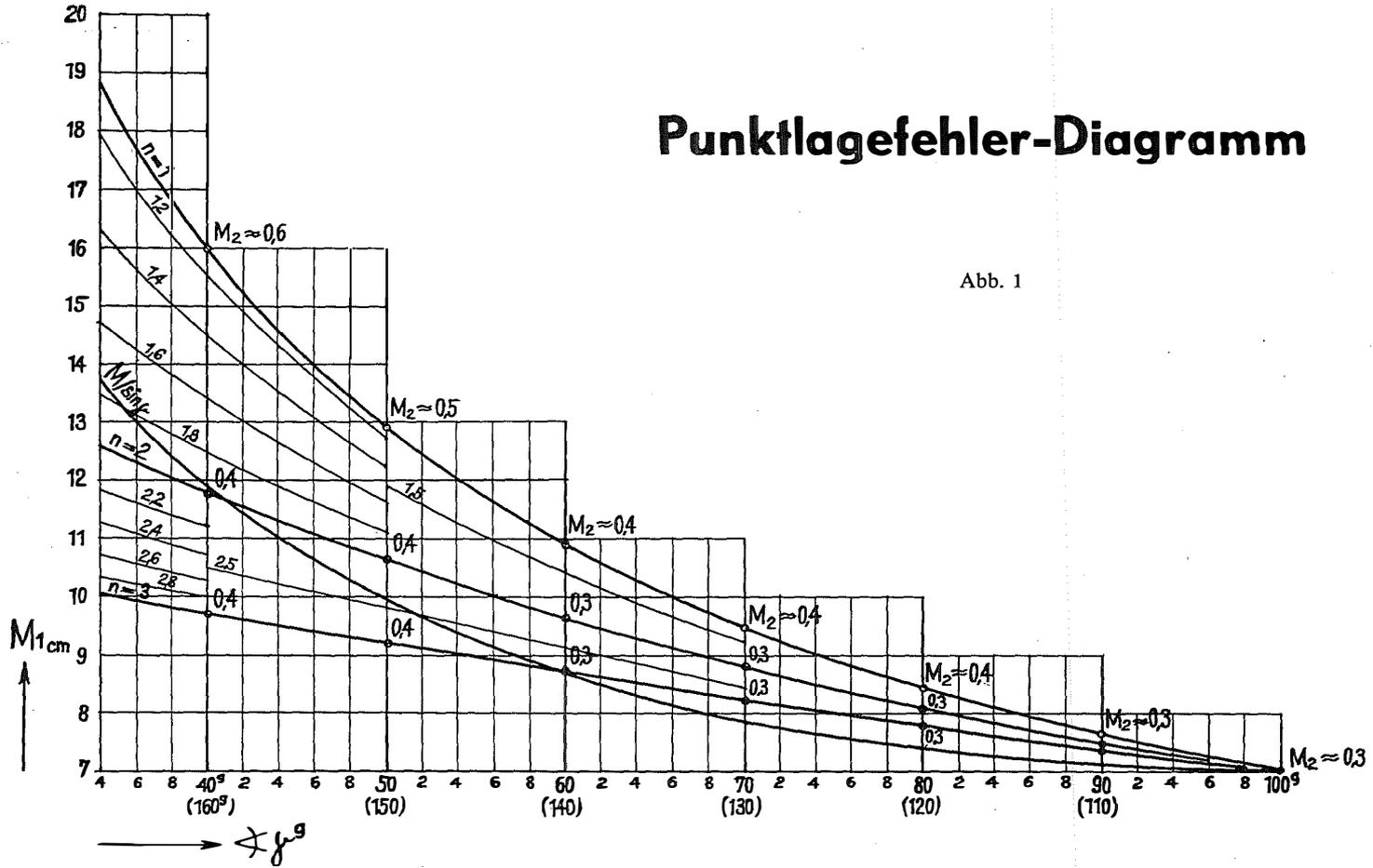
Zur Auswertung der im Abschnitt 2 entwickelten Fehlerformeln kann der Praktiker ein Diagramm benutzen, das für alle terrestrischen Methoden der EP-Bestimmung anwendbar ist.

3. 1 Aufbau des Diagrammes

Die Abszissenachse enthält eine gleichmäßig geteilte Neugradskala für einen Schnittwinkelbereich von $\gamma = 34^\circ$ bzw. 166° bis 100° . Die Ordinatenachse trägt eine gleichmäßig geteilte Skala für M_1 mit einem Bereich von 7 cm ... 20 cm. Außerdem enthält das Diagramm Kurven mit der Bezeichnung $n = 1, 1,2, 1,4, 1,5, 1,6, 1,8, 2, 2,2, 2,4, 2,5, 2,6, 2,8, 3$ und $M/\sin \gamma$. Weiters enthalten die Kurven $n = 1,2$ u. 3 die

Punktlagefehler-Diagramm

Abb. 1



Werte für M_2 , d. h. den Punktfehleranteil infolge fehlerhafter Richtungs- bzw. Winkelmessung für die Seitenlängen von $a = 100$ m, wobei $b \leq a$ ist.

3. 2 Gebrauch des Diagrammes

3. 2. 1 Auswertung der Fehlerformel (10) aus 2. 1. 2 betreffend das Vorwärtseinschneiden über orientierte Richtungen: $M_P = \frac{M}{\sin \gamma}$.

Man sucht den Schnittwinkel γ an der mit $\sphericalangle \gamma$ gekennzeichneten Abszissenachse auf, geht entlang der Parallelen zur Ordinatenachse bis zur Kurve $M/\sin \gamma$ und liest daran den Ordinatenwert M_1 ab.

3. 2. 2 Zur Auswertung der transformierten Fehlerformel (18) für das Vorwärtseinschneiden über Dreieckswinkel $M_P = \frac{M}{\sqrt{1 - K \cos \gamma}}$, wobei $K = \frac{2n}{n^2 + 1}$ und n das zu bestimmende Verhältnis der beiden Seiten a u. b bedeuten, sucht man zunächst den Schnittwinkel γ auf der Abszissenachse des Diagrammes auf, geht dann entlang der Parallelen zur Ordinatenachse bis zur betreffenden n -Kurve und liest daran den Ordinatenwert M_1 ab.

3. 2. 3 Auswertung der Fehlerformel für das Rückwärtseinschneiden, infolge fehlerhafter Ausgangspunkte, Gleichung (23)

An Stelle der strengen Formel $M_P \approx \frac{M}{2 \Delta_r} \cdot \sqrt{\frac{(at_3)^2 + (bt_1)^2 + (ct_2)^2}{2}}$ gelangt die vereinfachte, transformierte und näherungsweise gültige Fehlerformel $M_P \approx \frac{M}{\sin \gamma} \cdot K$ zur Auswertung, wobei K die in (34) aus Abschnitt 2.5 ausgewiesenen, von α u. β abhängigen Koeffizienten bedeuten. Die Auswertung mit Hilfe des Diagrammes erfolgt gemäß 3. 2. 1 betreffend das Vorwärtseinschneiden über orientierte Richtungen, wobei jetzt beim Rückwärtseinschneiden $\frac{M}{\sin \gamma}$ noch mit dem bezüglichen Faktor K zu multiplizieren ist.

3. 2. 4 Die Auswertung der Fehlerformel (31) aus 2. 4. 1 betreffend den Gesamteinfluß der Koordinatenfehler der gegebenen Punkte und der Streckenmeßfehler auf die EP-Bestimmung durch Trilateration $M_P = \frac{M}{\sin \gamma} \cdot 1,1$ mit Hilfe des Diagrammes erfolgt wieder in gleicher Weise wie unter 3. 2. 1, wobei im Falle der Trilateration der am Diagramm abgelesene Wert M_1 noch mit dem Faktor 1,1 zu multiplizieren ist.

4 Die mittleren Punktlagefehler $M_{P_{cm}}$ aller $\binom{n}{2}$ bzw. $\binom{n}{3}$ möglichen Schnittkombinationen bei der terrestrischen Nachbestimmung eines verlorengegangenen EP in drei typischen EP-Netzmaschenformen

Einer tabellenförmigen Zusammenstellung, in der alle möglichen Kombinationen durch eine entsprechende Aneinanderreihung der betreffenden Punktbezeichnungen der jeweiligen Netzmaschenformen gekennzeichnet sind, ist für die im Abschnitt 2 dieser Studie dargelegte terrestrische EP-Bestimmungsmethode der mittlere

Punktlagefehler infolge fehlerhafter Ausgangspunkte in cm zu entnehmen, wobei bei der Methode des Vorwärtseinschneidens über orientierte Richtungen die erste Zeile von M_P und bei der Methode des Vorwärtseinschneidens über Dreieckswinkel die zweite Zeile von M_P Gültigkeit hat.

4. 1 Netzmaschenform: Gleichseitiges Dreieck mit einer Seitenlänge von $s = 340$ m, verlorengangener und neu zu bestimmender EP von 6 Altpunkten umgeben (Abb. 2).

4. 1. 1 M_{Pcm} für Vorwärtseinschneiden über orientierte Richtungen, bzw. Dreieckswinkel, $\binom{n}{2} = 15$

Kombin. ...	12	13	14	15	16	23	24	25	26	34	35	36	45	46	56
M_{Pcm} ...	8	8	∞	8	8	8	8	∞	8	8	8	∞	8	8	8
	10	6	∞	6	10	10	6	∞	6	10	6	∞	10	6	10

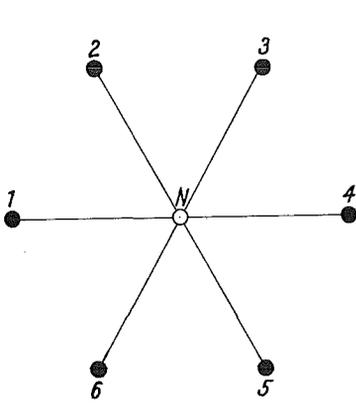


Abb. 2

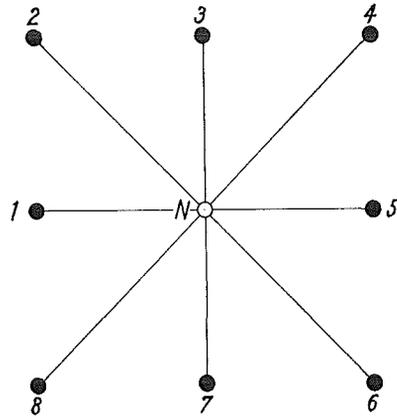


Abb. 3

4. 1. 2 M_{Pcm} für Rückwärtseinschneiden, $\binom{n}{3} = 20$

Kombin. ...	123	124	125	126	134	135	136	145	146	156	234	235	236	245	246
M_{Pcm} ...	13	8	8	13	8	6	8	8	8	13	13	8	8	8	6

Kombin. ...	256	345	346	356	456
M_{Pcm} ...	8	13	8	8	13

4. 1. 3 M_{Pcm} für Trilateration, $\binom{n}{2} = 15$

Kombin. ...	12	13	14	15	16	23	24	25	26	34	35	36	45	46	56
M_{Pcm} ...	9	9	∞	9	9	9	9	∞	9	9	9	∞	9	9	9

4. 2 Netzmaschenform: Quadrat mit einer Seitenlänge von $s = 340$ m, verlorengangener und neu zu bestimmender EP von 8 Altpunkten umgeben (Abb. 3).

4. 2. 1 M_{Pcm} Für Vorwärtseinschneiden über orientierte Richtungen bzw. Dreieckswinkel $\binom{n}{2} = 28$

Kombin. ...	12	13	14	15	16	17	18	23	24	25	26	27	28	34	35	36	37	38	45	46	
M_{Pcm} ...	10	7	10	∞	10	7	10	10	7	10	∞	10	7	10	7	10	∞	10	10	7	
	12	7	6	∞	6	7	12	12	7	6	∞	6	7	12	7	6	∞	6	12	7	
Kombin. ...	47	48	56	57	58	67	68	78													
M_{Pcm} ...	10	∞	10	7	10	10	7	10													
	6	∞	12	7	6	12	7	12													

4. 2. 2 M_{Pcm} für Rückwärtseinschneiden, $\binom{n}{3} = 56$

Kombin. ...	123	124	125	126	127	128	134	135	136	137	138	145	146	147	148	
M_{Pcm} ...	∞	16	11	9	10	8	10	7	6	7	10	11	6	6	9	
Kombin. ...	156	157	158	167	168	178	234	235	236	237	238	245	246	247	248	
M_{Pcm} ...	11	7	11	10	16	∞	8	10	9	11	16	16	7	6	7	
Kombin. ...	256	257	258	267	268	278	345	346	347	348	356	357	358	367	368	
M_{Pcm} ...	9	6	6	9	7	16	∞	16	11	9	10	7	6	11	6	
Kombin. ...	378	456	457	458	467	468	478	567	568	578	678					
M_{Pcm} ...	11	8	10	9	16	7	9	∞	16	10	8					

4. 2. 3 M_{Pcm} für Trilaterationen, $\binom{n}{3} = 28$

Kombin. ...	12	13	14	15	16	17	18	23	24	25	26	27	28	34	35	
M_{Pcm} ...	11	8	11	∞	11	8	11	11	8	11	∞	11	8	11	8	
Kombin. ...	36	37	38	45	46	47	48	56	57	58	67	68	78			
M_{Pcm} ...	11	8	11	11	8	11	∞	11	8	11	11	8	11			

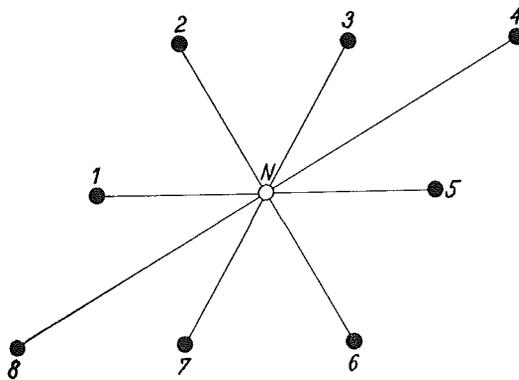


Abb. 4

4. 3 Netzmaschenform: Rhombus mit einer Seitenlänge von $s = 340$ m, verlorengangener und neu zu bestimmender EP von 8 Altpunkten umgeben (Abb. 4)

4. 3. 1 Vorwärtseinschneiden über orientierte Richtungen, bzw. Dreieckswinkel,

$\binom{n}{2} = 28$

Kombin. ...	12	13	14	15	16	17	18	23	24	25	26	27	28	34	35
M_{Pcm} ...	8	8	14	∞	8	8	14	8	7	8	.	8	7	14	8
	10	6	6	∞	6	10	14	10	7	6	∞	6	7	14	10
Kombin. ...	36	37	38	45	46	47	48	56	57	58	67	68	78		
M_{Pcm} ...	8	∞	14	14	7	14	∞	8	8	14	8	7	14		
	6	∞	6	14	7	6	∞	10	6	6	10	7	14		

4. 3. 2 M_{Pcm} für Rückwärtseinschneiden, $\binom{n}{3} = 56$

Kombin. ...	123	124	125	126	127	128	134	135	136	137	138	145	146	147	148
M_{Pcm} ...	13	9	8	8	13	12	11	8	6	8	11	18	6	8	13
Kombin. ...	156	157	158	167	168	178	234	235	236	237	238	245	246	247	248
M_{Pcm} ...	8	8	18	13	∞	17	12	13	8	8	9	∞	9	6	6
Kombin. ...	256	257	258	267	268	278	345	346	347	348	356	357	358	367	368
M_{Pcm} ...	8	6	6	8	9	∞	17	∞	18	13	13	8	8	8	6
Kombin. ...	378	456	457	458	467	468	478	567	568	578	678				
M_{Pcm} ...	18	12	11	13	9	6	13	13	9	11	12				

4. 3. 3 M_{Pcm} für Trilateration, $\binom{n}{2} = 28$

Kombin. ...	12	13	14	15	16	17	18	23	24	25	26	27	28	34	35
M_{Pcm} ...	9	9	15	∞	9	9	15	9	8	9	∞	9	8	15	9
Kombin. ...	36	37	38	45	46	47	48	56	57	58	67	68	78		
M_{Pcm} ...	9	∞	15	15	8	15	∞	9	9	15	9	8	15		

Die in Abschnitt 4 errechneten und ausgewiesenen mittleren Punktlagefehler M_{Pcm} aller 274 bzw. 345 möglichen Schnittkombinationen für die in Abb. 2, 3 und 4 dargestellten Netzmaschenformen lassen erkennen, daß ungefähr 70% aller Kombinationen einen Punktlagefehler $M_{Pcm} \approx 6 \dots 11$ cm, ca. 20% einen Fehler $M_{Pcm} \approx 12 \dots 18$ cm und ca. 10% einen Fehler von $M_{Pcm} = \infty$ aufweisen.

Weiters ist den tabellenförmigen Zusammenstellungen zu entnehmen, daß der geringste Einfluß der Koordinatenfehler der Ausgangspunkte bei stumpfen Schnittwinkeln und Berechnung über Dreieckswinkel zu bemerken ist, nämlich für $M = 7 \text{ cm} \wedge \gamma > 100^\circ \implies M_P \approx 6 \text{ cm}$.

Zur Bestimmung einer optimalen Punktlage mit einer Nachbarschaftsgenauigkeit von $M_P \approx 7$ cm, wird man die drei besten Schnittkombinationen der betreffenden terrestrischen Bestimmungsmethode nach bereits bekannten Regeln auswählen und die Berechnung entweder von Hand aus oder elektronisch durchführen. Durch eine einfache Mittelbildung der so errechneten Koordinaten wird der neu bestimmte Einschaltpunkt die geforderte Nachbarschaftsgenauigkeit erhalten.

Zur Auswahl der drei besten Schnittkombinationen möchte ich noch für den Praktiker bemerken, daß nach meinen Ausführungen in [5] betreffend die Schätzung des mittleren Punktfehlers eines mehrfach eingeschnittenen Einschaltpunktes laut Tabelle 1, S. 28, für $q = 3$ bzw. 4 mögliche Schnittkombinationen, die Multipli-

kationskonstante $K_{V(R)} \approx 0,707$ beträgt, und demnach der mittlere Punktlagefehler des Minimum-Zentroides in Abhängigkeit der besten Schnittkombination mit einem mittleren Punktfehler M_1 für Abschätzungszwecke: $M_{Pmin} \approx M_1 K_{V(R)} = M_1 \cdot 0,707$ angesetzt werden kann; d. h. also, daß man in der Praxis bei der Auswahl der Schnittkombinationen einen Punktlagefehler von $M_1 = 10$ cm für den besten Schnitt noch zulassen darf, wenn $M_{Pmin} = 7$ cm aus $q = 3$ bzw. 4 möglichen Schnittkombinationen erreichen soll.

Literatur:

- [1] *Jordan-Eggert*: Handbuch der Vermessungskunde, 1931, 2. Band, 1. Halbband, S. 427–429: „Genauigkeit des Vorwärtseinschneidens“.
- [2] *Ackerl F.*: „Der Vorwärtseinschnitt aus fehlerhaften Festpunkten“, Österr. Ingenieur-Archiv, Bd. III, Heft 3, 1949, Seite 239, Glchg. (25).
- [3] *Smetana W.*: „Kriterium zur Bestimmung eines fehlerhaften Ausgangspunktes beim mehrfachen Rückwärtseinschneiden“, Ö. Z. f. V. Jg. 51, 1963, Nr. 2, Seite 48–53.
- [4] *Smetana W.*: „Punktlagefehler-Felddiagramm für das Rückwärtseinschneiden“, Ö. Z. f. V. Jg. 47, 1959, Nr. 1, Seite 8–12.
- [5] *Smetana W.*: „Schätzung des mittleren Punktfehlers eines mehrfach eingeschnittenen Einschaltpunktes“, Ö. Z. f. V. Jg. 57, 1969, Nr. 1, Seite 22–28.

Referat

Nachbargenauigkeit und Kataster*)

Von *Kornelius Peters*, Wien

Die Verdichtung des Festpunktfeldes durch Einschaltpunkte verschiedener Konzeption bewirkte eine verstärkte Diskussion um die bei technisch-rechtlichen Vermessungen nötige Nachbargenauigkeit. Die vorliegende, am Institut für Landes- und Katastervermessung entstandene Dissertation soll zur Klärung dieses Problemkreises beitragen.

In der geodätischen Literatur wird schon seit mindest 150 Jahren mit dem Nachbarschaftsbegriff operiert. Nachbargenauigkeit ist die Abhängigkeit des mittleren Fehlers der Länge einer Strecke zwischen zwei durch eine geeignete Zuordnung als Nachbarn definierten Punkten von dieser Länge. Diese von Burkhardt 1955 angedeutete Definition erscheint auf Grund einer Untersuchung einer Anzahl bestehender oder möglicher Alternativen als die für die Praxis brauchbarste. Weiters werden der Nachbargenauigkeit von Lageaufnahmen ähnliche Zusammenhänge, die im Vermessungswesen und ganz allgemein in der Physik auftreten, beschrieben.

Die Nachbargenauigkeit von Lageaufnahmen wird a priori und a posteriori untersucht. Am Beispiel des Richtungsabschlußfehlers sowie der absoluten und relativen Koordinatenfehler im Polygonzug soll gezeigt werden, wie Fehler der Ausgangspunkte und Meßfehler zusammenwirken. Interessanterweise ergibt sich eine gute Übereinstimmung zwischen a-priori-Fehlerabschätzungen und amtlichen Fehlergrenzen. Die Fehlerübertragungseigenschaften der affinen Transformation zeigen die günstige Besonderheit, daß innerhalb einer gleichseitigen Dreiecksmasche mit auch gleichen Streckenfehlern, also Verhältnissen, wie sie bei photogrammetrischen EP-Netzen auftreten, die Streckenfehler zwischen allen innerhalb der Masche liegenden transformierten Punkten unabhängig von der Richtung nur proportional der Streckenlänge sind.

Verschiedene Arten der Punkteinschaltung durch Richtungen und Strecken werden für zwei Arten von Festpunkt-Dreiecksmaschen durch ein ALGOL 60-Rechenprogramm auf Abhängigkeit der Punktlage- und Streckenfehler von der Lage der Punkte innerhalb der Masche, der Meßmethode, den Fehlern der Meßmittel und der Ausgangspunkte gecheckt. Im Sinne einer möglichst homogenen

*) Autorenreferat über die an der Technischen Hochschule Wien approbierte Dissertation gleichen Themas. Begutachter: o. Prof. Dr. A. Barvir und Honorar-Prof. Dr. h. c. K. Neumaier.

Streckengenauigkeit erweist sich die doppelte Polaraufnahme als bestes Verfahren. Hier liegt der größte Streckenfehler innerhalb der Masche bei 70% des mittleren Punktlagefehlers der Ausgangspunkte! Dieses Verfahren kann auch als Näherung für einen kurzen Polygonzug von EP zu EP aufgefaßt werden. Da das Rechenprogramm jeweils die günstigsten Schnitte von zwei Punkten aus auswählt, erbringen eine dritte Richtung bzw. Strecke mit Ausgleich nach der Methode der kl. Qu. gegenüber dem einfachen Vorwärts- bzw. Streckenschnitt einen Genauigkeitsgewinn von durchschnittlich nur 10%–20%, abgesehen von einigen Unstetigkeitsstellen, wo er max. 30% beträgt.

Auch in rein photogrammetrischen Operaten liegt der mittlere Streckenfehler bei Einzelpunktauswertung bei ± 5 cm im Optimum bei den für den Kataster interessanten Streckenlängen von 20–50 m.

Abweichend von der interessanten Dissertation Oberholzers, der durch eine Fragebogenaktion die von der Volksmeinung in der DBR geforderte Streckengenauigkeit für Katastermessungen ermittelte, wird in der vorliegenden Arbeit durch Vergleich Naturmaß–Sollmaß zwischen genau vermarkten und definierten Punkten getestet, wie genau Grenzmarken eingemessen bzw. wiederhergestellt werden können. In Wien ergab sich hierbei ein mittlerer Streckenfehler von $\pm 12,5$ cm, und zwar für Kopfbreiten ± 10 cm, Parzellenlängen ± 16 cm, Straßenbreiten $\pm 12,5$ cm. Die durchschnittliche Streckenlänge hiebei war in der Reihenfolge von vorhin 19, 18, 34 und 13 m. In Gebieten mit sehr hohem Bodenwert und kurz zurückliegender Parzellierung sank der Streckenfehler auf ± 5 cm. Diesen Wert kann man also a priori wie auch a posteriori als Optimum bei sorgfältigster Vermessung und Vermarkung bezeichnen. Zum Vergleich gemessene Strecken zwischen photogrammetrischen EP hatten einen mittleren Fehler von ± 7 cm, zwischen Bauwerkseckpunkten ± 3 bzw. ± 5 cm, zwischen Autobahngrenzsteinen ± 10 cm. Als Sollmaße dienten bei den zuerst zitierten Grenz-Sperrmaßen die Angaben der Original-Parzellierungen, bei den EP die Koordinaten, sodann die Bau-Ausführungspläne und die Autobahn-Schlußvermessungen. Die Abhängigkeit des m. F. von der Streckenlänge ist im Bereich zwischen 0 und 100 m statistisch nur schwach gesichert, wohl aber läßt sich ein Zusammenhang zwischen Art der Vermarkung und Schwund der EP und auch der Autobahnsteine nachweisen.

Im dritten Abschnitt werden die rechtlichen Aspekte der Nachbargenauigkeit erörtert, das Problem des Flächenausmaßes und des Bodenwertes gestreift und die neue österreichische Vermessungsverordnung kurz der völlig anders konzipierten holländischen Katasteranweisung gegenübergestellt.

Es wird nachgewiesen, daß die tatsächlich erreichbare Nachbargenauigkeit primär von der Vermarkung der Grenzen, ihrer Dauerhaftigkeit und Sorgfalt abhängt. Diese optimale Streckengenauigkeit ist, von verschwindenden Ausnahmefällen abgesehen, bei geeignetem Einsatz der aktuellen Meßmittel auch bei Einbinden in photogrammetrische EP-Netze zu erwarten.

Mitteilungen

Ministerialrat Dipl.-Ing. Paul Hofbauer — 60 Jahre

Verleihung des großen Ehrenzeichens für Verdienste um die Republik Österreich

Vor kurzem vollendete der mit 1. Jänner 1970 zum neuen Leiter der Abteilung 19 im Bundesministerium für Bauten und Technik bestellte Ministerialrat Dipl.-Ing. Paul Hofbauer sein 60. Lebensjahr.

Der Jubilar wurde am 31. Jänner 1910 als Sohn des Oberrechnungsrates Paul Hofbauer in Wien geboren. Nachdem er die Reifeprüfung an der Höheren Abteilung für Maschinenbau der Technisch-Gewerblichen Bundeslehranstalt in Wien I mit Auszeichnung abgelegt hatte, war er 2½ Jahre in der Privatwirtschaft als Konstrukteur tätig. Im Anschluß daran studierte er an der Technischen Hochschule in Wien Vermessungswesen, wo er nach einer 3monatigen Praxis als Hilfstechner im Bezirksvermessungsamt Oberpullendorf im Jahre 1936 die zweite Staatsprüfung ablegte.

Vom 1. September 1936 bis 7. September 1937 diente Dipl.-Ing. Hofbauer als Einjährig-Freiwilliger in der Meßbatterie des Selbständigen Artillerieregiments „Kaiser Maximilian I“ in Kaiser-ebersdorf.

Ende 1937 wurde Dipl.-Ing. Hofbauer als Vertragsangestellter in den Personalstand des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen übernommen. In der Folge erwarb er sich grundlegende praktische Kenntnisse auf dem Gebiet des Vermessungswesens bei den Vermessungsämtern in St. Pölten und Oberpullendorf. Am 21. Dezember 1938 legte Dipl.-Ing. Hofbauer seine Fachprüfung für den Höheren Vermessungsdienst ab.

Kurz vor Ausbruch des Zweiten Weltkrieges zur Wehrdienstleistung einberufen, war Dipl.-Ing. Hofbauer im militärischen Karten- und Vermessungswesen tätig. Nach seiner Entlassung aus der Kriegsgefangenschaft stellte sich Dipl.-Ing. Hofbauer am 2. März 1946 unverzüglich beim Vermessungsamt in Linz für die Neuorganisation des Vermessungsdienstes zur Verfügung. In den folgenden Jahren bewies Dipl.-Ing. Hofbauer seine hervorragenden organisatorischen Fähigkeiten beim Wiederaufbau des Vermessungswesens als Leiter des Vermessungsamtes in Vöcklabruck. Zum Oberkommissär des Vermessungsdienstes ernannt, übernahm Dipl.-Ing. Hofbauer im Jahre 1953 die Leitung des Vermessungsamtes in Bludenz, von wo er am 1. März 1954 in die damalige Abteilung 10 des Bundesministeriums für Handel und Wiederaufbau als Sachbearbeiter für das Vermessungswesen berufen wurde. Am 1. Juli 1954 zum Ministerialsekretär befördert, war Dipl.-Ing. Hofbauer ab 1. Jänner 1958 Stellvertreter des Leiters der Abteilung 19, der die Angelegenheiten des Maß- und Eichwesens sowie der Internationalen Meterkonvention und der Internationalen Organisation für das gesetzliche Meßwesen, Angelegenheiten des staatlichen Vermessungswesens, der geophysikalischen, katastralen und topographischen Vermessung des Bundesgebietes, des Landkartenwesens, Angelegenheiten der Internationalen Erdmessung sowie der Vermessung und Vermarkung der Bundesgrenzen, des privaten Vermessungswesens sowie administrative und technische Angelegenheiten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen übertragen waren.

Am 1. Juli 1959 zum Sektionsrat und am 1. Jänner 1965 zum Ministerialrat befördert, hat Dipl.-Ing. Hofbauer am 1. Jänner 1970 die Nachfolge in der Leitung der gleichen Abteilung im nunmehrigen Bundesministerium für Bauten und Technik nach dem wegen Erreichung der Altersgrenze aus dem aktiven Dienst scheidenden Min.-Rat Dipl.-Ing. Stephan Nagy angetreten.

Sein umfassendes Fachwissen, seine Gründlichkeit und Genauigkeit sowie seine jahrzehntelange Erfahrung auf dem Gebiet des Vermessungswesens haben Min.-Rat Dipl.-Ing. Hofbauer befähigt, die ihm gestellten, oft schwierigen Aufgaben stets zielführend und mit unermüdlicher Gewissenhaftigkeit zu lösen. Sein verdienstvolles Wirken hat am 19. März 1970 durch die Überreichung des Großen Ehrenzeichens für Verdienste um die Republik Österreich aus der Hand des Herrn Bundesministers Dr. Kotzina sichtbare Anerkennung gefunden.

Möge ihm in den künftigen Jahren viel Erfolg in seiner neuen verantwortungsvollen Tätigkeit beschieden sein.

F. Bernhardt

Professor Dr. Rinner — Ehrung

Die Amerikanische Gesellschaft für Photogrammetrie hat Professor Dr. K. Rinner, Graz, für seine Publikation "Problems of Two-Medien Photogrammetry" in Photogrammetric Engineering die 2. Stufe des Talbert Abrams verliehen. Die Überreichung fand bei der Hauptversammlung der Gesellschaft, am 4. März 1970, in Washington statt.

R.

Buchbesprechungen

Gérard Durbec, (Diplomé de l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques): **Cours de Topométrie Générale, Tome II**, Editions Eyrolles, Paris 5^e, 1969. (280 Seiten, 244 Figuren, 14 Tafeln, 1 Falttafel, Preis 86 F.)

Sehr bald nach Band I (besprochen in dieser Zeitschrift, 1970, Nr. 1) erschien Band II, der die Verfahren der Aufnahme und die Höhenmessung in den auf den Band I folgenden Kapiteln 10–22 behandelt.

Am Beginn werden im allgemeinen Umriß die in Frankreich verfügbaren Vermessungsunterlagen beschrieben und die bei ihrer Entstehung benützten Verfahren der Triangulation und Höhenbestimmung. Beigegebene Übersichtspläne der Triangulation I. O. und der Nivellementlinien sind

in zu kleinem Maßstab gehalten, nur sparsamst mit Namen versehen und daher höchstens dem Franzosen eine Information über die Gegend der Punktlagen.

Die Verfahren der Aufnahme sind sehr kurz besprochen und stets gegliedert in: Prinzip, Durchführung, Genauigkeit, Anwendung, graphische Darstellung, Berechnung der rechtwinkligen Koordinaten (für die betreffende Aufgabe). Bis hierher ist die Art der Darstellung nicht als hochschulmäßig ansprechbar, sondern auf Mittelschule abgestimmt.

Dies ändert sich ab Kapitel 14 mit dem Übergang auf die Höhenbestimmung, wo der Autor wohl nichts Neues bringt, aber viele interessante Einzelheiten über in Frankreich offenbar auch heute noch verwendete ältere Instrumente und die Verfahren ihrer Justierung.

Das Kapitel 17 ist den automatischen Nivellierinstrumenten gewidmet und behandelt alle bis 1969 in praktischem Gebrauch stehenden Geräte und recht ausführlich die Art der Wirkung ihrer Kompensatoren.

In den abschließenden Kapiteln wird noch auf die trigonometrische und barometrische Höhenbestimmung eingegangen.

Ein kurzer Hinweis auf Terrainformen und ihre Darstellung in Plänen leitet über zu Anwendungen der topographischen Aufnahmen für öffentliche Arbeiten, für Profil- und Kurvenabsteckungen.

Man darf festhalten, daß in diesem II. Band sehr viel Interessantes und Modernes enthalten ist, unterbrochen und umrandet von Hinweisen auf Verfahren und Instrumente, die in unserem Bereich längst der Vergangenheit angehören. Trotzdem ein sehr lesenswertes Buch, für das hinsichtlich Ausdrucksweise und Sprache alle lobenden Anmerkungen gelten, die in der erwähnten Besprechung des Bandes I gegeben wurden.

F. Ackerl

J. C. O. van Gijzen: Optische Distanzmessung: Doppelbild oder Distanzfäden. 80 Seiten mit 49 Abbildungen. Verlag Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie Wageningen. 1969. Preis Dfl. 10,—.

Die in deutscher Sprache abgefaßte Arbeit ist eine Studie über die Automation der optischen Distanzmessung mit der Beschränkung auf das Photographieren des Lattenbildes. Der erste Teil der sehr eingehenden Untersuchungen erstreckt sich auf die Doppelbilddistanzmessung.

Bei ihrer Automation müssen die durch das Fernrohr und das Prisma hervorgerufenen Fehler beseitigt oder korrigiert werden. Wohl ist eine Korrektur möglich, aber in der Praxis nicht ausführbar. Der Autor beschreibt Systeme, bei denen Fernrohr- und Prismenfehler nicht vorkommen, aber sie haben Nachteile, die eine praktische Anwendung verhindern. Eine einfache und praktische Lösung ist eine von der Mitte aus beiderseits geteilte Latte. Mit einer solchen wurden gute Ergebnisse erzielt.

Bei den folgenden Untersuchungen der Fadendistanzmessung treten besonders die Fehler der Fokussierung in Erscheinung. Eine Möglichkeit den Einfluß einer Fehlfokussierung auszuschalten, besteht in der Anbringung einer Blende hinter dem Okular. Messungen mit Fadenkreuzmessern, bei denen der Fokussierfehler ausgeschaltet war, haben ergeben, daß die Fadenkreuzmessung gleich genau ist, wie die Doppelbildmessung. Diese größte Genauigkeit bei der Fadenkreuzmessung kann aber nur durch Photographieren des Lattenbildes erzielt werden. Der Temperatureinfluß wurde nach den Untersuchungen bei der Doppelbildmessung und bei der Fadenkreuzmessung mit Ausziehokular gleich groß gefunden.

Das Ergebnis der ausgeführten Untersuchungen zeigt, daß der Fadenkreuzmesser durch die einfachere Optik dem Doppelbildmesser wegen der Bildfehler des Prismas und dem getrennten Strahlenlauf der beiden Bilder bei der Automation vorzuziehen wäre.

Schließlich bringt der Autor eine kritische Betrachtung der Literatur über optische Distanzmessung. Ein Anhang enthält eine Beschreibung der bei den Untersuchungen verwendeten Instrumente, ferner eine Zusammenfassung (deutsch, englisch und holländisch). Ein Literaturverzeichnis beschließt die Arbeit, die einen wertvollen Beitrag zur Automation der Distanzmessung darstellt.

Rohrer

E. H. Thompson: An Introduction to the Algebra of Matrices with some Applications. Verlag Adam Hilger, London 1969. 229 Seiten.

Die großen Vorteile der Matrix-Algebra bei der Lösung praktischer Ingenieurprobleme haben diesem Zweig der Mathematik in den letzten Jahren große Verbreitung zuteil werden lassen.

Man wird kaum ein modernes Lehrbuch irgendeiner Disziplin der angewandten Mathematik finden, das nicht ausgiebigen Gebrauch von der Matrix-Algebra macht; dies gilt ganz besonders für die Vermessungskunde und die Photogrammetrie. Wem die Matrix-Algebra fremd ist, der wird z. B. die gegenwärtige Literatur über die Ausgleichsrechnung einfach nicht mehr verstehen. Nun haben aber die meisten im Beruf stehenden Ingenieure zur Zeit ihres Studiums nichts oder nicht genug von der Matrix-Algebra vermittelt bekommen. Um diesem Mangel abzuwehren, wurde das vorliegende Buch geschrieben. Der Autor wendet sich an alle Ingenieure und Wissenschaftler, denen die Mathematik Hilfswissenschaft ist, die Tatsache aber, daß er selbst als Lehrer für Photogrammetrie und Geodäsie an der Universität London wirkt, macht das Buch für seine Fachkollegen besonders geeignet. Vertreter der reinen Mathematik werden gewiß weniger Freude daran haben, für sie ist es aber auch nicht geschrieben worden.

Elf Kapitel umfaßt das Buch. Sie bringen nach einer elementaren Einführung den schrittweisen Aufbau der Matrix-Algebra, stets begleitet von praktischen Anwendungen vorzugsweise auf Probleme des engeren Fachgebietes des Autors. Man findet also nach Determinanten, adjungierten und inversen Matrizen die Theorie linearer Gleichungen, die Differentiation von Matrizen, Vektorräume, lineare Transformation, homogene Gleichungen, orthogonale Matrizen, quadratische Formen, Drehungen in drei Dimensionen, Kartesische Koordinaten, affine und euklidische Transformationen, Methode der kleinsten Quadrate und die Lösung linearer Gleichungssysteme. 140 eingestreute Übungsaufgaben sollen den Leser in der Verarbeitung des Textes unterstützen. Das Werk hätte noch sehr an Bedeutung gewonnen, wären die Lösungen dieser Aufgaben etwa in einem Anhang mitgeteilt worden. Wohl sind die gestellten Aufgaben meist einfacher Natur, das eine oder andere nicht bewältigte Problem jedoch kann einen Leser sehr entmutigen. Der englische Text ist relativ einfach gehalten, er sollte kein Hindernis für das Studium dieses ausgezeichneten Werkes darstellen. Der Stil des Autors läßt das Interesse bis zum Schluß nicht erlahmen. Dazu trägt auch der angenehme und klare Satz bei. Allen Fachkollegen, die am Fortschritt ihrer Wissenschaft teilhaben wollen, sei dieses Werk bestens empfohlen.

K. Bretterbauer

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.

Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica, Budapest 1969: Fasc. 3—4. *Hazay, L.*: Anwendung von Projektionen bei ellipsoidischen Berechnungen. — *Rózsa, M.*: Gezeitenerscheinungen am Balaton. — *Márton, P.*: Seismic waves in an elastic medium of infinite extension. — *Steiner, F.*: Die praktische Anwendung einer theoretisch gegebenen nonlinearen Methode auf dem Wege der maschinellen Rechnungen. — *Halmos, F.*: Suitable use of gyrotheodolites in surface and underground surveying. — *Fanselau, G.*: Testverfahren zur Deutung geophysikalischer Meßprofile. — *Takács, E.*: The orientation of the magnetotelluric impedance ellipses. — *Homoródi, L.*: Untersuchungen der Genauigkeit der mit abgeleiteten Winkeln vollzogenen Triangulierung. — *Somogyi, J.*: About the direct determination of the elements of rotation matrix. — *Tárczy-Hornoch, A.*: Über den günstigsten Schnittwinkel und über die Genauigkeitsmaße beim einfachen Vorwärtseinschnitt.

Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Karlsruhe 1970: Nr. 1. *Mittermayer, E.*: Zum Geodätischen Bezugssystem 1967. — *Herrig, H.* und *Michels, D.*: Die Benutzung einer Großrechenanlage zur integrierten Verarbeitung von Vermessungsaufgaben. — *Oberholzer, G.*: Neue Fehlergrenzen in Baden-Württemberg. — *Grafarend, E.*: Prädiktion und Punktmaße. — *Panther, D. A.*: Doppelpunkteinschaltung durch Streckenmessung (Ausgleichung nach bedingten Beobachtungen.) — Nr. 2. *Kuntz, E.*: Messung von Zenitdistanzen in der elektrooptischen Entfernungsmessung. — *Mitter, J.*: Zum Aufbau des Dampfdruckfeldes in Bodennähe. — Einige weitere Beiträge zur Bestimmung des mittleren Dampfdruckes längs eines Mikrowellenstrahles aus Endpunktmessungen. — *Maier, U.*: Zur Berechnung der meteorologischen Reduktion von Geodimeter-

messungen. — *Schott, P.*: Ein Beitrag zur elektrischen Temperaturmessung. — *Zwickert, E.*: Messungen mit dem Infrarot-Distanzmesser WILD-DISTOMAT DI 10.

Bildmessung und Luftbildwesen, Karlsruhe 1970: Nr. 1. *Kraus, K.*: 32. Photogrammetrische Wochen 1969 in Karlsruhe. — *Zarzycki, J. M.*: Experience in Guyana with Aerodist as Part of a Mapping System. — *Lambert, B. P.*: Geodätische und topographische Arbeiten in Australien. — *Albertz, J.*: Sehen und Wahrnehmen bei der Luftbildinterpretation. — *Vink, A. P. A.*: Methodology of Air-Photo-Interpretation as illustrated from the Soil Sciences. — *Schlager, Ch. W.*: Interpretation of Lunar Photography. — *Meier, H.-K.*: Modellvorstellungen zur Luftbild-Aufnahmedisposition und ihr Vergleich mit praktischen Testergebnissen. — *Hardy, J. W.*: Automatic Stereoplotting with the EC-5/Planimat. — *Schneider, H.*: Einsatz der Luftbildmessung beim Aufbau einer Straßendatenbank. — *Linkwitz, Kl.*: Digitale Geländemodelle. — *van den Hout, C. M.*: Digitale Grundrißkartierung in großen Maßstäben. — *Bosmann, E. R.* und *Eckhart, D.*: Unabhängige Einheiten in der digitalen Grundrißkartierung.

Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, Florenz 1969: Nr. 3. *Birardi, G.*: Geodesy of artificial satellites. Star selection, computation and observation of their plate coordinates. — *De Concini, C.* and *Proverbio, E.*: Compensation of the relative personal errors during the national campaign of longitudes, 1967–1968. — *Bernini, F.* and *Sgavetti, M.*: Survey of tidal currents with aerial photogrammetric methods. Comments on a test carried out on the Venice Lagoon. — Nr. 4. *Trombetti, C.*: Polar geodetic coordinates formulae from geophysical coordinates within geodetic field. — *Astori, Br.* and *Fondelli, M.*: Present and future applications of the Analytical Plotter. — *Antongiovanni, R.*: Study on the errors of a high precision planimetric polygonal. — *Becini, P.*: A method of observation and computation for approximate determination of astronomic latitudes and longitudes.

Geodesia, Maastricht 1969: Nr. 10. *Hooysberg, M.*: Transportable Türme für den vermessungstechnischen Gebrauch. — Nr. 12. *Claessen, W. A.*: De voerstraalmethode.

Geodetický a kartografický obzor, Prag 1969: Nr. 10. *Kolářný, A.*: Utilitare Kartographie, ein Weg zur optimalen Wirksamkeit der kartographischen Information. — *Kelnar, B.*, *Králík, J.* und *Skovajšík, A.*: Reliefkarten und ihre Bedeutung. — *Svoboda, J.* und *Musilek, J.*: Karte für die Heimatkunde. — *Martinek, M.*: Applikation der statistischen Methode bei der morphologischen Typisierung. — *Koudelka, F.*: Laufendhaltung des Polygonnetzes auf dem Gebiet der Hauptstadt Prag. — Nr. 11. *Souček, Z.*: Rechenarbeiten für die Laufendhaltung großmaßstäblicher Karten. — *Kukuča, J.*: Meßgenauigkeit aus dem Gesichtspunkt der Informationstheorie. — *Kouba, J.*: Geodätischer und kartographischer Dienst in Schweden. — *Cimbálik, M.*: Gemeinsames internationales Symposium der Kommission für die Neuausgleichung des europäischen Triangulierungsnetzes und der Kommission für das Satellitennetz. — Nr. 12. *Kučera, K.*: Formeln für den Rauminhalt eines geraden, kreis- und übergangsbogenförmigen Erdmassenblocks. — *Dobrava, J.*: Bedeutung der kartographischen Lehrmittel beim Unterricht in der modernen Schule. — *Roubík, O.*: Beitrag der tschechoslowakischen Kartographie zur Modernisierung der Schulbildung. — *Kuchař, K.*: Thema-Karten. — *Demek, J.* und *Kousal, J.*: Konzeption und Inhalt der Übersichtskarten physikalisch-geographischer Region der CSSR im Maßstab 1:200000.

Géomètre, Paris 1969: Nr. 6. *Clos-Arceud, A.*: Remarques sur quelques astrolabes d'autrefois — XII^e Congrès de la F.I.G. — Rapport des Commissions. — Nr. 7. *Baronnet, A.*: Etude graphique des singularités terrestres et lunaires. — Nr. 11–12. *Charlot, P.*: La compensation pendulaire.

Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Hannover 1969: Nr. 3/4. „Ermittlung von Grundstückswerten“ (Nach Vorträgen, die auf Fortbildungsveranstaltungen der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung in Hannover und Oldenburg im Mai 1969 gehalten wurden).

Photogrammetria, Amsterdam 1969: Nr. 2/3. *Frank, A. H. E.* and *Manten, A. A.*: W. Schermerhorn and his role in the development of photogrammetry. — *Matsuno, K.*, *Hase, H.* and *Nishimura, K.*: On IR imagery and its application to the mapping of geothermal distributions. — *Kronberg, P.*: Zur geologischen Auswertung von Luftbildern. — *Vermeer, J.*: Results of an objective comparison of film filter combinations applied to an example of photointerpretation for soil survey. — *Bosman, E. R.*: Some general remarks about the use of parametric and nonpara-

metric statistical tests. — *Nr. 4. Danielli, P.*: In memoriam Professor Enrico Marchesini. — *Steiner, D.*: The role of „Photogrammetria“ and its relation to photo interpretation. — *Krakau, C. E. T.*: A devise for the automatic, continuous recording of stereoscopic visual acuity. — *Burkhardt, R.*: Provisional standard tests of the International Society for Photogrammetry (I.S.P.) for photogrammetric measuring and plotting instruments. — *Galmier, D. and Lacot, R.*: Photointerpretation, with examples of its usefulness.

Photogrammetric Engineering, Falls Church, USA, 1969: *Nr. 11. Meyer, M. P. and Maklin, H. A.*: P. I. Techniques for EK IR Transparencies. — *Philpotts, L. E. and Wallen, V. R.*: IR Color for Crop Identification. — *Wagenaar, W. A. and van Meeteren, A.*: Noisy Line-Scan Pictures. — *McNeil, G. T.*: Underwater Photography. — *Klaver, J.*: New Kern Developments. — *Lanckton, A. H.*: Analytical Stereoplotter Development. — *Nr. 12. van der Bent, E. Th.*: Dip Estimation for Photogeology. — *Welch, R.*: Analysis of Image Definition. — *Gagnon, P.-A.*: and-Order Plotter for Full Analytics. — *Woodward, L. A.*: The Pa Mong Project on the Mekong. — *Gill, E. A.*: Field Survey and Analytics on the Pa Mong Project. — *Masry, S. E.*: Analytical Treatment of Stereo Strip Photos. — *Wong, K. W.*: Research in Universities in U. S. and Canada in 1968. — *Elassal, A. A.*: Algorithm for the General Analytical Solution.

Photogrammétrie, Brüssel 1969: *Nr. 97. Cruset, J.*: Influence de la diaphragmation sur la mesure et la qualité de l'image en photogrammétrie aérienne.

Proceedings of the Institute of Geodesy and Cartography, Warschau 1969: *Nr. 2. (38). Gazdicki, J.*: Single-index Cracovian Marking. — *Janusz, W.*: Geodetic Interpretation of Results of Surveys of Displacements. — *Dmochowski, St.*: Examination of Accuracy of Topographical Situation and Altitude Maps for Forested Regions prepared by Stereometric Methods. — *Majewska, M.*: Laboratory Calibrating of Narrow Range of Scale of SHARP'S Gravimeter nr 228-G by Means of Tilting Method. — *Szacherska, M. Kr.*: Automatic Coordinatograph KART-1 — Some Examples of its Use.

Contents:

Erik Grafarend, On the Probability Theorie of Helmerts Point Error.

Erich Senftl, Contribution in proof of recent crustal movements in the „Hohe Tauern“ mountains.

Karl Rinner, Results of Further Tellurometer Measurements in the Austrian First Order Triangulation Net (finished).

Walter Smetana, Study on Terrestrial Revision of Fix Points Determined by Photogrammetry (finished).

Sommaire:

Erik Grafarend, Sur la théorie de la probabilité de l'erreur de position de Helmert.

Erich Senftl, Contribution au renseignement des mouvements recents dans les „Hohen Tauern“.

Karl Rinner, Mesures nouvelles avec le telluromètre dans le reseau autrichien de premier ordre et leurs résultats (fin).

Walter Smetana, Une étude sur la revision terrestre des champs de points déterminés photogrammétrique (fin).

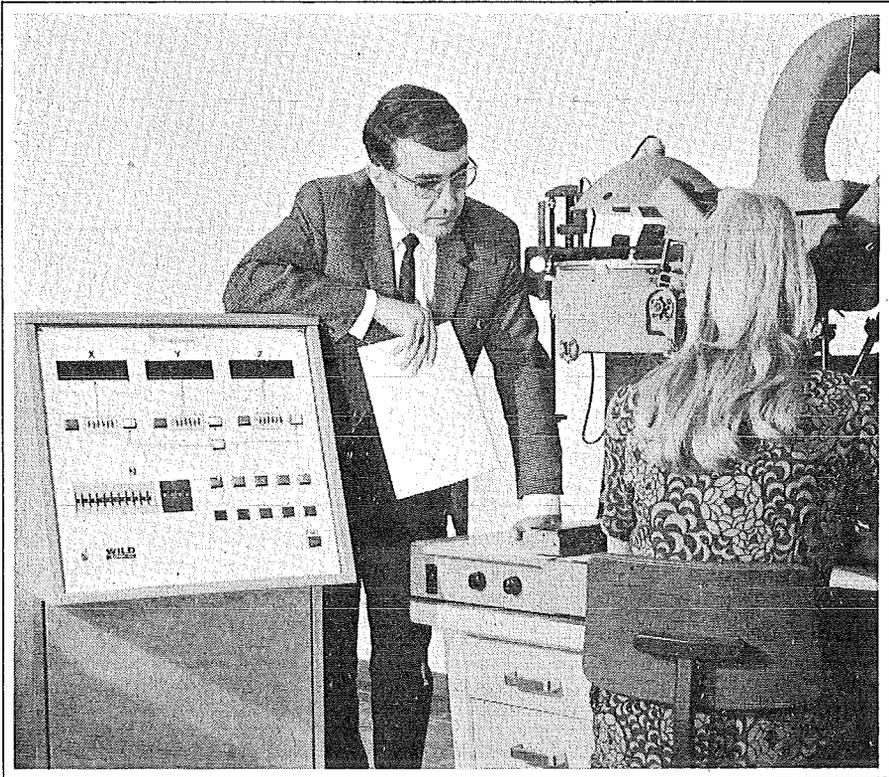
Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes:

Prof. Dr. Erik Grafarend, Bonn, Nussallee 17.

ORdVD. Dr. Erich Senftl, 1080 Wien, Friedrich-Schmidt-Platz 3.

Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Rinner, 8010 Graz, Rechbauerstraße 12.

Hochschuldozent Dipl.-Ing. Dr. techn. Walter Smetana, 1050 Wien, Nikolsdorfer Straße Nr. 3/1/12.



**Aviograph Wild B8 jetzt mit
Koordinaten-Registriergerät Wild EK8
Schnell, vielseitig, zuverlässig**

Besondere Merkmale des Wild EK8:

- Abnahme der X-, Y- und Z-Bewegungen des mit einem Kreuzschlitten verbundenen Lenkerfusses mittels Inkrementalgebern.
- 6-stellige digitale Sichtanzeige für X, Y, Z.
- Eingabe von Ursprungskordinaten.
- 14-stellige Punktnummer-Registrierung, wovon die letzten 4 Stellen als automatisches Registrierzählwerk dienen.
- Registrierauslösung auf Knopfdruck, durch Fusschalter oder – auf Wunsch – automatisch durch stufenweise

- veränderbare Weg- oder Zeitintervalle.
- Registrierauslösung auch während der Bewegung des Lenkerfusses.
- Datenausgabe auf Schreibmaschine, Streifen- und/oder Kartenlocher, Fenschreiber oder Flexowriter mit einstellbarer Ausgabeimpulsfrequenz oder -länge
- Datenausgabe auf Magnetband mit bis zu 1000 Imp./sec.
- Auf Wunsch Zusatzgeräte für separate Massstabsänderungen jeder Koordinate.

Verlangen Sie bitte den Prospekt P1 211.

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)

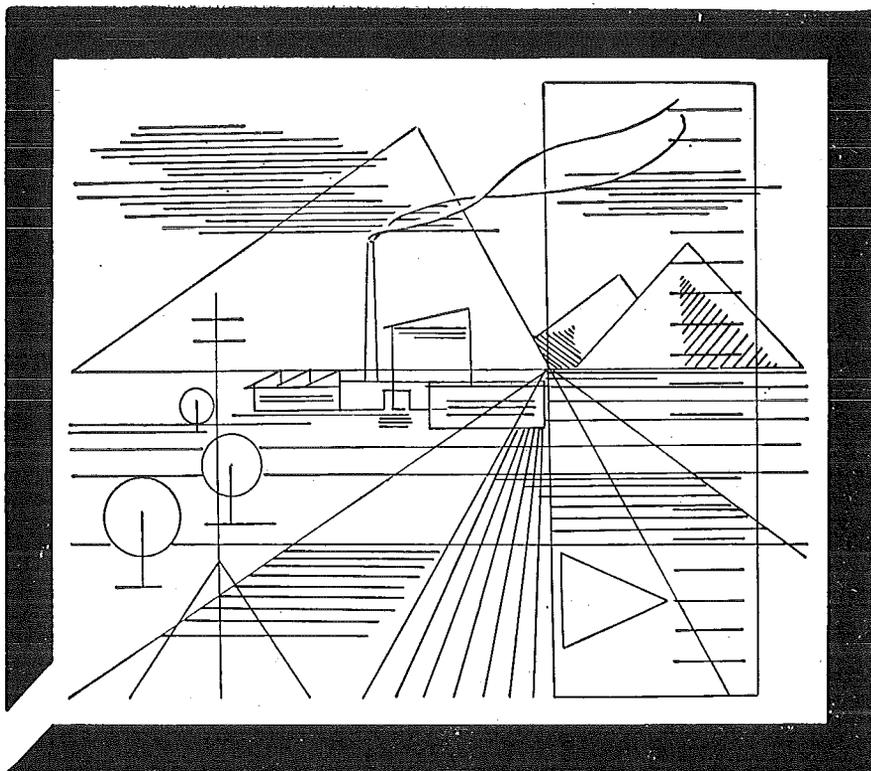
Österreichischer Verein für Vermessungswesen

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-Nivellements in den Hohen Tauern.* 26 Seiten und 12 Tabellen. 1954. Preis S 28.—.
- Sonderheft 16: *Theodor Scheimpflug — Festschrift, Zum 150jährigen Bestand des staatlichen Vermessungswesens in Österreich.* 90 Seiten mit 46 Abbildungen und XIV Tafeln. Preis S 60.—.
- Sonderheft 17: Ulbrich, *Geodätische Deformationsmessungen an österreichischen Staumauern und Großbauwerken.* 72 Seiten mit 40 Abbildungen und einer Luftkarten-Beilage. Preis S 48.—.
- Sonderheft 18: Brandstätter, *Exakte Schichtlinien und topographische Geländedarstellung.* 94 Seiten mit 49 Abb. und Karten und 2 Kartenbeilagen, 1957. Preis S 80.— (DM 14.—).
- Sonderheft 19: *Vorträge aus Anlaß der 150-Jahr-Feier des staatlichen Vermessungswesens in Österreich, 4. bis 9. Juni 1956.*
- Teil 1: *Über das staatliche Vermessungswesen,* 24 Seiten, 1957. Preis S 28.—.
- Teil 2: *Über Höhere Geodäsie,* 28 Seiten, 1957. Preis S 34.—.
- Teil 3: *Vermessungsarbeiten anderer Behörden,* 22 Seiten, 1957. Preis S 28.—.
- Teil 4: *Der Sachverständige — Das k. u. k. Militärgeographische Institut.* 18 Seiten, 1958. Preis S 20.—.
- Teil 5: *Über besondere photogrammetrische Arbeiten.* 38 Seiten, 1958. Preis S 40.—.
- Teil 6: *Märkscheidewesen und Probleme der Angewandten Geodäsie.* 42 Seiten, 1958. Preis S 42.—.

Vermessungsgeräte aus Jena



Nivelliere: Ni 030, Ni 004

Automatische Nivelliere: Ni 025, Ni 007

Theodolite: Theo 120, Theo 020, Theo 010, Theo 002

Reduktions-Tachymeter: Dahlta 020, Redta 002, BRT 006,
Dahlta 010

Elektro-Optisches Streckenmeßgerät EOS

Automatisches Präzisions-Zenitlot PZL

Doppelwinkelprisma

Geodätischer Signalscheinwerfer TSG 200

aus Jena

JENOPTIK JENA GmbH

Deutsche Demokratische Republik
69 J e n a, Carl-Zeiß-Straße 1

HERZSTARK & Co.

Generalvertretung der optischen Werke J e n a
1150 Wien XV, Linke Wienzeile 274

Neuerscheinungen

von offiziellen Karten der Landesaufnahme

Österreichische Karte 1:50.000

14 Rohrbach in OÖ.	37 Mautern
15 Bad Leonfelden	113 Mittelberg
16 Freistadt	130 Oberzeiring
17 Großpertholz	131 Kalwang
36 Ottenschlag	132 Trofaiach

im Hausruckkreis

Österreichische Karte 1:200.000: Blatt 47/16 Steinamanger

48/16 Wien

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:

161 Blätter Österreichische Karte 1:50.000 mit Schichten in Mehrfarbendruck sowie
52 Blätter als provisorische Ausgabe der Österreichischen Karte 1:50.000 in Zwei-
farbendruck (schwarz mit grünem Waldaufdruck); diese Blätter sind mit Schichten-
linien und Schraffen versehen.

Österreichische Karte 1:200.000 bisher erschienen:

Blatt 47/16 Steinamanger 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, Krotenthallergasse 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 Buch-
handel 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.

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 Überweitwinkelauflnahmen*, 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

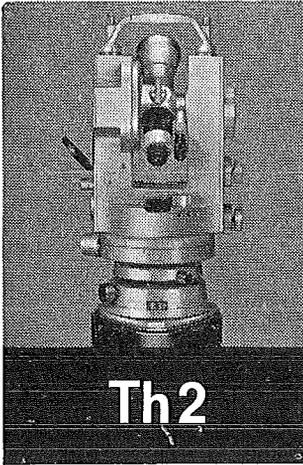
Jg. 40 bis 49 1952 bis 1961

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

Jg. 50 bis 53 1962 bis 1965

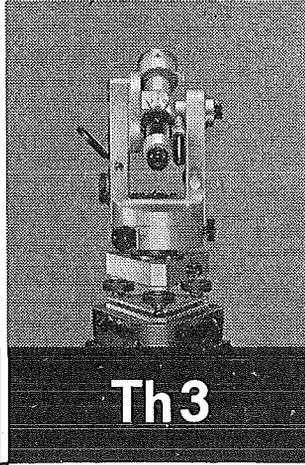
à 130,— S; Ausland 28,— sfr bzw. DM u. Porto

ab Jg. 54 ab 1966



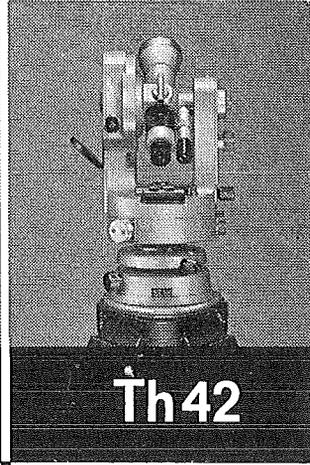
Th2

Sekundentheodolit mit koaxialen Bedienungsknöpfen, Langkompensator für den Höhenindex und weitgehend digitalisierter Ablesung. Fernrohr 30x40, aufrechtes Bild. Genauigkeitsnennwert: $\pm 1''$



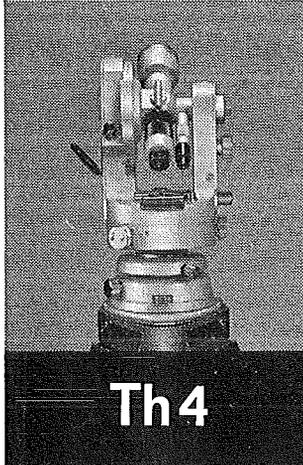
Th3

Leichter Mikrometertheodolit für weiten Anwendungsbereich, mit automatischem Höhenindex. Fernrohr 25x35, umgekehrtes Bild. Genauigkeitsnennwert: ohne Repetition $\pm 3''$ mit Repetition $\pm 1''$



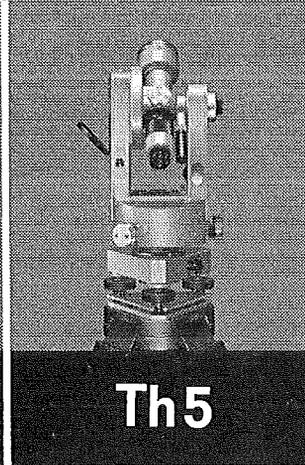
Th42

Skalen-Ingenieurtheodolit mit Großintervall und Langkompensator für den Höhenindex. Fernrohr 30x40, aufrechtes Bild. Genauigkeitsnennwert: $\pm 3''$



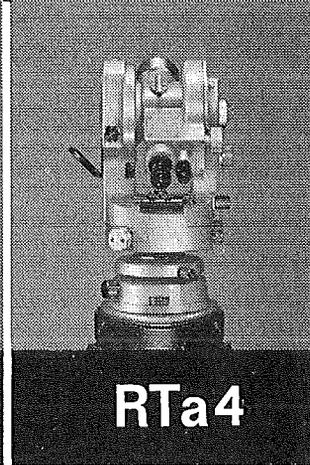
Th4

Skalen-Ingenieurtheodolit mit Großintervall und Langkompensator für den Höhenindex. Fernrohr 25x35, umgekehrtes Bild. Genauigkeitsnennwert: $\pm 3''$



Th5

Minutentheodolit für Bau- und Grubenvermessung. Fernrohr 25x35, umgekehrtes Bild. Genauigkeitsnennwert: $\pm 20''$

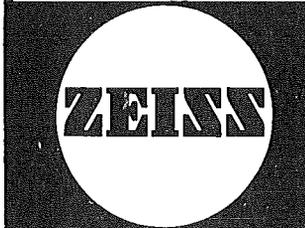


RTa4

Diagramm-Reduktionstachymeter für vertikale Latte, statische Kurvenanordnung, Nah- und Weltmeßbereich für die Entfernung. Fernrohr 25x40, aufrechtes Bild. Genauigkeitsnennwert (Entfernung): ± 5 cm auf 100 m

Die optische Qualität der ZEISS Fernrohre (F- bzw. G-Apochromate) gibt dieser Theodolit-Reihe besonderes Gewicht.

**Theodolite
und
Tachymeter**



CARL ZEISS Oberkochen/Württ.



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



Jetzt noch besser

PLAN-VARIOGRAPH

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

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

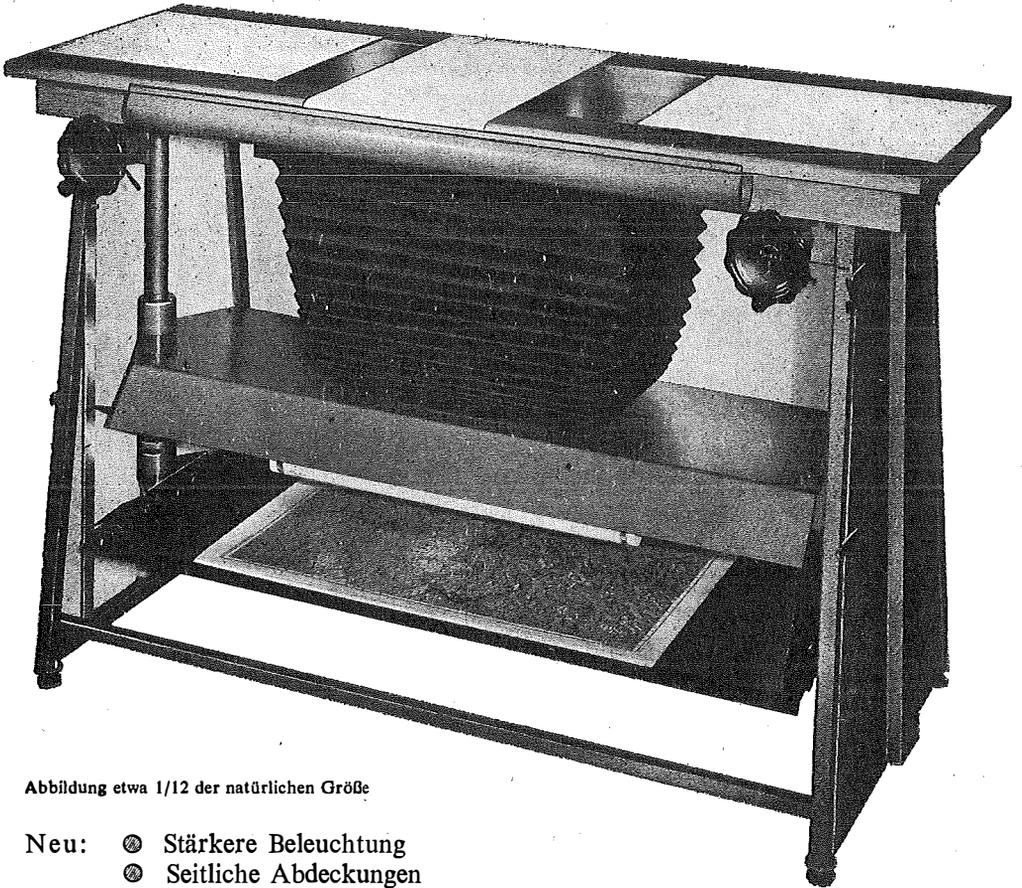


Abbildung etwa 1/12 der natürlichen Größe

- Neu: ● Stärkere Beleuchtung
● Seitliche Abdeckungen
● Staub- und Blendschutzvorhang

Auf Wunsch: Andruckplatte für Photopapier — Neigungslibelle
Einfacher Verschuß 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)