

Österreichische Zeitschrift  
für  
**Vermessungswesen**  
und  
**Photogrammetrie**

SCHRIFTFLEITUNG:

W. Hofrat i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn.

Josef Mitter

Vorstand i. R. der Abteilung Erdmessung des  
Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen  
a. o. Univ.-Professor an der Techn. Universität Wien

Dipl.-Ing. Dr. techn.

Hans Schmid

o. Univ.-Professor  
an der Techn. Universität Wien

Dr. phil.

Wolfgang Pillewizer

o. Univ.-Professor  
an der Techn. Universität Wien

Dipl.-Ing. Dr. techn.

Helmut Moritz

o. Univ.-Professor  
an der Techn. Universität Graz

Nr. 1

September 1976

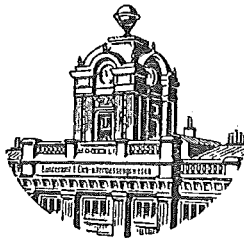
64. Jg.

INHALT:

Abhandlungen:

- Geodätische Untersuchungen einer rezenten Großhang-  
bewegung bei Hallstatt/Oberösterreich . . . . . Friedrich K. Brunner,  
Ernst Karl Hauswirth
- Geophysikalische Anwendung eines Algorithmus zur  
Berechnung von Polynomen . . . . . Herbert Lichtenegger
- Die internationale Assoziation für Geodäsie . . . . . Helmut Moritz
- Ein nichtiteratives Verfahren zur Transformation geo-  
dätischer Koordinaten . . . . . Hans Sünkel

Mitteilungen, Referat, Buchbesprechungen, englisches Inhaltsverzeichnis  
Mitteilungsblatt zur „Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Photo-  
grammetrie“, redigiert von Dipl.-Ing. Erhard Erker



Herausgegeben vom

**ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN  
UND PHOTOGRAMMETRIE**

Offizielles Organ

der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung

Baden bei Wien 1976

# **Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie**

Für die Schriftleitung der Zeitschrift bestimmte Zuschriften und Manuskripte sind an eines der nachstehenden Mitglieder zu richten:

## **Schriftleiter:**

a. o. Univ.-Professor *W. Hofrat i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter*, A 1040 Wien IV, Techn. Universität, Gußhausstraße 27 – 29

o. Univ.-Prof. *Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Schmid*, A 1040 Wien IV, Techn. Universität

o. Univ.-Prof. *Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Moritz*, A 8020 Graz, Techn. Universität, Rechbauerstraße 12

o. Univ.-Prof. *Dr. phil. Wolfgang Pillewizer*, A 1040 Wien IV, Techn. Universität

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

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

Die Zeitschrift erscheint viermal pro Jahrgang in zwangloser Folge.

Auflage: 1170 Stück

## **Bezugsbedingungen: pro Jahr**

Mitgliedsbeitrag für den Österr. Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie S 250,— Postscheckkonto Nr. 1190.933

Abonnementgebühr für das Inland ..... S 270,—  
Abonnementgebühr für das Ausland ..... S 350,—

Einzelheft ... S 70,— Inland bzw. ö.S 90,— Ausland

Alle Preise enthalten die Versandkosten, die für das Inland auch 8% MWSt.

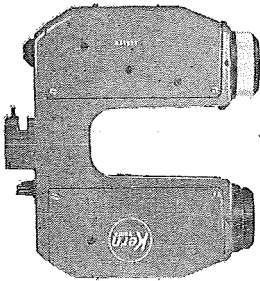
Anzeigenpreis pro  $\frac{1}{1}$  Seite 125 × 205 mm S 2200,— einschl. Anzeigensteuer  
Anzeigenpreis pro  $\frac{1}{2}$  Seite 125 × 100 mm S 1320,— einschl. Anzeigensteuer  
Anzeigenpreis pro  $\frac{1}{4}$  Seite 125 × 50 mm S 748,— einschl. Anzeigensteuer  
Anzeigenpreis pro  $\frac{1}{8}$  Seite 125 × 25 mm S 594,— einschl. Anzeigensteuer  
Prospektbeilagen bis 4 Seiten ..... S 1320,— einschl. Anzeigensteuer  
zusätzlich 18% MWSt.

Postscheckkonto Nr. 1190.933

Telephon: (0 22 2) 57 56 55 Kl. 32 95

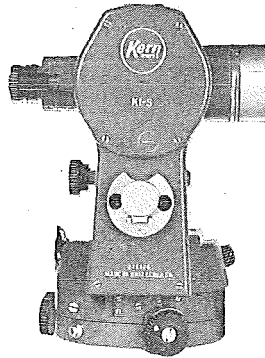
Zur Beachtung: Die Jahresabonnements laufen mit dem Kalenderjahr und gelten, wie im Pressewesen allgemein üblich, automatisch um ein Jahr verlängert, sofern nicht bis zum 31. 12. des laufenden Jahres die Kündigung erfolgt.

# 1 2 3



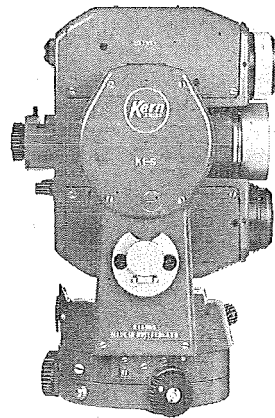
## DM500

das auf das Theodolitfernrohr aufsteckbare elektrooptische Distanzmessgerät: Klein, 1,6 kg leicht und kompakt, misst es Distanzen bis 500 m und mehr auf wenige Millimeter genau. Die Messung erfolgt vollautomatisch; zur Vorbereitung sind nur drei Bedienelemente notwendig.



## DKM 2-A K1-S

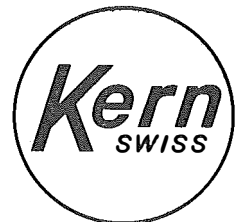
der erfolgreiche Sekunden-theodolit DKM 2-A mit digitalisierter Kreisablesung (direkt  $2^{\circ}/1''$ ) oder der neue Ingenieurtheodolit K1-S mit bequemer Skalenablesung (direkt  $1^{\circ}/0,5'$ ). Zwei moderne, leistungsfähige Kern-Theodolite mit automatischer Höhenkollimation.



## DM500/DKM 2-A DM500/K1-S

Zwei unerreicht handliche elektronische Tachymeter. Eine einzige Zielung genügt für die Messung von Distanz, Höhenwinkel und Richtung. Alle Bedienungs- und Ablesorgane befinden sich in Augenhöhe des Beobachters. Das Fernrohr bleibt durchschlagbar. Und beim Stationswechsel lässt sich die gesamte Ausrüstung bequem auf dem Stativ tragen.

**DR. WILHELM ARTAKER**  
1052 Wien, Kettenbrückengasse 16  
Telefon (0 22 2) 57 76 15  
Fernschreiber: 1-2322 dr-art



Sonderheft Nr. 29  
der Österreichischen Zeitschrift  
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Dipl.-Ing. Dr. techn. Kornelius Peters

Problematik von Toleranzen bei Ingenieur- sowie  
Besitzgrenzvermessungen

Wien 1974

Preis S 120,- (DM 18,-)

Zu beziehen durch den Österreichischen Verein für Vermessungs-  
wesen und Photogrammetrie, Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

Sonderdruck  
des Österreichischen Vereines  
für Vermessungswesen und Photogrammetrie  
mit Genehmigung des Bundesamtes für  
Eich- und Vermessungswesen

Dienstvorschrift Nr. 9  
Die Schaffung der Einschaltpunkte

Wien 1974

Preis S 100,-

Zu beziehen durch den Österreichischen Verein für Vermessungs-  
wesen und Photogrammetrie, Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

Junger **deutscher Dipl.-Ing.** sucht nach der Großen Staatsprüfung  
im Juni 1976 interessante Tätigkeit in der Ingenieurvermessung.

Auslandstätigkeit angenehm

Zuschriften an die Anschrift des Vereines erbeten

## Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

### OEEPE, Sonderveröffentlichungen

- Nr. 1: Rinner, *Analytisch-photogrammetrische Triangulation eines Teststreifens der OEEPE*. 31 Seiten, 1962. Preis S 42,—.
- Nr. 2: Neumaier und Kasper, *Untersuchungen zur Aerotriangulation von Überweitwinkelaufnahmen*, 4 Seiten, 2 Seiten Abbildungen, 1965. Preis S 10,—.
- Nr. 3: Stickler und Waldhäusl, *Interpretation der vorläufigen Ergebnisse der Versuche der Kommission C der OEEPE aus der Sicht des Zentrums Wien*, 4 Seiten, 8 Tabellen, 1967. Preis S 20,—.

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

#### Unkomplette Jahrgänge:

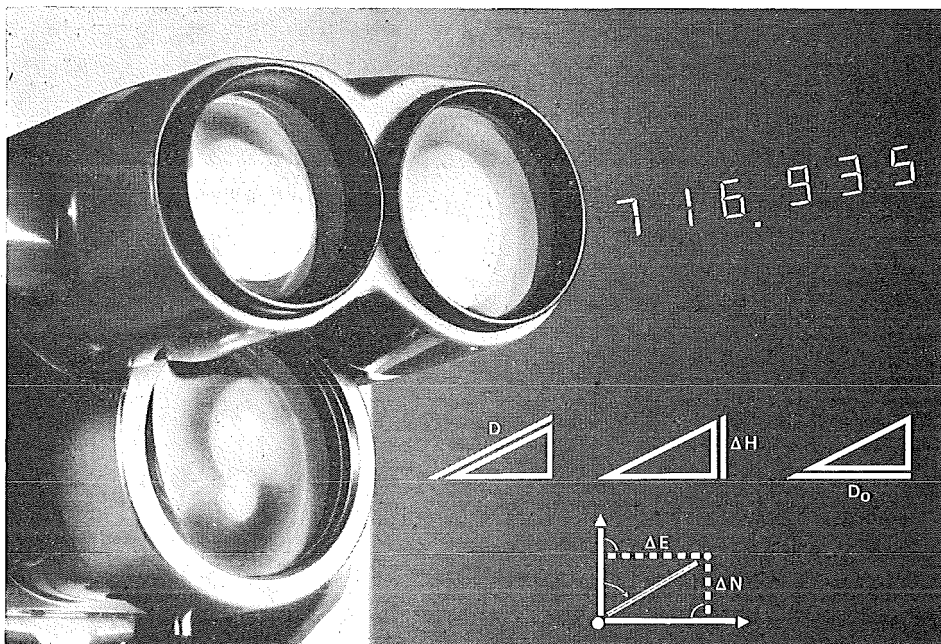
à 20,— S; Ausland 4,— sfr bzw. DM u. Porto

Jg. 1 bis 5 ..... 1903 bis 1907  
7 bis 12 ..... 1909 bis 1914  
17 ..... 1919  
19 ..... 1921

#### Komplette Jahrgänge:

à 40,— S; Ausland 8,— sfr bzw. DM u. Porto  
Jg. 6 ..... 1908  
13 bis 16 ..... 1915 bis 1918  
18 ..... 1920  
20 bis 35 ..... 1922 bis 1937  
36 bis 39 ..... 1948 bis 1951  
à 72,— S; Ausland 15,— sfr bzw. DM u. Porto  
Jg. 40 bis 49 ..... 1952 bis 1961  
à 100,— S; Ausland 20,— sfr bzw. DM u. Porto  
Jg. 50 bis 53 ..... 1962 bis 1965  
à 130,— S; Ausland 28,— sfr bzw. DM u. Porto  
Jg. 54 bis 59 ..... 1966 bis 1971  
à 160,— S; Ausland 210,— S oder 30,— DM  
bzw. 35,— sfr u. Porto  
Jg. 60 und 61 ..... 1972 und 1973  
à 210,— S; Ausland 270,— S oder 39,— DM  
bzw. 44,— sfr. incl. Porto  
Jg. 62 und 63 ..... 1974 und 1975

# Mehr Reichweite. Mehr Funktionen. Mehr Möglichkeiten.



## Der Distomat DI3S.

Mit dem Einprismen-Reflektor mißt man bis 1000 m, mit 3 Prismen 1600 m und mit 9 Prismen 2000 m, und dies vollautomatisch. Die Standardabweichung  $\sigma$  jeder Messung wird angezeigt – das gibt dem Beobachter Sicherheit. Neben der Schrägdistanz liefert der DI3S Horizontalabstand, Höhendifferenz und sogar Koordinatenunterschiede auf Tastendruck. Beim Schalten auf Wiederholungsmessung erscheint automatisch alle 3 s die Schrägdistanz, besonders vorteilhaft für Absteckungsarbeiten.

Ablesung und Winkeingabe sind denkbar einfach: **10er-Tastatur** und Anzeige sind auf dem Meßteil bedienungsfreundlich angeordnet. Dank **Baukastenprinzip** paßt der DI3S wie seine Vorgänger auf die Wild-Theodolite T1, T16 und T2. Bei den neuen T1/T16-Modellen ist das Fernrohr mit aufgesetztem Zielkopf durchschlagbar. Verlangen Sie den ausführlichen Prospekt (G1 329) – oder, noch besser, lassen Sie sich dieses neue System doch einmal zeigen.

Wild Heerbrugg AG  
CH-9435 Heerbrugg/Schweiz

**WILD**  
**HEERBRUGG**

• G 47-76

**r-a r o s t**

A-1151 WIEN • MÄRZSTR. 7 • TELEX: 1-3791 • TEL. 0222/92 32 31

# ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN UND PHOTOGRAMMETRIE

Herausgegeben vom

Österreichischen Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Offizielles Organ

der österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung

SCHRIFTFÜHRUNG:

a. o. Univ.-Prof. W. Hofrat i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter

o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Schmid

o. Univ.-Prof. Dr. phil. Wolfgang Pillewizer

o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Moritz

Nr. 1

Baden bei Wien, September 1976

64. Jg.

---

## Geodätische Untersuchungen einer rezenten Großhangbewegung bei Hallstatt/Oberösterreich

Von F. K. Brunner und E. K. Hauswirth, Wien

### *Zusammenfassung*

In der vorliegenden Arbeit wird die rezente Großhangbewegung bei Hallstatt, Oberösterreich, auf Grund geodätischer Messungen untersucht. Die wiederholte Vermessung eines Triangulationsnetzes von 14 Punkten in den Jahren 1954, 1973 und 1974 konnte dazu verwendet werden. Da keiner der Netzpunkte von vornherein als unbewegt angenommen werden konnte, wurde ein spezielles Verfahren zum Vergleich der Punktkoordinaten der drei Epochen entwickelt, das im Prinzip auf einer freien Netzausgleichung mit der Berechnung innerer Koordinaten basiert. Die horizontalen und vertikalen Punktverschiebungen werden berechnet und interpretiert.

### *Summary*

A recent slope movement at Hallstatt, Oberösterreich, is investigated by means of geodetic measurements. Repeated surveys of a triangulation network of 14 points, measured in the years 1954, 1973 and 1974, are used. Because none of these points could be assumed a priori as stable, a special method was developed to compare the point coordinates of the three epochs. This method is based, in principle, on a free net adjustment with the calculation of inner coordinates. The horizontal and vertical point movements are calculated and interpreted.

### *1. Einleitung*

Die Untersuchung der Bewegungen instabilen Geländes ist ein besonderes Anliegen des Institutes für Geophysik der TU Wien (Vorstand: o. Prof. *Dipl.-Phys. Dr. phil. Adrian E. Scheidegger*). Im Rahmen des Internationalen Geodynamik-Projektes wurden daher seit der Gründung des Institutes von diesem an mehreren Orten in Österreich geophysikalische und geodätische Messungen durchgeführt. Die geodätischen Messungen müssen, damit Bewegungsraten festgestellt werden können, in mehreren Epochen durchgeführt werden. Die erste dieser Messungen wird Nullmessung genannt. Die weiteren, sogenannte Nachmessungen, werden bei Bedarf oder periodisch durchgeführt, liefern aber in vielen Fällen erst nach etlichen Jahren signifikante Werte der Bodenbewegungen.

## 2. Allgemeine Problemstellung geodätischer Deformationsmessungen

Geodätische Deformationsmessungen gehören schon seit vielen Jahren zu den interessantesten Aufgaben der Ingenieurgeodäsie, *Ulbrich* (1956). Das größte Aufgabengebiet ist dabei die geodätische Erfassung von Staumauerdeformationen (*Aeschlimann*, 1971), von Setzungsmessungen großer Bauwerke sowie die Erfassung von Setzungs- und Drehbewegungen von Fernsehtürmen (*Schmid*, 1967). Die Vermessungen zu diesen Untersuchungen geschehen meist von sogenannten Fixpunkten aus, die bereits zum Zeitpunkt  $t_0$  vor Baubeginn festgelegt sind, oder zu einem beliebigen Zeitpunkt  $\bar{t}_0$  während des Bauvorganges, wenn Bewegungsvermutungen aufkommen oder vielfach auch erst nach Bauende gesetzt werden. Die Nachmessungen erfolgen dann periodisch während des weiteren Baufortganges oder später zur Kontrolle. Diese Art der Null- und Nachmessungen erfolgt in relativ kurzen Zeitabständen. Meist hängen die Intervalle vom Baufortschritt oder bei Staumauermessungen auch von den lokalen Umständen ab.

Diesen relativ kurzen Zeiträumen zwischen den Messungen bei den oben genannten Untersuchungen stehen Messungspausen von oft Jahrzehnten bei der Bestimmung rezenter Krustenbewegungen gegenüber (*Thurm* u. a., 1968). Aussagen über solche Bewegungen werden vielfach auf Grund der Ergebnisse von Landesvermessungen verschiedener Epochen getroffen.

Der berechtigten Annahme von Fixpunkten bei den Deformationsmessungen an Bauwerken stehen die unbekanntenen Bewegungswerte aller Punkte bei den Krustenbewegungen gegenüber.

Gemeinsam ist beiden Problemstellungen das Auftreten von im allgemeinen kleinen Bewegungsraten. Zwei voneinander unabhängig durchgeführte, gleichartige Vermessungen desselben Punkthaufens werden in jedem Fall, infolge unvermeidbarer Meßfehler, nicht vollkommen idente Ergebnisse liefern. Es wurden daher Verfahren ausgearbeitet, die von verschiedenen Meßergebnissen signifikant abweichende Unterschiede als Bewegungen ausweisen sollen.

Eine Mittelstellung nimmt die Bewegungsmessung instabiler Geländes ein. Darunter ist die meßtechnische Bestimmung von Verschiebungsvektoren der Bodenbewegungen — vornehmlich des natürlich gewachsenen Bodens — zu verstehen. Die geodätische Messung der Bewegungsraten solcher Bewegungsformen wird neuerdings auch neben der geologischen Begutachtung durchgeführt. Die bei den zugehörigen Vermessungen auftretenden Probleme sind allerdings gänzlich anders gelagert als bei der Erfassung von Bauwerks- bzw. Krustenbewegungen. Eine gewisse Ähnlichkeit — bedingt durch die Anlage von Meßpunkten in Hangbereichen — ist bei Staumauermessungen gegeben.

## 3. Das Bewegungsnetz am Hallstätter Salzberg

### 3.1 Situierung

Westlich von Hallstatt ist eine Salzlagerstätte gelegen, die schon in illyrisch-keltischer Zeit als Bergbau abgebaut wurde („Hallstätter Kultur“). Diese alpine Salzlagerstätte besteht aus dem salzführenden Haselgebirge und liegt an der Basis der mesozoischen kalkalpinen Schichtfolge. Das Haselgebirge besteht aus Tonen, Salz, Anhydrit und anderen Salzmineralen (*Holzer*, 1966). Es liegt zwischen den aus



Ober-Mittel Trias stammenden Kalkschollen von Hühnerkogel (Kreuzberge) und Hoher Sieg. Gegen den Hallstätter See im Osten wird es von einer ebensolchen Kalkscholle abgegrenzt.

Der Kalkblock des Plassen (Unterkreide, Jura) lastet im Norden auf dem Trias-Kalk des Schiechling und im Süden direkt auf dem Haselgebirge (Abb. 1—3).



Abb. 1—3: Das Gebiet der Großhangbewegung Plassen mit eingetragenen Bewegungsmaßpunkten und Situation der Störungszonen. Ausschnitt aus der ÖK 1 : 25 000 Nr. 96/3 "Hallstatt" (Mit freundlicher Genehmigung des BAFuV — Landesaufnahme — in Wien Zl. L 61 785/75).

Oberhalb der Kote 1262 zieht eine Störung nord-ostwärts (Abb. 1–3). Der Hangrücken von Plassen über Lahngangkogel bis Rote Kögel (Abb. 1–3) unterhalb der Kote 1252 ist stark zerklüftet und zeigt deutlich Zeichen einer rezenten Bewegung.

### 3.2 Die Messungen der Jahre 1954, 1973 und 1974

#### 3.2.1 Die Nullmessung des Jahres 1954

Die Errichtung und Vermessung des Sondernetzes „Hallstatt“ wurde von der Triangulierungsabteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen für die Bergbauverwaltung in Hallstatt ausgeführt. Über diese ausgeführten Arbeiten und Berechnungen wurde im OPERAT 0/126 berichtet. Die nachfolgenden Details sind daher diesem Operat entnommen.

Im Rahmen der für die Bergbauverwaltung in Hallstatt ausgeführten Triangulierungsarbeiten wurden Anschlußpunkte für die Grubenvermessungen geschaffen und zusätzlich ein Punktesystem zur Ermittlung von Bodenbewegungen im Bergbaugelände eingerichtet und dessen Nullage bestimmt. Einen Überblick über die Situierung der Netzpunkte gibt Abb. 4 und auch der Kartenausschnitt, Abb. 1–3.

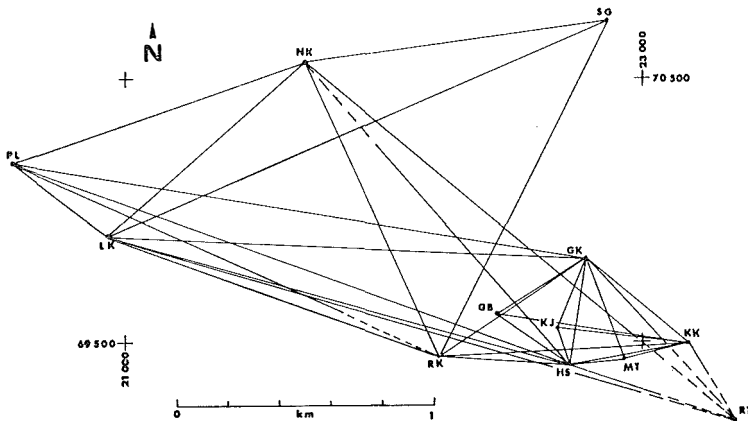


Abb. 4: Netzskizze der 1954 beobachteten Richtungen  
(--- einseitig, — beidseitig)

Die Feststellung von Bodenbewegungen sollte durch periodische Einmessungen der Punkte Lahngangkogel (LK), Rote Kögel (RK), Grubenbefahrung (GB), Kaiser-Josef-Stollen (KJ) und Maria-Theresia-Stollen (MT), alle vermarktet durch vertikal im Felsen einzementierte eiserne Versicherungsbolzen des Bundesamtes und Vergleichung mit der Nullmessung erfolgen. Als feste Ausgangspunkte für diese Messungen (Vorwärtsschnitte) nach den Punkten Grubenbefahrung, Kaiser-Josef-Stollen und Maria-Theresia-Stollen waren die Beobachtungspfeiler Großer Kreuzberg SW (GK), Kleiner Kreuzberg (KK) und Hohe Sieg (HS) vorgesehen. Für die Kontrolle der Punkte Lahngangkogel und Rote Kögel war zusätzlich deren Einmessung von den Punkten Natternköpfl (NK) und Plassen (PL) geplant. Der Punkt Steingrabenschneid (SG) wurde nachträglich, durch die Nachmessung 1974 bedingt, noch in das Bewegungsnetz miteinbezogen.

Die Signalisierung erfolgte 1954 mittels Pyramiden. Nur die Punkte Kaiser Josef-Stollen, Maria-Theresia-Stollen und Grubenbefahrung für Sicht von Großer

Kreuzberg SW wurden mit speziellen Zielstäben — die sich aber nicht bewährten — bezeichnet. Der Pfeiler Kleiner Kreuzberg und der Punkt Grubenbefahrung für die anderen Sichten wurden mit Zieltafeln bezeichnet.

Die Nullmessung erfolgte in der Zeit vom 30. Oktober bis 7. November 1954 durch die Triangulierungsabteilung des BAFeuVW. Da das Netz viele Steilvisuren enthält, wurde ein Theodolit WILD T3 zur Winkelbeobachtung verwendet. Die Beobachtung erfolgte durchwegs in drei symmetrisch über den Kreis verteilten Sätzen und wegen der stark wechselnden Sichtlängen für jede Richtung sofort in beiden Kreislagen. Alle Punkte wurden auch innen beobachtet. Die Zenitdistanzen wurden durchwegs gegenseitig beobachtet. Die gegenseitige Lage der Beobachtungspunkte und Bewegungsmeßpunkte sowie die ausgeführten Richtungsbeobachtungen sind in Abb. 4 eingetragen. Die nachfolgende rechnerische Auswertung der Nullmessung ergab die Gauß-Krüger-Koordinaten und die Meereshöhen aller Punkte, OPERAT.0/126. Die Koordinaten der Beobachtungsstandpunkte wurden als Einzelpunkteinschaltungen durch kombiniertes Einschneiden von übergeordneten Triangulierungspunkten abgeleitet und berechnet. Anschließend daran konnten die Koordinaten der Bewegungsmeßpunkte ebenfalls durch Einzelpunkteinschaltung berechnet werden. Der mittlere Punktlagefehler der eingeschnittenen Punkte wurde mit  $\pm 1,0$  cm angegeben. Für die Einzelbestimmung wurde ein mittlerer Richtungsfehler nach Orientierung von  $\pm 2-3''$  geschätzt. Die Meereshöhen der einzelnen Punkte wurden durch trigonometrische Höhenmessung bestimmt. Der mittlere Höhenfehler eines Punktes wurde mit  $\pm 0,7$  cm geschätzt.

Auf Grund dieser Vorgangsweise hatte man die Punktkoordinaten 1954 nicht aus einer Ausgleichung in einem Guß erhalten. Bei einem Vergleich mit den Koordinaten der Ausgleichungen späterer Vermessungen wird dieser Umstand daher zu beachten sein.

### 3.2.2 Die erste Nachmessung im Jahre 1973

Erst 19 Jahre nach der beschriebenen Nullmessung wurde die erste Nachmessung im Jahre 1973 durchgeführt.

Herr *Dr. G. Schäffer* (Geologische Bundesanstalt Wien) konnte nämlich in seinen geologischen Untersuchungen anlässlich der geologischen Kartierung des Kartenblattes 96 der ÖK 1:50000 (Bad Ischl) zeigen, daß die Hangbewegungen im Raume des Hallstätter Salzberges als rezent anzusehen sind. Im Rahmen des Internationalen Geodynamik-Projektes wurde daher in Zusammenarbeit mit der Geologischen Bundesanstalt vom Institut für Geophysik der TU Wien die geodätische Vermessung dieser Hangbewegungen vorgenommen.

Bei der Begehung zur Nachmessung im Frühjahr 1973 konnten zwar alle Punktvermarkungen aufgefunden werden, aber die Holzpyramiden waren in der Zwischenzeit total verfallen.

Zusätzlich zur Nachmessung des Netzes „1954“ wurden im Sommer 1973 noch zwei Punkte vermarktet und eingemessen. Diese Punkte liegen im Hangprofil vom Lahngangkogel talwärts in Richtung zum Roten Kögel.

Die Vermessung 1973 wurde gemäß der Hinweise im OPERAT 0/126 für die Nachmessung angelegt und ausgeführt. Dabei ergab sich allerdings die Schwierigkeit,

daß verschiedene Visuren des Jahres 1954 im Sommer 1973 nicht mehr auszuführen waren, da der Wald zu stark gewachsen war. Es wurden daher zusätzlich vier Netzseiten gemessen, um das Netz zu versteifen. Da weiters, dem OPERAT 0/126 und dem geologischen Gutachten nach, die Punkte Plassen und Natternköpfl als unbewegte Punkte anzunehmen waren, wurden 1973 keine Richtungsbeobachtungen zu Triangulierungspunkten des übergeordneten Netzes ausgeführt. Das heißt, es wurden nur jene Beobachtungen ausgeführt, die in Abbildung 5 eingetragen sind. Die Ausmessung des gesamten Netzes wurde deswegen vorgenommen, da nicht mehr mit Sicherheit eine Bewegung der Punkte Natternköpfl, Großer Kreuzberg SW, Kleiner Kreuzberg und Hohe Sieg ausgeschlossen werden konnte. Die Vermessung wurde in der Zeit vom 2. bis 10. Juli 1973 vom Institut für Geophysik der TU Wien ausgeführt. Zur Richtungsbeobachtung stand ein Theodolit WILD T2 E mit Reiterlibelle zur Verfügung. Die Punkte Lahngangkogel, Natternköpfl, A und B waren durch Signalstangen, die restlichen Punkte waren durch Stative oder Pfeilerplatten mit Zieltafeln signalisiert. Die Vermessung konnte daher in Zwangszentrierung ausgeführt werden. Die Richtungsbeobachtung erfolgte in drei symmetrisch über den Kreis verteilten Sätzen unter gleichzeitiger Ablesung der Reiterlibelle. Zusätzlich zu den Richtungsbeobachtungen wurden noch vier Strecken des Netzes mit einem Mikrowellen-Entfernungsmeßgerät WILD DI60 gemessen. Die beobachteten Richtungen und Entfernungen sind in Abb. 5 dargestellt.

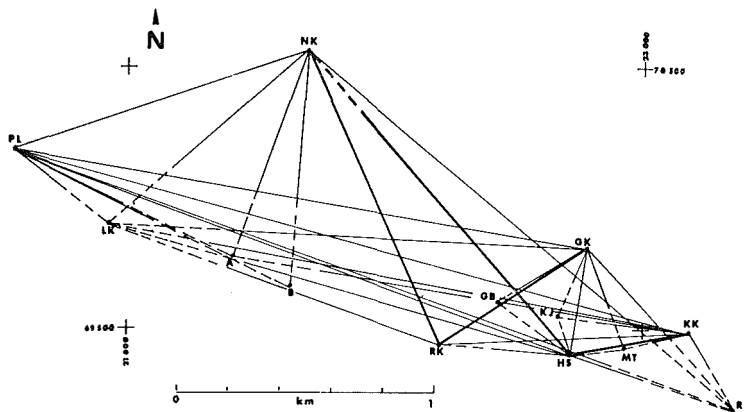


Abb. 5: Netzskizze der 1973 beobachteten Richtungen und Seiten (—)

Für die Höhenbestimmung kam geländebedingt nur die Methode der trigonometrischen Höhenmessung in Frage. Die Zenitdistanzen wurden (wenn möglich) gegenseitig unter Ausnützung aller drei Horizontalfäden des Fadenkreuzes des Theodolits in beiden Kreislagen beobachtet.

### 3.2.3 Die zweite Nachmessung im Jahre 1974

Die Vermessung 1974 wurde in der Zeit vom 24. Juni bis 5. Juli 1974 ebenfalls vom Institut für Geophysik der TU Wien durchgeführt. Für die Richtungsmessung wurde ein Theodolit WILD T2 E mit Reiterlibelle verwendet. Auf den Standpunkten (ausgenommen Punkt Steingrabenschneid) wurde zwangszentriert jeweils im Austausch gegen Zieltafeln gemessen. Die übrigen Zielpunkte wurden mit Fluchtstangen

signalisiert. Zur Streckenmessung wurde ein WILD DI 10 unter Ausnutzung der beschriebenen zwangszentrierten Meßanlage verwendet. Die Seitenmessungen erfolgten einseitig mit vierfacher Wiederholung.

Zufolge der ungünstigen Witterung während der Vermessungsperiode konnte der Messungsplan nur durch Verzicht eines dritten Richtungssatzes pro Standpunkt eingehalten werden. Die Zenitdistanzen wurden — soweit möglich — gegenseitig, ansonsten einseitig in beiden Kreislagen an drei Fäden gemessen. Der Punkt Plassen konnte aus Zeitmangel als Standpunkt nicht verwendet werden, da es wichtiger erschien, eine Aufstellung am Punkt Steingrabenschneid vorzunehmen, um eine mögliche großtektonische Bewegung nachweisen zu können.

Die zwei provisorisch (1973) vermarkten neuen Bewegungsmeßpunkte A und B wurden zusätzlich örtlich versichert. Eine Neuvermarkung wurde nicht vorgenommen und erscheint nur sinnvoll, sollten über Jahre noch weitere Beobachtungen durchgeführt werden, was zur Zeit als nicht gesichert betrachtet werden kann. Darüber hinaus wurde die wichtige Visur Rote Kögel - Hohe Sieg, die gänzlich verwachsen war, durch Schlägerungen freigelegt. Andere Visuren wurden durch Fällen einzelner Bäume verbessert. Visuren, die 1954 bestanden und 1974 nicht mehr ausgeführt wurden, konnten zufolge forstlicher Bedenken nicht freigelegt werden. Die ausgeführten Richtungs- und Streckenbeobachtungen sind aus Abb. 6 ersichtlich.

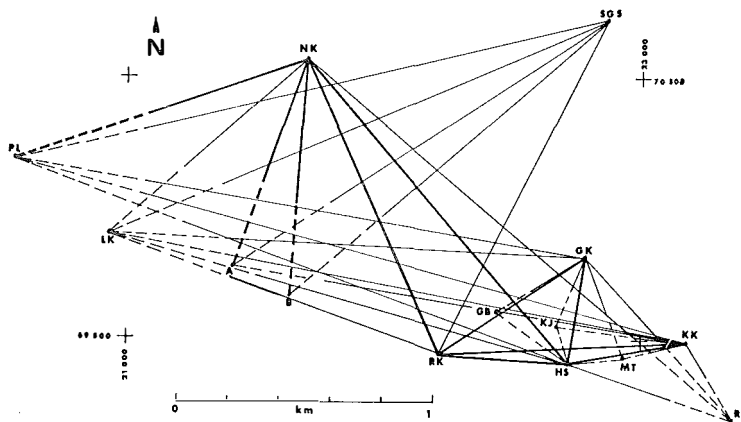


Abb. 6: Netzskizze der 1974 beobachteten Richtungen und Seiten

## 4. Die Auswertung

### 4.1 Die Ausgleichung

Im OPERAT 0/126 wurde für die Durchführung der Vergleichsmessungen empfohlen, Beobachtungen nur von den Ausgangspunkten GK, KK, HS, NK und PL vorzunehmen und diese Punkte als unbewegt anzunehmen. Wie erwähnt, wurde dennoch das gesamte Netz ausgemessen, da die Unveränderlichkeit der erwähnten Punkte nach der langen Zeitspanne von 19 bzw. 20 Jahren nicht sicher angenommen werden konnte. Grundsätzlich ist dazu festzustellen, daß die Annahme der Existenz lagestabiler Festpunkte nie mit Sicherheit getroffen werden kann. Es ist immer eine — wenn mitunter auch verschwindend geringe — Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß

auch vermeintliche Festpunkte an den Deformationen beteiligt sein können. Aus dieser Überlegung heraus scheint die Verwendung einer freien Netzausgleichung zur Berechnung gerechtfertigt zu sein. Für eine solche hat *Mittermayer*, 1971, ausgehend von den Beobachtungsgleichungen

$$\mathbf{1} + \mathbf{v} = \mathbf{A} \mathbf{x} = \mathbf{A} \Delta \mathbf{k}^i \quad \dots (1)$$

der vermittelnden Ausgleichung zur Bedingung, statt der willkürlichen Festhaltung gewisser Koordinaten außer der üblichen Minimumbedingung

$$\mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v} = \text{Min.} \quad \dots (2)$$

in Anlehnung an *Meissl* (1962) die Spur der Kovarianzmatrix  $\mathbf{Q}$  zu minimieren

$$\text{Spur}(\mathbf{Q}) = \text{Min.} \quad \dots (3)$$

sowie die Quadratsumme der Koordinatenzuschläge zu den Näherungswerten

$$\mathbf{x}^T \mathbf{x} = \text{Min.} \quad \dots (4)$$

zu setzen. Ein Computerprogramm für diese Ausgleichungsaufgabe wurde am Institut für Photogrammetrie der TU in Wien entwickelt, *Kager* (1975). Es wurden zuerst die Lagenetze ausgeglichen. Da die Vermessung des Jahres 1974 alle Punkte beinhaltet, die sowohl 1954 als auch 1973 aufgenommen wurden, war es selbstverständlich, diese Epoche zuerst auszugleichen. Die ausgeglichenen Werte wurden sodann als Näherungswerte den Ausgleichungen der Jahre 1973 und 1954 zugrunde gelegt.

#### 4.2 Allgemeines über die Bestimmung von Deformationen

Der Grundgedanke beim Vergleich von Netzen, die zu verschiedenen Zeiten vermessen und frei ausgeglichen wurden, liegt nun darin festzustellen, ob Netzpunkte vorhanden sind, denen keine signifikanten Bewegungen zugeordnet werden können, und welche Punkte das sind. Handelt es sich um einen Vergleich zweier verschiedener Punkthaufen mit homologen Anteilen, so sind von den  $p_i$ -Punkten der einzelnen Ausgleichungen nur  $z$  ident. Die Lösungsvektoren der Ausgleichungen können nun nach entsprechender Umordnung in einen  $2z$ -dimensionalen Subvektor  $\Delta \mathbf{k}^{i_1}$  der homologen Punkte und einen weiteren Subvektor  $\Delta \mathbf{k}^{i_2}$  zerlegt werden. Entsprechend dazu kann eine Blockzerlegung für die Kofaktorenmatrix  $\mathbf{Q}^i$  von  $\Delta \mathbf{k}^i$  durchgeführt werden

$$\Delta \mathbf{k}^i = \begin{pmatrix} \Delta \mathbf{k}_1^i \\ \Delta \mathbf{k}_2^i \end{pmatrix}, \quad \mathbf{Q}^i = \begin{pmatrix} \mathbf{Q}_{11}^i & \mathbf{Q}_{12}^i \\ \mathbf{Q}_{21}^i & \mathbf{Q}_{22}^i \end{pmatrix}. \quad \dots (5)$$

Von den  $2z$  Komponenten des zu untersuchenden Differenzvektors  $\mathbf{d}$

$$\mathbf{d} = \Delta \mathbf{k}_1^1 - \Delta \mathbf{k}_1^2 \quad \dots (6)$$

sind jedoch nur

$$h = 2z - r_d \quad \dots (7)$$

unabhängig, wenn

$$r_d = r^1 + r^2 - r_D \quad \dots (8)$$

ist, worin die  $r^i$  die Anzahl der Freiheitsgrade der Netze sind und  $r_D$  die Anzahl derjenigen freien Transformationsparameter bedeutet, die beiden Ausgleichungen gemeinsam eigen ist (meist 3 oder 4).

*Pelzer* (1971) gibt nun zur Feststellung von Deformationen die allerdings nicht einfach errechenbare mittlere Klaffung  $\Theta$

$$\Theta = \sqrt{\frac{\mathbf{d}^T \mathbf{Q}_a^{-1} \mathbf{d}}{h}} \quad \dots (9)$$

an, worin für  $\mathbf{Q}_a$  zu setzen ist

$$\mathbf{Q}_a = (\mathbf{Q}_{11}' + \mathbf{Q}_{11}'') \quad \dots (10)$$

Für die vorliegenden Untersuchungen wurde ein abgeändertes, weniger aufwendiges Verfahren angewandt, das kurz beschrieben werden soll. *Pelzer* (1971) stellt fest, daß dem Quadrat der mittleren Klaffung  $\Theta^2$  (9) im  $h$ -dimensionalen  $d$ -Raum ein  $h$ -dimensionales Ellipsoid mit dem Zentrum im Koordinatenursprung zugeordnet werden kann, das als Konfidenzellipsoid bezeichnet wird. Die Längen der Halbachsen  $a_j$  dieses Ellipsoides gibt *Pelzer* (1971) an mit

$$a_j = S_{1-\alpha, h, f} m_o \sqrt{\lambda_j}, \quad \dots (11)$$

wobei  $S_{1-\alpha, h, f}$  eine von *Pelzer* (1971) tabellierte Größe ist, die sich nach Gl. (12) errechnet.

$$S_{1-\alpha, h, f} = + \sqrt{h F_{1-\alpha, h, f}} \quad \dots (12)$$

In Gleichung (12) bedeutet  $F_{1-\alpha, h, f}$  den Grenzwert der Fisher-Verteilung (*Sachs*, 1971) für die Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha$ , für die Parameter  $h$  (7) und für die Anzahl der Überbestimmung  $f$ . Der Wert  $m_o$  der Gleichung (11)

$$m_o = \sqrt{\frac{f_1 m_{o1}^2 + f_2 m_{o2}^2}{f_1 + f_2}} \quad \dots (13)$$

ist der ponderierte mittlere Gewichtseinheitsfehler der beiden Ausgleichungen. Die  $\lambda_j$  sind die Eigenwerte der Matrix  $\mathbf{Q}_a$  bzw. die reziproken Eigenwerte von  $\mathbf{Q}_a^{-1}$ . Es gilt (*Zurmühl*, 1964)

$$Sp \mathbf{Q} = [\lambda_j], \quad \dots (14)$$

das heißt, die Summe der Eigenwerte einer Matrix ergibt ihre Spur.

Da durch die Größe  $\Theta^2$  ein Konfidenzellipsoid bestimmt ist, diese aus arbeits-technischen Überlegungen jedoch nicht bestimmt werden soll, ist eine andere Größe anzugeben, die es ebenfalls ermöglicht, Punkte, die außerhalb des Konfidenzellipsoides liegen, sicher zu eliminieren. Da die Spur der Matrix  $\mathbf{Q}_a$  durch die zur Verfügung stehenden Hauptdiagonalglieder  $Q_{ii}$  gegeben ist,

$$Sp \mathbf{Q}_a = [Q_{a_{ii}}] \quad \dots (15)$$

ist es möglich, einen  $h$ -dimensionalen kugelförmigen Bereich anzugeben, dessen Radius

$$R = S_{1-\alpha, h, f} m_o \sqrt{\frac{Sp \mathbf{Q}_a}{h}} \quad \dots (16)$$

beträgt. Die Größe

$$\frac{Sp \mathbf{Q}_a}{h} = \frac{[\lambda (\mathbf{Q}_a)_i]}{h} \quad \dots (17)$$

stellt den Mittelwert der Eigenwerte dar und  $R$  damit den Radius einer  $h$ -dimensionalen mittleren Konfidenzkugel.

Unter der Nullhypothese, daß keine Deformationen des Punkthaufens vorliegen, wird man im allgemeinen für Deformationsmessungen die Ausweisung eines unbewegten Punktes als bewegt (Fehler 1. Art) eher in Kauf nehmen können, als die Erklärung eines bewegten Punktes als unbewegt (Fehler 2. Art). Ein Fehler zweiter Art hätte möglicherweise die schwerer wiegenden Folgen (insbesondere auch bei der Überwachung von Bauwerksdeformationen). Demzufolge wird es zweckdienlicher sein, einen Test zu finden, der mit einfachen Untersuchungsmethoden eventuell unter Hinnahme von Fehlern erster Art möglichst scharfe Aussagen liefert.

Der mittlere Punktlagefehler  $\bar{m}$  aller zu betrachtenden ausgeglichenen Koordinatendifferenzen  $\Delta k_i$

$$\bar{m} = m_o \cdot Sp \mathbf{Q}_d \quad \dots (18)$$

soll daher vom Konfidenzbereich  $R$  in Abzug gebracht werden. Dies deshalb, da nach Meier (1971) der Einfluß der Korrelationen den mittleren Fehler nicht überschreitet. Man erhält dann die Deformationskennzahl  $D$

$$D = m_o \sqrt{Sp \mathbf{Q}_d} \left( \frac{S_{1-\alpha, h, f}}{\sqrt{h}} - 1 \right) \quad \dots (19)$$

die auch zufolge (12) geschrieben werden kann

$$D = m_o \sqrt{Sp \mathbf{Q}_d} (\sqrt{F_{1-\alpha, h, f}} - 1) \quad \dots (20)$$

In  $D$  ist wiederum die leicht berechenbare Spur der Kovarianzmatrix enthalten.

Nun wird ein Vergleich der  $d_i$  des Differenzenvektors  $\mathbf{d}$  (6) mit der nach (19) erhaltenen Deformationskennzahl angestellt. Für alle Punkte, für die

$$d_{ix} < D \text{ und } d_{iy} < D \quad \dots (21)$$

gilt, ist Unbewegtheit anzunehmen.

### 4.3 Die Bestimmung der unbewegten Netzpunkte und der horizontalen Verschiebungen

Für die Auswertung wurden nun zuerst die Messungen des Jahres 1974 ausgeglichen, da diese alle Punkte beinhalteten. Die ausgeglichenen Koordinaten des Jahres 1974 wurden den übrigen Ausgleichungen zugrunde gelegt, so daß für die Bildung der Differenzenvektoren gilt:

$$\bar{\mathbf{d}}_{(74-73)} = \Delta \mathbf{k}_1^{74} - \Delta \mathbf{k}_1^{73} = -\Delta \mathbf{k}_1^{73} \quad \dots (22)$$

$$\bar{\mathbf{d}}_{(74-54)} = \Delta \mathbf{k}_1^{74} - \Delta \mathbf{k}_1^{54} = -\Delta \mathbf{k}_1^{54} \quad \dots (23)$$

$$\bar{\mathbf{d}}_{(73-54)} = \Delta \mathbf{k}_1'^{73} - \Delta \mathbf{k}_1'^{54}. \quad \dots (24)$$

Die Differenzvektoren der verschiedenen Epochen sind in Tabelle 1 in der Form

$$\bar{\mathbf{d}} = (dy_1, dx_1, dy_2, dx_2, \dots, dy_n, dx_n)^T \quad \dots (25)$$

zusammengestellt.

Aus den Hauptdiagonalelementen der entsprechend umgestellten Kofaktorenmatrizen der jeweils zusammengehörigen Punkte wurden die entsprechenden Kovarianzmatrizen



$$Q_{74-73} = Q_{11}^{74} + Q_{11}^{73} \quad \dots (26)$$

$$Q_{74-54} = Q_{11}^{-74} + Q_{11}^{-54} \quad \dots (27)$$

$$Q_{73-54} = Q_{11}^{73'} + Q_{11}^{54'} \quad \dots (28)$$

gebildet, deren Spuren die Werte

$$Sp Q_{74-73} = 1,5964 \text{ (cm/cc)}^2$$

$$Sp Q_{74-54} = 1,2732 \text{ (cm/cc)}^2$$

$$Sp Q_{73-54} = 1,1311 \text{ (cm/cc)}^2$$

haben. Die zugehörigen Freiheitsgrade sind

$$\bar{h}_{74-73} = 23; \bar{h}_{74-53} = 20; \bar{h}_{73-54} = 18.$$

Die mittleren Gewichtseinheitsfehler je zweier Epochen wurden zufolge (13) ermittelt

$${}_{74}\bar{m}_{73} = 5^{cc}067; {}_{74}\bar{m}_{54} = 7^{cc}482; {}_{73}\bar{m}_{54} = 7^{cc}218.$$

Die nach (19) mit den Werten für

$${}_{74}S_{73} = 6,41; {}_{74}S_{54} = 5,96; {}_{73}S_{54} = 5,69$$

bestimmten Deformationskennzahlen sind

$${}_{74}D_{73} = 2,15 \text{ cm}; {}_{74}D_{54} = 2,81 \text{ cm}; {}_{73}D_{54} = 2,62 \text{ cm}.$$

Wie Tabelle 1 zeigt, überschreiten wider Erwarten viele Koordinatendifferenzen  $d_i$  die Deformationskennzahlen  $D$  zum Teil um erhebliche Beträge. Dies kann bei freien Ausgleichungen dann geschehen, wenn sehr große Bewegungen eines oder mehrerer Punkte stattgefunden haben, die sich zufolge der Bedingung (4) als scheinbare Deformationen auf die anderen Netzpunkte auswirken. Mit einem Verfahren, das in *Hauswirth* (1975) näher beschrieben ist, sind für den Vergleich der Epochen 1974—1973 in  $x$ -Richtung die Punkte  $RK$  und  $B$ , in  $y$ -Richtung, der Punkt  $RK$  als signifikant stark bewegt ausgewiesen worden. Für die Epochen 1974—1954 und 1973—1954 waren zufolge der Tests in  $x$ -Richtung die Punkte  $RK$ ,  $LK$ ,  $GBF$  zufolge der Tests in  $y$ -Richtung die Punkte  $RK$ ,  $LK$ ,  $GBF$  und  $KFJ$  vor weiteren Berechnungen zu eliminieren. Um einen den Bedingungen der freien Ausgleichung entsprechenden  $2\bar{z}$ -dimensionalen Differenzenvektor  $\bar{d}$  zu erhalten, werden mit den Ausgleichsergebnissen der nunmehr verbliebenen Punkte Helmerttransformationen durchgeführt. Dabei verändern sich die Elemente  $Q_{ii}$  der Spur der Kovarianzmatrix, die den  $\Delta k^i_1$  zuzuordnen sind, und es gilt

$$Sp \bar{Q}_a = [\bar{Q}_{a_{ii}}]_{1^{2\bar{z}}} \cdot (a^2 + b^2) \quad \dots (29)$$

worin  $a$  und  $b$  die aus der Helmerttransformation gewonnenen Transformationsparameter sind. Diese Berechnungen geschahen an der MDV-Rechenanlage Philips P 352 am interfakultären Rechenzentrum der Geodäsie-Institute der TU Wien. Die neuerliche Berechnung ergab für die Werte der Spuren

$$Sp \bar{Q}_{74-73} = 1,3601 \text{ (cm/cc)}^2$$

$$Sp \bar{Q}_{74-54} = 1,0385 \text{ (cm/cc)}^2$$

und für die Freiheitsgrade

$$\bar{h}_{74-73} = 19; \bar{h}_{74-54} = 12.$$

	$d_{(74-73)}$ cm	$d_{(74-54)}$ cm	$d_{(73-54)}$ cm
GK	y	- 5,0	- 40,0
	x	0,4	24,4
KK	y	- 6,1	- 37,2
	x	1,4	15,9
RS	y	- 3,7	- 43,6
	x	2,2	21,3
NK	y	- 0,1	- 34,9
	x	- 1,0	31,2
RT	y	- 7,7	- 37,6
	x	3,6	8,6
MT	y	- 4,0	- 40,3
	x	3,8	18,7
KJ	y	- 1,2	- 0,6
	x	1,3	19,4
GB	y	0,2	- 7,4
	x	1,2	11,7
LK	y	0,3	30,6
	x	2,4	77,1
PL	y	- 0,4	- 33,8
	x	1,7	44,2
RK	y	20,9	278,2
	x	-24,1	-294,4
SG	y	-	- 33,4
	x	-	21,9
A	y	4,0	-
	x	1,2	-
B	y	2,9	-
	x	6,0	-

Tab. 1: Differenzvektoren nach den ersten Ausgleichungen

	1974-73 (cm)	1974-54 (cm)	1973-54 (cm)
GK	+ 0,0	- 2,2	- 0,9
	+ 0,0	- 0,4	0,7
RT	1,1	2,3	1,4
	- 1,2	- 3,2	- 2,1
KJ	2,7	41,7	39,1
	- 0,9	- 3,6	- 2,9
GB	3,1	36,6	32,9
	- 0,1	- 14,9	- 14,2
LK	+ 0,0	68,1	69,6
	+ 0,0	32,8	32,9
PL	- 3,1	- 1,3	1,8
	1,7	- 1,5	- 2,6
RK	23,4	325,0	301,1
	- 25,9	- 323,6	- 297,4
SG	-	1,8	-
	-	3,5	-
A	3,9	-	-
	- 1,2	-	-
B	4,1	-	-
	4,3	-	-

Tab. 2: Restklärfungen

Die mittleren Fehler bleiben naturgemäß unverändert

$$m = \bar{m}$$

Die Deformationskennzahlen lauteten sodann

$${}_{74}\bar{D}_{73} = 2,09 \text{ cm}; \quad {}_{74}\bar{D}_{54} = 3,03 \text{ cm}.$$

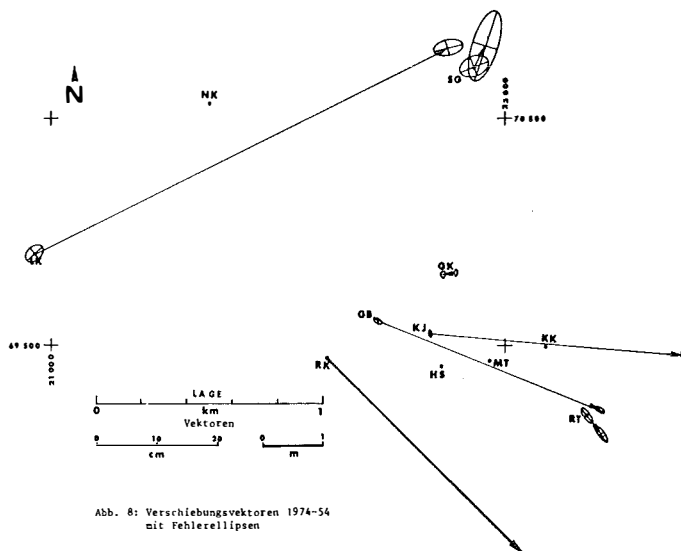
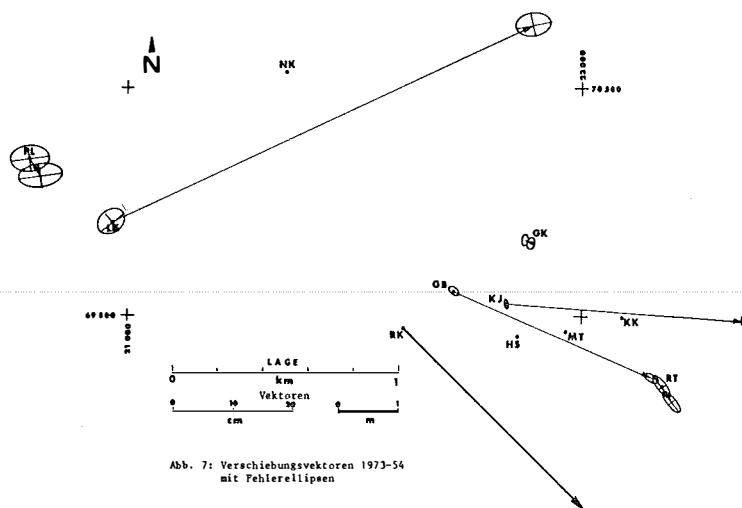
Alle Punkte, für deren Koordinatendifferenzen gilt

$$\bar{d}y_i \leq \bar{D} \text{ und } \bar{d}x_i \leq \bar{D} \quad \dots (30)$$

werden als unverändert angesehen.

Als unveränderte Punkte für den Vergleich 1973 zu 1954 sind alle jene anzusehen, die sowohl für 1973 zu 1974 als auch für 1954 zu 1974 als unverändert ausgewiesen

worden sind. Dies sind die Punkte *KK*, *HS*, *NK* und *MT*. Die als „Fixpunkte“ ausgewiesenen Punkte werden nunmehr mit den Koordinaten, die aus der ersten freien Ausgleichung stammen, gemeinsamen strengen Ausgleichungen zugrunde gelegt. Die nunmehr verbliebenen Restklaffungen  $dy_i$ ,  $dx_i$  sind in Tab. 2 zusammengestellt. Die Bewegungsvektoren zeigen die Abb. 7 bis 9.



#### 4.4 Vergleich der Höhenmessungen am Hallstätter Salzberg

Die Bestimmung der Höhen erfolgte nach den beschriebenen Ausgleichungen und Tests getrennt. Mit den vorliegenden Ergebnissen und den gemessenen Zenitdistanzen wurden daher die Höhenunterschiede nach den Formeln und den Konstanten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen gemäß der Empfehlung aus dem OPERAT 0/126 für alle drei Epochen berechnet. Diese Höhenunterschiede wurden für jede Epoche getrennt dem sogenannten militärischen Höhenausgleich

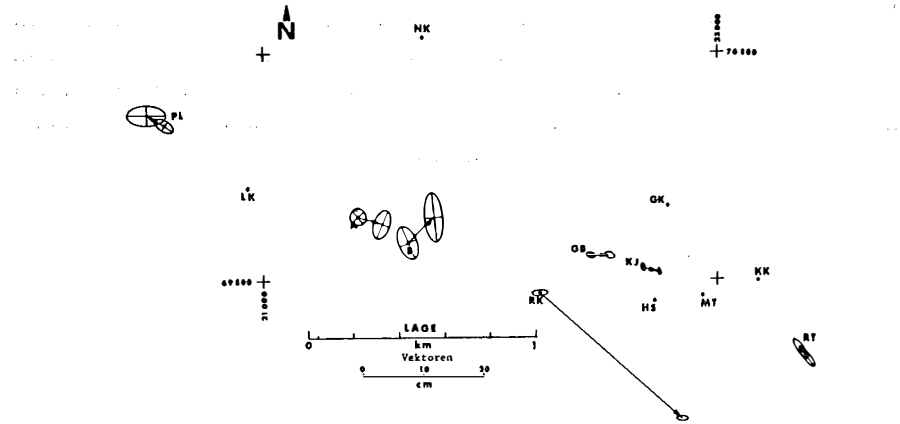


Abb. 9: Verschiebungsvektoren 1974-73 mit Fehlerellipsen

unterzogen, unter Festhaltung der Höhe des Bolzens des Punktes Hohe Sieg mit 1011,50 m. Aus Tabelle 3 sind die ausgeglichenen Höhen ersichtlich.

	1954	1973	1974
HS	1011,50	1011,50	1011,50
OK	1173,31	1173,31	1173,31
KK	925,62	925,64	925,63
NK	1466,73	1466,72	1466,69
RT	854,26	854,27	854,27
MT	889,30	889,30	889,30
KJ	962,52	962,42	963,40
GB	1033,16	1033,11	1033,11
LK	1755,51	1753,75	1753,68
PL	1953,57	1953,58	1953,54
RK	1157,56	1155,98	1155,82
SG	1552,06	-	1552,05
A	-	1436,16	1436,03
B	-	1255,37	1255,21

Tab. 3: Die ausgeglichenen Höhen (in m)

Der mittlere Fehler der Höhen aus dem Jahre 1954 kann mit  $\pm 0,7$  cm, für die Jahre 1973 und 1974 mit  $\pm 1,5$  cm angegeben werden. Es läßt sich ein statistischer Test mit der Testgröße

$$H_i = \frac{\Delta H}{m\Delta H}$$

anwenden. Die Anzahl der Freiheitsgrade wird mit  $FG = 4$  angenommen und die Signifikanzschranke der Studentverteilung für 5% Fehlerwahrscheinlichkeit ist  $t = 2,78$ . Damit ergeben sich für den Vergleich der Epochen 1954-1973 und 1954-1974 signifikante Bewegungen für  $\Delta H > 0,046$  m. Vergleicht man 1954 mit 1974, muß  $\Delta H > 0,059$  m sein. Interessant erscheinen die großen Höhenänderungen der Punkte *PL*, *LK*, *A* und *B* im Vergleich zu ihren horizontalen Verschiebungen sowie die ausgewiesene Hebung von *RT*.

### 5. Abschließende Bemerkungen

In der vorliegenden Arbeit wird die rezente Großhangbewegung bei Hallstatt, Oberösterreich, auf Grund geodätischer Messungen untersucht. Die wiederholte Vermessung eines Triangulierungsnetzes von 14 Punkten in den Jahren 1954, 1973 und 1974 konnte dazu verwendet werden. Durch die lange Zeitspanne von 19 Jahren zwischen der Nullmessung und der ersten Nachmessung konnte keiner der Netzpunkte von vornherein als unverändert angenommen werden. Für die Bestimmung der Bewegungswerte der Netzpunkte mußten daher zuerst die tatsächlich unveränderten Punkte aller drei Epochen bestimmt werden. Dazu wurde ein spezielles Verfahren zum Vergleich der Punktkoordinaten der drei Epochen entwickelt, das im Prinzip auf einer freien Netzausgleichung mit der Berechnung innerer Koordinaten (Meissl, 1962) basiert und eine Weiterentwicklung der Methode von Pelzer (1971) darstellt. Es konnten damit die Punkte Kleiner Kreuzberg, Hohe Sieg, Natternköpfl und Maria-Theresien-Stollen als unverändert ausgewiesen werden. Eine neuerliche strenge Ausgleichung der Netze unter Festhaltung der Koordinaten dieser vier Punkte ergab schließlich die horizontalen Punktverschiebungen (Tabelle 2) und die Höhenveränderungen (Tabelle 4) zwischen den drei Epochen.

	$\Delta H_{54-73}$	$\Delta H_{73-74}$	$\Delta H_{54-74}$
HS	0	0	0
GK	-0,01	-0,01	-0,02
KK	-0,01	0	-0,01
NK	-0,03	-0,02	-0,05
RT	+0,06	0	+0,06
MT	-0,02	+0,02	0
KJ	-0,09	-0,03	-0,12
GB	-0,06	0	-0,06
LK	-1,77	-0,06	-1,83
PL	-0,12	-0,04	-0,16
RK	-1,58	-0,16	-1,74
SG	-	-	0
A	-	-0,11	-
B	-	-0,07	-

Tab. 4: Die Höhenunterschiede zwischen den Epochen (in m)

Die festgestellten Punktverschiebungen sollen nun für den Bereich des Salzberges und dem Hangbereich Plassen bis Rote Kögel getrennt diskutiert werden. Im Bereiche des Salzberges haben sich seit dem Jahre 1954 die Punkte Grubenbefahrung und Kaiser-Josef-Stollen horizontal um 2 cm pro Jahr in der Falllinienrichtung des Hanges verschoben, dagegen blieb der am Hang zutiefst liegende Punkt Maria-Theresia-Stollen unbewegt. Dasselbe Bewegungsbild konnte auch für die Zeitspanne 1973—1974 festgestellt werden. Das Bewegungsbild der Punkte im Hangbereich Plassen bis Rote Kögel zeigen die Abbildungen 8 und 9. Der Punkt Plassen zeigt horizontal keine signifikanten Bewegungswerte, aber eine leichte Senkung. Dagegen bewegte sich der Punkt Lahngangkogel seit dem Jahre 1954

horizontal um 4 cm pro Jahr in die Richtung *NE* und senkte sich um 9 cm pro Jahr. Dieses Bewegungsbild stimmt sehr gut mit der Bewegungsmöglichkeit überein, die durch die Topographie des Hanges und die geologischen Trennflächen des Kalkblockes gegeben ist. Interessant ist die große Senkungsrate des Punktes Lahngangkogel, die auch für die Zeitspanne 1973–1974 noch nachgewiesen werden konnte, dagegen konnte während dieser Zeitspanne keine horizontale Verschiebung festgestellt werden. Der Punkt Rote Kögel hat sich seit dem Jahre 1954 horizontal um 23 cm pro Jahr hangauswärts bewegt und um 8 cm pro Jahr gesenkt. Die Vermessungen der Jahre 1973 und 1974 weisen eine Erhöhung der Bewegungsraten nach, und zwar 35 cm pro Jahr in horizontaler und 16 cm pro Jahr in vertikaler Richtung. Diese Beschleunigung der Bewegung des Punktes Rote Kögel fordert unbedingt die Weiterführung der geodätischen Untersuchungen. Die zwei Punkte *A* und *B*, die erst 1973 vermarktet wurden, bewegten sich horizontal in der Zeitspanne 1973 bis 1974 um die relativ kleinen Werte von 4 cm beziehungsweise 6 cm pro Jahr. Dagegen stimmen die Höhenveränderungen mit 11 cm beziehungsweise 7 cm sehr gut mit den Setzungen des ganzen Hanges überein.

Eine eingehende Studie der nachgewiesenen Punktverschiebungen im Zusammenhang mit der geologischen Situation, unter spezieller Beachtung der Auslaugung von Hohlräumen unterhalb des untersuchten Hanges durch den Salzbergbau, wird zur Zeit von *Dr. G. Schäffer*, Geologische Bundesanstalt Wien, zur Publikation vorbereitet.

#### *Dank*

Diese Arbeit entstand am Institut für Geophysik (Vorstand o. Prof. *Dr. A. E. Scheidegger*) für das Internationale Geodynamik Projekt (Direktor des Nationalen Komitees: Prof. *Dr. F. Steinhauser*).

Der Hinweis zur Wiederaufnahme der Vermessungen am Hallstätter Salzberg ist Herrn *Dr. G. Schäffer* (Geologische Bundesanstalt Wien), der auch bei beiden Nachmessungen mitgeholfen hat, zu verdanken. Dem Vizedirektor der Geologischen Bundesanstalt, Herrn *Dr. T. Gattinger*, gebührt der Dank für die finanzielle Mithilfe bei den Nachmessungen 1973 und 1974.

Dem Leiter der Vermessungsarbeiten der Nullmessung 1954 am Hallstätter Salzberg, a. o. Prof. Hofrat i. R. *Dipl.-Ing. Dr. techn. J. Mitter*, sei für sein Interesse an den Auswertungen der Nachmessungen 1973 und 1974 gedankt. Weiters danken wir den Herren des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen Hofrat *Dipl.-Ing. Arnold* für die Erlaubnis zur Einsichtnahme in das OPERAT 0/126 und den Hofräten *Dipl.-Ing. Schenk* und *Dipl.-Ing. Zupfer* für die Erlaubnis zur Verwendung von Ausschnitten aus österreichischen Karten. Für die Berechnung der ersten strengen Netzausgleichungen sei den Herren Rat *Dipl.-Ing. Loidl* und Sektionsrat *Dipl.-Ing. Zimmermann* gedankt.

Herrn o. Prof. *Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Schmid*, Vorstand des Institutes für Landesvermessung der TU Wien, danken wir für die Zurverfügungstellung der elektronischen Distanzmeßgeräte. Für die Ausarbeitung eines EDV-Programmes zur Lösung freier Netzausgleiche sei ganz besonders Herrn *Dipl.-Ing. H. Kager* vom Institut für Photogrammetrie (Vorstand o. Prof. *Dr.-Ing. K. Kraus*) gedankt.

Für die Anfertigung von klischierfähigen Verkleinerungen der Skizzen sei den Herren *Dipl.-Ing. E. Jiresch* und *H. Krottendorfer* vom Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik (Vorstand o. Prof. *Dr. W. Pillewizer*) herzlichst gedankt.

Herrn *P. Carniel* darf für die Mitwirkung bei allen Messungen des Institutes gedankt werden. Zuletzt sei noch allen nicht namentlich erwähnten Mitarbeitern gedankt.

#### *Literaturverzeichnis*

*Aeschlimann, H.* (1971): Zur Genauigkeit geodätischer Verschiebungsmessungen. Diss. Nr. 4438 an der ETH Zürich, S. 203, Spross + Co., Kloten 1972.

*Hauswirth, E. K.* (1975): Untersuchungen der Bewegungen instabiler Gelände. Dissertation der Fakultät für Naturwissenschaften der TU Wien, 151 S.

*Holzer, H.* (1966): Erläuterungen zur Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich. Beitrag in Erläuterungen zur Geologischen und zur Lagerstättenkarte 1:1000000 von Österreich. Geologische Bundesanstalt Wien, S. 29–47.

*Kager, H.* (1975): Programm eines freien Netzausgleiches. TU Wien – Institut für Photogrammetrie.

*Meissl, P.* (1962): Die innere Genauigkeit eines Punkthaufens. Österr. Z. f. Vermessungswesen, 50. Jg., S. 159–165, 186–194.

*Meier, S.* (1971): Zur Abschätzung des Einflusses von Korrelationen auf die Unbekannten einer Ausgleichung. AVN, Jg. 78, S. 70–73.

*Mittermayer, E.* (1971): Eine Verallgemeinerung der Methode der kleinsten Quadrate. ZfV, Jg. 96, S. 401–410.

*Operat 0/126*: Legende zu Triangulierungsoperat, Hallstatt 1954; Archiv der Triangulierungsabteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen.

*Pelzer, H.* (1971): Zur Analyse geodätischer Deformationsmessungen. Deutsche geodätische Kommission, Reihe C-164, S. 86, Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München.

*Sachs, L.* (1971): Statistische Auswertungsmethoden. 3. Aufl., 545 S., Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.

*Schmid, H.* (1967): Die geodätischen Arbeiten beim Bau des Donauturmes in Wien. Österr. ZfV, Jg. 55, S. 7–20.

*Thurm, H., A. Lang, P. Bankwitz, W. Manthey* (1968): Komplexe Untersuchungen rezenter Krustenbewegungen im Testgebiet Elbtalzone. Geodätische und Geophysikalische Veröffentlichungen, Reihe III, Heft 11, S. 68.

*Ulbrich, K.* (1956): Geodätische Deformationsmessungen an österreichischen Staumauern und Großbauwerken, ÖZfVW, Sonderheft 17.

*Zurmühl, R.* (1964): Matrizen und ihre technischen Anwendungen. 4. Aufl., 452 S., Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg.

## **Geophysikalische Anwendung eines Algorithmus zur Berechnung von Polynomen**

Von *Herbert Lichtenegger*, Graz

### *Summary*

The paper presents a general algorithm for the computation of polynomials of arbitrary dimension and degree respectively. Some applications are demonstrated in selected numerical examples in the field of geophysics.

### *0. Zusammenfassung*

Es wird ein Algorithmus zur Berechnung von Polynomen, wobei Grad und Dimension beliebig sind, dargestellt und die Anwendung an Hand ausgewählter geophysikalischer Beispiele gezeigt.

### 1. Vorbemerkung

In den geophysikalischen Theorien und Meßmethoden finden häufig Polynomdarstellungen zur Beschreibung eines Zustandes oder Vorganges Verwendung. Dabei sind jeweils die Koeffizienten des Polynoms aus Messungen des Funktionswertes an diskreten Stützstellen zu ermitteln.

Die vorliegende Arbeit, welche auf eine Idee von Prof. Dr. K. Rinner aufbaut und auf seine Anregung hin geschrieben wurde, zeigt einen allgemeinen Algorithmus zur Berechnung derartiger Polynome.

Nach Darstellung der Theorie wird die Anwendung an praktischen Beispielen gezeigt.

### 2. Problemstellung

Es sei ein  $n$ -dimensionales Polynom  $v$ -ten Grades gegeben:

$$f(x_1, x_2 \dots x_n) = \sum_{i, j, \dots, k} a_{i, j, \dots, k} x_1^i x_2^j \dots x_n^k; i + j + \dots + k = v \quad \dots (1)$$

Die unbekanntenen Koeffizienten  $a_{i, j, \dots, k}$  sind aus Messungen des Funktionswertes  $f$  an vorgegebenen Stützstellen  $x_1, x_2 \dots x_n$  zu bestimmen. Dabei können die Stützpunktparameter  $x$  wiederum Funktionen darstellen.

Sei  $s$  die Anzahl der Meßwerte und  $u$  die Anzahl der unbekanntenen Koeffizienten, so ist für  $s = u$  das Polynom gerade bestimmt. Für  $s > u$  liegt im Sinne der Ausgleichsrechnung ein Interpolationsproblem mit fehlerfreien Stützpunktparametern vor. Der Grad und die Dimension des Polynoms ist aus der Problemstellung oder etwa aus instrumentellen Laboruntersuchungen bekannt.

### 3. Lösung

Zur Ableitung eines Algorithmus wird vorerst vom eindimensionalen Polynom ausgegangen und anschließend eine Verallgemeinerung ausgeführt.

Gegeben sei das Polynom

$$f_i = m_i + v_i = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 + \dots + a_u x_i^u = \sum_{v=0}^u a_v x_i^v \quad \dots (2a)$$

$m_i$  = Meßwert

$v_i$  = Verbesserung des Meßwertes

Die Verbesserungsgleichungen

$$\mathbf{f} = \mathbf{m} + \mathbf{v} = \mathbf{A} \mathbf{a} \quad \dots (2b)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{m}^T &= (m_1 \ m_2 \ \dots \ m_s) & \mathbf{a}^T &= (a_0, a_1 \ \dots \ a_u) \\ \mathbf{v}^T &= (v_1, v_2 \ \dots \ v_s) & \mathbf{A} &= \{1, x, x^2, \dots x^u\}_s \end{aligned}$$

führen nach Minimierung von  $\mathbf{v}^T \mathbf{v}$  auf das Normalgleichungssystem

$$(\mathbf{A}^T \mathbf{A}) \mathbf{a} = \mathbf{A}^T \mathbf{m} \quad \dots (3a)$$

mit der Lösung

$$\mathbf{a} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{m} = \mathbf{N}^{-1} \mathbf{m} \quad \dots (3b)$$



Die quadratische  $(u + 1, u + 1)$  Matrix  $\mathbf{N}$  kann ebenso wie der  $(u + 1)$  zeilige Spaltenvektor  $\mathbf{I}$  schematisch berechnet werden.

$$\begin{aligned} \mathbf{N} &= \{[x^{M+N}]\} \\ \mathbf{I} &= \{[x^M m]\} \end{aligned} \quad \dots \quad (4a)$$

$$M = \text{Zeilennummer} \quad N = \text{Spaltennummer} \quad M, N = 0 \dots u$$

Die eckige Klammer bedeutet das Gaußsche Summationszeichen.

Werden an Stelle von Funktionswerten Funktionsdifferenzen  $\Delta f_{ij}$  gemessen (z. B. Gangbestimmung eines Gravimeters), dann werden  $\mathbf{N}$  und  $\mathbf{I}$  gerändert und es ist zu setzen:

$$\begin{aligned} \mathbf{N} &= \{[\Delta x_{ij}^M \Delta x_{ij}^N]\} & \Delta x_{ij}^k &= (x_j^k - x_i^k) \\ \mathbf{I} &= \{[\Delta x_{ij}^M \Delta m_{ij}]\} & \Delta m_{ij} &= (m_j - m_i) \end{aligned} \quad M, N = 1 \dots u \quad \dots \quad (4b)$$

Dabei wurde vorausgesetzt, daß  $v_j - v_i$  zu einer Verbesserung  $v_{ij}$  zusammengezogen wurden.

$$\Delta f_{ij} = m_j + v_j - m_i - v_i = \Delta m_{ij} + v_{ij}$$

Im mehrdimensionalen Fall werden die Elemente  $(M, N)$  wiederum Matrizen. Die Zeilenzahl  $m$  dieser Submatrizen ergibt sich aus der Anzahl der Koeffizienten  $M$ -ten Grades, die Spaltenzahl  $n$  aus der Anzahl der Koeffizienten  $N$ -ten Grades. Die Elemente der Untermatrizen ergeben sich durch zeilen- und spaltenweise Variation des Hauptelementes nach den Parametern.

Zur Erläuterung betrachte man das zweidimensionale Polynom:

$$f(x, y) = a_{00} + a_{10}x + a_{01}y + a_{20}x^2 + a_{11}xy + a_{02}y^2 + \dots$$

Nach Gleichung 4a hat das Hauptelement  $(2,1)$  folgende Form:

$$\begin{aligned} \text{Matrix } \mathbf{N} &\rightarrow [x^3] \\ \text{Vektor } \mathbf{I} &\rightarrow [x^2 m] \end{aligned}$$

Nach Anwendung der obigen Regel ergeben sich die Submatrizen für  $\mathbf{N}$  und  $\mathbf{I}$  mit  $m = 3$  und  $n = 2$

$$\begin{aligned} \text{Matrix } \mathbf{N} &\rightarrow \begin{vmatrix} [x^3] & [x^2 y] \\ [x^2 y] & [x y^2] \\ [x y^2] & [y^3] \end{vmatrix} \\ \text{Vektor } \mathbf{I} &\rightarrow \begin{vmatrix} [x^2 m] \\ [x y m] \\ [y^2 m] \end{vmatrix} \end{aligned}$$

Die Inversion der symmetrischen Matrix  $\mathbf{N}$  (Gl. 3b) kann in bekannter Weise (etwa nach der Methode von Cholesky) erfolgen. Sämtliche Fehleraussagen, wie Kovarianzen der Koeffizienten usw., können nach bekannten Regeln abgeleitet werden, doch soll darauf nicht näher eingegangen werden.

#### 4. Beispiele

##### 4.1 Bestimmung des Gangpolynoms eines Gravimeters

Bekanntlich sind Gravimetermeßwerte aus verschiedenen Gründen mit einem zeitlichen Gang behaftet, der meist in Form eines Zeitpolynoms angesetzt wird und dessen Koeffizienten aus hinreichenden Wiederholungsmessungen bestimmt werden.

Im vorliegenden Beispiel wurde die Messung in Form eines Sternes 1—2—3—1—3—4—1—4—2—1 (Fig. 1) durchgeführt. Die Gangfunktion soll als Parabel zweiter Ordnung

$$g_i = a_0 + a_1 t_i + a_2 t_i^2$$

berechnet werden.

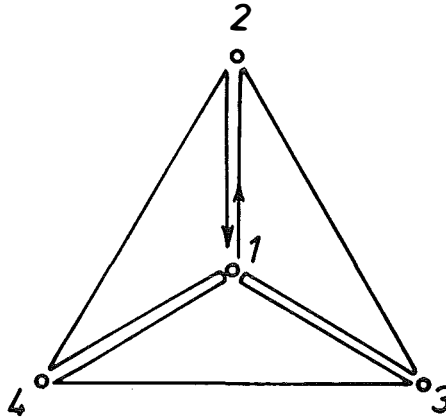


Fig. 1

Sollte die Gangfunktion von weiteren Parametern (z. B. Temperatur) abhängig sein, so kann sie zu einem mehrdimensionalen Polynom erweitert werden.

Meßwerte: a) Einheit mgal

b) Schwerewerte auf Punkt 1 (Basispunkt) bezogen, damit wird  $a_0$  per definitionem zu Null gesetzt.

c)  $t_i$  bedeutet Zeit(einheits)intervall, bezogen auf 1. Messung im Punkt 1.

Punkt	$t_i$	$g$	Punkt	$t_i$	$g$	Punkt	$t_i$	$g$
1	0	10.000	3'	4	15.544	4'	7	9.650
2	1	13.906	4	5	9.710	2'	8	13.801
3	2	15.544	1''	6	10.000	1'''	9	9.865
1'	3	10.045						

Damit sind aus der Messung Funktionsdifferenzen  $\Delta y_{ij}$  bekannt. Die Berechnung erfolgt nach Gl. 4b.

Linie	$\Delta g_{ij}$ ( $\mu$ gal)	$t_i$	$t_j$
1 — 1'	45	0	3
2 — 2'	— 105	1	8
3 — 3'	0	2	4
1' — 1''	— 45	3	6
4 — 4'	— 60	5	7
1'' — 1'''	— 135	6	9

Normalgleichung:

$$\mathbf{N} = \begin{bmatrix} [(t_j - t_i)^2] = 84 & [(t_j - t_i)(t_j^2 - t_i^2)] \\ [(t_j - t_i)(t_j^2 - t_i^2)] & [(t_j^2 - t_i^2)^2] = 7524 \end{bmatrix} = 756$$

$$\mathbf{l} = \begin{bmatrix} [(t_j - t_i) \Delta g_{ij}] = -1260 \\ [(t_j^2 - t_i^2) \Delta g_{ij}] = -14940 \end{bmatrix}$$

Inversion ergibt die Lösung:

$$a_1 = 30 \mu\text{gal}/\text{Zeiteinheit}$$

$$a_2 = -5 \mu\text{gal}/(\text{Zeiteinheit})^2$$

Die gesamte Berechnung wurde mit Hilfe eines Taschenrechners HP 45 durchgeführt und dauert rund fünf Minuten.

#### 4.2 Bestimmung eines Regionalfeldes

Es liegt das Problem der Interpolation eines zweidimensionalen Polynoms in das Schwereanomalienfeld vor. Die Abweichungen des Polynoms vom Anomalienfeld können als Restfeldanomalien gedeutet werden.

In [1], [2] sind Tabellen für bestimmte Rasteranordnungen enthalten, allgemein ist die Lösung durch Gl. 3 b gegeben.

Wird das Regionalfeld als Ebene betrachtet, so gilt:

$$f(x, y) = a_{00} + a_{10}x + a_{01}y = m + v = \Delta g$$

$x, y$  Koordinaten der Rasterpunkte

$m$  Regionalfeld,  $v$  Restfeld,  $\Delta g$  Schwereanomalie

$$\mathbf{N} = \begin{bmatrix} s & [x] & [y] \\ [x] & [x^2] & [xy] \\ [y] & [xy] & [y^2] \end{bmatrix} \quad \mathbf{l} = \begin{bmatrix} [m] \\ [xm] \\ [ym] \end{bmatrix}$$

Bei Übergang auf Schwerpunktskoordinaten  $\tilde{x}, \tilde{y}$  gilt:

$$\tilde{x} = x - \frac{[x]}{s}; \quad \tilde{y} = y - \frac{[y]}{s}$$

$$[\tilde{x}] = [\tilde{y}] = 0$$

Werden weite Rasteranordnungen symmetrisch zur  $x$ - und/oder  $y$ -Achse angenommen, so gilt auch

$$[\tilde{x}\tilde{y}] = 0.$$

Damit zerfällt das Normalgleichungssystem, die Lösung kann sofort angegeben werden:

$$a_{00} = \frac{[m]}{s}; \quad a_{10} = \frac{[\tilde{x}m]}{[\tilde{x}^2]}; \quad a_{01} = \frac{[\tilde{y}m]}{[\tilde{y}^2]}$$

#### 4.3 Bestimmung der Dichte $\sigma$ nach dem Verfahren Nettleton

Dabei werden die profil- (oder flächen)mäßig durchgeführten Schweremessungen auf ein gemeinsames Niveau reduziert. Bei Wahl der richtigen Dichte darf sich keine Korrelation mit der Höhe in den Anomalien zeigen.

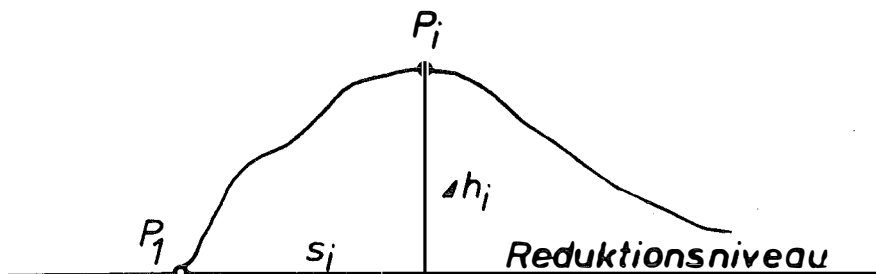


Fig. 2

$$\begin{aligned} \gamma_i &= g_i + dg_{Top} - dg_B + dg_F + a_0 + a_1 s_i \\ dg_{Top} &= T_i \sigma \\ dg_B &= 2\pi k \Delta h_i \sigma \\ dg_F &= 0,3086 \Delta h_i \\ \gamma_i & \text{ Normalschwere} \\ g_i & \text{ gemessene Schwere} \\ a_i & \text{ Koeffizienten eines Regionalfeldes.} \end{aligned}$$

Obige Gleichung läßt sich in Form eines zweidimensionalen Polynoms schreiben:

$$\begin{aligned} f_i &= (\gamma_i - g_i - dg_F) = a_{00} + a_{10} x_i + a_{01} y_i = m_i + v_i \\ a_{00} &\hat{=} a_0; & a_{10} &\hat{=} a_1; & a_{01} &\hat{=} \sigma \\ x &\hat{=} s_i; & g &\hat{=} (T_i - 2\pi k \Delta h_i) \end{aligned}$$

Die Lösung wird, wie bereits unter 4.2 beschrieben, erhalten.

Unter der Annahme, daß das Regionalfeld vorher abgespalten wurde und nach Übergang auf Schwerpunktwerte, ergibt sich unmittelbar die bekannte Formel von Parasnis

$$\begin{aligned} a_{00} &= 0 & \tilde{y} &= y - \frac{[y]}{s} \\ \sigma &= \frac{[\tilde{y}\tilde{m}]}{[\tilde{y}^2]} & \tilde{m} &= m - \frac{[m]}{s} \end{aligned}$$

### 5. Schlußbemerkung

Bei Anwendung eines aus der Theorie der Ausgleichsrechnung bekannten Algorithmus zur Interpolation von Polynomen können eine Reihe von geophysikalischen Problemstellungen mit Hilfe handlicher Taschenrechner schneller, sicherer und vor allem mit größerer Genauigkeit gelöst werden, als mit den bisher üblichen graphischen Verfahren oder Tabellen. Dies wird an Hand von ausgewählten numerischen Beispielen gezeigt.

### Literatur

[1] Fajkiewicz, Z.: The use of cracovian computation in estimating the regional gravity Geophys. 24 (1959) p. 465ff.

[2] *Fajkiewicz, Z.*: Approximierung der Regionalfelder durch Polynome höherer Grade im Lichte der Möglichkeit ihrer numerischen Ausrechnung. Berlin 1961.

[3] *Gerstenecker, C.*: Die genaue Messung von kleinen Schwereunterschieden. DGK, Reihe C, Nr. 191, München 1973.

[4] *Gotthardt, E.*: Einführung in die Ausgleichsrechnung. Sammlung Wichmann, Band 3, Karlsruhe 1968.

[5] *Haalck, H.*: Lehrbuch der angewandten Geophysik I/II, Verlag Bornträger, Berlin 1953.

[6] *Jung, K.*: Schwerkraftverfahren in der Angewandten Geophysik. Akad. Verlagsanstalt, Leipzig 1961.

[7] *Steiner, F.*: Die Rolle der Polynomdarstellungen in der Lösung geophysikalischer Probleme. Acta geodaetica, geophysica et montanistica Tomus 6, Fasc. 1–2 p. 63 ff. Budapest 1971.

[8] *Watermann, H.*: Über systematische Fehler bei Gravimetermessungen. DGK, Reihe C, Nr. 21, München 1957.

[9] *Wolf, H.*: Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Verlag Dümmler, Bonn 1968.

## Die internationale Assoziation für Geodäsie\*)

Von *Helmut Moritz, Graz*

### *Zusammenfassung:*

Nach einem Überblick über die Geschichte der internationalen geodätischen Vereinigungen wird die gegenwärtige Struktur der IAG beschrieben. Mit dem Problem der geodätischen Parameter und Bezugssysteme wird ein Beispiel für die wissenschaftliche Arbeit dieser Assoziation gegeben. Schließlich wird die Stellung Österreichs innerhalb der IAG betrachtet.

### *1. Einleitung*

Für den Vermessungsingenieur ist es oft schwer, sich von der Arbeit innerhalb internationaler geodätischer und geophysikalischer Organisationen oder überhaupt unter internationaler Erdmessung etwas Rechtes vorzustellen. Man hat auf der Hochschule eine Vorlesung über Erdmessung gehabt; man hat von einer österreichischen Schule der Erdmessung mit Namen wie Hopfner und Ledersteger gehört; aber die tägliche Praxis der meisten von uns liegt doch auf ganz anderem Gebiet.

Unwillkürlich drängen sich Fragen auf: was hat ein so kleines Land wie Österreich mit der internationalen Erdmessung zu tun? Welchen Nutzen hat es von internationaler Zusammenarbeit, und kann es überhaupt sinnvoll an Aufgaben der Erdmessung mitwirken?

Der vorliegende Aufsatz soll einen Überblick über die Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) geben, über ihre Geschichte ebenso wie über ihre gegenwärtigen Aufgaben und Arbeiten. Schließlich soll versucht werden, die Stellung Österreichs innerhalb der IAG zu erkennen und zu sehen, welcher Nutzen und welche Pflichten Österreich aus der Mitgliedschaft an dieser Assoziation erwachsen.

### *2. Geschichtlicher Überblick*

Die Internationale Assoziation für Geodäsie ist die älteste internationale wissenschaftliche Vereinigung überhaupt. Bereits im Jahr 1862 erkannten einige weit-

---

\*) Nach gleichnamigen Vorträgen im Rahmen des Österreichischen Vereins für Vermessungswesen und Photogrammetrie in Graz am 30. Oktober 1975 und in Wien am 17. Dezember 1975.

blickende Geodäten die Notwendigkeit einer über die Landesgrenzen hinausgehenden Zusammenarbeit. In diesem Jahr wurde in Berlin von Vertretern Preußens, Sachsens und Österreichs die „*Mittleuropäische Gradmessung*“ gegründet. Die Initiative ging vom preußischen Generalleutnant J. J. Baeyer aus; als Vertreter Österreichs fungierten der Direktor des militärgeographischen Instituts, Generalmajor A. von Fligely, Professor Dr. J. Herr und Dr. C. von Littrow, der Direktor der Sternwarte in Wien. Die Aufgaben dieser Vereinigung klingen schon ganz modern; Bestimmung der Figur der Erde und insbesondere der Abweichung des Geoids von einem Bezugsellipsoid, geodätische Anwendungen und geophysikalische Schlußfolgerungen.

Bereits 1867 erweiterte sich diese Vereinigung durch Beitritt Spaniens, Portugals und Rußlands zur „*Europäischen Gradmessung*“; in rascher Folge traten andere Staaten bei. Von ihr ging auch die Anregung zur Schaffung des Internationalen Büros für Maß und Gewicht in Paris aus; wir begingen ja soeben die Hundertjahrfeier der Internationalen Meterkonvention von 1875.

Immer mehr Länder beteiligten sich an diesen Arbeiten, und so erhielt die Vereinigung 1886 den Namen „*Internationale Erdmessung*“, (*Association Géodésique Internationale*). Die folgende glanzvolle Periode wurde von der überragenden Persönlichkeit Friedrich Robert Helmerts geprägt, des Direktors des Geodätischen Instituts Potsdam und des Zentralbüros der Internationalen Erdmessung. Der damals (1888) begründete Internationale Polhöhendienst ist heute noch tätig; sein Aufgabengebiet — die Untersuchung der Polschwankungen — ist heute aktueller als je zuvor.

Der erste Weltkrieg setzte dieser fruchtbaren Tätigkeit ein jähes Ende. Zwar bemühte man sich gleich nach dessen Ende (1919), durch Schaffung der *Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG)* einen neuen, umfassenderen Rahmen zu schaffen: die Geodäsie bildet eine der Assoziationen dieser Union. Jedoch war diese Union zunächst satzungsmäßig auf die Siegermächte und die neutralen Staaten beschränkt. Deutschland trat erst knapp vor Ausbruch des zweiten Weltkriegs bei. 1939 fand eine Generalversammlung der IUGG in Washington statt. Das Schiff mit der deutschen Delegation war gerade dahin unterwegs, als es telegraphisch zurückbeordert wurde: der Krieg war ausgebrochen.

Nach dem zweiten Weltkrieg lief die internationale Zusammenarbeit in Geodäsie und Geophysik verhältnismäßig schnell wieder an. Die Generalversammlungen waren wie folgt: 1948 Oslo (auf dieser Generalversammlung wurde Österreich in die IUGG aufgenommen), 1951 Brüssel, 1954 Rom, 1957 Toronto, 1960 Helsinki, 1963 Berkeley (Kalifornien); seither im Vierjahresrhythmus: 1967 Luzern, 1971 Moskau, 1975 Grenoble; die nächste Generalversammlung wird 1979 in Canberra (Australien) sein: zum erstenmal außerhalb Europas und Nordamerikas.

Auf der Liste der Präsidenten und Generalsekretäre der IAG stehen bekannte Namen. In der vergangenen Amtsperiode (1971 bis 1975) war der Präsident Prof. J. Boulanger (Sowjetunion); seit der Generalversammlung in Grenoble leitet Prof. T. J. Kukkamäki (Finnland) die IAG. In den Jahren 1960 bis 1975 oblag das verantwortungsvolle Amt des Generalsekretärs Prof. J. J. Levallois, seit Grenoble Herrn M. Louis (beide Frankreich).

### 3. Gegenwärtige Struktur der IAG

Wie schon erwähnt, bildet die Geodäsie eine der Assoziationen der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG). Diese ist ihrerseits eine der siebzehn wissenschaftlichen Unionen, die im International Council of Scientific Unions (ICSU) vereinigt sind.

Die IUGG besteht aus sieben Assoziationen, die mit ihren offiziellen Bezeichnungen angeführt seien:

International Association of Geodesy (IAG)

Int. Ass. of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IASPEI)

Int. Ass. of Vulcanology and Chemistry of the Earth's Interior (IAVCEI)

Int. Ass. of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA)

Int. Ass. of Meteorology and Atmospheric Physics (IAMAP)

Int. Ass. of Hydrological Sciences (IAHS)

Int. Ass. of the Physical Sciences of the Ocean (IAPSO)

Nunmehr wollen wir uns unserem eigentlichen Thema, der IAG, zuwenden. Sie ist in fünf Sektionen gegliedert:

Sektion I: Geodätische Netze

Sektion II: Satellitenverfahren

Sektion III: Gravimetrie

Sektion IV: Theorie und Auswertung

Sektion V: Physikalische Interpretation

Die wissenschaftliche und fachliche Hauptarbeit wird von den Sektionen geleistet, insbesondere von den ihnen unterstellten Kommissionen und Studiengruppen, die dem Studium spezieller Fragen und Teilgebiete dienen.

Ein besonders interessantes Beispiel für eine große Kommission ist die auf der letzten Generalversammlung in Grenoble (1975) gegründete Kommission für kontinentale Netze, die durch Erweiterung der bereits bestehenden Kommission für die Neuausgleichung der europäischen Triangulationen (RETRIG) auf andere Kontinente entstanden ist: sie umfaßt nun Subkommissionen für Europa, Nordamerika, Südamerika sowie Australien und Ozeanien. Für Geodäsie in Afrika wurde eine eigene Kommission geschaffen. So sieht man auch hier, daß außereuropäische Länder zunehmend an Bedeutung gewinnen. Ein Beispiel für die Arbeit einer Studiengruppe wird im nächsten Abschnitt gegeben werden.

Die administrative Leitung und Organisation der IAG erfolgt etwa nach dem Muster eines demokratischen Staates. Dem Parlament entspricht das *Konzil*, das aus je einem Vertreter jedes Mitgliedslandes besteht; zur Zeit gehören 76 Staaten der IUGG und damit der IAG an. Der Regierung entspricht das *Exekutivkomitee*, dem u. a. der Präsident und die drei Vizepräsidenten der IAG, der Generalsekretär der IAG und die Präsidenten der fünf Sektionen angehören. Die laufenden wissenschaftlichen und organisatorischen Geschäfte werden vom *Büro* der IAG geführt, das aus dem Präsidenten, dem ersten Vizepräsidenten und dem Generalsekretär besteht. Für die Verwaltung sorgt ein *Zentralbüro* unter Leitung des Generalsekretärs; sein Sitz ist Paris.

Die letzte Instanz für alle wesentlichen Entscheidungen ist aber die *Generalversammlung*, die alle vier Jahre zusammentritt; so wird versucht, das Ideal einer direkten Demokratie zu verwirklichen.

Außer den Generalversammlungen, auf denen sowohl wissenschaftliche als auch administrative Fragen behandelt werden, gibt es *Symposien*, die bestimmten wissenschaftlichen Themen gewidmet sind.

Von der IAG allein oder mit anderen Assoziationen oder Unionen gemeinsam werden ständige wissenschaftliche Einrichtungen betrieben, zum Beispiel das Bureau International de l'Heure und das Bureau Gravimetric International, beide in Paris, und das Zentralbüro für Satellitengeodäsie in Athen.

Die IAG gibt eine Zeitschrift heraus, das *Bulletin Géodésique*, das in Paris erscheint; der Leser sei besonders auf die Nr. 118 dieser Zeitschrift (Dezember 1975) verwiesen, die einen Überblick über die letzte Generalversammlung in Grenoble, die dort gefaßten wissenschaftlichen Beschlüsse, die Struktur der IAG u. dgl. gibt.

#### 4. Geodätische Parameter und Bezugssysteme

Als Beispiel für die wissenschaftliche Arbeit der IAG sei ein Problem erwähnt, mit dem der Verfasser persönlich vertraut ist: das der geodätischen Parameter und Bezugssysteme.

Die Bestimmung der besten Parameter des Erdellipsoids gehörte schon zu den Aufgaben der „Mittleuropäischen Gradmessung“ bei ihrer Gründung vor mehr als hundert Jahren, und gehört bis heute zu den wichtigsten Problemen der internationalen Erdmessung. Markante Punkte in dieser Entwicklung sind die Annahme des Ellipsoids von Hayford durch die IAG als „*Internationales Ellipsoid*“ im Jahre 1924 und die Schaffung des *Geodätischen Bezugssystems* 1967 auf der Generalversammlung in Luzern, das bis heute das offizielle Bezugssystem der IAG bildet.

Durch die in rascher Entwicklung begriffenen neuen Beobachtungsverfahren, insbesondere der Satellitengeodäsie, unterliegen aber die Ellipsoidparameter und andere geodätische Konstanten laufender Verbesserung. Immer wieder wird daher an die IAG die Frage nach den gegenwärtig besten Werten für die Erdparameter herangetragen, von Geodäten ebenso wie von Vertretern anderer Wissenschaften.

So beschloß das Exekutivkomitee der IAG auf seiner Sitzung im Februar 1974 in Paris, eine Studiengruppe „Fundamental Geodetic Constants“ unter Leitung des Verfassers einzurichten. Aufgabe dieser Studiengruppe ist es, in Zusammenarbeit mit den entsprechenden internationalen Institutionen und Organisationen die Entwicklung neuer Zahlenwerte für geodätisch wichtige Konstanten zu verfolgen und auf jeder Generalversammlung Empfehlungen über die jeweils besten Zahlenwerte abzugeben.

Auf Grund der Empfehlungen der genannten Studiengruppe wurde auf der Generalversammlung in Grenoble eine diesbezügliche Resolution gefaßt, die Resolution Nr. 1 der IAG, und ist in dem bereits genannten Heft Nr. 118 des „Bulletin Géodésique“ auf S. 365 veröffentlicht; der Bericht der Studiengruppe findet sich ebenfalls in diesem Heft (S. 398). Hier seien nur die neuen Zahlenwerte für drei besonders vertraute Konstanten mit ihren geschätzten mittleren Fehlern angegeben.



Lichtgeschwindigkeit im Vakuum:

$$c = (299\,792\,458 \pm 1,2) \text{ ms}^{-1};$$

große Halbachse  $a$  und Abplattung  $f$  des Erdellipsoids:

$$a = (6\,378\,140 \pm 5) \text{ m},$$

$$f^{-1} = (298\,257 \pm 1,5) \times 10^{-3}.$$

Man beachte die heute erreichte hohe Genauigkeit von  $c$ ; diese Genauigkeit ist so groß, daß man vermutlich bei einer künftigen Neudefinition des Meters den angegebenen Zahlenwert unverändert lassen und so die Länge indirekt, als Produkt von Lichtgeschwindigkeit und Zeit, definieren wird.

### 5. Österreich und die IAG

Wie wir gesehen haben, war Österreich einer der drei Staaten, welche die Mitteleuropäische Gradmessung gründeten, die Organisation, aus der die heutige IAG hervorging. Wie ist die Stellung Österreichs in der IAG heute?

Diese Frage erfordert eine recht differenzierte Antwort. Auf der einen Seite ist Österreich eines der Länder mit der längsten und besten geodätischen Tradition. Die traditionellen Meßverfahren sind bei uns in langjähriger Erfahrung zu hoher Vollkommenheit entwickelt worden. Die Hochgebirgstopographie Österreichs hat das Messen vielfach erschwert, aber dadurch auch zur Fortentwicklung beigetragen. Wie schon in der Einleitung bemerkt, hat Österreich eine Reihe bedeutender und international anerkannter Wissenschaftler auf verschiedenen Gebieten der Geodäsie hervorgebracht. Und wir besitzen eine geodätische Ausbildung von einer Qualität, um die uns auch Länder beneiden, die heute in der Erdmessung eine weit bedeutendere Position einnehmen. Im übrigen stellt Österreich den Präsidenten der Sektion I (Prof. Rinner) und den 1. Vizepräsidenten der IAG (Prof. Moritz).

Gewiß, die bedeutenden und interessanten Probleme der heutigen Erdmessung und die technologischen und finanziellen Mittel zu ihrer Bewältigung liegen heute bei großen Staaten wie der Sowjetunion und den USA. Aber auch kleine Länder wie Österreich können durchaus an der Lösung der damit verbundenen theoretischen Aufgaben sinnvoll mitwirken und damit verhindern, daß sie die Rolle reiner Abnehmer übernehmen müssen.

Die globalen Methoden der Erdmessung haben, insbesondere durch die Entwicklung der Satellitengeodäsie, einen spektakulären Aufschwung genommen. Weniger beachtet wird, daß die Ausfüllung des globalen Rahmens durch geodätische Details ebenso notwendig ist, eine Kleinarbeit, die jedem einzelnen Staat für sein Gebiet obliegt. Insbesondere handelt es sich um die Schaffung eines räumlichen Dreiecksnetzes; die übliche Ausbreitung einer Triangulation auf einem Bezugsellipsoid genügt den heutigen Ansprüchen einfach nicht mehr. Damit in engem Zusammenhang steht die Berechnung eines detaillierten Geoids.

Hierzu sind insbesondere erforderlich astronomische Beobachtungen, mindestens Länge und Breite in jedem trigonometrischen Punkt 1. Ordnung, sowie ein

das ganze Land homogen überziehendes Netz von Schweremessungen. Von beiden Zielen sind wir allerdings noch ziemlich weit entfernt, im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern.

In Anbetracht der Wichtigkeit einer detaillierten Geoidbestimmung wurden auf der letzten Generalversammlung in Grenoble folgende zwei Resolutionen beschlossen, die in deutscher Übersetzung angeführt seien:

*Resolution Nr. 25*

*Die Internationale Assoziation für Geodäsie*

*erkennt* die Dringlichkeit der Schaffung von Geoidkarten in Ländern, in denen solche Karten nicht vorhanden oder nicht hinreichend genau sind und

*empfiehlt* daher, daß in solchen Ländern diese Arbeit durch Kombination astrogeodätischer, gravimetrischer und Satelliten-Daten durchgeführt wird.

*Resolution Nr. 26*

*Die Internationale Assoziation für Geodäsie*

*erkennt* die Notwendigkeit einer genauen Kenntnis der Detailform des Geoids in Europa, besonders im Alpengebiet,

*erinnert* daran, daß von der IAG eine Spezialstudien­gruppe für diese Aufgabe geschaffen wurde,

*empfiehlt* daher, daß ein hinreichend dichtes und genaues Netz von Lotabweichungspunkten, in dem eine Ost-West-Traverse entlang einer geographischen Breite von etwa  $47^\circ$  enthalten sein soll, im Alpengebiet bis Ende 1977 fertiggestellt wird und

*ersucht* die betreffenden Länder um die notwendige Unterstützung dieser Arbeit.

Die theoretischen Grundlagen für eine den heutigen Anforderungen entsprechende Lösung liegen vor; zur Zeit erfolgt die numerische Ausarbeitung im Rahmen eines vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützten Forschungsvorhabens. Was weitgehend fehlt, ist der wichtigste Teil, nämlich die Meßdaten. Daher ergeht der dringende Appell an alle entsprechenden Behörden und Institutionen, an den erforderlichen Messungen mitzuwirken.

Nun könnte man fragen: was hat Österreich davon, wenn es die empfohlenen Arbeiten durchführt? Welchen Nutzen hat überhaupt ein kleines Land von internationaler geodätischer Zusammenarbeit?

Nun, heute ist man bestrebt, jede lokale Vermessung in das Landeskoordinatensystem einzufügen, selbst wenn das keine unmittelbaren Vorteile bringt: von höherer Warte aus betrachtet, ist die Zweckmäßigkeit eines solchen einheitlichen Rahmens klar.

Aus ähnlichen Gründen trachtet man heute allgemein, die einzelnen Landesnetze in einen einheitlichen globalen Rahmen einzufügen. Wirtschaft und Verkehr binden die einzelnen Länder immer enger aneinander; diese Entwicklung wird in Zukunft noch intensiver werden müssen, falls es überhaupt eine solche Zukunft geben soll. Der Erdmessung aber obliegt die wichtige Aufgabe der Bereitstellung von Grundlagen hierfür.

Dies geschieht zum Beispiel durch internationale Einrichtungen, wie das Bureau International de l'Heure, das internationale gravimetrische Büro und verschiedene Institutionen der globalen Satellitengeodäsie, um nur einige Einrichtungen zu nennen.

Damit bekommen die Mitgliedstaaten der IAG Grundlagen für ihre eigene geodätische Arbeit. Sie haben dafür aber auch die Verpflichtung, das ihrige zum gemeinsamen Werk beizutragen.

Aufgabe dieses Aufsatzes war es, in die Arbeit der Internationalen Assoziation für Geodäsie einzuführen. Vielleicht können wir jetzt die eingangs gestellte Frage, was Österreich mit der Erdmessung zu tun hat, beantworten und erkennen, daß Österreich in der IAG sinnvoll mitwirken *kann* und sinnvoll mitwirken *muß*.

## Ein nichtiteratives Verfahren zur Transformation geodätischer Koordinaten

Von Hans Sünkel, Graz

### 1. Einleitung

Um die rechtwinkligen Koordinaten  $(x, y, z)$  eines Punktes  $P$  in geodätische Koordinaten  $(\Phi, \lambda, h)$  zu transformieren, muß vom Punkt  $P$  auf das Bezugsellipsoid eine Normale gefällt werden (Helmertprojektion). Die Richtung dieser Normalen wird dann durch  $(\Phi, \lambda)$ , der Normalabstand des Punktes  $P$  vom Ellipsoid durch  $h$  bestimmt.

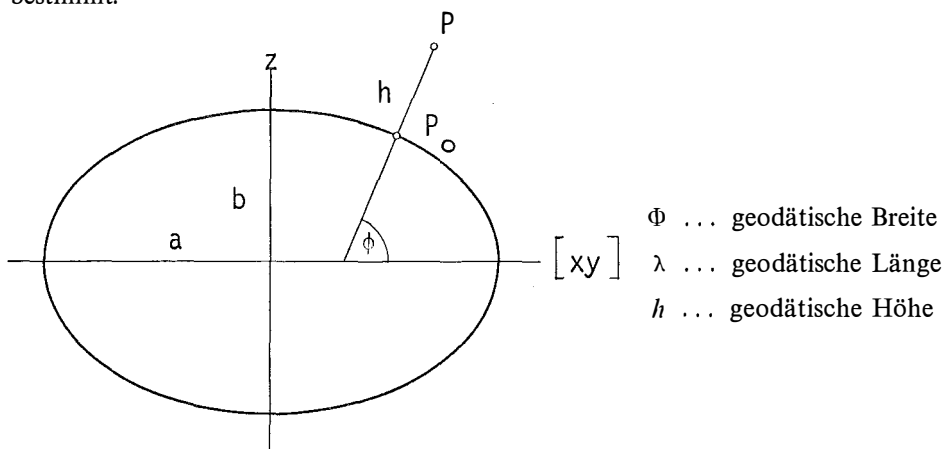


Fig. 1

Zur Bestimmung der Höhe  $h$  wurden von verschiedenen Autoren sowohl Iterationsverfahren als auch geschlossene Lösungen vorgeschlagen. Von den iterativen Verfahren erscheint mir neben dem von *Hirvonen-Moritz*, 1963, *Heiskanen-Moritz*, 1967, das kürzlich von *Bartelme-Meissl*, 1975, empfohlene vor allem wegen seiner Einfachheit und numerischen Stabilität besonders erwähnenswert. Die geschlossenen Lösungsmethoden (*Ecker*, 1967; *Benning*, 1974; *Paul*, 1973) sind entweder durch numerische Instabilitäten oder durch recht komplizierte Ausdrücke gekennzeichnet.

In der vorliegenden Arbeit wird eine Lösung gezeigt, welche — aufbauend auf einer Lagrangeschen Minimumsaufgabe mit Nebenbedingung — die  $z$ -Koordinate des Fußpunktes  $P_0$  durch eine Reihenentwicklung nach  $e^2$  darstellt ( $e \dots 1$ . Exzentrizität).

## 2. Lösung der Minimumsaufgabe

Die Bestimmung des Normalabstandes (des kürzesten Abstandes) eines Punktes von einem Rotationsellipsoid kann aus Symmetriegründen in der Meridianebene des Punktes  $P$  und damit zweidimensional erfolgen.

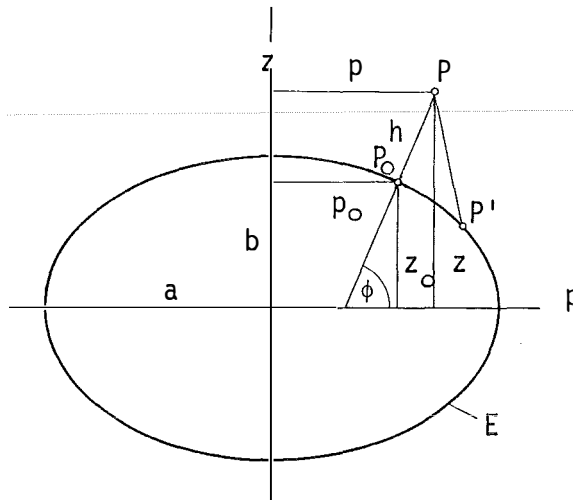


Fig. 2

Im Koordinatensystem  $(p, z)$  lautet die Ellipsengleichung

$$b^2 p'^2 + a^2 z'^2 = a^2 b^2 \quad \dots (2.1)$$

und der Abstand  $h$

$$h = [(p - p')^2 + (z - z')^2]^{1/2}. \quad \dots (2.2)$$

Zur Konkurrenz an der Minimumsbedingung  $h = \text{Min.}$  (oder  $h^2 = \text{Min.}$ ) sind alle jene Punkte  $P'$  ( $p', z'$ ) zugelassen, welche auf der Meridianellipse  $E$  liegen und daher (2.1) erfüllen.

$$\text{Minimumsbedingung: } F(p', z') := (p - p')^2 + (z - z')^2 = \text{Min.} \quad \dots (2.3)$$

$$\text{Nebenbedingung: } G(p', z') := b^2 p'^2 + a^2 z'^2 - a^2 b^2 = 0 \quad \dots (2.1')$$

$$\text{Mit } H(p', z', l) := F(p', z') - lG(p', z') \quad (l \dots \text{Lagrange-Multiplikator}) \quad \dots (2.4)$$

lauten daher die an  $P'$  gestellten Forderungen:

$$\frac{\partial H}{\partial p'} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial z'} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial l} = 0 \quad \dots (2.5)$$

Diese drei Bedingungen führen auf die drei Gleichungen

$$(p - p') + \lambda b^2 p' = 0 \quad \dots (2.6a)$$

$$(z - z') + \lambda a^2 z' = 0 \quad \dots (2.6b)$$

$$b^2 p'^2 + a^2 z'^2 - a^2 b^2 = 0. \quad \dots (2.1)'$$

Nach Eliminierung von  $l$  erhalten wir über einige Umformungen schließlich eine Gleichung 4. Grades in  $z'$ ; jener Punkt  $P'$ , der diese Gleichung erfüllt, ist der Fußpunkt  $P_0(p_0, z_0)$ :

$$(1 - e^2) \bar{z}^2 + 2e^2 (1 - e^2) \bar{z}_0 \bar{z} + \bar{z}_0^2 [e^4 - \bar{z}^2 (1 - e^2) - p^2] - 2e^2 \bar{z}_0^3 \bar{z} + \bar{z}_0^4 (e^2 - e'^2) = 0$$

$$(\bar{z} := \frac{z}{a}, \bar{z}_0 := \frac{z_0}{a}) \quad \dots (2.7)$$

Damit ist die Minimumaufgabe formal gelöst und unsere weiteren Untersuchungen gelten der Behandlung der Gleichung (2.7).

### 3. Lösung durch Reihenentwicklung

Die Lösung obiger Gleichung (2.7) in sphärischer Approximation ( $e = 0$ ) ist sehr einfach und liefert

$$\bar{z}_0^s = \frac{\bar{z}}{\bar{r}}. \quad \dots (3.1)$$

Da sich aber das Bezugsellipsoid von einer Kugel nur geringfügig unterscheidet ( $e^2 \approx 7 \cdot 10^{-3}$ ), ist es doch naheliegend, die ellipsoidische Größe  $\bar{z}_0$  durch eine Reihenentwicklung nach  $e^2$  darzustellen, in der das erste Reihenglied die sphärische Größe  $\bar{z}_0^s$  darstellt:

$$\text{Ansatz: } \bar{z}_0 = \frac{\bar{z}}{\bar{r}} (1 - a_2 e^2 - a_4 e^4 - a_6 e^6 - a_8 e^8 - \dots) \quad \dots (3.2)$$

Um die Koeffizienten der Linearkombination  $a_{2i}$  ( $i \in \mathbb{N}$ ), welche Funktionen von  $\bar{z}$  und  $\bar{r}$  sind, bestimmen zu können, setzen wir (3.2) in (2.7) ein und erhalten unter Beachtung von

$$e^2 - e'^2 = -(e^4 + e^6 + e^8 + \dots)$$

die nach Potenzen von  $e^2$  geordnete Gleichung

$$c_2 e^2 + c_4 e^4 + c_6 e^6 + c_8 e^8 + \dots = 0 \quad \dots (2.7)'$$

Die Koeffizienten  $c_{2i}$  sind so beschaffen, daß sie den jeweiligen Koeffizienten  $a_{2i}$  in linearer Form enthalten, während  $a_{2i-2k}$  ( $k \in \mathbb{N}$ ) auch nichtlinear auftreten. Es ist daher sehr einfach, aus (2.7)' durch Koeffizientenvergleich von  $e^{2i}$  sukzessive alle  $a_{2i}$  zu bestimmen:

$$2a_2 = 2 - \frac{2}{\bar{r}} - \frac{\bar{z}^2}{\bar{r}^2} + \frac{2\bar{z}^2}{\bar{r}^3} \quad \dots (3.3a)$$

$$2a_4 = \left(-1 + \frac{2}{\bar{r}} - \frac{1}{\bar{r}^2} + \frac{\bar{z}^2}{\bar{r}^4}\right) + 2a_2 \left(\frac{1}{\bar{r}} + \frac{\bar{z}^2}{\bar{r}^2} - \frac{3\bar{z}^2}{\bar{r}^3}\right) + a_2^2 \quad \dots (3.3b)$$

$$2a_6 = \frac{\bar{z}^2}{\bar{r}^4} - 2a_2 \left( \frac{1}{\bar{r}} - \frac{1}{\bar{r}^2} + \frac{2\bar{z}^2}{\bar{r}^4} \right) + 2a_4 \left( \frac{1}{\bar{r}} + \frac{\bar{z}^2}{\bar{r}^2} - \frac{3\bar{z}^2}{\bar{r}^3} \right) - \\ - a_2^2 \frac{\bar{z}^2}{\bar{r}^2} \left( 1 - \frac{6}{\bar{r}} \right) + 2a_2 a_4 \quad \dots \quad (3.3c)$$

$$2a_8 = \frac{\bar{z}^2}{\bar{r}^4} - 2a_2 \cdot \frac{2\bar{z}^2}{\bar{r}^4} - \frac{a_2^2}{\bar{r}^2} \left( 1 - \frac{6\bar{z}^2}{\bar{r}^2} \right) - 2a_4 \left( \frac{1}{\bar{r}} - \frac{1}{\bar{r}^2} + \frac{2\bar{z}^2}{\bar{r}^4} \right) + \\ + 2a_6 \left( \frac{1}{\bar{r}} + \frac{\bar{z}^2}{\bar{r}^2} - \frac{3\bar{z}^2}{\bar{r}^3} \right) - 2a_2 a_4 \frac{\bar{z}^2}{\bar{r}^2} \left( 1 - \frac{6}{\bar{r}} \right) - a_2^3 \cdot \frac{2\bar{z}^2}{\bar{r}^3} + \\ + a_4^2 + 2a_2 a_6 \quad \dots \quad (3.3d)$$

Damit erhalten wir mit (3.2) die z-Koordinate des Fußpunktes  $P_0$ :

$$z_0 = a \frac{z}{r} \left( 1 - \sum_{i=1}^4 a_{2i} e^{2i} \right) \quad \dots \quad (3.2)'$$

Wegen der sehr guten Konvergenz wurde die Reihe bereits nach dem 4. Glied abgebrochen.

Mit

$$p_0 = a \left[ 1 - \left( \frac{z_0}{b} \right)^2 \right]^{1/2} \quad \dots \quad (3.4)$$

können somit die Koordinaten  $(\Phi, \lambda, h)$  unmittelbar aus den Transformationsformeln [(1.13) bzw. (1.4), *Hirvonen-Moritz*, 1963] bestimmt werden:

$$\Phi = \tan^{-1} \left[ \frac{z_0}{p_0 (1 - e^2)} \right] \quad \dots \quad (3.5)$$

$$\lambda = \sin^{-1} \left( \frac{y}{p} \right) \quad \dots \quad (3.6)$$

$$h = (z - z_0) \left[ 1 + \left( \frac{p - p_0}{z - z_0} \right)^2 \right]^{1/2} \quad \dots \quad (3.7)$$

#### 4. Diskussion der Ergebnisse

Untersucht man die Koeffizienten  $a_{2i}$  näher, so findet man eine grobe Abschätzung ihrer Wertbereiche für den gesamten Außenraum:

$$0 \leq \frac{z}{r} a_2 \leq 0,54 \quad \quad \quad 0 \leq \frac{z}{r} a_6 \leq 0,12$$

$$0 \leq \frac{z}{r} a_4 \leq 0,23 \quad \quad \quad 0 \leq \frac{z}{r} a_8 \leq 0,07$$

Gibt man sich mit der Lagegenauigkeit von 1 mm (!) zufrieden, so ist der Koeffizient  $a_8$  bereits überflüssig; eine Genauigkeit von 20 cm erreicht man schon mit  $a_2$  und  $a_4$ !

Das vorgeschlagene Verfahren ist auf Grund der geringen Schwankungen von  $a_{2i}$  (sowohl hinsichtlich Breitenlage als auch Entfernung des Punktes  $P$  vom El-

lipsoide) und wegen der vorteilhaften Größenordnung ( $0 \leq a_{2i} \leq 1$ ) numerisch äußerst stabil.

Die angegebenen Formeln sind leicht überschaubar, einfach im Aufbau und leicht zu programmieren.

#### *Literaturverzeichnis*

*Bartelme, N.* und *P. Meissl* (1975): Ein einfaches, rasches und numerisch stabiles Verfahren zur Bestimmung des kürzesten Abstandes eines Punktes von einem sphäroidischen Rotationsellipsoid. AVN 12/1975, Wichmann, Karlsruhe.

*Benning, W.* (1974): Der kürzeste Abstand eines in rechtwinkligen Koordinaten gegebenen Außenpunktes vom Ellipsoid. AVN 11/1974, Wichmann, Karlsruhe.

*Ecker, E.* (1967): Die Normalenfällung auf das Ellipsoid. ÖZfV 55 (1967) Nr. 3.

*Heiskanen, W. A.* and *H. Moritz* (1967): Physical Geodesy. W. H. Freeman & Co., San Francisco.

*Hirvonen, R. A.* and *H. Moritz* (1963): Practical Computation of Gravity at High Altitudes. Report No. 27, Department of Geodetic Science, The Ohio State University, Columbus.

*Paul, M. K.* (1973): A Note on Computation of Geodetic Coordinates from Geocentric (Cartesian) Coordinates. Bulletin Géodésique No. 108/1973, Paris.

#### **Druckfehlerberichtigung**

Im Artikel „Grenzlinsen auf dem Bodensee“, von F. Meckel, wurde im Heft 4 des 63. Jahrganges der ÖZfVuPh auf Seite 164 als Folge eines Druckfehlers die Länge der Staatsgrenze Österreichs versehentlich mit 2367 km statt richtig 2637 km angegeben. Wir bitten um Entschuldigung.

*Die Schriftleitung*

### **Mitteilungen**

#### **Bericht über eine Sitzung der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung**

Am 7. November 1975 trat an der Technischen Universität Wien die ÖKIE zu ihrer ersten Sitzung nach der Generalversammlung der UGGI in Grenoble zusammen. Sechzehn der neunzehn Mitglieder waren anwesend, die übrigen entschuldigt. Unter den zahlreichen wichtigen Themen der Tagesordnung waren zweifellos die bedeutendsten die Wahl des Präsidenten für die nächste Funktionsperiode, die Diskussion der Statuten der ÖKIE und der Stand der Geoidforschung in Österreich.

In seinem Bericht gab der amtierende Präsident Prof. *Hauer* einen Überblick über die Aktivitäten der Kommission. Demnach haben sich die Mitglieder *Embacher* und *Rinner* mit ihren Instituten aktiv an der Messung der Meridiantraverse Italien—Österreich—BRD beteiligt. Von der italienischen Meßgruppe wurden an fünf Stationen Lotabweichungsbestimmungen mit einer transportablen Zenitkammer durchgeführt.

Zu der Generalversammlung der UGGI in Grenoble vom 18. August bis 6. September 1975 hatte die Kommission unter dem Chefdelegierten *Moritz* die Mitglieder *Bretterbauer*, *Meissl*, *Mitter*, *Rinner* und *Scheidegger* für je eine Woche entsandt. Die österreichische Delegation konnte mit großen Ehrungen heimkehren: *Moritz* wurde zum 1. Vizepräsidenten der Internationalen Assoziation für Geodäsie (Präsident *Kukkamäki*, Finnland) gewählt und in seiner bisherigen Funktion als Vor-

sitzender der Spezialstudien­gruppe „Geodätische Konstanten“ bestätigt. *Rinner* wurde zum Präsi­denten der Sektion I (Netze) und *Meissl* zum Vorsitzen­den der Spezialstudien­gruppe „Numerische Rechnungen“ gewählt. Im Zusammen­hang mit der General­versam­lung in Grenoble wurde ein­stimmig beschlos­sen, Herrn Hofrat *Schenk* vom BAfEuVw und seinen Mitar­beitern den Dank für die Mitar­beit an der Her­stellung des öster­reichischen Landes­berichts auszusprechen.

Der Beschluß der UGGI in Grenoble, Österreich von der Beitragsstufe 1 in die Stufe 3 zu heben, wurde von *Moritz* erläutert. Danach ist dies als Ausdruck der wissenschaftlichen Bedeutung Österreichs in der internationalen Geodäsie zu verstehen. Andererseits ist eine Mitar­beit Österreichs in den internationalen Gremien notwendig und auch von großem praktischen Nutzen. So stehen die Dienste des Internationalen Büros für Gravimetrie, des Bureau International de l'Heure, beide in Paris, des Central Bureau for Artificial Satellites in Athen, der Internationalen Zeitstationen, der Satellitenkommission u. a. kostenlos zur Verfügung; durch Schriftenaustausch und wissenschaftliche Tagungen werden Informationen vermittelt, die gestatten, die wissenschaftlichen und ange­wandten geodätischen Arbeiten in Österreich auf dem neuesten Stand zu halten.

Eine Diskussion über die hohen Kosten für Druck und Versand von wissenschaftlichen Arbeiten führte zu dem Antrag von *Moritz*, die in den Satzungen der ÖKIE vorgesehene Veröffentlichungsreihe fortzusetzen. Da für den vorgesehenen Druck der Arbeiten von Hochschul­instituten durch das BAfEuVw eine interministerielle Vereinbarung nötig wäre, wurde Präsident *Hauer* beauftragt, gemeinsam mit Präsident *Eidherr* die Details auszuarbeiten. Mit der Schriftleitung wurde *Bretterbauer* betraut.

*Moritz* berichtete sodann über die Gründung einer Geoidkommission im Rahmen der IAG, der als Vertreter Österreichs *Rinner* angehört. Österreich hat bisher zu wenig auf dem Gebiete der praktischen Geoidbestimmung getan. Das Schwerenetz zeigt eine zu wenig flächenhafte Verteilung und die aus Azimuten abgeleitete Ost-West-Komponente der Lotabweichungen muß durch Längenbestimmungen ersetzt werden. Um die Geoidforschung voranzutreiben und Meßergebnisse allen Interessenten zugänglich zu machen, schlug *Moritz* fürs erste die Errichtung eines Geoiddaten­zentrums beim BAfEuVw vor. Eine Subkommission der Mitglieder *Hauer*, *Eidherr*, *Moritz* und *Bretterbauer* wurde zur Beratung der technischen Durchführung eingesetzt.

Darauf berichtete *Rinner* über die Absicht der drei Universitätsinstitute Graz (*Rinner*), Innsbruck (*Embacher*) und Wien (*Bretterbauer*), in Zusammenarbeit mit der Abteilung K 2 des BAfEuVw eine astrogeodätische Geoidbestimmung in Österreich durchzuführen. Die Ergebnisse könnten bei der nächsten Tagung der IAG in Australien 1979 vorgelegt werden. *Rinner* bat die ÖKIE um Unterstützung eines entsprechenden Antrages beim Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Daraufhin forderte *Moritz* von der Kommission einen Grundsatzbeschluß über die Notwendigkeit der Erstellung einer genauen Geoidkarte für Österreich, der auch einstimmig gefaßt wurde. Im Hinblick auf die maßgebliche Beteiligung des BAfEuVw an den Geoidarbeiten wurde sodann Hofrat *Dr. Erich Senftl* einstimmig zum Mitglied der ÖKIE gewählt.

Zum Tagesordnungspunkt „Diskussion der Statuten der ÖKIE“ stellte *Moritz* fest, daß die Kommission bisher nur beratende Funktion gegenüber dem Bundesministerium für Bauten und Technik hatte und daß eine Erweiterung der Kompetenzen auch auf die Durchführung von geodätischen Arbeiten wünschenswert wäre. Zur gründlichen Diskussion dieses Problemkreises und der veralteten Statuten der ÖKIE wurde eine Subkommission eingesetzt, der die Mitglieder *Hauer*, *Bretterbauer*, *Eidherr*, *Hubeny*, *Moritz* (Einberufer) und *Schmid* angehören. In diesem Rahmen soll auch die Anregung von *Steinhauser* auf Gründung eines Österreichischen Nationalkomitees für Geodäsie und Geophysik diskutiert werden.

Den Abschluß der Sitzung der ÖKIE bildete die Wahl des Präsidenten für die nächste Funktionsperiode. Die Mitglieder wollten zunächst *Hauer* durch Akklamation wiederwählen, doch bat *Hauer* um schriftliche Abstimmung. Von den noch anwesenden 15 Mitgliedern — *Rinner* mußte sich wegen einer Sitzung der Akademie der Wissenschaften vorzeitig entschuldigen — stimmten vierzehn für *Hauer*, ein Stimmzettel war leer. Damit ist *Hauer* für weitere fünf Jahre zum Präsidenten der ÖKIE gewählt. Präsident *Hauer* nahm die Wahl an und versprach im Hinblick auf seine bevorstehende Emeritierung sich besonders um die Führung der ÖKIE anzunehmen.

*Kurt Bretterbauer*



**Ehrungen für o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. h. c. Karl Rinner und  
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Moritz**

Kurz nacheinander wurden zwei Professoren der Studienrichtung Vermessungswesen an der Technischen Universität Graz hohe Auszeichnungen zuteil.

o. Univ.-Prof. *Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. h. c. Karl Rinner* wurde am 7. Mai 1976 zum Ehrenmitglied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften ernannt.

o. Univ.-Prof. *Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Moritz* wurde am 11. Mai 1976 zum korrespondierenden Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Abteilung, ernannt.

Die wissenschaftlichen Leistungen der beiden Geehrten und ihre großen Verdienste um eine internationale Zusammenarbeit der geodätischen Disziplinen wurden anlässlich anderer, im Vorjahr erfolgter Ehrungen in dieser Zeitschrift gewürdigt. Dem Unterzeichneten verbleibt es, im Namen der österreichischen Berufskollegen herzlich zu den neuen hohen Auszeichnungen zu gratulieren.

*Peter Meissl*

**Ehrung für Prof. Dr. mult. Antal Tarczy-Hornoch**

Prof. *Dr. mult. Antal Tarczy-Hornoch* wurde in der Sitzung am 11. Mai 1976 zum ausländischen korrespondierenden Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften ernannt. Damit wurden die hohen Leistungen von Prof. Tarczy-Hornoch, die aus Anlaß seines 75. Geburtstages auch in dieser Zeitschrift gewürdigt wurden, von höchster wissenschaftlicher Stelle auch in Österreich anerkannt. Die österreichischen Kollegen senden Prof. Tarczy-Hornoch aus diesem Anlaß ihre herzlichsten Glückwünsche.

*Karl Rinner*

## Referat

### Internationale Geodätische Woche — Obergurgl 1976

Die alpine Forschungsstelle der Universität Innsbruck veranstaltete in der Zeit vom 16. bis 22. Februar 1976 im Bundessportheim Obergurgl unter Leitung von Univ.-Prof. *Dipl.-Ing. Dr. Wilhelm Embacher* des Geodätischen Institutes der Universität Innsbruck eine Internationale Geodätische Woche mit dem Hauptthema: Hochgebirgsgeodäsie.

Nach dem Motto: „*Mens sana in corpore sano*“ bot diese Veranstaltung neben dem reichhaltigen Vortragsprogramm auch die Möglichkeit zu körperlicher Betätigung und zur Teilnahme an Skikursen in der grandiosen Kulisse der Ötztaler Gebirgswelt.

Das Vortragsprogramm wurde eingeleitet durch den Eröffnungsvortrag von Prof. *Dipl.-Ing. Dr. W. Embacher*: „Über das Messen und Wägen im Gebirge“, eine Fortführung und Vertiefung seiner im Jahre 1970 anlässlich seiner Antrittsvorlesung in Innsbruck präsentierten Arbeiten zur Dichtebestimmung aus Schweremessungen, zur Erfassung der Lotkrümmung und ihrer Auswirkung auf Ingenieurgeodätische Messungen und über Höhenmessungen hoher Genauigkeit im Gebirge.

Prof. *Dr.-Ing. G. Eichhorn* von der TU Darmstadt konfrontierte die Teilnehmer in überaus klarer und prägnanter Weise mit den Problemen der Refraktion, der Eliminierung bzw. Verringerung ihres Einflusses auf die geodätischen Messungen durch geeignete Beobachtungsanordnung oder durch zusätzliche Berechnung mit Hilfe des Temperaturgradienten.

In einem Bericht über die geodätischen und geophysikalischen Messungen einer deutsch-englisch-amerikanischen Forschergruppe in Island gab Prof. *Dr.-Ing. K. Gerke* von der TU Braunschweig in seinem „Geodätischen Beitrag zur Geodynamik“ einen Überblick über die vielschichtigen Arbeiten zur Bestimmung der vertikalen und horizontalen Lageänderungen der Erdoberfläche. Eine Reihe überaus interessanter und eindrucksvoller Dias machte die Bewegungen der Erdkruste in diesen Gebieten und die damit verbundenen Probleme anschaulich.

Die große Bedeutung der Entfernungsmessung mit elektrischen Wellen für alle Bereiche der Geodäsie vor allem im Hochgebirge, die Steigerung der Meßgenauigkeit durch neue verbesserte Geräte, durch bessere Refraktionsmodelle und durch bessere meteorologische Meßverfahren, die Versuche und Entwicklungen hiezu, behandelte Prof. *Dipl.-Ing. Dr. K. Rinner*, TU Graz, in seinem Vortrag: „Mikrowellen- und Lasermessungen im Hochgebirge“. Der Vortragende berichtete unter anderem über seine Erfahrungen bei der Anwendung der Entfernungsmessung mit Mikro- und Lichtwellen für die Satellitentraverse Graz—Tromsö—Catania und im Tunnelbau, sowie die neuesten Erkenntnisse für die Durchführung analoger Messungen.

Prof. *Dr.-Ing. H. H. Schmid*, ETH Zürich, referierte über den „Entwicklungstrend der Photogrammetrie in der Schweiz“.

Ing. *G. Moser* vom Alpenverein Innsbruck stellte in einem Kurzreferat die Entwicklung und die geodätischen Grundlagen der Alpenvereinskartographie von 1862 bis heute dar. Eine Ausstellung der Alpenvereinskarten sowie eine beachtenswerte Ausstellung der historischen Karten von Tirol, zusammengestellt von *Dr. M. Pizzinini* vom Landesmuseum Innsbruck, illustrierten die geschichtliche Entwicklung der Kartographie und Geodäsie im Tiroler Raum.

Der Verfasser stellte in seinem Vortrag „Katastertriangulierung im Hochgebirge“ nach einem kurzen historischen Rückblick auf die Triangulierungsarbeiten in Westösterreich, die Probleme zur Zeit der Militärtriangulierung zu Beginn des 19. Jahrhunderts, und der alten Katastertriangulierungen den heutigen gegenüber.

Lichtbildervorträge, Kurzfilme und einige Kurzreferate ergänzten das Vortragsprogramm.

Letztlich bot aber diese Woche eine erwünschte Gelegenheit zur Anknüpfung und Festigung von Kontakten und zu Diskussionen mit den in- und ausländischen Kollegen. Die Veranstaltung — durch herrliches Wetter begünstigt — wurde, nicht zuletzt durch die sportliche Betätigung, für die zahlreichen Teilnehmer zu einem echten Erlebnis. In launigen Worten dankten die Vertreter der verschiedenen Hochschulen des In- und Auslandes beim Abschiedsabend für die ausgezeichnete Organisation und regten eine periodische Wiederholung dieser Internationalen Geodätischen Woche an.

*Paul Hörmannsdorfer*

## Buchbesprechungen

Von Prof. Moritz ging folgende Buchbesprechung zu einem bereits im Heft 4 des 63. Jahrganges der ÖZfVuPh besprochenen Buch ein, der wir gerne Raum geben.

*Die Schriftleitung*

**Wolf, Helmut: Ausgleichsrechnung — Formeln zur praktischen Anwendung.** 323 Seiten, DIN A 5, kartoniert, Ferd. Dümlers Verlag, Bonn. Preis DM 38,—.

In den letzten Jahren hat die Ausgleichsrechnung einen enormen Aufschwung erfahren. Bei neuen Verfahren wie der Satellitengeodäsie gewinnen verfeinerte Ausgleichsmethoden, die früher nur theoretisches Interesse besaßen, praktische Bedeutung, und Großprojekte wie die gegenwärtige umfassende Neuausgleichung des nordamerikanischen Dreiecknetzes stellen die Ausgleichsrechnung vor neue Aufgaben. So ist heute der Begriff „praktische Anwendung“ international sehr weit gespannt.

Gerade im Hinblick auf derartige moderne Probleme kommt dem vorliegenden Buch eine besondere Bedeutung zu. Weit mehr als eine bloße Formelsammlung, bietet es auf knappem Raum

einen eindrucksvollen Überblick über die heutige Ausgleichsrechnung und ihre modernen Anwendungen.

Die allgemeine Theorie wird geschlossen und einheitlich dargestellt; es entsteht ein Rahmen, in den sich auch moderne Entwicklungen wie der interessante Fall „gemessener Unbekannten“, die Prädikation und die Kollokation elegant einfügen. Die Anwendungen, welche den zweiten Teil des Buches bilden, reichen von Nivellementnetzen über Dreiecks- und Streckennetze bis zu den Berechnungen der dreidimensionalen Geodäsie und der Satellittriangulation. Den dritten Teil nehmen die modernen Verfahren zur statistischen Analyse von Meßergebnissen ein. Als Anhang sind die Grundformeln der Matrizenrechnung dargestellt, die im Buch natürlich durchgehend verwendet wird.

Angesichts der unablässig steigenden Kosten für wissenschaftliche Bücher ist man heute gezwungen, immer mehr auf direkte fotomechanische Reproduktion maschineschriebener Manuskripte zurückzugreifen, um die Preise in einem einigermaßen erträglichen Rahmen zu halten. Das gilt auch für das vorliegende Buch; die Herstellung des Druckmanuskriptes ist jedoch mit Sorgfalt geschehen, so daß das Buch gut lesbar ist.

Der Student wird dieses Buch als übersichtlichen Überblick über die Ausgleichsrechnung schätzen. Besonders wertvoll ist es aber für alle jene, die mit den oben erwähnten modernen Problemen der Ausgleichsrechnung zu tun haben. Um dem Buch, das eine Lücke in der internationalen Literatur auf diesem Gebiet schließt, die entsprechende Verbreitung zu verschaffen, würde sich der Rezensent eine englische Übersetzung wünschen. Bei dieser Gelegenheit könnte vielleicht ein umfassendes Literaturverzeichnis angefügt werden, das den Wert des Buches noch steigern würde.

Das neue Buch von Helmut Wolf ist in dem Rahmen, den sich der Verfasser abgesteckt hat, wiederum ein Standardwerk geworden, das einem echten Bedarf entgegenkommt und seinen Benützern hervorragende Dienste leisten wird.

*Helmut Moritz*

**Vermessungskunde I — Band I: Stückvermessung — Nivellieren**, von *Walter Großmann*, 15. erweiterte Auflage, 196 Seiten mit 156 Figuren, erschienen als Band 2160 der Sammlung Göschen, Verlag Walter de Gruyter — Berlin.

Der Umstand, daß neue Auflagen zu den Bänden Vermessungskunde I—III von emer. o. Prof. *Dr.-Ing. habil., Dr.-Ing. e. h. Walter Großmann* in verhältnismäßig kurzer Zeit immer wieder erforderlich sind, spricht für die Güte des Gebotenen und die Beliebtheit dieser handlichen Ausgaben bei allen Studierenden des Vermessungswesens. Die nunmehr vorliegende 15. Auflage zum Band I ist nicht nur hinsichtlich ihres Umfangs, ausgedrückt durch eine Zunahme der Seitenzahl von 167 auf 196 und der Figuren von 132 auf 156 gekennzeichnet, sondern vor allem durch eine Neubearbeitung ganzer Kapitel. So werden im 13. Kapitel die Maßsysteme und Maßeinheiten nach einem geschichtlichen Überblick im neuen internationalen System (SI) dargestellt und dabei Längen- und Flächeneinheiten sowie Winkel- und Bogenmaße ausführlich behandelt. Im Kapitel 23 wurde der Teil über hölzerne Meßplatten gekürzt und ein Abschnitt über Stahlmaßstäbe aufgenommen. Das nächste Kapitel über die Längenmessung mit freihängenden Stahlmeßbändern ist stark ausgeweitet worden, auch im Hinblick auf die Handhabung und Eichung der Meßbänder. Im Kapitel 32 wurde die Berechnung des Geradenschnittes neu aufgenommen. Die Kapitel 43 und 44, die sich mit graphischer und mechanisch-graphischer Flächenbestimmung befassen, sind gestrafft worden. So wurde der fehlertheoretisch weniger gute Fall mit „Pol innen“ weggelassen und dafür der Hinweis auf Zerlegung größerer Flächen in kleinere mit „Pol außen“ gegeben. Dem Kapitel 51 ist ein neuer Abschnitt „Libellen und Kompensatoren“ angefügt worden. Im Kapitel 62 ist das Justieren eines Nivelliers genauer beschrieben und dazu das Justierverfahren nach Kukkamäki neu aufgenommen worden. Das alte Kapitel 63 „Nivellierinstrumente mit selbsthorizontierender Ziellinie“ ist in erweiterter Form in den beiden Kapiteln 63, Nivellierkompensatoren, und 64, automatische Nivelliere, dargestellt. Schließlich ist ein neues Kapitel 75 über „Nivellierverfahren in Sonderfällen“ angefügt worden.

Wie in allen vorangehenden Auflagen ist der Aufbau klar und übersichtlich, die Darstellung flüssig und leicht erfaßbar. Man kann daher auch dieser Auflage eine rasche Verbreitung vorausagen und dem Verfasser zu seiner wohl gelungenen Darstellung eines umfangreichen Stoffgebietes auf engem Raum gratulieren.

*Friedrich Hauer*

**Contributions of the Graz Group to the XVI. General Assembly of IUGG/IAG in Grenoble 1975**, edited by *P. Meissl, H. Moritz, K. Rinner*.

Mitteilungen der geodätischen Institute der Technischen Universität Graz, Folge 20, Graz 1975, Heftband, Format A 4, 308 Seiten, Preis öS. 150,—.

Wie schon der Titel sagt, wurde diese überaus interessante und anspruchsvolle Publikation nicht für eine auch nur irgendwie als Käufer anzusprechende Leserschicht verfaßt, sondern als Sammelveröffentlichung von Kongreßpapieren. Diese sind durchwegs in englischer Sprache abgefaßt, auch die Zusammenfassung liegt meist nicht deutsch vor. Der Inhalt zeigt ein breites Spektrum: wissenschaftliche Originalartikel, Kommissionsberichte, persönliche Statements über Themen der Erd- und Landesvermessung. Gereiht wurde alphabetisch nach Namen der Verfasser.

Im folgenden soll in dieser Reihung auf die einzelnen Beiträge eingegangen werden. Die Länge der Kommentare kann keine Wertung, sondern nur das subjektive Interesse des Rezensenten wieder spiegeln.

*Bartelme/Meissl*: Theoretische Analyse der Fortpflanzung von Rundungsfehlern bei der direkten Auflösung geodätischer Normalgleichungssysteme vom Nivellementnetztyp.

Wohl zu unterscheiden von der "Strength Analysis" dieses Netztyps durch *Borre* und *Meissl*, behandelt diese Arbeit nicht die Fortpflanzung von Meßfehlern, sondern von Rundungsfehlern bei EDV-Ausgleich.

Als Faustformel ist der mittlere Rundungsfehler einer ausgeglichenen „Höhe“ gleich einem konstanten Wert mal der 1,5ten Potenz des Netzdurchmessers, mal dem Logarithmus der Entfernung des betrachteten Punktes von einem Festpunkt des Netzes.

*Lachapelle*: Astrogravimetrisches Nivellement mittels Kollokation nach der Methode der kleinsten Quadrate.

*Lachapelle*: Prädikation der Lotabweichungen bei Verwendung heterogener Daten. Zwei Teilgebiete aus der Dissertation des Verfassers bei Prof. Moritz.

*Lichtenegger*: Eine Methode der astronomischen Azimutbestimmung.

Aus der Beobachtung zweier Sonnenzenitdistanzen (zu verschiedenen Tageszeiten) und des jeweiligen Winkels mit dem irdischen Ziel kann das Azimut des irdischen Ziels abgeleitet werden.

Der Verfasser beschreibt ein von ihm entwickeltes Verfahren, welches außer einem Theodolit der Type T2 mit Roelofsprismen, Ephemeriden der Sonne und genäherten meteorologischen Daten (für Refraktionskorrekturen) die Zeit nur auf Minuten genau benötigt.

Nach Herleitung und Fehlerabschätzung wird ein ausführliches Beispiel in Kochrezeptform geliefert, welches das Vertrauen in die Einfachheit der Methode vertieft.

Gefährliche Örter des Verfahrens: Beobachtungen in sehr kurzer oder Zwölf-Stunden-Folge. Das vorliegende Beispiel bringt aus zwei Halbtagen je etwa vier Stunden Beobachtung eine äußere Genauigkeit von 2'', eine innere von  $\pm 1''$ .

(In diesem Zusammenhang sei auf den Vortrag von *Dr. Gerstbach* am 1976-03-17 in Wien hingewiesen; Polarisazimute erzielen dieselbe Genauigkeit in ein bis zwei Stunden, allerdings des Nachts mit Zeitmessungsvorrichtung. Weitere Arbeiten am Institut für Höhere Geodäsie mit Richtungsbestimmung bei Tag laufen derzeit.)

*Meissl*: Bericht der Spezialstudiengruppe 4:38 der IAG: Computertechniken in der Geodäsie.

Es wird berichtet über: Auflösung großer Normalgleichungssysteme; unkonventionelle Ausgleichsschemen; Computeroptimierung; Bestimmung der Erdfigur und -schwere aus irdischen und Satellitenbeobachtungen; digitale Modelle; Sammlung und Pflege geodätischer Basisalgorithmen.

Eine überaus informative Zusammenstellung, gewürzt mit engagierten und persönlichen Statements des Verfassers, abgeschlossen durch eine Beschreibung von 28 verfügbaren Programmpaketen, betreffend vorzugsweise Ausgleichsprobleme in Erd- und Landesvermessung, welche natürlich nicht vollständig sein kann.

Besonders wertvoll und aufschlußreich erschienen mir die Bemerkungen des Verfassers zur Inneren Genauigkeit und über Basisalgorithmen.

*Moritz:* Bericht der Spezialstudien­gruppe Nr. 4.31 der IAG: Mathematische Techniken in der physikalischen Geodäsie.

Es wird berichtet über Lineare Räume; „Differentialgeodäsie“ (Anwendung differentialgeometrischer Methoden); geodätische Randwertprobleme; Konvergenzprobleme; Methode der Kleinsten Quadrate und Kombinierte Systeme (Kollokation). Den aufschlußreichen Kurzfassungen der Arbeiten folgt ein die Tätigkeit der Unterkommission abschließendes Literaturverzeichnis.

*Moritz:* Bericht der Spezialstudien­gruppe 5.39 der IAG: Geodätische Fundamentalkonstanten.

Folgende Konstanten werden behandelt: Lichtgeschwindigkeit im Vakuum; Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation; geozentrische Gravitationskonstante; Untere Zonale Harmonische und Tessera­le Harmonische (aus Kugelfunktionsentwicklung des Erdschwerefeldes); Ellipsoidparameter; Standardatmosphäre.

Es folgt eine Aufzählung der derzeit empfohlenen Konstanten einschließlich der mittleren Fehler bei der Bestimmung (die Lichtgeschwindigkeit ist derzeit auf  $\pm 4 \cdot 10^{-9}$  ihres Wertes bekannt!).

*Rinner/Lichtenegger:* Erdzeitenregistrierung im Raum Graz.

Es wird berichtet über die in Graz, Peggau und Gleinalmtunnel von 1970–1974 mit Gravimetern und Horizontalpendeln ausgeführten bzw. geplanten und in Brüssel mittels harmonischer Analyse ausgewerteten Messungen.

*Rinner:* 24-Stunden-Messungen im Testnetz Steiermark.

Die Strecken Schöckel–Rennfeld (24 km), Schöckel–Koralpe (59 km) und Haslachfeld–Zirbitzkogel (20 km) wurden mittels Laser-Geodimeter AGA 8 beobachtet; echte Aussagen konnten aus Wettergründen nur aus den beiden erstgenannten gewonnen werden. Die meteorologischen Daten wurden alle halben Stunden am Boden sowie in 10–20 m Höhe über Grund registriert und zwischen­durch nach Fourierreihen interpoliert.

Es wurden verglichen: Die Abweichungen vom 24stündigen Mittel der un­reduzierten Messungen, der mittels Bodenwerten und der mittels „über Grundwerte“ reduzierten Messungen. Hierbei weichen die reduzierten Messungen vom eigenen Mittel stärker ab als die un­reduzierten, wobei Werte bis  $4 \cdot 10^{-6}$  erreicht werden (!). Da die Differenzen das entgegengesetzte Vorzeichen haben, wenn man zu einem gewissen Zeitpunkt un­reduzierte und reduzierte Messungen vergleicht, entsteht der Eindruck einer Überkorrektur. Reduzierte Tagesstrecken sind länger als reduzierte Nachtstrecken. Die Differenzen zwischen den zwei reduzierten Strecken (Boden – Hoch) sind ebenfalls sehr groß ohne erkennbare Systematik. Alle Differenzen gegeneinander sowie gegen das Mittel sind minimal etwa zwei Stunden nach Sonnenaufgang. Das 24-Stunden-Mittel eines Tages weicht noch etwa um  $10^{-6}$  vom lang­jährigen Mittel der Strecke ab.

Als Schluß kann gefolgert werden, daß der Einfluß der Atmosphäre bei nur Endpunkt­messungen der meteorologischen Daten auf lange Strecken mindest 1–4 mm/km Unsicherheit bewirkt.

Der Bericht enthält viele Abbildungen, welche diese Problematik langer Strecken verdeutlichen.

*Rinner:* Bericht über die Tätigkeiten der Satellitenstation Graz-Lustbühel 1971–1975.

Von Interesse sind die Ausbaupläne: Dopplerausrüstung, unterstützt durch Laser-Ranging; Einrichtung einer vollen Geostation.

*Rinner:* Folgen der Beiträge der Satellitengeodäsie auf die geometrische Geodäsie der Erde (Bericht der IAG Spezialstudien­gruppe 1/26).

Nach einer Sammlung der Resolutionen der Studien­gruppe eine kurze Übersicht über Genauigkeiten der Satellitengeodäsie und ein Ausblick auf hybride Terrestrische/Satellitennetze mit Verwendung von Doppler- und Very Long Baseline Interferometrymessungen.

*Rinner:* IAG-Kommission IX, geodätische Ausbildung, Bericht.

Kurze Einteilung geodätischer Berufsarbeiten und somit nötiger Ausbildungsstufen; Fragebogen über geodätische Ausbildung. Dieser Fragebogen konnte mich nicht befriedigen, was aber in der Natur der Sache liegt.

*Rinner:* Neue Aspekte der geodätischen Universitätsausbildung.

Es handelt sich um eine leidenschaftliche Argumentation zugunsten des umstrittenen „Aufbau-

studiums“ an Technischen Universitäten, wobei ich mich als befangen zugunsten dieser Idee deklarieren muß. Darüber hinaus ist der Aufsatz durch Kernsätze und Denkanstöße wie „Es gibt nichts praktischeres als gute Theorie“ lesenswert.

*Schwarz:* Zonale Harmonische Koeffizienten durch Kollokation nach der Methode der Kleinsten Quadrate mit Satelliten- und Gravimetermessungen.

Die unbekanntenen Koeffizienten werden nicht als Unbekannte eines Ausgleichs, sondern als Signal angesehen. Durch geeignete Schranken kann die Bestimmung des Signals abgebrochen werden, wenn es sich genügend genau aus dem Kollokationsalgorithmus ergeben hat, und daher Vorteile bei der numerischen Berechnung erzielt werden.

*Sünkel:* Rekonstruktion von Funktionen aus diskreten Mittelwerten mit Hilfe kubischer Splinefunktionen.

Als „diskreter Mittelwert“ wird ein Gebietsmittel verstanden (z. B. mittlere Schwere, mittlere Höhe eines Rasterfeldes). Durch die Arbeit soll die Interpolation von Gebietsmitteln aus beliebigen Punkten erleichtert werden. Vorerst wird eine kurze Einführung in Splinefunktionen gegeben.

Der Gesamteindruck dieses umfangreichen Kongreßbeitrages kann wie folgt beschrieben werden: Der interessierte, vorgebildete Leser wird Hochachtung vor der erfolgreichen, internationalen wissenschaftlichen Tätigkeit der Grazer Kollegen mit relativ leichtem Informationsgewinn in manchen sehr aktuellen Bereichen der Erd- und Landesvermessung verbinden können.

*Kornelius Peters*

## Contents

Brunner, Friedrich K. and Ernst Karl Hauswirth: Geodetic investigation of a recent slope movement at Hallstatt, Oberösterreich.

Lichtenegger, Herbert: Geophysical Applications of an Algorithm for the Computation of Polynomials.

Moritz, Helmut: The International Association for Geodesy.

Sünkel, Hans: A non-iterative practice for the transformation of geodetic coordinates.

---

## Adressen der Autoren

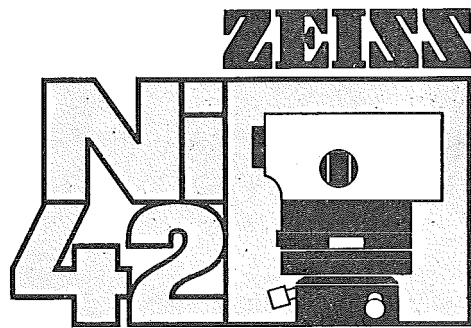
Brunner, Friedrich K., Dipl.-Ing. Dr. techn., School of Surveying, University of New South Wales, Postoffice Box 1, Kensington NSW 2033, Australia.

Hauswirth, Ernst Karl, Dipl.-Ing. Dr. techn., Univ.-Assistent, Institut für Geophysik der Technischen Universität in Wien, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien.

Lichtenegger, Herbert, Dipl.-Ing., Wiss. OKoär., Institut für Landesvermessung und Photogrammetrie der Technischen Universität in Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz.

Moritz, Helmut, Dipl.-Ing. Dr. techn., o. Univ.-Professor, Institut für Erdmessung und physikalische Geodäsie der Technischen Universität in Graz, Steyrergasse 17, A-8010 Graz.

Sünkel, Hans, Dipl.-Ing., Univ.-Ass., Institut für Erdmessung und Physikalische Geodäsie der Technischen Universität Graz, Steyrergasse 17, A-8010 Graz.



Einfache Bedienungselemente  
Hervorragende Optik  
Unverwüstliche Stabilität

**Robust**  
und für den Bau  
gebaut

NI 42: das richtige Gerät

für einwandfreie Messungen  
für problemloses Arbeiten  
für harten, täglichen Gebrauch

- Automatische Ziellinienhorizontierung durch kugelgelagerten Kompensator
- Arbeitsbereich ( $\pm 1^\circ$ ) und Funktion des Kompensators durch Zeiger im Fernrohr sichtbar
- Einfach einstellbarer Horizontalkreis mit  $360^\circ$  oder  $400g$  Teilung
- Schnellfokussierung mit großem, handlichem Drehknopf
- Kontrastreiches, aufrechtes Fernrohrbild
- Auffällige gelbe Warnfarbe

CARL ZEISS  
7082 Oberkochen  
West Germany

ZEISS ÖSTERREICH GESELLSCHAFT M. B. H.

1096 Wien, Rooseveltplatz 2  
Telefon 42 75 25 — Fernschreiber (07) 4839

**ZEISS**

8044 GRAZ, Mariatroster Straße 172 c — Telefon 031 22/36 21 23  
5110 OBERNDORF bei Salzburg, Ziegelhaiden — Telefon 062 72/72 01

# NEUERSCHEINUNG

Sonderheft Nr. 31  
der Österreichischen Zeitschrift  
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

F. ACKERL und H. FORAMITTI

Empfehlungen für die Anwendung der Photogrammetrie im  
Denkmalschutz, in der Architektur und Archäologie

Wien 1976

Preis S 120,- (DM 18,-)

Zu beziehen durch den Österreichischen Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie, Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

Sonderheft Nr. 30  
der Österreichischen Zeitschrift  
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Dipl.-Ing. Dr. techn. Bruno Bauer, Innsbruck

Aufsuchen oberflächennaher Hohlräume mit dem  
Gravimeter

Wien 1975

Preis S 100,- (DM 15,-)

Zu beziehen durch den Österreichischen Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie, Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 Wien



# Österreichische Staatskartenwerke

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

A-1080 Wien, Krotenthallergasse 3 Tel. 42 75 46

Österreichische Karte 1:50 000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	35,—
Österreichische Karte 1:50 000 mit Straßenaufdruck oder ohne Straßenaufdruck	30,—
Österreichische Karte 1:200 000 mit Straßenaufdruck oder ohne Straßenaufdruck	32,—
<b>Generalkarte von Mitteleuropa 1:200 000</b>	
Blätter mit Straßenaufdruck (nur für das österr. Staatsgebiet vorgesehen)	22,—
<b>Gebiets- und Sonderkarten</b>	
Übersichtskarte von Österreich 1:500 000, mit Namensverzeichnis, gefaltet	85,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500 000, ohne Namensverzeichnis, flach	56,—
Namensverzeichnis allein	25,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500 000, Politische Ausgabe mit Namensverzeichnis, gefaltet	85,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500 000, Politische Ausgabe ohne Namensverzeichnis, flach	56,—
Katalog über Planungsunterlagen	S 200,—
Einzelblatt	S 10,—

## Neuerscheinungen

Kulturgüterschutzkarten:

Österreichische Karte 1:50 000 je Kartenblatt	S 100,—
Burgenland 1:200 000	S 130,—
Österreichische Karte 1:25 000 (Vergrößerung d. Österr. Karte 1:50 000) ÖK 25 V mit Wegmarkierungen	S 40,—
Blatt 59, 63, 64, 65, 99, 112, 116, 164	

### Österreichische Karte 1:50 000

63 Salzburg	87 Walchensee	98 Liezen
64 Straßwalchen	94 Hallein	116 Telfs
65 Mondsee	97 Mitterndorf i. Steir.	161 Knittelfeld
66 Gmunden	Salzkammergut	

Österreichische Karte 1:200 000:

Blatt 47/12 Bruneck	Blatt 47/15 Graz	Blatt 47/15 Graz u. orohydr. Ausgabe
	Blatt 49/16 Brunn	

### Umgebungs- und Sonderkarten:

Hochschwab 1:50 000	Hohe Wand und Umgebung 1:50 000
Hohe Tauern 1:50 000	Gesäuse 1:50 000

**In letzter Zeit berichtigte Ausgaben der Österreichischen Karte 1:50 000**

39 Tulln	71 Ybbsitz	112 Bezaun
57 Neulengbach	100 Hieflau	164 Graz
59 Wien	111 Dornbirn	

# Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

## Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

- Sonderheft 1: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 70. Geburtstag.* 198 Seiten, Neuauflage, 1948, Preis S 18,—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 2: Lego (Herausgeber), *Die Zentralisierung des Vermessungswesens in ihrer Bedeutung für die topographische Landesaufnahme.* 40 Seiten, 1935. Preis S 24,—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 3: Ledersteger, *Der schrittweise Aufbau des europäischen Lotabweichungssystems und sein bestanschließendes Ellipsoid.* 140 Seiten, 1948. Preis S 25,—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 4: Zaar, *Zweimediaphotogrammetrie.* 40 Seiten, 1948. Preis S 18,—.
- Sonderheft 5: Rinner, *Abbildungsgesetz und Orientierungsaufgaben in der Zweimediaphotogrammetrie.* 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,—. (Vergriffen.)
- 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. (vergriffen)
- 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 30 Abbildungen und einer Luftkarten-Beilage. Preis S 48,—.
- Sonderheft 18: Brandstätter, *Exakte Schichtlinien und topographische Geländedarstellung.* 94 Seiten mit 49 Abb. und Karten und 2 Kartenbeilagen, 1957. Preis S 80,— (DM 14,—).
- 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: *Marscheidewesen und Probleme der Angewandten Geodäsie.* 42 Seiten, 1958. Preis S 42,—.

# Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

## Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

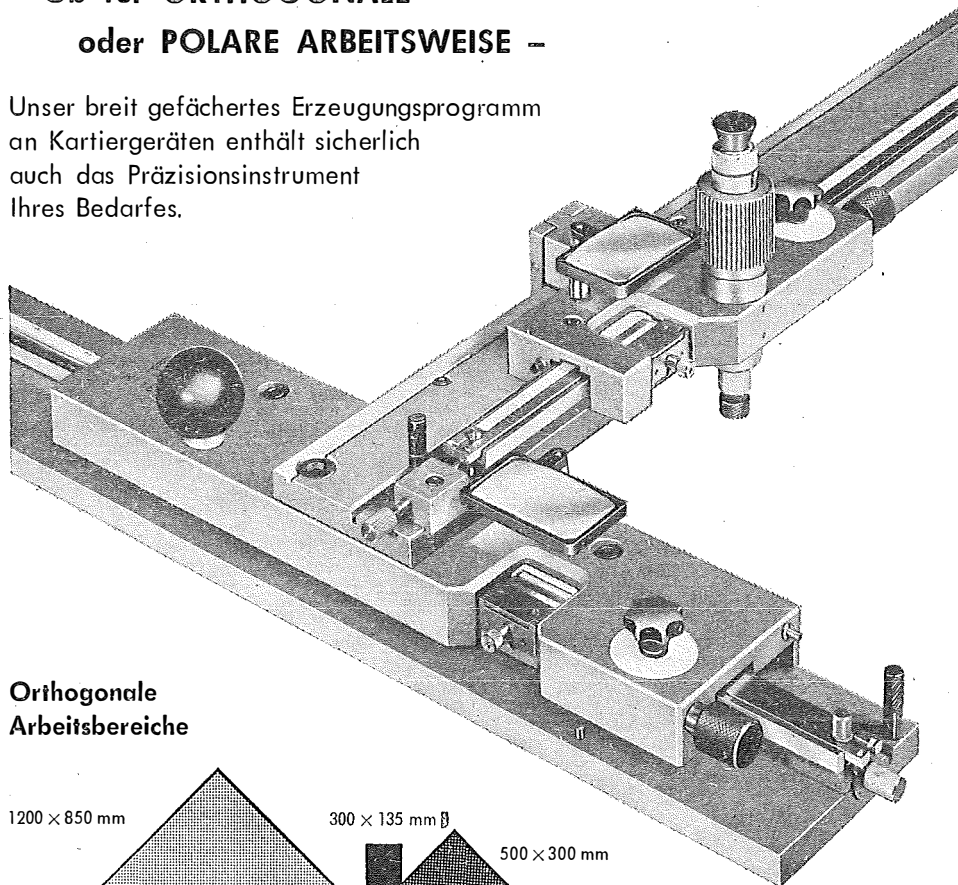
- Sonderheft 20: H. G. Jerie, *Weitere Analogien zwischen Aufgaben der Mechanik und der Ausgleichsrechnung*. 24 Seiten mit 14 Abbildungen, 1960. Preis S 32,— (DM 5,50).
- Sonderheft 21: Mader, *Die zweiten Ableitungen des Newton'schen Potentials eines Kugelsegments — Topographisch berechnete partielle Geoidhebungen. — Tabellen zur Berechnung der Gravitation unendlicher, plattenförmiger, prismatischer Körper*. 36 Seiten mit 11 Abbildungen, 1960. Preis S 42,— (DM 7,50).
- Sonderheft 22: Moritz, *Fehlertheorie der Graphisch-Mechanischen Integration — Grundzüge einer allgemeinen Fehlertheorie im Funktionenraum*. 53 Seiten mit 6 Abbildungen, 1961. Preis S 52,— (DM 9,—)
- Sonderheft 23: Rinner, *Studien über eine allgemeine, voraussetzungslose Lösung des Folgebildanschlusses*. 44 Seiten, 1960. Preis S 48,— (DM 8,—)
- Sonderheft 24: *Hundertjahrfeier der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung 23. bis 25. Oktober 1963*. 125 Seiten mit 12 Abbildungen, 1964. Preis S 120,— (DM 20,—)
- Sonderheft 25: *Proceedings of the International Symposium Figure of the Earth and Refraction*; Vienna, March 14<sup>th</sup>—17<sup>th</sup>, 1967. 342 Seiten mit 150 Abbildungen, 1967. Preis S 370,— (DM 64,—).
- Sonderheft 26: Waldhäusl, *Funktionale Modelle der Streifen- und Streifenblockausgleichung mit einfachen und Spline-Polynomen für beliebiges Gelände*. 106 Seiten, 1973. Preis S 100,— (DM 15,—).
- Sonderheft 27: Meyer, *Über die transalpine Ölleitung*, 26 Seiten, 1974. Preis S 70,— (DM 10,—)
- Sonderheft 28: *Festschrift Karl Ledersteger*. 317 Seiten, 1970, Preis S 200,— (DM 30,—)
- Sonderheft 29: Peters, *Problematik von Toleranzen bei Ingenieur- sowie Besitzgrenzvermessungen*, 227 Seiten, 1974. Preis S 120,— (DM 18,—)
- Sonderheft 30: Bauer, *Aufsuchen oberflächennaher Hohlräume mit dem Gravimeter*, 140 Seiten, 1975. Preis S 100,— (DM 15,—)
- Sonderheft 31: Ackerl u. Foramitti, *Empfehlungen für die Anwendung der Photogrammetrie im Denkmalschutz, in der Architektur und Archäologie*. 78 Seiten, 41 Abbildungen, 1976. Preis S 120,— (DM 18,—)

Dienstvorschrift Nr. 9. *Die Schaffung der Einschaltpunkte*; Sonderdruck des österreichischen Vereins für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 129 Seiten, 1974. Preis S 100,—

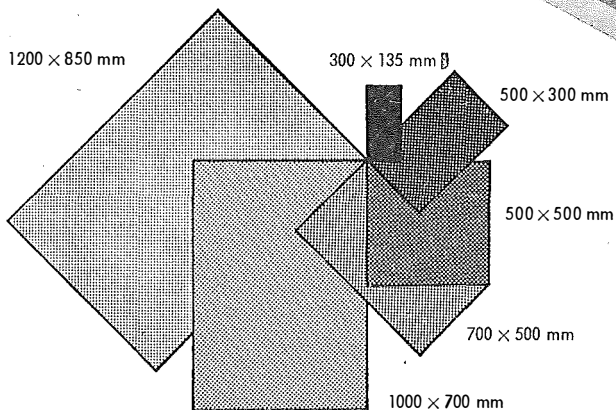
# KOORDINATOGRAPHEN

## Ob für ORTHOGONALE oder POLARE ARBEITSWEISE –

Unser breit gefächertes Erzeugungsprogramm an Kartiergeräten enthält sicherlich auch das Präzisionsinstrument Ihres Bedarfes.

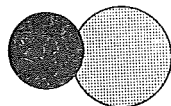


### Orthogonale Arbeitsbereiche



### Polare Arbeitsbereiche

300 mm  $\phi$  400 mm  $\phi$



Angebote und Prospekte direkt vom Erzeuger:

# r. a. rost

A-1161 WIEN • MÄRZSTR. 7 • TELEX: 1-3731 • TEL. 0222/92 32 31