

Erscheinungsort: Baden bei Wien
Verlagspostamt: Baden bei Wien 1

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.

Karl Ledersteger

o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

Oberrat d. VD. Dipl.-Ing. Dr. techn.

Josef Mitter

Vorstand der Abteilung Erdmessung
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

Nr. 4

Baden bei Wien, Ende August 1962

50. Jg.

INHALT:

Abhandlungen:

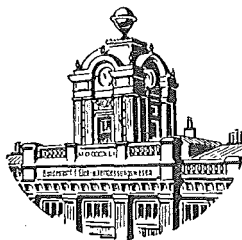
- Die elektronische Netzeinschaltung R. Boxan
Über die Azimutreduktionen wegen Lotkrümmung W. Embacher
Erfahrungen mit der Wild-Zwei-Meter-Invar-Basislatte W. Smetana

Referat:

- Zur Entwicklung der geoseismischen Untersuchungsmethoden J. Mitter

Mitteilungen, Literaturbericht, engl.-franz. Inhaltsverzeichnis

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



Herausgegeben vom

ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

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

Baden bei Wien 1962

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen

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

Redakteure:

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

Redaktionsbeirat:

- o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alois Barvir*, Wien IV, Technische Hochschule
- o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Friedrich Hauer*, Wien IV, Technische Hochschule
- o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Hubeny*, Graz, Technische Hochschule, Rechbauerstraße 12
- Ing. Dr. techn. eh. Karl Neumaier*, Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3

Redakteur des Annoncentheiles: *Rat dVD. Dipl.-Ing. Manfred Schenk*, Wien VIII, Krotenthallergasse 3

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

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

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

Redaktionsschluß: jeweils Ende des Vormonats.

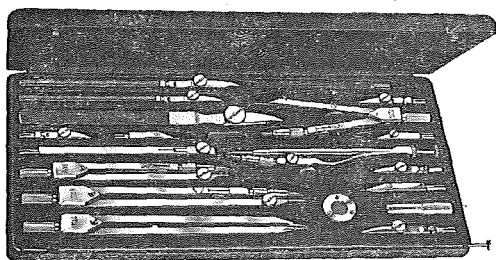
Bezugsbedingungen: pro Jahr:

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

Postscheck-Konto Nr. 119.093

Telephon: 45 92 83

PRAZ.-REISSZEUGE AUS ROSTFREIEM STAHL



Marke

WILD
HERBRÜGG

besonders Einzelinstrumente, wie Meß-, Nullen- und Stangenzirkel sind für den Geometer unentbehrlich.

Verlangen Sie Prospekt und Preisliste von

RUDOLF & AUGUST ROST

WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7
Telefon 0222/92 32 31 Telegr.: Georost Wien

Unseren Lesern und Inserenten

teilen wir mit, daß leider auch wir — wie andere Verlage — schon seit einigen Jahren erhöhte Kosten für Satz und Druck bei der Herstellung von Zeitschriften zu tragen haben.

Für das Jahr 1961 konnten wir diese Erhöhung gerade noch aus Rücklagen auffangen. Ab 1. Jänner 1962 jedoch sind wir gezwungen folgende Bezugspreise zu erheben:

Abonnementgebühr für das Inland S 100,— und Porto
Abonnementgebühr für Deutschland DM 20,— und Porto
Abonnementgebühr für übriges Ausland sfr. 20,— und Porto

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

Anzeigenpreis pro $\frac{1}{1}$ Seite 125 × 205 mm. S 800,—

Anzeigenpreis pro $\frac{1}{2}$ Seite 125 × 100 mm. S 500,—

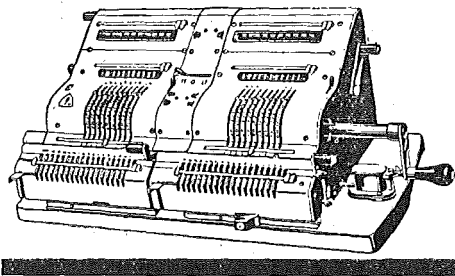
Anzeigenpreis pro $\frac{1}{4}$ Seite 125 × 50 mm. S 300,—

Anzeigenpreis pro $\frac{1}{8}$ Seite 125 × 25 mm. S 200,—

BRUNSVIGA

ROTHHOLZ & FABER
WIEN 1, WILDPRETMARKT 1

63 • 81 • 36



IHR FACHGESCHÄFT FÜR BÜROBEDARF
ZEICHEN-, MESS- UND RECHENGERÄTE

Oskar Gnaiger

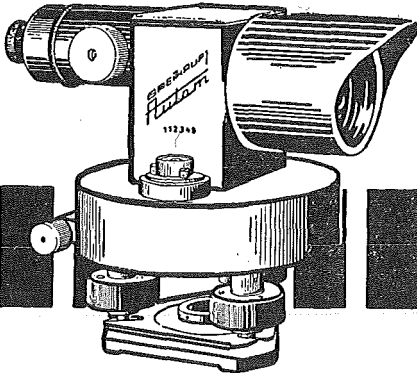
FELDKIRCH/VL BG.
Tel. 2097

INNSBRUCK/TIROL
Tel. 4227

SCHNELLER MESSEN MIT

Auton

Selbsteinwägendes Ingenieur-Nivellier
Nr. 4300
Verlangen Sie bitte Druckschrift Dr. 244/60



**BREITHAUPT
KASSEL**

F. W. BREITHAUPT & SOHN

KASSEL · ADOLFSTR. 13
FABRIK GEODÄTISCHER INSTRUMENTE
GEGRÜNDET 1762

FIG-Kongreß, Wiener Stadthalle, Stand 15

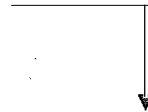
KRIECHBAUM-SCHIRME

ERZEUGUNG ALLER ARTEN

VERMESSUNGS-

RUCKSACK- und

GARTEN-SCHIRME



Hauptbetrieb:

WIEN 16

Neulerchenfelderstr. 40

Telephon 45-19-38

Neuwertige Doppelrechenmaschinen „Brunsviga“ und „Thales GEO“

sowie

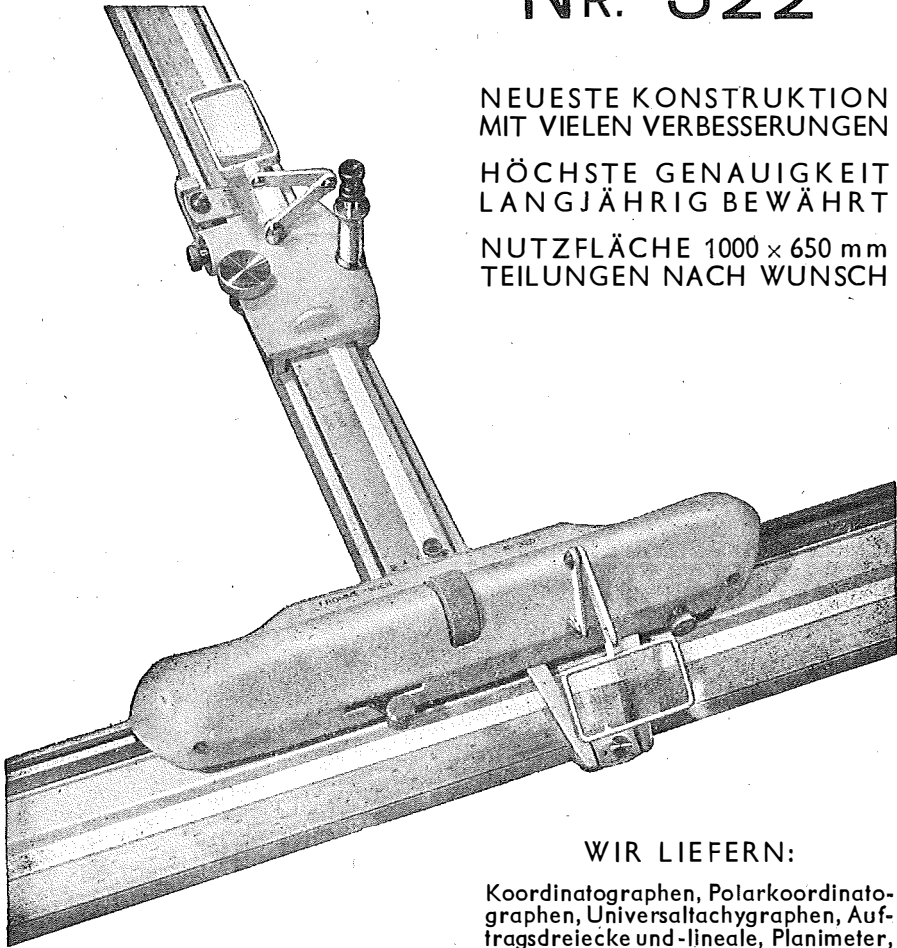
einfache Rechenmaschinen für etwa die Hälfte des Neuwertes lieferbar.

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

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

Wir empfehlen Ihnen:

FROMME^s
**PRÄZISIONS-
KOORDINATOGRAPH
Nr. 322**



NEUESTE KONSTRUKTION
MIT VIELEN VERBESSERUNGEN

HÖCHSTE GENAUIGKEIT
LANGJÄHRIG BEWÄHRT

NUTZFLÄCHE 1000 x 650 mm
TEILUNGEN NACH WUNSCH

WIR LIEFERN:

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

REPARATUREN VON
INSTRUMENTEN U. GERÄTEN

Prospekte und Angebote kostenlos

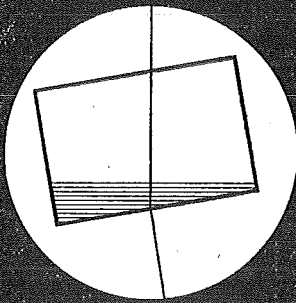
ING. ADOLF FROMME

Geodätische und kartographische Instrumente, Fabrik für Zeichenmaschinen
Gegr. 1835 WIEN 18, HERBECKSTRASSE 27 Tel. 33-74-94

Wild T1-A

mit automatischer Höhenkollimation

Der Theodolit mit den letzten technischen Errungenschaften, die Ihnen leichteres, rascheres und genaueres Messen ermöglichen.

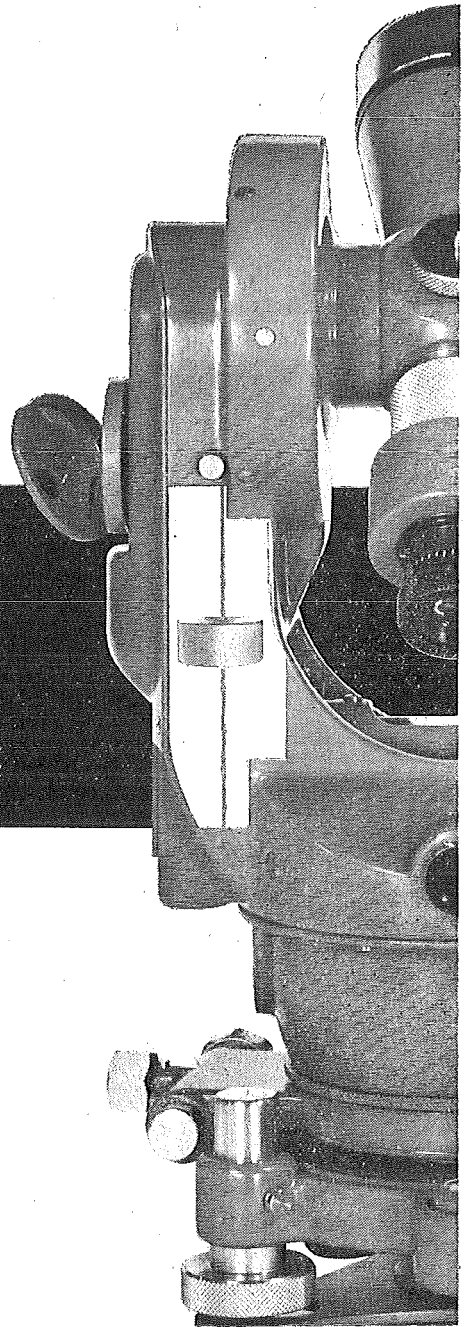


Verblüffend einfache Lösung der Automatik: Flüssigkeitsprisma ohne mechanische Teile, ohne Abnützung, ohne Störungen, ohne Reparaturen.

Nähere Einzelheiten im Prospekt
Th 154

WILD
HEERBRUGG

Wild Heerbrugg AG, Heerbrugg
Werke für Optik und Feinmechanik



Alleinvertretung für Österreich

RUDOLF & AUGUST ROST

Vermessungsinstrumente und Zubehör - Reparaturdienst

WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)

TELEFON: (0222) 923231, 925353 TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom
ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

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

REDAKTION:

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

Nr. 4

Baden bei Wien, Ende August 1962

50. Jg.

Die elektronische Netzeinschaltung

Von Robert Boxan, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien)

1. Ist der Einsatz einer Elektronenanlage zur Auswertung trigonometrisch bestimmter Punktzusammenhänge gerechtfertigt?

Es mag müßig erscheinen, diese Frage an die Spitze der nachfolgenden Betrachtungen zu stellen. Dennoch erscheint mir die Erörterung gerade dieser Frage nicht unwesentlich zu sein.

Nahezu an allen Instituten, die eine elektronische Rechenanlage in den Dienst ihrer Aufgaben stellen, ist eine ganz bestimmte Tendenz zu beobachten: Unmittelbar nach Inbetriebnahme der Anlage wird tatsächlich jedes Problem, welches auf die maschinelle Verarbeitung umgestellt werden soll, kritisch dahingehend geprüft, ob für dessen Lösung der Einsatz eines kostspieligen Rechengertes zu rechtfertigen sei oder nicht. Im weiteren Verlauf der Automatisierung wird die Prüfung bezüglich der Rentabilität allmählich immer weniger kritisch, bis schließlich für die Umstellung eines Problems einzig und allein das bloße Vorhandensein der Maschine als Rechtfertigung aufgeführt werden kann. Es obliegt mir nicht, die näheren Umstände dieser Entwicklung aufzuzeigen, jedoch habe ich mir gestattet, darauf hinzuweisen.

Bei den meisten geodätischen Problemen, die auf die elektronische Berechnung umgestellt werden, handelt es sich darum, ein für Tischrechenmaschinen bereits bestehendes Verfahren einfach auf die Elektronenmaschine zu übertragen, wobei die angewandten Formeln im allgemeinen eine entsprechende Abänderung erfahren. In diesem Fall ist ein unmittelbarer Vergleich des bisherigen Verfahrens mit dem neuen Verfahren durchaus möglich, um die Wirtschaftlichkeit abzuschätzen.

Im Falle der Netzeinschaltung liegen die Dinge jedoch völlig anders, worauf bereits F. Höllrigl [1] hingewiesen hat: Hier handelt es sich um ein Rechenverfahren,

dessen grundsätzliche Anwendung überhaupt erst durch den Einsatz einer Elektronenanlage realisierbar wird; oder anders ausgedrückt: Zum Ausgleich trigonometrischer Netze bietet sich die elektronische Berechnung geradezu an, um einen langgehegten Wunsch des Triangulators Wirklichkeit werden zu lassen. Ein unmittelbarer Vergleich der bisher geübten Tischrechenmethoden mit dem im folgenden dargelegten Verfahren der Netzeinschaltung bezüglich seiner Wirtschaftlichkeit wäre natürlich sinnwidrig. Dennoch läßt sich der verhältnismäßig hohe Rechenaufwand und somit der Einsatz einer Elektronenrechenmaschine durch nachstehende Punkte hinreichend rechtfertigen:

- a) Zeit und Kosten sparende Methoden in der Feldarbeit,
- b) Ersparung kostspieliger Hochstandsbauten,
- c) wesentlich höhere, relative Punktlagegenauigkeit.

Über diese drei Punkte wird die Triangulierungsabteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in einer der nächsten Nummern dieser Zeitschrift noch eingehend berichten.

2. Die ersten Versuche der Entwicklung eines Programmes zur Netzeinschaltung

An der Lösung des Netzeinschaltungsproblems wurde bereits seit dem Jahre 1958 gearbeitet, also bereits zu einer Zeit, wo ich selbst noch gar nicht in der Abteilung für Lochkartentechnik tätig war. Es ist hier namentlich Herrn Dr. Herbert Kremser, Assistent an der Technischen Hochschule Wien, zu danken, daß dieser die ersten Programme (Rechenvorschriften für Elektronenrechenmaschinen) auf diesem Gebiet entwickelte, die ich dann nach meiner Einschulung Mitte 1959 von ihm übernahm, um seine Arbeiten fortzusetzen. Herr Dr. Kremser hat zwei Programme geschaffen:

1. Aufstellung von maximal 99 Fehlergleichungen unter der Voraussetzung, daß jeder Neupunkt höchstens eine Orientierungsvariable besaß; das heißt: Bei mehrfacher Aufstellung im selben örtlichen System mußte zuvor zentriert, eventuell sogar ein Stationsausgleich vorgenommen werden. Ferner mußten die von Altpunkten (Festpunkten) kommenden äußeren Richtungen orientiert vorgegeben werden.

2. Aufstellung von Normalgleichungen für höchstens 13 Neupunkte, wobei jeder Neupunkt eine Orientierungsveränderliche haben mußte; mit anderen Worten: Neupunkte, die nur durch äußere Richtungen bestimmt waren (mehrfache Vorwärtschnitte), konnten zunächst nicht behandelt werden. In diesem Programm wurden die Orientierungsunbekannten nicht eliminiert, sodaß also jedem Neupunkt drei Veränderliche zukamen.

Die so erhaltenen Normalgleichungen konnten sodann mit Hilfe eines sogenannten Standardprogrammes der IBM aufgelöst und damit die Koordinatenverbesserungen gewonnen werden.

Damit war der Grundstein auf dem Weg zur Automatisierung des Netzeinschaltungsproblems gelegt. Aus dem Vorangehenden erkennt man, daß dieser erste Versuch getreu den Pfad der klassischen Ausgleichsmethode beschritt. Erst ein späterer Zeitpunkt brachte dann die Erkenntnis mit sich, daß es kein sehr glücklicher Gedanke war, die Lösung des Problems auf dieser Basis zu suchen.

3. Ausbau und Weiterentwicklung

In der Folge zählte es zu den vordringlichsten Aufgaben, die vorhin angeführten Einschränkungen einerseits durch Abänderung der bestehenden, andererseits durch Schaffung zusätzlicher Programme weitgehendst aufzuheben. So wurde ein Weg gefunden, das Programm zur Aufstellung von Normalgleichungen derart abzuändern, daß auch Neupunkte, die ausschließlich durch äußere Richtungen bestimmt waren, in den Ausgleich einbezogen werden konnten. In intensiver Zusammenarbeit mit der Triangulierungsabteilung kristallisierte sich sodann nach und nach die Notwendigkeit zur Entwicklung folgender Zusatzprogramme heraus:

1. Orientierung der Richtungsbeobachtungen auf Altpunkten und Berechnung orientierter Richtungen,
2. Standpunktzentrierung,
3. Zielpunktzentrierung,
4. Stationsausgleich (genäherte Vereinigung mehrerer, eventuell ungleichgewichtiger und unvollständiger Satzgruppen),
5. Berechnung endgültiger Richtungswinkel,
6. Berechnung endgültiger Seiten,
7. Ausgabe der Winkelwidersprüche vor der Ausgleichung zur Beurteilung der Beobachtungen,
8. Berechnung der übrigbleibenden Fehler, der Fehlerquadratsumme und des mittleren Richtungsfehlers nach der Ausgleichung.

So ausgestattet war nun das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in der Lage, Triangulierungsnetze bis zu 13 Neupunkten einzuschalten. Der praktische Vorgang war folgender: Nach Überreichung der abgelochten Angaben (Altpunktkoordinaten, vorläufige Koordinaten der Neupunkte, verebnete Richtungen und Elemente zur Zentrierung in örtlichen Systemen) wurden die Netze vorerst orientiert, zentriert, stationär ausgeglichen und die Winkelwidersprüche ermittelt, welche in Klarschrift übersetzt dem Beobachter zur Beurteilung seiner Messungen übermittelt wurden. Dieser gab dann etwaige Streichungen oder Änderungen gewisser Beobachtungsdaten bekannt und erklärte sich mit der Durchführung des Ausgleiches einverstanden. Von seiten der Abteilung für Lochkartentechnik wurden nachfolgend die entsprechenden Daten weisungsgemäß berichtigt und die Netzeinschaltung vorgenommen, welche mit der Auslieferung der Ergebnisse (endgültige Neupunktkoordinaten, endgültige Richtungswinkel, endgültige Seiten, Restwidersprüche, Fehlerquadratsumme und mittlerer Richtungsfehler) ihren Abschluß fand.

4. Erfahrungen und Entschluß zur Neuprogrammierung

Die oben gegebene Darstellung des Verfahrens mag dem Leser recht logisch und einfach erscheinen. Doch darf nicht übersehen werden, daß die Lösung des Gesamtproblems hier durch eine Aneinanderkettung von Einzelaufgaben erfolgen mußte, was ganz außerordentliche Nachteile nach sich zog. Ausgehend von dem Faktum, daß dies eine völlig individuelle Bearbeitung jedes einzelnen Triangulierungsoperates mit sich brachte, bedingte das wiederum, daß nur ein mit der Materie völlig vertrauter Fachmann überhaupt in der Lage war, die Bearbeitung vorzunehmen. Der praktische Vorgang an der Elektronenmaschine gestaltete sich

äußerst schwierig und unrationell, zumal für die jeweils gerade geforderte Aufgabe die Maschine immer eigens vorbereitet und umgestellt werden mußte. Dazu kam, daß als Abschluß jedes dieser Einzelprozesse immer wieder Teil- oder Zwischenergebnisse auf Lochkarten abzustanzen waren, die ihrerseits wieder mit anderen Teilergebniskarten oft in ganz spezieller Ordnung zu vermengen waren, um so wieder als Angabenkarten für ein ganz neues Problem zu dienen. Zu dem gesellte sich die Tatsache, daß sich die bearbeitende Stelle, bedingt durch die verschiedenen Einmessungsmethoden, vor immer neue Aufgaben gestellt sah, die nur durch Schaffung neuer Zusatzprogramme oder durch Umgestaltung bereits vorhandener Programme gemeistert werden konnten. Der praktische Arbeitsablauf an der Maschine wurde immer verwickelter und weitete sich allmählich zu einer Privatwissenschaft aus. Als man dann schließlich die Bilanz ziehen mußte, daß die Einschaltung eines Triangulierungsnetzes den Einsatz von 14 Teilprogrammen erforderlich machte, deren Ablauf durch 39 verschiedene Vorlagekarten zu steuern war, daß gelegentliche Manipulationsfehler an der Maschine unvermeidlich wurden, vor allem aber, daß der sich stetig steigernde Zeitaufwand (ca. $3n^2$ bis $4n^2$ Minuten, wobei n die Anzahl der Neupunkte bedeutet) sich keinesfalls mehr vertreten ließ, war die Stunde gekommen, in der man den Entschluß faßte, die Lösung dieses Problems noch einmal von vorne aufzurollen.

Die grundsätzlichen Forderungen, die für die Neuprogrammierung postuliert werden sollten, entsprangen unmittelbar den bisher gesammelten Erfahrungen:

1. Das Netzeinschaltungsprogramm darf nur aus zwei Teilen bestehen:
 - a) Vorbereitung zur Einschaltung und Netzausgleich,
 - b) Rückrechnung.
2. Die Programme müssen völlig unabhängig von jeder noch so beliebigen Netzstruktur anwendbar sein.
3. Die praktische Durchführung der Berechnung darf kein auf dem Gebiet der Triangulierung vorgebildetes Bedienungspersonal erforderlich machen.
4. Sowohl die Anzahl der Fehlergleichungen, als auch die Anzahl der gleichzeitig zur Einschaltung gelangenden Neupunkte soll soweit als programmtechnisch möglich hinaufgesetzt werden.

Nur eine Programmierung, welche diesen Richtlinien entsprach, war vom Standpunkt der Praxis aus als Lösung des Problems geeignet.

5. Die Ausgleichung nicht zentrierter örtlicher Systeme

Die Forderungen 2. und 3. des vorangehenden Abschnittes können nur dann erfüllt werden, wenn man auf die Zentrierung der örtlichen Systeme verzichtet. Dazu ist es notwendig, daß die vorläufigen Koordinaten (es sollte richtiger Näherungskordinaten heißen) der zu einem örtlichen System gehörigen Punktgruppe in ihre endgültige örtliche Beziehung zueinander gebracht werden, und in dieser Form bereits vor der Netzeinschaltung bekannt sein müssen. Setzt man die vorläufigen Koordinaten nämlich derart gegeben voraus, so bringt dies einen doppelten Vorteil mit sich: Einerseits wird dadurch die Vorgabe der Zentrierelemente entbehrlich, sodaß man für die Programmierung von einer einheitlichen Art von Größen (Koordinaten) ausgehen kann, was ohne weiteres möglich ist, sofern man durch die

Festlegung eines geeigneten Punktnummernschlüssels die Zugehörigkeit der Punkte zu einem bestimmten örtlichen System kenntlich gemacht hat. Andererseits wird so das Ausgleichsproblem, vom mathematischen Standpunkt aus gesehen, klar formulierbar; nämlich:

a) Für jedes örtliche System sind die Koordinatenverbesserungen Δy_j und Δx_j als Veränderliche anzunehmen und zu bestimmen ($j = 1, 2, \dots, n$).

b) In jedem Standpunkt muß eine eigene Orientierungsunbekannte z_s in Rechnung gestellt werden ($s = 1, 2, \dots, p$).

Dem Verfasser ist es natürlich bekannt, daß ein derartiges Vorgehen beim Ausgleich nicht streng richtig ist, nachdem einerseits die Verschwenkungen der örtlichen Systeme so keine Berücksichtigung finden, andererseits wieder gewisse Richtungen dadurch mit mehrfachem Gewicht in den Ausgleich eingeführt werden. Derartige Einwände können aber sehr leicht entkräftet werden, denn zu merklichen Verschwenkungen der Punktsysteme kommt es nur dann, wenn die Koordinatenverbesserungen den Betrag von 1 m überschreiten, was aber bei der im Abschnitt 13 dargelegten Methode zur Bestimmung der vorläufigen Koordinaten nicht möglich ist, das vereinzelt Zustandekommen mehrfach gewichteter Richtungen hat auf die Ergebnisse praktisch überhaupt keinen Einfluß.

6. Klassisches Ausgleichsverfahren — Iterationsmethode

Um das Folgende richtig zu verstehen, muß man wissen, daß eine Elektronenrechenmaschine eine ganz bestimmte Speicherkapazität besitzt. Die dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen zur Verfügung stehende Maschine (IBM 650) ist mit 2000 einzelnen Speichern ausgestattet, das heißt: Man kann niemals mehr als 2000 höchstens 10stellige Begriffe in der Maschine zur Verfügung halten. In diesen Speichern müssen aber nicht nur alle Angaben und Zwischenergebnisse aufbewahrt werden, sondern auch das Programm, d. i. die Schritt um Schritt ausgearbeitete Rechenvorschrift, nach welcher die Rechenmaschine von den eingespeicherten Angaben ausgehend zu den geforderten Ergebnissen gelangt. Jeder einzelne Rechenschritt benötigt einen eigenen Speicherplatz. Je verwickelter daher ein Problem ist, desto mehr Speicher müssen zur Festhaltung der Rechenvorschrift investiert werden, was aber auf der anderen Seite eine entsprechende Herabsetzung jener Speicheranzahl mit sich bringt, welche zur Aufbewahrung der oben erwähnten Rechen-daten dienen können.

Die in Abschnitt 4 unter 4. gestellte Forderung nach der Hinaufsetzung der Anzahl von Fehlergleichungen und Neupunkten wird demnach nicht unbegrenzt möglich sein. Sie wird aber in jenem Verhältnis steigen, mit dem die Rechenvorschrift an Einfachheit zunimmt, bzw. je weniger Zwischenergebnisse gleichzeitig gespeichert werden müssen. Wenn man etwa bedenkt, daß zur gleichzeitigen Einschaltung von 20 Neupunkten nach dem klassischen Ausgleichsverfahren, selbst bei Ausschaltung der Orientierungsunbekannten, nicht weniger als 860 Normalgleichungskoeffizienten zu berechnen wären, wozu erfahrungsgemäß, je nach Anzahl der Fehlergleichungen, 8 bis 10 Stunden an Rechenzeit aufgewendet werden müssen, erkennt man, daß der Weg, über Normalgleichungen zu den Lösungen zu gelangen,

keinesfalls gangbar ist; ganz abgesehen von der hohen Rechenzeit wäre es erforderlich, neben der notwendigen Rechenvorschrift noch etwa 1000 Fehlergleichungskoeffizienten gleichzeitig mit den Normalgleichungskoeffizienten aufzuspeichern, was auf der zur Verfügung stehenden Maschine eine programmtechnische Unmöglichkeit darstellt.

Anders verhält es sich in dieser Hinsicht mit den modernen Iterationsverfahren, die darauf aufgebaut sind, direkt aus den Fehlergleichungen zu den Lösungen der zugehörigen Normalgleichungen zu gelangen. Diese Verfahren sind verhältnismäßig einfach; nur wenige Zwischenwerte brauchen von Schritt zu Schritt aufgehoben zu werden; außerdem rechnen sie rasch. Aber selbst wenn man von all diesen Vorteilen absieht, genießen die Iterationsverfahren gegenüber der Gewinnung von Verbesserungen durch Auflösung von Normalgleichungen in rein numerischer Hinsicht einen ganz bedeutenden Vorzug, auf den ich hier besonders hinweisen will: Während bei der fortgesetzten Reduktion von Normalgleichungen nach dem Gauß'schen Algorithmus die Lösungen (namentlich bei großen Koeffizientenmatrizen) gar nicht unbedeutend von der Stellung der Veränderlichen im Schema abhängig sind, ein Effekt, dessen Ursache dem Geodäten wohl hinreichend bekannt ist, tritt dieser Nachteil bei der Ermittlung der Verbesserungen direkt aus den Fehlergleichungen nach einem Iterationsverfahren nicht in Erscheinung; das liegt darin begründet, daß die Iterationsverfahren so aufgebaut sind, daß bei jedem Iterationsschritt sämtliche Fehlergleichungskoeffizienten völlig symmetrisch in die Rechnung Eingang finden. Es muß als außerordentlich glückliches Zusammentreffen bezeichnet werden, daß die Forderungen an die Genauigkeit der Rechnung und die programmtechnischen Möglichkeiten sich hier so harmonisch ergänzen.

7. Das Stiefel'sche Iterationsverfahren

Beim Studium einer Anzahl von verschiedenen Iterationsmethoden (Iterationsverfahren nach *Galvenius* [2], iterative Einzelausgleichung nach *Morpurgo* [3], u. a.), die ich aus bestimmten Gründen wieder fallen ließ, stieß ich auch auf ein Verfahren, welches auf *Stiefel* [4] zurückgeht.

Dieses Ausgleichsverfahren geht unmittelbar von den Fehlergleichungen

$$v_i = [a_i \Delta x]_j + l_i; i = 1, 2, 3, \dots, N \quad \dots (1)$$

aus und bestimmt die Verbesserungen Δx_j in einem sogenannten finiten Iterationsprozeß durch sukzessive Approximation, wobei bei jedem Schritt die Fehlerquadratsumme vermindert wird, so daß diese nach Ausführung von n Schritten (n = Anzahl der Unbekannten) ihr Minimum erreicht hat. Dabei nähert sich der n -dimensionale Approximationspunkt Δg_K dem Lösungspunkt Δg in monotoner Weise.

Rechnerisch wird der Ausgleich durch die Anwendung folgender Formeln bewerkstelligt:

Vor Beginn des Ausgleiches hat man die Größen

$$v_i^{(0)} = l_i; i = 1, 2, 3, \dots, N \quad \dots (2)$$

$$e_j^{(0)} = 0; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots (3)$$

$$[rr]_j^{(0)} = 1 \quad \dots (4)$$

zu setzen. Der k -te Iterationsschritt erfordert sodann die Berechnung der nachstehenden Größen:

$$r_j^{(K)} = [a_j v^{(K-1)}]_j; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots(5)$$

$$\varepsilon^{(K)} = \frac{[rr]_j^{(K)}}{[rr]_j^{(K-1)}} \quad \dots(6)$$

$$e_j^{(K)} = -r_j^{(K)} + \varepsilon^{(K)} e_j^{(K-1)}; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots(7)$$

$$q_i^{(K)} = [a_i e^{(K)}]_i; i = 1, 2, 3, \dots, N \quad \dots(8)$$

$$\lambda^{(K)} = \frac{[rr]_j^{(K)}}{[qq]_i^{(K)}} \quad \dots(9)$$

$$dx_j^{(K)} = \lambda^{(K)} e_j^{(K)}; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots(10)$$

$$v_i^{(K)} = \lambda^{(K)} q_i^{(K)} + v_i^{(K-1)}; i = 1, 2, 3, \dots, N \quad \dots(11)$$

Die Lösungen selbst können schließlich durch

$$\Delta x_j = [dx_j]_{(K)}; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots(12)$$

gefunden werden.

Die Richtigkeit dieses Verfahrens findet der Leser in der Matrix Calculus by E. Bodewig [5] nachgewiesen. Der dort geführte Beweis stützt sich überwiegend auf geometrische Vorstellungen. Dem Verfasser ist es nun gelungen, einen rein arithmetischen Beweis zu führen, welchen dieser in Kürze in der Zeitschrift MTW zu veröffentlichen beabsichtigt.

Zum besseren Verständnis der oben angeführten Formeln einerseits, andererseits jedoch, um dem Leser einen tieferen Einblick in die Arbeitsweise des beschriebenen Iterationsverfahrens zu geben, sei nachstehend eine Einzelpunkteinschaltung numerisch durchgeführt.

Zur Bestimmung eines Punktes liegen zwei fest orientierte Außenrichtungen vor, deren Fehlergleichungen

$$v_1 = +0,5 \Delta x + 1,8 \Delta y + 6,2$$

$$v_2 = -1,1 \Delta x + 1,7 \Delta y - 4,0$$

lauten. Außerdem wurden in diesem Punkt vier Innenrichtungen beobachtet, deren Fehlergleichungen durch

$$v_3 = -4,9 \Delta x - 0,1 \Delta y - 9,6 - z$$

$$v_4 = -3,4 \Delta x - 1,0 \Delta y - 3,4 - z$$

$$v_5 = +12,5 \Delta x - 1,9 \Delta y + 28,7 - z$$

$$v_6 = -4,1 \Delta x + 3,0 \Delta y - 15,7 - z$$

gegeben seien. Der aufmerksame Leser stellt fest, daß namentlich die Formeln (5), (6), (7) und (11) auf Größen zurückgreifen, die im vorangehenden Iterationsschritt bestimmt wurden. Bei Durchrechnung des ersten Iterationsschrittes jedoch ist ein derartiges Zurückgreifen auf einen vorangehenden „0. Iterationsschritt“ nicht mög-

lich, da es einen solchen nicht gibt. Aus diesem Grunde ist es notwendig, die so vakanten Größen gemäß Formeln (2), (3) und (4) zu erklären:

$$\begin{aligned}
 v_1^{(0)} &= l_1 = + 6,2 \\
 v_2^{(0)} &= l_2 = - 4,0 \\
 v_3^{(0)} &= l_3 = - 9,6 \\
 v_4^{(0)} &= l_4 = - 3,4 \\
 v_5^{(0)} &= l_5 = + 28,7 \\
 v_6^{(0)} &= l_6 = - 15,7 \quad [v v]^{(0)} = [11] = 1 228,34 \\
 e^{(0)} &= 0 \\
 f^{(0)} &= 0 \\
 (r^2 + s^2)^{(0)} &= 1
 \end{aligned}$$

Der Theorie dieses Verfahrens entsprechend werden nur zwei Iterationsschritte erforderlich sein, um die Koordinatenverbesserungen Δx und Δy zu bestimmen:

1. Iterationsschritt

$$\begin{aligned}
 r^{(1)} &= [av^{(0)}] = [a1] = + 489,22 \\
 s^{(1)} &= [bv^{(0)}] = [b1] = - 92,91 \\
 (r^2 + s^2)^{(1)} &= 247 968 \\
 \varepsilon^{(1)} &= \frac{(r^2 + s^2)^{(1)}}{(r^2 + s^2)^{(0)}} = 247 968 \\
 e^{(1)} &= -r^{(1)} + \varepsilon^{(1)} e^{(0)} = - 489,22 \\
 f^{(1)} &= -s^{(1)} + \varepsilon^{(1)} f^{(0)} = + 92,91
 \end{aligned}$$

Die nun folgende Ermittlung der Größen q_1, q_2, \dots, q_6 muß für äußere und innere Richtungen verschieden erfolgen. Während nämlich bei äußeren Richtungen die Formel (8) Anwendung findet, muß bei Innenrichtungen die erst im nächsten Abschnitt besprochene Formel (8a) herangezogen werden, die zum Zwecke der Elimination der Orientierungsunbekannten die Berechnung einer Satzkonstante erforderlich macht, welche hier mit K_s bezeichnet werden soll:

$$\begin{aligned}
 K_s^{(1)} &= \frac{1}{4} \cdot (a_3 + a_4 + a_5 + a_6) \cdot e^{(1)} + \frac{1}{4} (b_3 + b_4 + b_5 + b_6) \cdot f^{(1)} = - 12,2305 \\
 q_1^{(1)} &= a_1 e^{(1)} + b_1 f^{(1)} = - 77,3720 \\
 q_2^{(1)} &= a_2 e^{(1)} + b_2 f^{(1)} = + 696,0890 \\
 q_3^{(1)} &= a_3 e^{(1)} + b_3 f^{(1)} - K_s^{(1)} = + 2400,1175 \\
 q_4^{(1)} &= a_4 e^{(1)} + b_4 f^{(1)} - K_s^{(1)} = + 1 582,6685 \\
 q_5^{(1)} &= a_5 e^{(1)} + b_5 f^{(1)} - K_s^{(1)} = - 6 279,5485 \\
 q_6^{(1)} &= a_6 e^{(1)} + b_6 f^{(1)} - K_s^{(1)} = + 2 296,7625 \\
 [qq]^{(1)} &= 53463 777 \\
 \lambda^{(1)} &= \frac{(r^2 + s^2)^{(1)}}{[qq]^{(1)}} = 0,004638
 \end{aligned}$$

$$dx^{(1)} = \lambda^{(1)}e^{(1)} = - 2,269$$

$$dy^{(1)} = \lambda^{(1)}f^{(1)} = + 0,431$$

$$v_1^{(1)} = \lambda^{(1)}q_1^{(1)} + v_1^{(0)} = + 5,8411$$

$$v_2^{(1)} = \lambda^{(1)}q_2^{(1)} + v_2^{(0)} = - 0,7715$$

$$v_3^{(1)} = \lambda^{(1)}q_3^{(1)} + v_3^{(0)} = + 1,5319$$

$$v_4^{(1)} = \lambda^{(1)}q_4^{(1)} + v_4^{(0)} = + 3,9405$$

$$v_5^{(1)} = \lambda^{(1)}q_5^{(1)} + v_5^{(0)} = - 0,4249$$

$$v_6^{(1)} = \lambda^{(1)}q_6^{(1)} + v_6^{(0)} = - 5,0475 \quad [vv]^{(1)} = 78,25$$

2. Iterationsschritt

$$r^{(2)} = [av^{(1)}] = - 1,7513$$

$$s^{(2)} = [bv^{(1)}] = - 9,2265$$

$$(r^2 + s^2)^{(2)} = 88,1945$$

$$\varepsilon^{(2)} = \frac{(r^2 + s^2)^{(2)}}{(r^2 + s^2)^{(1)}} = 0,000355668$$

$$e^{(2)} = -r^{(2)} + \varepsilon^{(2)}e^{(1)} = + 1,5773$$

$$f^{(2)} = -s^{(2)} + \varepsilon^{(2)}f^{(1)} = + 9,2595$$

$$K_s^{(2)} = \frac{1}{4} (a_3 + a_4 + a_5 + a_6) \cdot e^{(2)} + \frac{1}{4} (b_3 + b_4 + b_5 + b_6) \cdot f^{(2)} = + 0,0394$$

$$q_1^{(2)} = a_1 e^{(2)} + b_1 f^{(2)} = + 17,4558$$

$$q_2^{(2)} = a_2 e^{(2)} + b_2 f^{(2)} = + 14,0061$$

$$q_3^{(2)} = a_3 e^{(2)} + b_3 f^{(2)} - K_s^{(2)} = - 8,6942$$

$$q_4^{(2)} = a_4 e^{(2)} + b_4 f^{(2)} - K_s^{(2)} = - 14,6618$$

$$q_5^{(2)} = a_5 e^{(2)} + b_5 f^{(2)} - K_s^{(2)} = + 2,0839$$

$$q_6^{(2)} = a_6 e^{(2)} + b_6 f^{(2)} - K_s^{(2)} = + 21,2721$$

$$[qq]^{(2)} = 1248,28$$

$$\lambda^{(2)} = \frac{(r^2 + s^2)^{(2)}}{[qq]^{(2)}} = 0,070653$$

$$dx^{(2)} = \lambda^{(2)}e^{(2)} = + 0,111$$

$$dy^{(2)} = \lambda^{(2)}f^{(2)} = + 0,654$$

$$v_1^{(2)} = \lambda^{(2)}q_1^{(2)} + v_1^{(1)} = + 7,0744$$

$$v_2^{(2)} = \lambda^{(2)}q_2^{(2)} + v_2^{(1)} = + 0,2181$$

$$v_3^{(2)} = \lambda^{(2)}q_3^{(2)} + v_3^{(1)} = + 0,9176$$

$$v_4^{(2)} = \lambda^{(2)}q_4^{(2)} + v_4^{(1)} = + 2,9046$$

$$v_5^{(2)} = \lambda^{(2)}q_5^{(2)} + v_5^{(1)} = - 0,2777$$

$$v_6^{(2)} = \lambda^{(2)}q_6^{(2)} + v_6^{(1)} = - 3,5445 \quad [vv]^{(2)} = 72,02$$

Die Verbesserungen selbst erhält man dann nach Formel (12) durch Aufsummieren der Einzelverbesserungen:

$$\begin{aligned}\Delta x &= dx^{(1)} + dx^{(2)} = -2,269 + 0,111 = -2,158 \text{ dm} \\ \Delta y &= dy^{(1)} + dy^{(2)} = +0,431 + 0,654 = +1,085 \text{ dm}\end{aligned}$$

Nach dem klassischen Ausgleichsverfahren hätte man vorerst die Gauß'schen Normalgleichungen aufstellen müssen

$$\begin{aligned}+ 210,09 \Delta x - 33,13 \Delta y + 489,22 &= 0, \\ - 33,13 \Delta x + 19,75 \Delta y - 92,91 &= 0\end{aligned}$$

deren Lösungen

$$\begin{aligned}\Delta x &= \frac{[ab].[bl] - [bb].[al]}{[aa].[bb] - [ab]^2} = \frac{-6583,99}{3051,68} = -2,158 \text{ dm} \\ \Delta y &= \frac{[ab].[al] - [aa].[bl]}{[aa].[bb] - [ab]^2} = \frac{3311,60}{3051,68} = +1,085 \text{ dm}\end{aligned}$$

mit den oben gefundenen in völliger Übereinstimmung stehen. Ebenso kann man sich von der Evidenz der Fehlerquadratsumme

$$[vv] = [al] \cdot \Delta x + [bl] \cdot \Delta y + [ll] = 72,02$$

leicht überzeugen. Abschließend sei auf die hier deutlich erkennbare starke Konvergenz dieses Iterationsverfahrens hingewiesen. (Fortsetzung folgt)

Über die Azimutreduktionen wegen Lotkrümmung

Von *Wilhelm Embacher*, Wien

Um das Azimut des Vertikalschnittes von einem Geoidpunkt nach einem benachbarten Geoidpunkt zu erhalten, muß das astronomische Azimut des Vertikalschnittes nach einem benachbarten Punkt von der physischen Erdoberfläche streng auf das Geoid reduziert werden. Ist der Verlauf der Lotlinie bekannt, so können diese Reduktionen durchgeführt werden. Wäre z. B. die Krümmung und die Torsion in jedem Punkt der Lotlinie nur eine Funktion der Bogenlänge, so könnte man die Lotlinie durch das Integral der Riccatischen Differentialgleichung darstellen. Obwohl die Torsion in einem Teilkörper mit glatter Dichtefunktion vernachlässigt werden kann, ist die Lotlinie im allgemeinen keine ebene Kurve, da sich sowohl die Größe, als auch die Richtung des Krümmungsradius und damit des horizontalen Gradienten an jeder Unstetigkeitsstelle der Dichte unstetig ändert.

Nach Bruns¹⁾ gelten für zwei Teilkörper die Ausdrücke

$$\left. \begin{aligned}g \left(\frac{\cos \Phi}{R} - \frac{\cos \Phi'}{R'} \right) &= -4\pi (k_o - k_o') \sin \delta \cos \delta \\ g \left(\frac{\sin \Phi}{R} - \frac{\sin \Phi'}{R'} \right) &= 0\end{aligned} \right\} \dots(1)$$

wobei Φ , Φ' Richtungswinkel der Krümmungsradien R und R' beim Durchgang

¹⁾ *H. Bruns*, Figur der Erde, Berlin 1878.

der Lotlinie durch die Massen mit der Dichte k_o und k_o' und mit dem Verwerfungswinkel δ sind.

Damit ist die Frage nach dem Verlauf der Lotlinie unter der physischen Erdoberfläche auf das Gebiet der Lagerstättenforschung zurückgeführt. Sollte es einmal allgemein möglich sein, exakte Angaben über Dichteänderungen entlang der Lotlinie machen zu können, so ist auch der Verlauf der Lotlinie geklärt.

Gelingt es, außer der Richtung der bis jetzt zur Projektion verwendeten Tangente in einem Punkt der Lotlinie auch die Krümmung zu messen, könnte man durch Fortsetzung des Krümmungskreises bis zum Geoid eine Zuordnung zwischen Oberflächenpunkt und Geoidpunkt erreichen, welche der wirklichen Gegebenheit eher entspricht; denn der bis zum Geoid fortgesetzte Krümmungskreis hat zwar nicht den Anspruch die Lotlinie darzustellen, doch wird er diese besser approximieren, als die Tangente, da die Berührung von höherer Ordnung ist.

Bekanntlich können aus dem horizontalen Gradienten der Krümmungsradius der Schwerkraftlinie und damit dessen reziproker Wert, die Krümmung, berechnet werden. Die Komponenten W_{xz} und W_{yz} des horizontalen Gradienten des skalaren Feldes der Schwereintensität können gravimetrisch bestimmt werden.

Der Horizontalgradient G ergibt sich damit

$$G = \sqrt{W_{xz}^2 + W_{yz}^2}. \quad \dots(2)$$

Den Krümmungsradius R der Schwerkraftlinie erhält man bekanntlich aus

$$R = \frac{g}{G}, \quad \dots(3)$$

wenn g die Schwerebeschleunigung ist.

Die Aufgabenstellung, Winkelmessungen von einem Punkt der physischen Erdoberfläche unter Berücksichtigung der Lotlinienkrümmung auf das Geoid zu reduzieren, ist unter Annahme eines flachen Kreisbogens zu lösen.

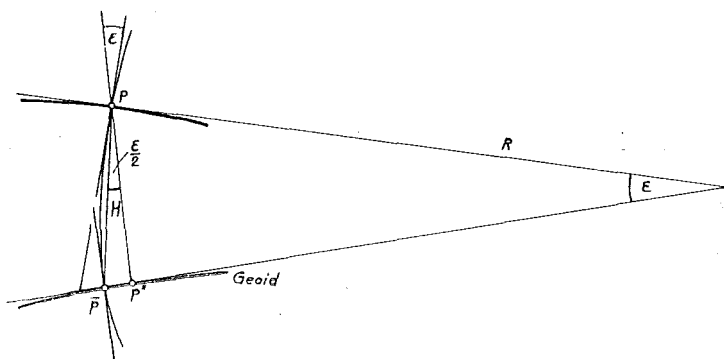


Abb. 1

Im Punkt P ist die Lotlinie durch die Richtung ihrer Tangente (φ' , λ') und durch ihre Krümmung $\frac{1}{R}$ gegeben. Wird der Krümmungskreis in P bis zu einem Durchstoßpunkt in \bar{P} mit dem Geoid fortgesetzt, so ist der Winkel zwischen der

Lotrichtung in P und der Lotrichtung in \bar{P} nach Formel (3)

$$\varepsilon'' = \rho'' \frac{G}{g} H. \quad \dots(4)$$

Sind die geographischen Koordinaten in \bar{P} , also auf dem Geoid, $\bar{\varphi}'$ und $\bar{\lambda}'$, so sind

$$d\varphi' = \bar{\varphi}' - \varphi', \quad d\lambda' = \bar{\lambda}' - \lambda' \quad \dots(5)$$

die Reduktionen der astronomischen Beobachtungen auf das Geoid. Der Krümmungsanteil ε im Azimut α ist dann

$$\varepsilon = d\varphi' \cos \alpha + d\lambda' \sin \alpha \cos \varphi. \quad \dots(6)$$

Der Einfluß ε_n der Lotkrümmung auf die Richtung eines Vertikalschnittes im Azimut α ist durch jene Komponente bedingt, die senkrecht zur Visierebene steht. Es ist also

$$\varepsilon_n = -d\varphi' \sin \alpha + d\lambda' \cos \alpha \cos \varphi. \quad \dots(7)$$

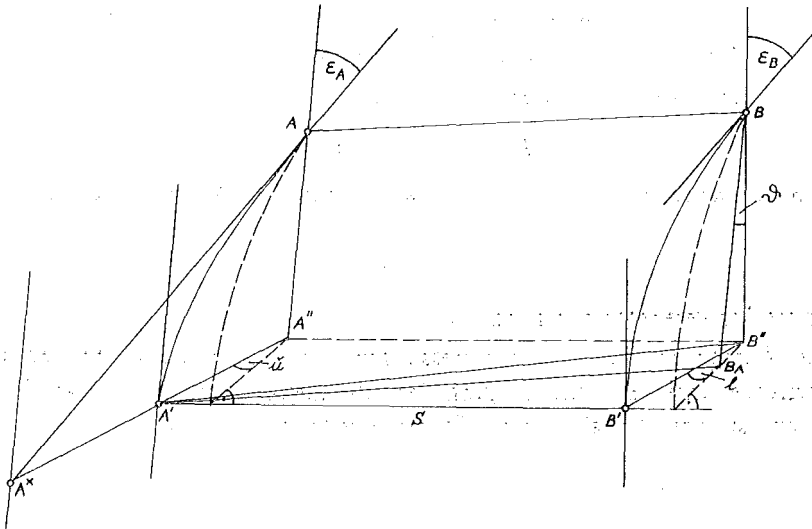


Abb. 2

Es soll das in A nach B gemessene Azimut so auf das Geoid reduziert werden, als wäre es von A' nach B' gemessen worden. Als erstes muß der Normalschnitt ABA^x in A^x auf das Lot von A^x bezogen werden, also wegen des wirksamen Teiles der Lotkrümmung ε_A , d. h. wegen ε_{nA} reduziert werden.

$$da_1 = -\frac{H_B}{S} \varepsilon_{nA}. \quad \dots(8)$$

Nun folgt die Reduktion wegen der windschiefen Lotrichtung auf dem Geoid. ϑ sei der Winkel, den die Lotrichtung in B' und in A^x in ihrer Projektion auf die Normalebene von $A'B'$ bilden.

Dann ist

$$da_2 = +\frac{H_B}{S} \vartheta. \quad \dots(9)$$

Nun muß die Messung von B'' auf B' zentriert werden:

$$da_3 = + \frac{\overline{B'B''}}{S} \cos l = \frac{\varepsilon_{nB}}{2S} H_B, \quad \dots(10)$$

und schließlich von A^\times auf A' bezogen werden:

$$da_4 = + \frac{\overline{A^\times A'}}{S} \cos n = \frac{\varepsilon_{nA}}{2S} H_A. \quad \dots(11)$$

Es ist also:

$$[da] = - \frac{H_B}{S} \varepsilon_{nA} + \frac{H_A}{S} \vartheta + \frac{H_B \varepsilon_{nB}}{2S} + \frac{H_A \varepsilon_{nA}}{2S}. \quad \dots(12)$$

Der Ausdruck $\frac{H_B}{S} \vartheta$ läßt sich nach *Vening Meinesz* darstellen:

$$\begin{aligned} \frac{H_B}{S} \vartheta &= \frac{H_B}{S} \left[(\xi_B + d\varphi'_B - \xi_A - d\varphi'_A) \sin \alpha_{AB} - \right. \\ &\quad \left. - (\eta_B + d\lambda'_B \cos \varphi_B - \eta_A - d\lambda'_A \cos \varphi_A) \cos \alpha_{AB} \right] + \frac{H_B e^2}{2a} \rho'' \cos^2 \varphi_A \sin 2\alpha_{AB} = \\ &= \frac{H_B}{S} \left[(\xi_B - \xi_A) \sin \alpha_{AB} - (\eta_B - \eta_A) \cos \alpha_{AB} \right] + \frac{H_B}{S} \left[(d\varphi'_B - d\varphi'_A) \sin \alpha_{AB} - \right. \\ &\quad \left. - (d\lambda'_B \cos \varphi_B - d\lambda'_A \cos \varphi_A) \cos \alpha_{AB} \right] + \frac{H_B e^2}{2a} \rho'' \cos \varphi_A \sin 2\alpha_{AB}. \end{aligned}$$

Unter Verwendung der Gleichung (7) geht (10) über in

$$da_3 = \frac{H_B}{2S} \left(-d\varphi'_B \sin \alpha_{AB} + d\lambda'_B \cos \varphi_B \cos \alpha_{AB} \right),$$

und (11) lautet:

$$da_4 = \frac{H_A}{2S} \left(-d\varphi'_A \sin \alpha_{AB} + d\lambda'_A \cos \varphi_A \cos \alpha_{AB} \right).$$

Schließlich kann man für (8) schreiben:

$$da_1 = - \frac{H_B}{S} \left(-d\varphi'_A \sin \alpha_{AB} + d\lambda'_A \cos \varphi_A \cos \alpha_{AB} \right).$$

Dadurch wird

$$\begin{aligned} da_1 + da_2 &= \frac{H_B}{S} \left[(\xi_B - \xi_A) \sin \alpha_{AB} - (\eta_B - \eta_A) \cos \alpha_{AB} \right] + \\ &+ \frac{H_B e^2}{2a} \rho'' \cos^2 \varphi_A \sin 2\alpha_{AB} + \frac{H_B}{S} \left(d\varphi'_B \sin \alpha_{AB} - d\lambda'_B \cos \varphi_B \cos \alpha_{AB} \right). \end{aligned}$$

Die Summe aller vier Korrekturen lautet:

$$\begin{aligned} [da] &= \frac{H_B}{S} \left[(\xi_B - \xi_A) \sin \alpha_{AB} - (\eta_B - \eta_A) \cos \alpha_{AB} + \frac{H_B e^2}{2a} \rho'' \cos \varphi_A \sin 2\alpha_{AB} + \right. \\ &+ \frac{H_B}{2S} (d\varphi'_B \sin \alpha_{AB} - d\lambda'_B \cos \varphi_B \cos \alpha_{AB}) - \frac{H_A}{2S} (d\varphi'_A \sin \alpha_{AB} - d\lambda'_A \cos \varphi_A \cos \alpha_{AB}) \left. \right] = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 = [da] &= \frac{H_B}{S} [(\xi_B - \xi_A) \sin \alpha_{AB} - (\eta_B - \eta_A) \cos \alpha_{AB} + \frac{H_B e^2}{2a} \rho'' \cos \varphi_A \sin 2\alpha_{AB} + \\
 &+ \frac{1}{2S} \sin \alpha_{AB} [(Hd\varphi')_B - (Hd\varphi')_A] - \frac{1}{2S} \cos \alpha_{AB} [(H \cos \varphi d\lambda')_B - (H \cos \varphi d\lambda')_A]. \\
 &\dots(13)
 \end{aligned}$$

K. Ledersteger²⁾ hat in seiner Arbeit „Die Reduktion der astronomischen Beobachtungen wegen Lotkrümmung“ dieselbe Formel für die Gesamtreduktion des beobachteten Azimutes auf das Geoid auf anderem Wege abgeleitet, wobei das erste Glied auf *Vening Meinesz* zurückgeht und der zweite Ausdruck die bekannte ellipsoidische Zielpunktreduktion darstellt.

Zur Gesamtverbesserung kommt noch der Ausdruck

$$da_s = d\lambda' \sin \varphi \dots(14)$$

d. i. die Meridiankonvergenz, welche auf Grund der Längenänderung wegen des Lotkrümmungsanteiles $d\lambda'$ berücksichtigt werden muß. Diese Reduktion ist im Normalfall, d. h. auf dem Rotationssphäroid, Null. Im allgemeinen wird sie sehr klein sein. Ihr Maximum erreicht sie bei einem senkrecht zur Meridianebene verlaufenden Horizontalgradienten. In diesem Fall, bei einer Lotkrümmung von z. B. 5 Bogensekunden und einer Höhe von 1000 m, beträgt die Azimutreduktion wegen der Meridiankonvergenz in unseren Breiten etwa 0,0004 Bogensekunden, d. h. sie ist praktisch nicht zu berücksichtigen.

Die Azimutreduktion wegen der Lotkrümmung, also der Ausdruck

$$\frac{1}{2S} \sin \alpha_{AB} [(Hd\varphi')_B - (Hd\varphi')_A] - \frac{1}{2S} \cos \alpha_{AB} [(H \cos \varphi d\lambda')_B - (H \cos \varphi d\lambda')_A]$$

erreicht sein Maximum bei einem in der Nord-Süd-Richtung verlaufenden Gradienten und einem Vertikalschnitt, der in der Ost-West-Richtung liegt. Wenn man annimmt, daß in einem begrenzten Vermessungsgebiet die Lotkrümmung etwa gleich groß ist, wird die Azimutreduktion dem Höhenunterschied zwischen Standpunkt und Zielpunkt direkt proportional. Die abschließende Tabelle gibt Aufschluß über die Größe dieser Reduktion (in Bogensekunden) bei einer Lotkrümmung von 5 Bogensekunden und den oben festgelegten Messungsumständen.

$s_m \setminus \Delta H_m$	200	400	600	800	1000
1000	0,5"	1,0"	1,5"	2,0"	2,5"
5000	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
10000	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
20000	0,025	0,05	0,075	0,1	0,125
30000	0,017	0,034	0,050	0,067	0,083

²⁾ K. Ledersteger, Die Reduktion der astronomischen Beobachtungen wegen Lotkrümmung. Schweiz. Zeitschr. f. Verm., Kulturtechnik u. Photogrammetrie. 1955, Heft 8.

Erfahrungen mit der Wild-Zwei-Meter-Invar-Basislatte

Von *Walter Smetana*, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

1. Einleitung

Zur Überprüfung und Justierung von Doppelkeil-Präzisions-Distanzmessern wurden für die Vermessungsämter eine Anzahl von Prüfstrecken mit Zwischenpunkten im Abstand von 10 bis 140 m durch Leichtmetallbolzen im Gelände an verschiedenen Orten festgelegt. Die Messung der Kontrollstrecken erfolgte mit einem 30 m Invarband der Abteilung K 2 (Erdmessung) des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen: Querschnitt 13/0,2 mm und durchgehender Millimeterteilung. Das Band wurde vor und nach den Messungen mit dem Normalband Ke 23 (Stahl) am Meßband-Komparator der Gruppe Eichwesen des Bundesamtes verglichen.

In den letzten Jahren wurden nun die Basislatte und die parallaxtische Winkelmessung mehr und mehr zur Seitenmessung in Präzisions-Polygonzügen zur polygonometrischen Bestimmung von trigonometrischen Punkten eingesetzt. Zahlreiche Veröffentlichungen berichten über die Erfahrungen und Probleme bei dieser Methode (z. B. [1], [2], [3]).

Die Ergebnisse von rund fünfzig von mir gemessenen und streng ausgeglichenen Präzisions-Polygonzügen [4] zur Bestimmung sogenannter EP (= Einschaltpunkte) mit einer Gesamtlänge von ca. 100 km und ca. 2000 gemessenen parallaxtischen Winkeln mit einer durchschnittlich inneren Genauigkeit $m_a \approx \pm 1,5''$ bestätigen die gute Übereinstimmung der in [1] entwickelten Theorien mit der Praxis.

Die Erreichung einer hohen Genauigkeit bei der Präzisionsdistanzmessung mittels *T 2* und Invar-Basislatte ist jedoch nur dann möglich, wenn die Basislatte jederzeit mit der nötigen Sorgfalt behandelt und regelmäßig kompariert wird.

Die Komparierung der Latte kann auf einem Komparator oder mittels genau bekannten Vergleichsstrecken erfolgen.

Will man eine besonders hohe Genauigkeit bei der Streckenmessung erhalten, so wird eine Komparierung der Latte mit der geforderten Genauigkeit von etwa 0,02 mm für die ganze Lattenlänge und 0,2 mm für die additive Konstante auch mittels genau bestimmten Kontrollstrecken, wie die folgenden Darlegungen zeigen werden, nicht immer erreichbar sein.

Die für die Vermessungsämter festgelegten Prüfstrecken ermöglichten einen Vergleich der Invarbandmessungen mit den Messungen mittels Wildscher Invar-Basislatte.

Die folgende Abhandlung soll an Hand von vorliegenden Vergleichsmessungen mittels Invarband und Basislatte einerseits die zu erreichende gute Übereinstimmung der aus Prüfstrecken im Gelände ermittelten Gleichung einer Invar-Basislatte mit den Meßergebnissen am Komparator des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen nachweisen, andererseits aber auch nebenbei den Haupteinfluß der unvermeidlichen Zentrierfehler bei Benützung der optischen Lote auf die an sich mit hoher Genauigkeit erhaltenen Strecken aufzeigen. Hiezu sei jedoch bemerkt, daß der Einfluß der unvermeidlichen Zentrierfehler bei Benützung der optischen Lote bei der Messung der

Seiten in den Präzisionspolygonzügen mit Zwangszentrierung belanglos bleibt, und bei der Konstantenbestimmung eine Auflotung mit zwei Theodoliten üblich ist.

Der Komparator des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, der die gleichzeitige Bestimmung der Lattenlänge und additiven Konstante erlaubt, wurde von *J. Mitter* entwickelt und von der Fa. *Klitz*, Wien XIX, Zehenthofgasse 20, gebaut. Der Komparator befindet sich in der Abteilung K 3 (Triangulierung), eine Veröffentlichung über seinen Aufbau und über Erfahrungen bei seiner Verwendung wird in der ÖZfV noch gebracht werden.

2. Lattenvergleich am Komparator und Prüfstrecken-Meßergebnis

Da die Lattenlänge auf ca. 0,02 mm und die additive Konstante c auf ca. 0,2 mm genau bekannt sein müssen, läßt sich die Gleichung der Latte am sichersten durch Laborvergleich auf einem Komparator bestimmen. Dennoch möchte ich im folgenden zeigen, daß die Ergebnisse der Lattenvergleichen am Komparator in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen, verglichen auf Prüfstrecken im Gelände, stehen können.

Die mir zur Verfügung stehende Basislatte Nr. 57843 der Fa. Wild steht seit drei Jahren ununterbrochen in Gebrauch und wurde immer sorgfältigst behandelt, wie der Vergleich der zu verschiedenen Zeiten stattgefundenen Komparierungen am Komparator des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen bestätigt:

Datum der Komparierung:

11. IV. 1958...	$k = 1,000021$	$c = -1,4$ mm
4. VII. 1958...	$k = 1,000034$	$c = -1,7$ mm
25. VIII. 1958...	$k = 1,000029$	$c = -1,2$ mm
5. III. 1958...	$k = 1,000027$	$c = -1,4$ mm
19. III. 1959...	$k = 1,000015$	$c = -1,2$ mm
28. IV. 1959...	$k = 1,000028$	$c = -1,4$ mm
30. XII. 1959...	$k = 1,000012$	$c = -1,1$ mm
21. IV. 1960...	$k = 1,000014$	$c = -1,2$ mm

Komparator 6 Monate demontiert

8. III. 1961...	$k = 1,000020$	$c = -1,2$ mm
-----------------	----------------	---------------

Aus einer Anzahl der im 3. Abschnitt dieser Abhandlung angeführten Probestrecken von 10 bis 140 m Länge wurden — da die fehlertheoretisch günstigste Länge der Prüfstrecke $s \approx 8$ m betragen soll —, sechs Strecken von ungefähr 10 m Länge ausgewählt, deren Vergleichsmessungen (Invarband-Basislatte) die Differenz 0 mm ergeben hatte.

Durch Einführung dieser sechs Prüfstrecken $s_1 \dots s_6$, sowie eines mittleren Komparatorwertes für $c \approx -1,2$ mm in die Gleichung $b = 2 (s - c) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$, worin b die zu bestimmende Ist-Länge der Basislatte und α die gemessenen parallaktischen Winkel darstellen, erhält man sechs Werte für b und schließlich:

$$b_{\text{Mittel}} = 2,000052 \text{ m} \pm 0,02 \text{ mm} \text{ oder } k = 1,000026$$

Tabelle I

Nr.	S_m	$2(S-C)$	$\frac{\alpha}{2}$ g v ce	$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$	b_m	$v_{mm} \cdot 10^{-3}$	$v_v \cdot 10^{-6}$
1	9,992	19,9864	6 34 97,95	0,10 00 744	2,000 127	-75	5 625
2	10,006	20,0144	6 34 08,00	0,09 99 317	2,000 073	-21	441
3	9,985	19,9724	6 35 37,06	0,10 01 364	1,999 964	+88	7 744
4	9,982	19,9664	6 35 57,78	0,10 01 694	2,000 022	+30	900
5	9,996	19,9944	6 34 69,75	0,10 00 297	2,000 034	+18	324
6	9,993	19,9884	6 34 90,42	0,10 00 625	2,000 089	-37	1 369

Vergleicht man den so erhaltenen Wert für k mit dem letzten k -Wert vom 8. III. 1961: $k = 1,000020$, so zeigt sich eine völlig belanglose Differenz von bloß 0,006 mm. Im einzelnen sind allerdings die Abweichungen gegen den Sollwert aus der letzten Komparierung wesentlich größer: +0,044 bis -0,038 mm. Sie übersteigen damit den oben geforderten mittleren Fehler von 0,02 mm um etwa das Doppelte. Trotzdem erscheint hiermit bestätigt, daß auch eine im Gelände, unter nicht so idealen Verhältnissen wie bei Komparatormessungen, abgeleitete Basislattenlänge, mit dem Komparatorwert sehr gut übereinstimmen kann. Die Befürchtung so manches Praktikers, die Lattenvergleiche am Komparator ergebe nicht die wirksame Basislattenlänge, erscheint demnach als unbegründet.

3. Fehlertheoretische Betrachtungen von Kontrollstrecken

Von den für die Vermessungsämter festgelegten Prüfstrecken wurden vier für Studienzwecke mit der Basislatte nachgemessen. Die Umstände bei den Basislattenmessungen waren nicht immer die günstigsten. Die Bolzen hatten Lochmarken von ca. 3 mm Öffnung, jedoch mit konischem Auslauf, was sich auf die Zentrierung mittels optischen Lotes, infolge Schattenbildung, ungünstig auswirkte. Außerdem übten die Lichtbrechungen, die mitunter durch Benetzung der Bolzen mit Wasser verursacht wurden, ebenfalls einen störenden Einfluß auf die Zentrierung aus.

Diese Mängel hätten wohl leicht weggeschafft werden können, sie wurden jedoch mit Absicht belassen und keine idealen Verhältnisse erzwungen, um die Messungen, wie sie in der Praxis im Gelände oft bei jeder Witterung getätigt werden, an Hand von fehlerfrei angenommenen Prüfstrecken, kritisch zu beleuchten.

Jede Prüfstrecke wurde zwangszentriert nach der „Springstand-Methode“, Basislatte am Ende, gemessen und als längste Zwischenstrecke $s = 25$ m gewählt. Die zur Ableitung einer Strecke erforderlichen parallaktischen Winkel α sind, zwecks Erreichung einer inneren Genauigkeit von $m_\alpha \approx \pm 1^{\text{cc}}$ im Durchschnitt, aus einer parallaktischen Winkelmessung in 16 Halbsätzen mit einem Wildschen $T 2$ hervorgegangen.

Es folgen nun umseitig in chronologischer Reihenfolge die vier Kontrollstrecken, tabellarisch angeordnet und benannt nach den Städten, in denen sie liegen.

Die Tabellen enthalten sowohl die fortlaufenden Maße als auch die Zwischenmaße der mit dem Invar-Vergleichsband gemessenen und als fehlerfrei angenommenen Strecken; daneben stehen die entsprechenden, mit der Basislatte ermittelten Zwischenstrecken und die durch Aufsummierung derselben erhaltenen fortlaufenden Maße.

Kontrollstrecken:

1.) „Krems/Donau“

2.) „Waidhofen/Thaya“

Bolzen Nr.	Band	Latte	$\delta_s = B - L$ mm	Bolzen Nr.	Band	Latte	$\delta_s = B - L$ mm
	S_1				S_1		
	ΔS_{12}				ΔS_{12}		
	S_2			S_2			
1	0,000 19,961	0,000 19,962	-1	1	0,000 19,986	0,000 19,984	+2
2	19,961 5,014	19,962 (5,015)	-1 (-1)	2	19,986 2,992	19,984 9,992	+2 0
3	24,975 14,992	24,977 14,990	-2 +2	3	29,978 10,006	29,976 10,006	+2 0
4	39,967 10,007	39,967 10,011	0 -4	4	39,984 9,985	39,982 9,985	+2 0
5	49,974 9,988	49,978 (9,985)	-4 (+3)	5	49,969 9,982	49,967 9,982	+2 0
6	59,962 19,993	59,963 19,993	-1 0	6	59,951 19,979	59,949 19,979	+2 0
7	79,955 19,996	79,956 20,004	-1 -8	7	79,930 20,005	79,928 20,004	+2 +1
8	99,951 19,979	99,960 19,970	-9 +9	8	99,935	99,932	+3
9	119,930 19,765	119,930 19,765	0 0				
10	139,695	139,695	0				

Kontrollstrecken:

3.) „Mödling“

4.) „St. Pölten“

Bolzen Nr.	Band	Latte	$\delta_s = B - L$ mm	Bolzen Nr.	Band	Latte	$\delta_s = B - L$ mm
	S_1				S_1		
	ΔS_{12}				ΔS_{12}		
	S_2			S_2			
1	0,000 19,991	0,000 19,992	-1	1	0,000 20,730	0,000 20,731	-1
2	19,991 20,002	19,992 20,003	-1 -1	2	20,730 19,807	20,731 19,804	-1 +3
3	39,993 9,996	39,995 9,996	-2 0	3	40,537 16,322	40,535 16,321	+2 +1
4	49,989 9,993	49,991 9,993	-2 0	4	56,859 17,441	56,856 17,441	+3 0
5	59,982 19,999	59,984 19,998	-2 +1	5	74,300 25,116	74,297 25,116	+3 0
6	79,981 20,010	79,982 20,006	-1 +4	6	99,416 40,416	99,413 40,414	+3 +2
7	99,991 19,994	99,988 19,993	+3 +1	7	139,832	139,827	+5
8	119,985	119,981	+4				

Bei der Prüfstrecke „Krems/Donau“ sind die in der Tabelle eingeklammerten Größen Rechnungswerte. Mit der Basislatte wurden die Strecken von Bolzen 1 bis 3 und Bolzen 4 bis 6 nach der Methode „Basislatte am Ende“ abgeleitet. Bei der Prüfstrecke „St. Pölten“ erfolgte die Ableitung der Strecke von 6 bis 7 nach der Methode „Basislatte in der Mitte“. Weiters entnimmt man den Tabellen die als wahre Fehler angenommenen Differenzen $\vartheta_s = B - L$.

Betrachtet man die einzelnen Fehlergrößen in den Tabellen, so kann man feststellen, daß bei der Kontrollstrecke „Krems/Donau“ die Maße zwischen Bolzen Nr. 7 bis 8 und Nr. 8 bis 9 von ihren Soll-Beträgen verhältnismäßig stark abweichen, nämlich 8 und 9 mm mit entgegengesetztem Vorzeichen. Die Strecke 7 bis 9 ist jedoch wieder bis auf 1 mm genau. Die Basislattenmessung kann sich daher nicht auf jenen Punkt beziehen, der zur Zeit der Invar-Bandmessung als Zentrum des Bolzens 8 angenommen wurde. Für die weiteren Untersuchungen müssen daher, da es sich offenbar beim Bolzen 8 um mangelnde Identität handelt, die beiden Teilstrecken 7 bis 8 und 8 bis 9 ausgeschieden und durch die zusammengesetzte Strecke 7 bis 9 ersetzt werden.

Zur kritischen Betrachtung der erhaltenen Teilstreckenfehler erfolgt in Tabelle II eine Darstellung sämtlicher Teilstrecken, geordnet nach dem Parameter der Größe. In Kolonne 3 ist die tatsächlich erreichte innere Genauigkeit der gemessenen paralaktischen Winkel α ersichtlich. Daneben sind die theoretisch ermittelten mittleren Fehler m_s nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz mit

$$m_s = \pm \sqrt{\frac{S^4}{4\rho^2} m_a^2 + \frac{b^2}{4} m_b^2 + m_c^2}$$

angeschrieben, wobei als mittlerer Fehler der Basislattenlänge $m_b \approx \pm 0,02$ mm und als mittlerer Fehler der additiven Konstante $m_c \approx \pm 0,2$ mm angenommen wurde.

Die Werte für m_b und m_c entspringen einwandfreien Komparatormessungen der am Komparator des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen geeichten Wildschen Zwei-Meter-Invar-Basislatte Nr. 57843.

Kolonne 5 enthält die wahren Fehler bzw. Verbesserungen ϑ_s aus dem Vergleich der Invar-Bandmessungen mit den entsprechenden Messungen der Basislatte.

Betrachtet man alle errechneten Werte m_s und vergleicht sie mit den bezüglichen ϑ_s , so muß man feststellen, daß die meisten ϑ_s ein Vielfaches der m_s betragen. Elfmal erscheint die Differenz 0 mm, zehnmal die Differenz 1 mm, viermal die Differenz 2 mm, einmal die Differenz 3 mm und zweimal die Differenz 4 mm.

Da diese Differenzen unabhängig von der Streckenlänge, teils +, teils - auftreten und man außerdem nach E. Berchtold (Fa. Wild, Heerbrugg) bei Benützung der optischen Lote mit einem Zentrierfehler bis zu 1 mm rechnen muß, sind die aufscheinenden Differenzen mit großer Wahrscheinlichkeit hauptsächlich als Zentrierfehler zu deuten.

Eine Prüfung der Fehlerverteilung [5] nach Vorzeichensumme, Vorzeichenfolge und Vorzeichenwechsel sowie eine Prüfung nach dem Kriterium von Abbe läßt die Zufälligkeit der auftretenden Fehler wie folgt erkennen:

Bezeichnet s den wahrscheinlichsten Wert der Vorzeichensumme, so soll $s = 0 \pm \sqrt{n}$ bei Zufälligkeit der Fehler sein und es ist, nach der Bedeutung der mittleren

Tabelle II

Nr.	S_m		m_{cc}	m_s	δ_s	$\delta\delta$	$ \delta_s^{max} $	$ \delta_z^{min} $	$ \delta_z^{max} $	P_δ	P_{88}
	Band	Latte									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	9,982	9,982	1,1	0,2	0	0	1,2	0	0	3,1	0
2	9,985	9,985	0,8	0,2	0	0	1,1	0	0	3,1	0
3	9,992	9,992	0,9	0,2	0	0	1,1	0	0	3,1	0
4	9,993	9,993	0,7	0,2	0	0	1,1	0	0	3,1	0
5	9,996	9,996	0,5	0,2	0	0	1,0	0	0	3,1	0
6	10,006	10,006	0,4	0,2	0	0	1,0	0	0	3,1	0
7	10,007	10,011	0,6	0,2	-4	16	1,0	3,0	4	3,1	0
8	14,992	14,990	0,5	0,3	+2	4	1,3	0,7	2	1,9	7,6
9	16,322	16,321	1,1	0,3	+1	1	1,7	0	1	1,7	1,7
10	17,441	17,441	1,0	0,4	0	0	1,8	0	0	1,4	0
11	19,765	19,765	1,1	0,4	0	0	2,2	0	0	1,0	0
12	19,807	19,804	1,1	0,4	+3	9	2,2	0,8	3	1,0	0
13	19,961	19,962	0,7	0,4	-1	1	1,8	0	1	1,0	1,0
14	19,979	19,979	1,0	0,4	0	0	2,1	0	0	1,0	0
15	19,986	19,984	0,9	0,4	+2	4	2,1	0	2	1,0	4,0
16	19,991	19,992	1,2	0,4	-1	1	2,3	0	1	1,0	1,0
17	19,993	19,993	0,6	0,4	0	0	1,2	0	0	1,0	0
18	19,994	19,993	1,1	0,4	+1	1	2,2	0	1	1,0	1,0
19	19,995	19,996	1,1	0,4	-1	1	2,2	0	1	1,0	1,0
20	19,999	19,998	0,6	0,4	+1	1	1,2	0	1	1,0	1,0
21	20,002	20,003	0,9	0,4	-1	1	2,0	0	1	1,0	1,0
22	20,005	20,004	0,6	0,4	+1	1	1,2	0	1	1,0	1,0
23	20,010	20,006	1,0	0,4	+4	16	2,1	1,9	4	1,0	0
24	20,730	20,731	1,4	0,6	-1	1	2,6	0	1	0,9	0,9
25	24,975	24,977	0,5	0,4	-2	4	2,1	0	2	0,5	2,0
26	25,116	25,116	1,0	0,6	0	0	2,8	0	0	0,5	0
27	39,975	39,974	0,8	0,6	+1	1	3,9	0	1	0,5	0,5
28	40,416	40,414	1,2	0,6	+2	4	4,7	0	2	0,5	2,0

Fehlergrenze mit der Wahrscheinlichkeit 0,683 zu erwarten, daß bei zufälliger Verteilung die Vorzeichensumme s innerhalb die Grenzen $\pm\sqrt{n}$ fällt. Dies auf die vorliegende Fehlerreihe angewandt, ergibt $s = +3$, $n = 28$; daher $s = 0 \pm 5,3$.

Der wahrscheinlichste Wert für die Differenz der Anzahl der Vorzeichenfolgen und der Vorzeichenwechsel und die mittlere Fehlergrenze ist nach der Theorie $f - w = 0 \pm \sqrt{n-1}$. Für die vorliegende Fehlerreihe erhält man $f = 4$, $w = 6$; daher $f - w = -2 = 0 \pm 5,2$.

Nach dem Kriterium von Abbe erhält man für die beiden Quadratsummen

$$A = \vartheta_1^2 + \vartheta_2^2 + \dots + \vartheta_n^2 = 67 \text{ und}$$

$$B = (\vartheta_1 - \vartheta_2)^2 + (\vartheta_2 - \vartheta_3)^2 + \dots + (\vartheta_n - \vartheta_1)^2 = 118$$

Bei endlichem n und einer Verteilung der ϑ nach dem Zufall, gilt mit Angabe der mittleren Fehlergrenze:

$$\frac{2A}{B} = 1 \pm \frac{1}{\sqrt{n}},$$

Die errechneten Werte für A , B und \sqrt{n} eingesetzt, ergibt:

$$\frac{134}{118} \approx 1,1 = 1 \pm 0,2.$$

Hinsichtlich der Gauß'schen Verteilung der wahren Fehler soll sein $\frac{\mu}{\vartheta} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} = 1,2533 \left(1 \pm \frac{0,7555}{\sqrt{n}}\right) \approx 1,25 \pm 0,18$, worin μ den mittleren Fehler einer Messung,

ϑ den durchschnittlichen Fehler einer Messung nach bzw. $\mu = \sqrt{\frac{[\vartheta^2]}{n}}$ und $\vartheta = \frac{[|\vartheta|]}{n}$ bedeuten. Für die vorliegende Beobachtungsreihe erhält man $\frac{\mu}{\vartheta} \approx 1,49$, also Übereinstimmung, da die Abweichung des Quotienten von 1,25 um $\sim 0,2$ ungefähr gleich der mittleren Fehlergrenze ist.

Die Berechnung von μ auf Grund der verhältnismäßig geringen Anzahl von Beobachtungen, nämlich $n = 28$, hat selbst nach Formel $\mu = \sqrt{\frac{[\vartheta^2]}{n}} \left(1 \pm \frac{0,70711}{\sqrt{n}}\right)$ als mittlere Grenze $\sim \pm 0,2$.

Der Absolutwert des größten auftretenden Fehlers ist 4, er ist kleiner als $3\mu \approx 5$, der Fehler von $2\mu \approx 3$ kommt einmal vor.

Nimmt man an, daß die ϑ_s in Kolonne 5 der Tabelle II reine Zentrierfehler darstellen, so ist der mittlere Zentrierfehler in jedem Endpunkt einer Strecke

$$m_z = \sqrt{\frac{[\vartheta^2]}{2n}} = \sqrt{\frac{67}{56}} \approx \pm 1,1 \text{ mm.}$$

Da es immerhin auch möglich wäre, daß die drei Fehlerkomponenten von ϑ_s : $\vartheta_s^{(a)}$, $\vartheta_s^{(b)}$ und ϑ_c im additiven Sinne wirksam waren, sind zur Beurteilung der Differenzen in Kolonne 7 der Tabelle II die maximalen Absolutbeträge $|\vartheta_{s \max}|$

Tabelle III

$\pm \delta_s = - \frac{s^2}{2 \rho_{cc}} (\pm \delta_{acc}) + \frac{s}{b} \cdot (\pm \delta_b) + (- \delta_c) + (\pm \delta_{z_1}) + (\pm \delta_{z_2})$ $\delta_{acc} \approx \pm 1^{\text{cc}}, \quad \delta_b \approx \pm 0,02 \text{ mm}, \quad \delta_c \approx \pm 0,2 \text{ mm}, \quad \delta_{z_1} = 0, \quad \delta_{z_2} = \pm 1 \text{ mm},$										
$\delta_s^{(a)}$	+					+				
	-					-				
$\delta_s^{(b)}$	+					+				
	-					-				
δ_c	+					-				
	-					+				
δ_{z_1}	0+1-1	0-1	0+1	+1	-1	0+1-1	0-1	0+1	+1	-1
δ_{z_2}	0+1-1	+1 0	-1 0	-1	+1	0+1-1	+1 0	-1 0	-1	+1
δ_s	+0,7	+1,7	-0,3	-1,3	+2,7	+0,3	+1,3	-0,7	-1,7	+2,3
	-0,7	+0,3	+1,7	-2,7	-1,3	+0,3	+0,7	-1,3	-2,3	+1,7

unter Zugrundelegung des dreifachen mittleren Fehlers m_α aus Kolonne 3 und der dreifachen mittleren Fehler m_b und m_c ersichtlich gemacht.

$$|\vartheta_{s \max}| \approx \left| - \frac{s^2}{2 \rho_{cc}} \vartheta_{acc} \right| + \left| \frac{s}{b} \vartheta_b \right| + |\vartheta_c| = |\vartheta_s^{(a)}| + |\vartheta_s^{(b)}| + |\vartheta_c|$$

Vergleicht man diesen Wert $|\vartheta_{s \max}|$ mit den tatsächlichen Fehlern ϑ_s , so fällt auf, daß wenigstens bei ϑ_7 , ϑ_8 , ϑ_{12} und ϑ_{23} , die außerhalb der maximalen Grenzen liegen, noch eine andere Fehlerkomponente, nämlich der Zentrierfehler selbst wirksam gewesen sein mußte.

So wie nun eine maximale Fehleranhäufung möglich ist, so könnten sich auch die drei Fehlerkomponenten gegenseitig aufheben und ϑ_s würde in diesem Falle verschwinden. In Kolonne 8 und 9 sind daher die maximalen und minimalen Absolutbeträge der vermutlichen Zentrierfehler angeschrieben, wobei

$$|\vartheta_{z \min}| = |\vartheta_s| - |\vartheta_{s \max}| \quad \text{und} \quad |\vartheta_{z \max}| = |\vartheta_s|$$

Bildet man die Durchschnittswerte für sämtliche $|\vartheta_{z \min}|$ und $|\vartheta_{z \max}|$, so erhält man einen durchschnittlichen Zentrierfehler von 0,1 – 0,7 mm pro Standpunkt. Die äußersten Grenzen sind 0 – 2 mm. Läßt man weiters zur Ableitung eines mittleren Gewichtseinheitsfehlers die verhältnismäßig großen Fehler ϑ_7 , ϑ_{12} und ϑ_{23} außer Betracht, bestimmt unter Zugrundelegung des durchschnittlichen mittleren Fehlers $m_\alpha \approx \pm 1^{\text{cc}}$ und der mittleren Fehler $m_b \approx \pm 0,02 \text{ mm}$ und $m_c \approx \pm 0,2 \text{ mm}$, die Gewichte der Seiten $s_1 - s_{28}$, ausschließlich der Seiten s_7 , s_{17} und s_{23} , wobei der errechnete mittlere Fehler der Gewichtseinheit $m \approx \pm 0,42 \text{ mm}$ für die Seite $s = 20 \text{ m}$ festgelegt wird, so erhält man letztlich auf Grund aller Messungen, ausschließlich Nr. 7, 12 und 23, den tatsächlichen mittleren Fehler der Gewichtseinheit

$$\text{mit } M = \sqrt{\frac{[p \vartheta \vartheta]}{n}} = \sqrt{\frac{25,7}{25}} \approx \pm 1,0 \text{ mm.}$$

+				
-				
+				
-				
+				
0+1	-1	0-1	0+1	+1
0+1	-1	+1 0	-1 0	-1
	+0,1	+1,1	-0,9	-1,9
	-0,1	+0,9	-1,1	-2,1
				+2,1
				+1,9

Da nun der theoretisch ermittelte Gewichtseinheitsfehler m mit den tatsächlichen Wert M nicht übereinstimmt ($m \approx 0,4 \text{ mm}$, $M \approx \pm 1,0 \text{ mm}$), so läßt dies ebenfalls auf einen zusätzlichen Fehlereinfluß schließen. Wird dieser Einfluß durch einen Zentrierfehler m_z dargestellt, so ist $M_s^2 = m_s^2 + 2m_z^2$ und $m_z \approx \pm 0,7 \text{ mm}$.

Da jedoch letztlich der Fehler ϑ_s durch das Zusammenwirken aller Fehlerkomponenten entstanden ist, soll noch in Tabelle III der errechnete Einfluß aller positiv und negativ wirksamen Komponenten, einschließlich der beiden Zentrierfehler

ϑ_{z1} , und ϑ_{z2} an den Endpunkten einer Strecke von $\sim 20 \text{ m}$ Länge, auf ϑ_s zur Darstellung gebracht werden.

Der Tabelle IV entnimmt man weiters die Anzahl aller möglichen Fehler ϑ_s , dann die bezüglichen Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten eines bestimmten Fehlers und letztlich eine Gegenüberstellung der berechneten und beobachteten Anzahl der ϑ für $n = 14$ der Beobachtungsreihe Nr. 11 bis 24 aus Tabelle II.

Tabelle IV

ϑ_s	Anzahl n	W	$\vartheta_s \sim$	für $n = 14$ Anzahl der ϑ	
				berechnet	beobachtet
mm 0,1	6	0,11	mm 0	4	3
0,3	10	0,19			
0,7	10	0,19			
0,9	4	0,07	1	6	8
1,1	4	0,07			
1,3	6	0,11			
1,7	6	0,11	2	3	1
1,9	2	0,04			
2,1	2	0,04			
2,3	2	0,04	3	1	1
2,7	2	0,04			
	54	1,01			
		Σ			

Die gute Übereinstimmung der gegenübergestellten Werte bestätigt wieder die berechnete Annahme eines Zentrierfehlers in der Größe bis zu $\sim 1 \text{ mm}$, einer errechneten inneren Genauigkeit des gemessenen parallaktischen Winkels von $m_{\alpha} \approx \pm 1''$ und der Fehlergrößen $m_b \approx \pm 0,02 \text{ mm}$ und $m_c \approx \pm 0,2 \text{ mm}$.

4. Graphische Darstellung der Kontrollstrecken mit Veranschaulichung der vermutlich wirksamen Zentrierfehler

Unter der als berechtigt erkannten Annahme eines Haupteinflusses von unvermeidlichen Zentrierfehlern auf das Meßergebnis einer Strecke, bei Messung mittels Basislatte und Verwendung der optischen Lote, sollen in diesem Abschnitt in Form linienflüchtiger Vektoren die vier Kontrollstrecken veranschaulicht und an Hand der tabellarischen Anordnung der Strecken-Meßergebnisse aus Abschnitt 3., die dort ersichtlichen Differenzen zwischen Bandmessung und Lattenmessung eine Interpretation erfahren.

Da man mit einem unvermeidlichen Zentrierfehler bis zu ~ 1 mm in jedem Punkt rechnen muß, wurden zunächst auf einer Geraden die Zentren der Bolzen der Kontrollstrecken mittels Strichmarken lagemäßig eingezeichnet und um diese Zentren, Kreise mit dem Radius von 1 mm in der Größe der Zentrierfehler geschlagen. Da die Zentrierfehler in Richtung der zu messenden Kontrollstrecken am wirksamsten sind, erfolgten unter diesem Gesichtspunkt die weiteren Darstellungen.



Abb. 1

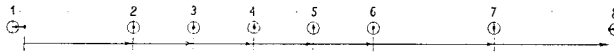


Abb. 2

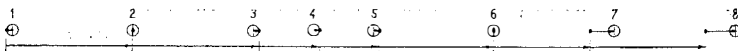


Abb. 3

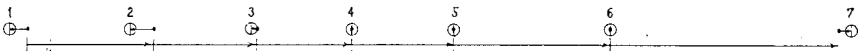


Abb. 4

Die vermutlich fehlerhaften Zentrierungen sind, gemäß den Abbildungen 1 bis 4 durch Punkte gekennzeichnet. Diese Kennzeichnung geschah auf Grund der dargestellten linienflüchtigen Vektoren, als die, hauptsächlich mit Zentrierfehlern behafteten Strecken aus Abschnitt 3. Nach Maßgabe der dort aufscheinenden Differenzen, sind die Zentrierfehler als gerichtete Strecken ersichtlich gemacht.

5. Zusammenfassung

Der in vorliegender Abhandlung dargestellte Vergleich der zu verschiedenen Zeiten, mit einer komparierten Basislatte und einem Invarband erhaltenen Längen von Kontrollstrecken läßt einerseits erkennen, daß man mit Hilfe einer komparierten Basislatte, unter gewissen Voraussetzungen, Meßergebnisse erzielen kann, die allen Genauigkeitsanforderungen der Praxis entsprechen.

Andererseits bestätigt der Vergleich aber auch die Existenz der unvermeidlichen Zentrierfehler in der Größe bis zu etwa 1 mm, was jedoch für die Praxis völlig belanglos bleibt.

Die Voraussetzung zur Erreichung von Meßergebnissen hoher Präzision bildet eine, stets in tadellosem Zustand geführte Basislatte, deren Gleichung regelmäßig an einem hierzu geeigneten Komparator ermittelt wird. Nur dann wird die Wildsche Invar-Basislatte immer den ihr gebührenden Platz in der Präzisions-Distanzmessung behalten, der der Latte auf Grund der entwickelten Theorien zukommt.

Literatur:

- [1] *Förstner, Gustav*: Genauigkeit der optischen Streckenmessung mit Theodolit und Basislatte, DGK, Reihe B, Heft 20, München 1955.
- [2] *Kobold, F.*: Erfahrungen bei der Distanzmessung mit der Zwei-Meter-Basislatte in *Kneißl Max.*, Internationale Streckenmeßkurse in München, Goslar 1955, S. 44–60.
- [3] *Ulbrich, Karl*: Feinpolygonometrische Bestimmung von Triangulierungspunkten, *ÖZfV*, Sonderheft 14, 1952, Festschrift Eduard Doležal, S. 647–664.
- [4] *Smetana, Walter*: Strenger Ausgleich von Feinpolygonzügen bei Stadtvermessungen, *ÖZfV* 45 (1957), Nr. 5/6, S. 141–155.
- [5] *Mader, Karl*: Ausgleichsrechnung — Graphisches Rechnen — Numerisches Rechnen, in H. Geiger und K. Scheel, Handbuch der Physik, Band III, 1928.

Referat

Zur Entwicklung der geoseismischen Untersuchungsmethoden

(Zum Vortrag von *Dipl.-Ing. Dr. techn. Johann Sattlegger*: „Als Vermessungsingenieur bei geophysikalischen Arbeiten“, gehalten am 11. Mai 1962 im Österreichischen Verein für Vermessungswesen an der Technischen Hochschule Graz)

Der Aufgabenkreis der angewandten Geophysik umfaßt die Erkundung von Minerallagerstätten, Baugrunduntersuchungen, die Untersuchung und Messung der physikalischen Eigenschaften der Gesteine der Erdkruste und ähnliche Probleme. Zur Lösung dieser Aufgaben dienen gravimetrische, magnetische, seismische und elektrische Methoden, daneben Messungen der Radioaktivität, thermische Untersuchungen u. a. Im allgemeinen führt wegen der Vieldeutigkeit der Ergebnisse nur die Kombination verschiedener Verfahren sowie das Studium der geologischen und mineralogischen Verhältnisse zu eindeutigen Erkenntnissen.

Da die angewandte Geophysik zu den wirtschaftlich wichtigsten Randgebieten der Geodäsie gehört und auch Geodäten in zunehmendem Maße auf diesem Gebiet tätig werden, ist der Überblick, den *Dr. Sattlegger* in seinem Vortrag über allgemeine und spezielle Erfahrungen auf dem Gebiet der Geoseismik gab, von allgemeinem Interesse.

Der Vortragende, der seit mehr als drei Jahren für die *C. Deilmann Bergbau G. m. b. H.* in Bentheim arbeitet, berichtet über seine Erfahrungen mit *angewandter Seismik*, im besonderen mit den Verfahren der *Reflexionsseismik*, also jenes Verfahrens, bei dem die Tiefe und die Schichtneigung an den einzelnen Reflexionsstellen untersucht werden können. (Das Gegenstück dazu bildet das *Refraktionsverfahren*, das den allgemeinen Verlauf der Schichten ohne Rücksicht auf örtliche Abweichungen gibt. Ferner wird beim Refraktionsverfahren eine ganz bestimmte der auftretenden Wellen, die sogenannte „*Mintrop-Welle*“, benützt.)

Die Reflexionsseismik ist die aufschlußreichste, aber auch die teuerste geophysikalische Prospektionsmethode.

Das Prinzip der Reflexionsseismik ist ähnlich dem Echolotverfahren. Hier wie dort wird die Laufzeit eines reflektierten Impulses gemessen und daraus die Länge des Laufweges, also die Tiefe der reflektierenden Unstetigkeitsstelle (Schichtfläche) berechnet. Der notwendige Impuls wird durch die Detonation einer Sprengladung in einem Bohrloch in einigen Metern Tiefe erzeugt. Die Energie der sich ausbreitenden, longitudinalen Kompressionswelle wird an jeder Grenzfläche im

Medium (Schichtfläche des Gesteins) zu einem gewissen Teil reflektiert. Die Ausbreitungsgeschwindigkeiten in den einzelnen Schichten sind verschieden und ändern sich außerdem kontinuierlich auch innerhalb der homogenen Schichtenabschnitte. Allgemein nehmen die Geschwindigkeiten mit wachsender Tiefe wegen des zunehmenden Gebirgsdruckes und Alters der Gesteine zu. Infolge der dadurch komplizierten Geschwindigkeitsverhältnisse werden die seismischen Strahlen, das sind die orthogonalen Trajektorien der Kompressionswellenfronten, vielfach gebrochen, reflektiert und gebeugt, was bei der Auswertung der Seismogramme berücksichtigt werden muß. Die Ausbreitungsgeschwindigkeiten müssen dazu direkt bestimmt werden. Als Beispiele seien einige bekannte Ausbreitungsgeschwindigkeiten angeführt.

Tertiärgesteine	1800 m/s und mehr
Oberkreide	4000–4800 m/s
Trias	4000–4500 m/s
Dolomit	bis 6000 m/s

(Entsprechend der zunehmenden Verfestigung der Gesteine.)

Die reflektierte Energie wird an der Bodenoberfläche mittels Seismographen — Geophonen — wieder aufgefangen. Die Geophone bestehen aus einem Dauermagneten als Kern zu einer freischwingenden Spule mit Membrane. Durch Erderschütterungen wird der mit dem Gehäuse fest verbundene Magnet relativ zur Spule bewegt und dadurch ein Strom induziert. Auftretende Eigenschwingungen des Geophons werden elektrisch gedämpft. Der induzierte Strom wird einer zentralen Verstärkungs- und Regelungsanlage zugeführt, die bei modernsten Anlagen bis zu 24 Anschlüsse (= 24 unabhängige Meßstellen) besitzen. Die Schwingungen werden entweder über Spiegelgalvanometer auf photographischem Papier als Seismogramme registriert oder neuesten frequenz- oder amplitudenmoduliert auf Magnetband. Der besondere Vorteil des letztgenannten Aufnahmeverfahrens liegt darin, daß nachträglich verschiedenartiges Auswerten („Abspielen“) z. B. durch Filterung bestimmter Frequenzbereiche, Mischung und ähnliches möglich ist.

Mit der Empfangsapparatur werden die Laufzeiten der von den verschiedenen geologischen Schichtflächen reflektierten Impulse gemessen, wobei die zugehörigen Geophone über dem zu untersuchenden Untergrundprofil in einer Geraden mit etwa 25 m Abstand angeordnet werden. Die Sprengladungen werden in mehreren Bohrlöchern (Abstände 20 bis 40 m) in 10 bis 50 m Tiefe gleichzeitig zur Detonation gebracht, da diese Anordnung bessere Reflexionsimpulse schafft. Trägt man die in einer Reihe von Schußpunkten gemessenen Laufzeiten in einem maßstäblichen Diagramm auf, so erhält man ein *Laufzeitenprofil*, das bei einfachen Geschwindigkeitsverteilungen bereits eine *qualitative* Aussage über die Lagerung der unterirdischen Schichten ergibt. Analoges gilt für die Eintragung der Laufzeiten in einem Grundrißplan der Sprengpunkte: die Verbindung von Punkten gleicher Laufzeit ergeben den *Zeitlinienplan* (Isochronen-), der bereits Aussagen über die Neigungsverhältnisse gibt. Zur tiefenmäßigen Aufgliederung der Schichtungsverhältnisse: *Tiefenprofile*, muß man aber noch die Geschwindigkeitsverteilung im Untergrund ermitteln. Bei der Herstellung der Tiefenprofile muß die Strahlenbrechung mitberücksichtigt werden, wobei, wie leicht einzusehen, Annahmen getroffen und je nach der Kompliziertheit der Geschwindigkeitsfunktion (Geschwindigkeitsverteilung) und der Genauigkeitsforderungen aus einer Vielfalt von Entwicklungen — meist Näherungsmethoden — das praktischste Brechungsverfahren ausgewählt werden muß. Die sehr komplizierten Berechnungen werden heute allgemein mit Rechenautomaten durchgeführt.

Zur Bestimmung der seismischen Geschwindigkeiten in den einzelnen Gesteinsschichten gibt es verschiedene Verfahren. Liegt im Meßgebiet eine Tiefenbohrung vor, die über die örtliche Schichtenfolge und -dicke Aufschluß gibt, so können in ihr die Geschwindigkeiten durch Bohrlochschießen oder durch das CVL-Verfahren (Continuous Velocity Log) ermittelt werden.

Beim ersten Verfahren wird ein Geophon an einem Kabel in verschiedene Tiefen des Bohrloches gebracht und an der Oberfläche in der Nähe des Bohrlochmundes jeweils eine Sprengung vorgenommen. Der Quotient aus der Tiefe des Geophones und der registrierten Laufzeit ergibt die mittlere Ausbreitungsgeschwindigkeit.

Beim CVL-Verfahren wird die örtliche Ausbreitungsgeschwindigkeit mit Hilfe einer Spezialsonde, die an einem Ende einen Impulsgeber, am anderen einen Empfänger aufweist, kontinuierlich während des Ausfahrens des Bohrloches gemessen und gleichzeitig von einem Analogrechnergerät aus der registrierten *Laufzeit-Tiefenkurve*: $t = \int \frac{dz}{v}$ (dz ... Abstand SONDENSENDER — SONDEN-EMPFÄNGER in der Tiefe z) das herrschende v bestimmt.

Liegt keine Tiefenbohrung vor, so können die Geschwindigkeiten mit entsprechend geringerer Genauigkeit auch rein reflexionsseismisch ermittelt werden. Man bedient sich dabei der Tatsache, daß die Krümmung der Laufzeitkurve, die man — siehe oben — durch Auftragen der in verschiedenen Abständen vom Sprengort gemessenen Laufzeiten als Funktion dieser Entfernung erhält, von der Geschwindigkeit abhängt.

Die künftige Entwicklung auf dem Gebiet der angewandten Seismik ist vor allem durch eine erhebliche Erweiterung der Analysiermöglichkeiten der Seismogramme durch die Magnetbandspeicherung gegeben. Weiters interessiert immer mehr auch die Anordnung sehr tiefer geologischer Schichten, die zu sehr kostspieligen Erweiterungen der Feldmeßanordnungen führen. Eine dritte Entwicklungsrichtung bildet die Einführung sogenannter „synthetischer Seismogramme“. Aus der bei einer Tiefenbohrung mittels des CVL-Verfahrens ermittelten Geschwindigkeitsverteilung kann unter bestimmten Annahmen für einen jeden Sprengschuß ein theoretisches Seismogramm bestimmt werden. Aus dem Vergleich zwischen einem geschossenen und dem synthetischen Seismogramm können wertvolle Aufschlüsse über die Bedeutung aller in dem geschlossenen Seismogramm auftretenden Impulse bzw. Impulsformen gezogen werden. Schließlich tritt auch noch die allgemeine Tendenz, die Auswertearbeiten zu automatisieren und zu beschleunigen, in den Vordergrund.

Zusammenfassend ergab der Vortrag ein äußerst aufschlußreiches Bild über Theorie und Praxis der Reflexionsseismik, die, wie schon eingangs erwähnt, die teuerste geophysikalische Erkundungsmethode ist. Um nur roh über die Kostenfrage moderner Prospektionsmethoden zu orientieren, seien noch einige diesbezügliche Angaben von *Dr. Sattlegger* zitiert. Ein seismischer Meßtrupp kostet monatlich etwa zwischen 360.000,— und 600.000,— Schilling. In dieser Zeit kann er 80 bis 150 Schußpunkte schaffen, die einer Profillänge von 30 bis 40 km entsprechen. Im Vergleich zu einer Aufschlußbohrung ist aber die seismische Methode immer noch billig. Eine Tiefbohrung kostet nämlich zwischen 6 und 30 Millionen Schilling.

Josef Mitter

Mitteilungen

Ministerialrat Praxmeier — 80 Jahre

Am 2. Juli vollendete Min.-Rat *Ing. Franz Praxmeier* in aller Stille sein 80. Lebensjahr.

Praxmeier ist uns als eine der markantesten Persönlichkeiten des österreichischen Vermessungsdienstes wohl bekannt. Aus dem Fortführungsdienst kommend, war er in der ersten Zeit nach der Gründung des Bundesamtes im Präsidium — der damaligen Abtlg. V/1, der auch die Leitung des Fortführungsdienstes oblag — tätig. Wenn von den Baumeistern des Bundesamtes gesprochen wird, muß sein Name an hervorragender Stelle genannt werden. Er war es, der durch zahlreiche, aus seiner Feder stammende, richtungsgebende Erlässe und Dienstvorschriften das junge Bundesamt mit praktischem Leben und neuen Ideen erfüllte und dem Aufstieg des Katasters den Weg wies.

Auch in seiner späteren Tätigkeit im Handelsministerium bewies er seine ideale Dienstauffassung, die stets nur das Wohl und das Gedeihen des Vermessungsdienstes im Auge hatte und mit der er das Bundesamt in seinen Bestrebungen jederzeit unterstützte.

Praxmeier kann als Muster des oft gepriesenen altösterreichischen Beamten gelten; er war in jeder Lage korrekt bis zur Selbstverleugnung und dabei von einer übergroßen Bescheidenheit. Er war uns Vorbild, Lehrer und ein Freund von seltener Herzengüte.

Wir, seine dankbaren Schüler, wünschen ihm von ganzem Herzen noch viele glückliche Jahre in Gesundheit und voller Frische.

J. Wessely

100-Jahr-Feier der Internationalen Assoziation für Geodäsie in München

Vom 9. bis 13. Oktober 1962 findet in München die 100-Jahr-Feier der Internationalen Assoziation für Geodäsie in Zusammenhang mit einem Symposium über die Neuausgleichung der europäischen Hauptnetztriangulation statt.

Das Programm des Symposiums sieht u. a. vor:

- am 9. Oktober: Bericht über neue Lichtgeschwindigkeitsmessungen von Prof. *Dr. Karolus*, Zürich,
Besichtigung der Basis und Normalstrecke im Ebersberger Forst.
- am 10. Oktober: Arbeitssitzungen über den Atlas 1:1,000,000 für die Netzbilder der europäischen Hauptnetztriangulationen, über die in die Neuausgleichung einzubeziehenden Grundlinien, elektronisch gemessenen Dreiecksseiten und Laplace-Stationen.
- am 11. Oktober: Besichtigung des Observatoriums Hohenpeißenberg mit Vorführung moderner Entfernungsmeßgeräte.
- am 12. Oktober: Arbeitssitzung über die anzuwendenden Ausgleichungsmethoden.

Das Programm der anschließenden 100-Jahr-Feier umfaßt u. a.:

- am 12. Oktober: Festsitzung mit einem Vortrag von Prof. *Dr. Kneißl*, München, über „Die geodätische Integration Europas“.
- am 13. Oktober: Festliche 100-Jahr-Feier mit einem Festvortrag von Prof. *Dr. Tardi*, Paris, „Hundert Jahre Internationale Erdmessung“.

Neben diesen Veranstaltungen wird ein umfangreiches Rahmenprogramm durchgeführt, die Organisation liegt in den Händen von Prof. *Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. M. Kneißl*, Technische Hochschule München.

47. Deutscher Geodätentag in Dortmund

Der Deutsche Verein für Vermessungswesen e. V. und der Deutsche Markscheider-Verein e. V. veranstalten in der Zeit vom 26. bis 29. September 1962 den 47. Deutschen Geodätentag in Dortmund. Mit der Tagung ist eine Geräte- und Instrumentenausstellung verbunden. Das Programm ist sehr reichhaltig. Außer zahlreichen fachwissenschaftlichen Vorträgen sind eine Reihe von Besichtigungen und Fachexkursionen vorgesehen.

R.

Literaturbericht

1. Buchbesprechungen

H. Ooppel: Aufstellung und Fortführung von Katasterbüchern (-karteien) mit Maschinenlochkarten IBM 3000. Sonderheft 1 der Zeitschrift „Der Fluchtstab“; Herausgeber: Verband Deutscher Vermessungsingenieure e. V. (VDV).

Das vorliegende Sonderheft 1 bringt einen im Heft Nr. 2 (März/April 1962) der Zeitschrift „Der Fluchtstab“ veröffentlichten Vorschlag zur Anwendung der Kleinlochkartenanlage IBM 3000 für die Aufstellung und Fortführung von Katasterbüchern.

In einer sehr interessanten Einleitung wird ein Überblick über den derzeitigen Stand der Anwendung des konventionellen Lochkartenverfahrens bzw. entsprechender Vorschläge für die Registrierarbeiten im Kataster in Österreich und einigen deutschen Ländern gegeben. Ausgehend von dem Gedanken, daß eine zentrale Bearbeitung, wie sie in Österreich seit 1956 gehandhabt wird und für Baden-Württemberg und Niedersachsen geplant ist, für Hessen nicht wünschenswert erscheint, weil „man mit dem Liegenschaftskataster beim Kunden bleiben muß“, werden die Lochkartengeräte IBM 3000 besprochen und als Möglichkeit hingestellt, dieses Ziel unter tragbaren wirtschaftlichen Bedingungen zu erreichen. Es folgt ein Lösungsvorschlag für die Aufstellung und Fortführung der Katasternachweise mittels dieser Maschinenanlage, wobei als Bausteine dieser Nachweise tabellierte

Einzelbelege verwendet werden, die im Zuge der Fortführung im erforderlichen Umfang erneuert und ausgewechselt werden.

Der Vorschlag geht von hessischen Verhältnissen aus und stellt in gewisser Weise eine Weiterentwicklung der von O. Kriegel im Jahre 1959 veröffentlichten Abhandlung „Kataster-Aufstellung mit Maschinenlochkarten“ dar, die im Heft 3/60 hier besprochen wurde. Während bei Kriegel die Lochkarten nur zur Aufstellung von Katasterbüchern benützt werden und deren Fortführung in konventioneller Weise handschriftlich erfolgt, sollen die Lochkarten nun auch für die Fortführung nutzbar gemacht werden. Die vorliegende Veröffentlichung stellt einen sehr interessanten Lösungsversuch dar. Bemerkenswert erscheint u. a., daß auf die Herstellung eines Flurbuches (Grundstückverzeichnis) verzichtet und dafür eine Flurstücksliste tabelliert wird, die einen Überblick über die jeweils vorhandenen Flurstücke geben soll und die zu diesem Zwecke laufend handschriftlich zu berichtigen ist.

Die Mietkosten für eine Anlage IBM 3000, bestehend aus Locher/Prüfer, Sortiermaschine, Tabelliermaschine und Lochschriftübersetzer, betragen monatlich ca. 1800 DM, also an die 12000 S. Wenn man bedenkt, daß die Mietkosten für alle zur Anlegung und Fortführung der Lochkartenoperate in Österreich erforderlichen Lochkartengeräte nur etwas mehr als das Dreifache dieses Betrages ausmachen, damit aber für alle 70 Vermessungsämter Österreichs das Auslangen gefunden wird, so würde demgegenüber die Anschaffung je eines Geräteparks IBM 3000 pro Vermessungsamt doch ziemlich kostspielig sein.

Nach einer Mitteilung der IBM-Österreich wird das System IBM 3000 aber gar nicht mehr erzeugt und scheint daher seit einiger Zeit auch nicht mehr im Verkaufsprogramm dieser Firma auf, womit die in der besprochenen Veröffentlichung enthaltenen Ausführungen bis zum Vorliegen eines ähnlichen Kleingeräteparks zunächst nur rein theoretischen Wert besitzen. *F. Höllriegl*

Prof. Dr. Ing. habil. Karl Neubert: Markscheidewesen. 146 Seiten, 175 Abbildungen, 10 Tafeln. Bergakademie Freiberg. Fernstudium.) 1961.

Das Lehrbuch über Markscheidewesen bietet eine gedrungene Zusammenstellung aller markscheiderischen Disziplinen und hat deshalb aktuelle Bedeutung, da das gesamte Markscheidewesen zur Zeit noch in keinem Buch modern dargestellt ist. Der allgemeine Teil bietet einen „Geschichtlichen Rückblick“, umreißt das Aufgabengebiet und bringt allgemein geodätische Grundbegriffe wie Erdgestalt, Punktbestimmung nach Koordinaten, Bezugshorizonte und Nordrichtung, Bezugswerte in der Horizontalen, Bezugswerte in der Vertikalebene und Koordinaten.

Das 2. Kapitel befaßt sich mit „Markscheiderischen Geräten und Methoden für Längen und Winkelmessungen“. Die Punktvermarkung über und unter Tage, die unmittelbare (direkte) und mittelbare (elektrische und optische Entfernungsmessung), die Winkelmessung und Winkelmeßgeräte werden hier besprochen und erklärt.

Ein Abriß der Fehlertheorie mit der Methode der kleinsten Quadrate, Fehlergesetze, Ausgleichung nach vermittelnden und bedingten Beobachtungen und Ausgleichung durch schrittweise Annäherung wird durch eine Literaturangabe zur Fehlertheorie ergänzt.

Die gedrängte Form des Stoffes mag zu einer guten Vorbereitung für Abschluß und Fachprüfungen dienen und auch in benachbarten Fachkreisen Verständnis für das Markscheidewesen wecken. *W. Embacher*

Prof. Dr. h. c. W. Schulz: Geodätisches Wörterbuch. Spanische Fassung, 118 Seiten, 15 × 21 cm. Verlag Panstwowe przedsiebiorstwo wydawnictw kartograficznych, Warschau 1961. Preis \$ 0,50 (Preis des fünfsprachigen Wörterbuches \$ 3,—).

Das im Jahre 1955 in fünf Sprachen (polnisch, russisch, deutsch, englisch, französisch) erschienene Geodätische Wörterbuch ist nunmehr durch eine spanische Fassung ergänzt worden, die Prof. Dr. h. c. Schulz aus Argentinien verfaßt hat. Damit steht ein geodätisches Wörterbuch in 6 Sprachen zur Verfügung.

Im fünfsprachigen Wörterbuch stehen zuerst die Fachausdrücke in polnischer Sprache alphabetisch geordnet und fortlaufend numeriert. Neben jedem polnischen Ausdruck befindet sich die

russische, deutsche, englische und französische Übersetzung. Hierauf folgen vier alphabetische Verzeichnisse sämtlicher Wörter für jede der genannten Sprachen, wobei neben jedem Wort die zugehörige Nummernbezeichnung steht.

Der spanische Ergänzungsband enthält im ersten Teil nach den im fünfsprachigen Wörterbuch verwendeten Nummern in arithmetischer Reihenfolge geordnet die spanische Übersetzung und im zweiten Teil ein alphabetisches Verzeichnis der spanischen Wörter nebst den zugehörigen Nummern. Dadurch ist der Zusammenhang mit dem fünfsprachigen geodätischen Wörterbuch gegeben.

Wir machen alle Interessenten auf diese erfreuliche Erweiterung des Fachwörterbuches aufmerksam. R.

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen: Dienstvorschrift Nr. 8, Die Österreichischen Meridianstreifen (Gauß-Krüger-Projektion), 4. Auflage, 55 Seiten, Din A 4, Wien 1962.

Die vorliegende Dienstvorschrift, die mit Erlaß des B.A.f.E.u.V. vom 31. Jänner 1962, Zl. K-50 077/21 303-62 in Kraft gesetzt wurde, bringt einige Abänderungen gegenüber der 3. Auflage. Schon am Titel fällt auf, daß die frühere Bezeichnung „Konforme Gauß'sche Projektion“ durch „Gauß-Krüger-Projektion“ ersetzt worden ist.

Unter den wesentlichen Änderungen finden wir: die neue Festlegung der Längenrelation Ferro-Greenwich mit dem runden Wert von $-17^{\circ} 40' 00''$, die Richtigstellung der Katastralgemeindeaufzählung und der Schreibweise ihrer Namen, die gänzliche Auflassung des Maßverhältnisses 1:500 für die Katastralmappen, der Entfall der vorgesehenen Herstellung der Österreichischen Katasterübersichtskarte und der Österreichischen Grundkarte 1:5000, weiters der Entfall der Ausführungen über die zusätzliche gemeindeweise Blattnumerierung mit Rücksicht auf die Bestimmungen der DV 22.

Die Höchstwerte der Projektionsverzerrung in Österreich werden nunmehr in dem Abschnitt „Einfluß der Meereshöhe und der Projektionsverzerrung“ untergebracht, wo sie auch hingehören. Der weitere Inhalt der Anweisung zeigt nur unbedeutende Veränderungen gegenüber der früheren Auflage.

Die getroffenen Abänderungen lassen die Absicht nach Vereinfachung der Bestimmungen, besonders aus wirtschaftlichen Erwägungen, erkennen. R.

2. Zeitschriftenschau

Zusammengestellt im amtlichen Auftrag von Bibliotheksleiter Insp. d. Verm. D. *Karl Gartner*

Die hier genannten Zeitschriften liegen in der Bibliothek des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien I, Hofburg, auf

Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Karlsruhe 1962: Nr. 6. *Meyer, H.*: Erfahrungen mit dem Geodimeter NASM4. — *Schmidt, R.*: Erfahrungen mit dem Geodimeter NASM4. — *Gotthardt, E.*: Erfahrungen mit dem Geodimeter NASM4. — *Draheim, H.*: Verwendung des Geodimeters NASM-2A in Rußland. — *Lohrberg, W.*: Elektronische Ortungsverfahren. — *Leitz, H.* und *Maier, R.*: 24-Stunden-Messung mit dem Tellurometer. — *Steiner, B.*: Zur Kombination von Richtungs- und Längenmessungen in Geodätischen Dreiecksketten. — *Kuntz, E.*: Lichtgeschwindigkeit und Zeitmessung. — *Gekeler, G.*: Definition des Metermaßes. — *Kemper, E.*: Trilateration. — *Draheim, H.*: Telluometereinsatz in schwierigem Gelände.

Bildmessung und Luftbildwesen, Karlsruhe 1962: Nr. 2. *Gotthardt, E.*: Eine Interpolationsformel für die Modelleinpassung. — *Cade, C. M.*: Lufterkundung mittels Infrarot-Verfahren. — *Schultz, G.*: Bestimmung der Potentialverteilung in einem elektromagnetischen Feld durch photogrammetrische Ausmessung eines Gummimodells. — *Neisecke, O.*: Zur Frage der Homogenität photogrammetrischer Paßpunktunterlagen. — *Schulz, W.*: Die Kartographie in Neuländern und ihre Bedeutung für die deutschen Vermessungsingenieure. — *Dorrer, E.*: Der Einfluß von Modell-drehungen auf die Orientierungselemente im photogrammetrischen Auswertegerät. — *Belzner, H.*: Luftbildaufnahme mit dem Hubschrauber. — *Döhler, M.*: Vergleich von Parallaxenrechnern.

Bollettino di Geodesia e Scienze affini, Rom 1962: Nr. 2. *Carlà, M.*: Die Automation — ihr Wesen und ihre Probleme. — *Bencini, P.*: Die elektronischen Rechengeräte. Ihr Einsatz für geodätische und topographische Berechnungen. — *Caprioli, G., Fischera, E., Flamini, R.* und *Virgopia, N.*: Photographische Beobachtungen der künstlichen Satelliten an der Sternwarte von Rom. — *Birardi, G.*: Aerotriangulationsverfahren Rigid.

Geodetický a kartografický obzor, Prag 1962: Nr. 6. *Šima, J.*: Identifizierung der Paßpunkte im Gelände und auf Luftbildern. — *Štěpán, J.* und *Válka, O.*: Koordinatenbestimmung mittels Umformung. — *Pšenička, L.*: Arbeits- und Gesundheitsschutz im Vermessungs- und Kartenwesen.

Geodézia és Kartográfia, Budapest 1962: Nr. 3. *Csatkai, D.*: Die Prüfung der Refraktion auf Grund der Ergebnisse eines Nivellements über die Theiß. — *Imrédi-Molnar, L.*: Über den Politischen und Wirtschaftlichen Weltatlas. — *Schoeler, H.*: Gedanken zur weiteren Automatisierung einiger photogrammetrischer Auswertoperationen. — *Raum, F.*: Die Anwendung der Photogrammetrie bei der Straßenprojektierung. — *Rozslay, F. G.*: Eine schnelle Methode für Projektionsumrechnungen von Koordinaten niederer Ordnung. — *Domokos, Gy.*: Prüfung der Produktivität der im Maßstab 1:10000 ausgeführten topographischen Arbeiten. — *Somogyi, J.*: Die Beseitigung der Erdkrümmungs- und Refraktionseinwirkung bei der Auswertung von Luftaufnahmen. — *Burger, A.*: Eine optische Methode der Radialtriangulation. — *Detreköi, A.*: Die Prüfung des Plattenmikrometers der Theodolite.

Geodezja i Kartografia, Warschau 1962: Nr. 1. *Opalski, W.*: Analyse et résultats des travaux de l'Observatoire Astro-Géodésique de l'Ecole Polytechnique à Varsovie, exécutés durant la III-e Opération des Longitudes de l'Année Géophysique Internationale en 1958 et 1959. — *Pieczynski, L.*: Le problème de transformation des coordonnées topocentriques aux coordonnées géocentriques dans le cas du satellite artificiel de la Terre. — *Szpetkowski, St.*: Les mesures de rattachement en cas de la situation du théodolite entre des verticales.

The Photogrammetric Record, London 1961: Nr. 18. *Nuttall-Smith, P. B. N.*: Evaluating the Interception of an Aircraft by a Guided Missile: The Development and Use of a Camera System. — *Weightman, J. A.*: Analytical Procedures in Photogrammetry. — *Eden, J. A.*: A Practical Drill for the Airborne Profile Recorder. — *Brock, G. C.*: A Note on Exposure in Air Photography of Desert Areas.

Photogrammétrie, Brüssel 1962: Nr. 67. *Delaunoy, L.*: Remembrement et Photogrammétrie. — *Marchant, R.*: La présence simultanée de mesures d'angles et de longueurs dans un problème de compensation.

Przegląd Geodezyjny, Warschau 1962: Nr. 5. *Linsenbarth, A.*: Anwendung der Photogrammetrie zu nicht-topographischen Zwecken. — *Kowalczyk, Z.*: Photogrammetrie im Bergbau. — *Guzik, K.*: Photointerpretations- und photogrammetrische Methoden bei den kartographisch-geologischen Arbeiten und bei den geologischen Untersuchungen der Geologischen Fakultät der Warschauer Universität und der Anstalt für geologische Wissenschaften der Polnischen Akademie der Wissenschaften. — *Richert, W.*: Die Anwendung der Photogrammetrie in der Raumplanung. — *Fedorowski, W.*: Möglichkeiten der Anwendung von Luftbildern im Ackerbau. — *Rudzki, K.*: Anwendung von Luftbildern in der Forstwirtschaft. — *Stanecki, M.*: Versuch der Anwendung von Luftbildstereogrammen zur Bestimmung der an den Niederungen gelegenen Kieferbestockung. — *Wapiński, J.*: Anwendung der Photogrammetrie bei Straßenprojektierungs- und Bauarbeiten. — *Niepokólczycki, M.*: Photogrammetrische Dokumentation in der Architektur, Archäologie und in der Anthropologie. — *Cisło, J.*: Ausnützung photogrammetrischer Methoden bei Bestandsvermessungen von geschichtlichen Bauten.

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, Winterthur 1962: Nr. 6. *Ansermet, A.*: Les calculs géodésiques basés sur des éléments initiaux non exempts d'erreurs.

Studia Geophysica et Geodetica, Prag 1962: Nr. 2. *Kašpar, J.*: Konforme Abbildung einer Fläche auf eine andere unter wählbaren Bedingungen. — *Link, Fr.* und *Neužil, L.*: Étallonage des photomètres du ciel nocturnes en service pendant l'AGI et la CGI.

Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, Gravenhage 1962: Nr. 1. *Haarsma, M.*: Le calcul des réductions au centre. — *Haasbroek, N. D.*: Le piquetage d'arcs de cercle.

Vermessungstechnik, Berlin 1962: Nr. 2. *Stange, L.*: Zur weiteren Entwicklung im Ingenieurvermessungswesen. — *Bahnert, G.*: Zur Streckenberechnung bei Distanzmessungen mit der Basislatte. — *Töpfer, F.*: Das Wurzelgesetz und seine Anwendung bei der Reliefgeneralisierung. — *Merkel, J.*: Einfluß von Form und Größe der Lattenstriche und der Fernrohrzielmarken auf den Zielfehler beim Feinnivellement. — *Makarovic, B.*: Gegenseitige Orientierung von Vertikal-aufnahmen mit asymmetrischer Punkt-anordnung. — Nr. 3. *Schiller, O.*: Der Aufbau der staatlichen geodätischen Netze. — *Helpap, W.*: Berechnung der Richtungszentrierung im neuen Verm.-Form. A6. — *Klappstein, H.*: Die Genauigkeit einiger Kontrollformeln für die Zentrierungsrechnung. — *Neubert, K.* und *Werrmann, W.*: Erprobung der Funktionstüchtigkeit des Koni 007 durch Untersuchungen im Markscheide-Institut und im praktischen Einsatz. — *Gerlach, R.*: Beitrag zur photogrammetrischen Ausmessung von Bildpaaren mit affin überhöhtem Modell. — Nr. 4. *Schlicke, E.*: Die Bestimmung der Fehlerellipse von Punkten offener Züge. — *Schaarschmidt, M.*: Verwendung polygonometrisch bestimmter Richtungen und Einführung der Streckenbedingung bei trigonometrischen Punkteinschaltungen. — *Szangolies, K.*: Photogrammetrie und Informationstheorie. — *Finger, H.*: Durch Gemeinschaftsarbeit zur Definition der in der Kartographie verwendeten Begriffe.

Vermessungstechnische Rundschau, Hamburg 1962: Nr. 4. *Hampe, O.* und *Grünler, G.*: Das photogrammetrische Geräteprogramm von Zeiß-Aerotopograph, München (Forts., weitere Forts. in Nr. 5). — *Kottenhahn, R.*: Trigonometrische Höhenbestimmung bei Ingenieurvermessungen. — Nr. 5. *Thomann, H.*: Kugelschreiber. — *Kennemann, W.*: Zur Summenprobe für Polygonwinkel. *Diipow, H.*: Vermessungsaufgaben bei einer Großbaustelle (Fortsetzung aus Nr. 9/1959). — Nr. 6. *Wendt, B.*: Bemerkungen zu den neuen Vermessungsvordrucken. — *Hampe, O.* und *Grünler, G.*: Das photogrammetrische Geräteprogramm von Zeiß-Aerotopograph, München (Forts., wird fortgesetzt in Nr. 7). — Nr. 7. *Jochmann, H.*: Der Einfluß von Kreisteilfehlern auf die Ergebnisse von Winkel- und Richtungsmessungen. — *Becker, W.*: Becker-Opan.

Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1962: Nr. 4. *Hunger, F.*: Hundert Jahre Internationale Erdmessung. — *Gotthardt, E.*: Über die Eignung des Geodimeters NASM-4 zur Verdichtung von Festpunktfeldern für die Zwecke der Flurbereinigung. — *Moritz, H.*: Über die Hypothesen bei der Geoidbestimmung. — Nr. 5. *Graf, Fr. X.*: Die Anwendung der Photogrammetrie bei Straßenvermessungen für Katasterzwecke. — *Heitz, S.*: Zur Eichung von Registrier-Gravimetern. — *Löbel, P.*: Zur vektoriellen Mehrpunktausgleichung. — Nr. 6. *Bodemüller, H.*: Zehn Jahre Deutsche Geodätische Kommission. — *Ramsayer, K.*: Verbesserung der Vorzeichenschaltung für die Multiplikation mit elektrisch-mechanischen Rechenmaschinen — *Hensel, W.*: Straßenkataster und Photogrammetrie. — *Hartung, A.*: Über die Quadratur der Klothoide.

Contents:

Robert Boxan, The electronical adjustment of the network.
 Wilhelm Embacher, On the azimuthal reductions by the curvature of the Plumb line.
 Walter Smetana, Experiences with Wild's Two-Meter-Subtense-Bar.

Sommaire:

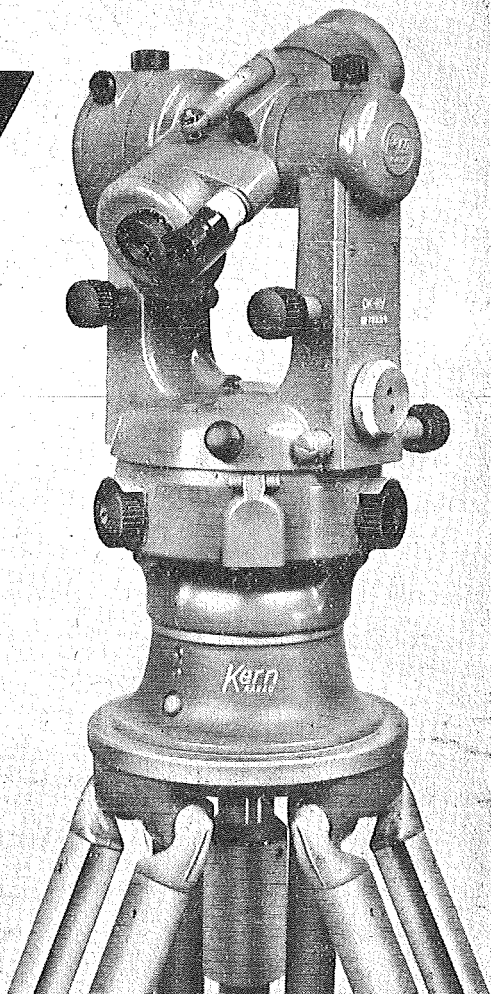
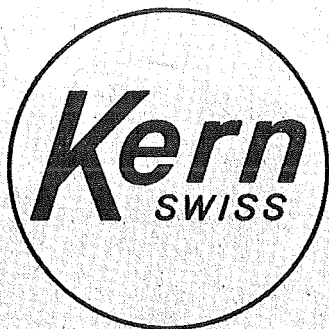
Robert Boxan, La compensation de réseau électronique.
 Wilhelm Embacher, Sur les réductions d'azimut à cause de la courbure de la verticale.
 Walter Smetana, Quelques expériences avec la règle invar à deux mètres de Wild.

Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes:

Dr. phil. Robert Boxan, Wien IV, Karlsplatz 13, Mathematisches Labor.
 Hochschuldozent Dipl.-Ing. Dr. techn. Wilhelm Embacher, Wien IV, Karlsplatz 13.
 ORdVD Dipl.-Ing. Dr. techn. Walter Smetana, Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3.

Der neue Reduktions-Tachymeter für vertikale Meßlatte mit höherer Genauigkeit

DK RV



Hohe Genauigkeit: Mittlerer Fehler $\pm 3-5$ cm/100 m.
Bequeme Lattenablesung: Keine Kurven, sondern drei gerade Meß- und Ablesestriche.
Kreisablesung: Wahlweise ohne Mikrometer (Minutengenauigkeit), mit Mikrometer (Sekundengenauigkeit).
Weitere Merkmale: Zentrierstativ, Kreistrieb mit Grob- und Feinstellung, regulierbare elektrische Beleuchtung.

Der DK-RV wird überall dort mit Vorteil eingesetzt, wo mit der vertikalen Latte die gewünschte Genauigkeit bisher nicht erreicht wurde.

Kern & Co. AG Aarau (Schweiz)

X. FIG-KONGRESS, Wien, Stadthalle: Stand 11
WIENER HERBSTMESSE, Messegelände, Halle M, Stand 1215/19

Alleinverkauf für Österreich

DR. WILHELM ARTAKER

Wien III, Reisnerstr. 6, Ruf: 0222/73 1586 Serie

Österreichischer Verein für Vermessungswesen

Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3

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.—.
- 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 Stauauern und Großbauwerken.* 72 Seiten mit 40 Abbildungen und einer Luftkarten-Beilage. Preis S 48.—.
- Sonderheft 18: Brandstätter, *Exakte Schichtlinien und topographische Geländedarstellung.* 94 Seiten mit 49 Abb. und Karten und 2 Kartenbeilagen, 1957. Preis S 80.— (DM 14.—).
- Sonderheft 19: *Vorträge aus Anlaß der 150-Jahr-Feier des staatlichen Vermessungswesens in Österreich, 4. bis 9. Juni 1956.*
- Teil 1: *Über das staatliche Vermessungswesen,* 24 Seiten, 1957. Preis S 28.—.
- Teil 2: *Über Höhere Geodäsie,* 28 Seiten, 1957. Preis S 34.—.
- Teil 3: *Vermessungsarbeiten anderer Behörden,* 22 Seiten, 1957. Preis S 28.—.
- Teil 4: *Der Sachverständige — Das k. u. k. Militärgeographische Institut.* 18 Seiten, 1958. Preis S 20.—.
- Teil 5: *Über besondere photogrammetrische Arbeiten.* 38 Seiten, 1958. Preis S 40.—.
- Teil 6: *Markscheidewesen und Probleme der Angewandten Geodäsie.* 42 Seiten 1958. Preis S 42.—.

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

II. Dienstvorschriften

- Nr. 1: *Benennungen, Zeichen und Abkürzungen im staatlichen Vermessungsdienst*. 44 Seiten, 2. Auflage, 1956. Preis S 10.— (Vergriffen.)
- Nr. 2: *Allgemeine Bestimmungen über Dienstvorschriften, Rechen tafeln, Vordrucke und sonstige Drucksorten*. 56 Seiten, 2. Auflage, 1957. Preis S 10.— (Vergriffen.)
- Nr. 4: *Signalisierung, Stabilisierung und Beschreibung der trigonometrischen Punkte*. 86 Seiten, 1955. Preis S 50.—
- Nr. 8: *Die österreichischen Meridianstreifen*. 62 Seiten, 1949. Preis S 12.—
- Nr. 14: *Fehlergrenzen für Neuvermessungen*. 5. Auflage, 1958, 27 Seiten. Preis S 15.—
- Nr. 15: *Hilfstabellen für Neuvermessungen*. 2. Auflage, 1958, 39 Seiten, Preis S 15.—
- Nr. 16: *Einschaltpunkt- und Polygonnetz*. 1958, 40 Seiten, Preis S 20.—
Musterbeispiele zur Dienstvorschrift 16, 1959, 77 Seiten, Preis S 34.—
- Nr. 18: *Stückvermessung*. 1961, 31 Seiten, Preis S 15.—
Musterbeispiele zur Dienstvorschrift 18. 1961, 45 Seiten, Preis S 30.—
- Nr. 21: *Großmaßstäbliche Geländeaufnahme*. 1960, 18 Seiten, Preis S 10.—.
Musterbeispiele und Zeichenschlüssel zur Dienstvorschrift 21, 1960, 19 Seiten, Preis S 20.—.
- Nr. 22: *Zeichenschlüssel und Schriftmuster für Katastralmappen, Pläne und Skizzen*. 31 Seiten, 1961. (Vergriffen)
Auszug 11 Seiten, Preis S 10.—
- Nr. 46: *Zeichenschlüssel der Österreichischen Karte 1:25.000 samt Erläuterungen*. 88 Seiten, 1950. Preis S 18.—. (Vergriffen.)
- Technische Anleitung für die Fortführung des Grundkatasters*. Wien, 1932. Preis S 25.—
Liegenschaftsteilungsgesetz 1932. (Sonderdruck des B. A. aus dem Bundesgesetzblatt.)
Preis S 1.—.

III. Weitere Publikationen

Prof. Dr. Rohrer, *Tachymetrische Hilfstafel für sexagesimale Kreisteilung*. Taschenformat. 20 Seiten. Preis S 10.—

Behelf für die Fachprüfung der österreichischen Vermessungsingenieure

- Heft 1: Fortführung 1. Teil, 42 Seiten, 1959. Preis S 20.—
- Heft 2: Fortführung 2. Teil, 38 Seiten, 1959. Preis S 20.—
- Heft 3: *Höhere Geodäsie*, 81 Seiten, 1949. Preis S 16.—. (Vergriffen.)
- Heft 4: *Triangulierung*, 57 Seiten, 1959. Preis S 20.—. (Vergriffen.)
- Heft 5: *Neuvermessung und Nivellement*. 62 Seiten, 1960 Preis S 20.—
- Heft 6: *Topographische Landesaufnahme, Photogrammetrie, Kartographie und Reproduktionstechnik*. 150 Seiten, 1960. Preis S 15.—

Neuerscheinungen

von offiziellen Karten der Landesaufnahme

Österreichische Karte 1:50.000

31 Eferding	68 Kirchdorf an der Krems
32 Linz	108 Deutschkreutz
42 Gänserndorf	137 Oberwart
43 Marchegg	138 Rechnitz
45 Ranshofen	139 Lutzmannsburg
46 Mattighofen	144 Landeck
51 Steyr	

Preise der Kartenwerke:

je Blatt S

Österreichische Karte 1:25.000

1/8 Blätter (Aufnahmeblätter)	7.—
1/4 Blätter (Halbsektionen)	10.—
Zeichenerklärung 1:25.000	2.—
Österreichische Karte 1:50.000 ohne Wegmarkierung	7.50
Österr. Karte 1:50.000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	8.50
Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50.000 ohne Wegmarkierung	4.—
Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50.000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	5.—

Dieses Kartenwerk umfaßt insgesamt 213 Blattnummern.

Hievon sind bisher erschienen:

110 Blätter Österreichische Karte 1:50.000 mit Schichten in Mehrfarbendruck sowie 103 Blätter als provisorische Ausgabe der Österreichischen Karte 1:50.000 in Zweifarbendruck (schwarz mit grünem Waldaufdruck).

Die Blätter 39, 40, 41, 42, 57, 60, 105, 106 sind mit Schichtenlinien und Schummerung, alle anderen Blätter mit Schichtenlinien und Schraffen versehen.

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

Neuerscheinungen des österr. Wasserkraftkatasters

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

Saalach, Alm je S 350.—

Bibliographie zur österreichischen Wasserwirtschaft S 48.—

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

Offizielle österreichische amtliche Karten der Landesaufnahme

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen
in Wien VIII, Krotenthallergasse 3 / Tel. 33-46-31

Es werden folgende Kartenwerke empfohlen:

Für Amtszwecke sowie für Wissenschaft und Technik

Die Blätter der

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

Zum Zusammenstellen von Touren und Reisen

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

Für Auto-Touren

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

sowie für Motorrad- und Radfahrer

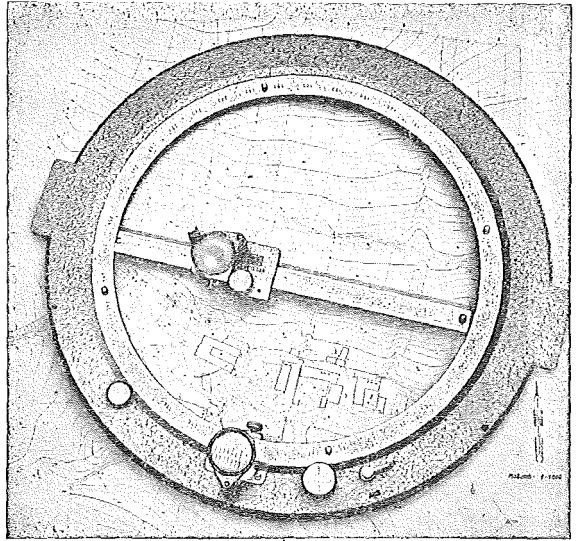
die Straßenübersichtskarte von Österreich 1:850.000 in Form
eines praktischen Handbüchleins

Für Wanderungen

die Blätter der Wanderkarte 1:50.000 mit Wegmarkierungen

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

Auf Wunsch werden Übersichtsblätter kostenlos abgegeben.



NEUE

*Koordinator-
graphen*

Planimeter

Pantographen

zeigen wir auf der Firmenausstellung des
X. FIG-KONGRESSES
vom 25. August bis 1. September 1962

Besuchen Sie, bitte, unseren

62 m² großen Ausstellungsstand

in der **WIENER STADTHALLE**



RUDOLF & AUGUST ROST

WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (NÄHE STADTHALLE)

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