

Österreichische Zeitschrift
für
Vermessungswesen
und
Photogrammetrie

SCHRIFTFLEITUNG:

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

Josef Mitter

Vorstand der Abteilung Erdmessung
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen i. R.
a. o. Professor an der Technischen Hochschule Wien

Dipl.-Ing. Dr. techn.

Hans Schmid

o. Professor
an der Technischen Hochschule Wien

Dr. phil.

Wolfgang Pillewizer

o. Professor
an der Technischen Hochschule Wien

Dipl.-Ing. Dr. techn.

Helmut Moritz

o. Professor
an der Technischen Hochschule Graz

Nr. 4

Februar 1975

62. Jg.

INHALT:

Abhandlungen:

- Der österreichische Anteil an RETRIG I Josef Litschauer
Beitrag zur analytischen Nahbildmessung Josef Jahn
Trigonometrische Höhenmessung: Genauigkeitsstufen, Fehlergrenzen, Gewichte Josef Zeger

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



Herausgegeben vom

**ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN
UND PHOTOGRAMMETRIE**

Offizielles Organ

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

Baden bei Wien 1975

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. Professor W. Hofrat i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule, Gußhausstraße 27 — 29

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

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

o. Prof. Dr. phil. Wolfgang Pillewizer, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule

Für die Schriftleitung des Mitteilungsblattes und Annoncenteles 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 jährlich in zwangloser Folge.

Auflage: 1100 Stück

Bezugsbedingungen: pro Jahr

Mitgliedsbeitrag für den Österr. Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie S 200,— Postscheckkonto Nr. 1190.933

Abonnementgebühr für das Inland S 210,—

Abonnementgebühr für Deutschland DM 39,—

Abonnementgebühr für das übrige Ausland S 270,— od. sfr 44,—

Einzelheft . . . S 60,— Inland bzw. DM 12,— oder ö.S 85,— bzw. sfr 14,— Ausland

Alle Preise enthalten die Versandkosten, die für das Inland auch 8⁰/₀ MWSt.

Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 125 × 205 mm S 1650,— einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro 1/2 Seite 125 × 100 mm S 990,— einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 125 × 50 mm S 550,— einschl. Anzeigensteuer

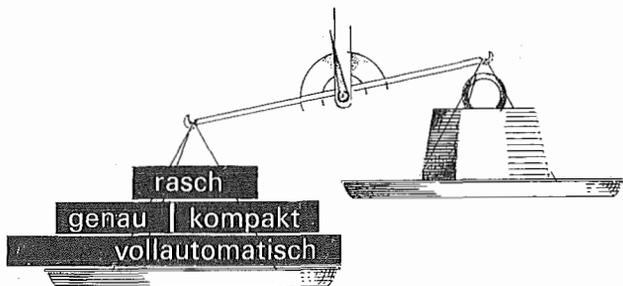
Anzeigenpreis pro 1/8 Seite 125 × 25 mm S 440,— einschl. Anzeigensteuer

Prospektbeilagen bis 4 Seiten S 990,— einschl. Anzeigensteuer
zusätzlich 16⁰/₀ MWSt.

Postscheckkonto Nr. 1190.933

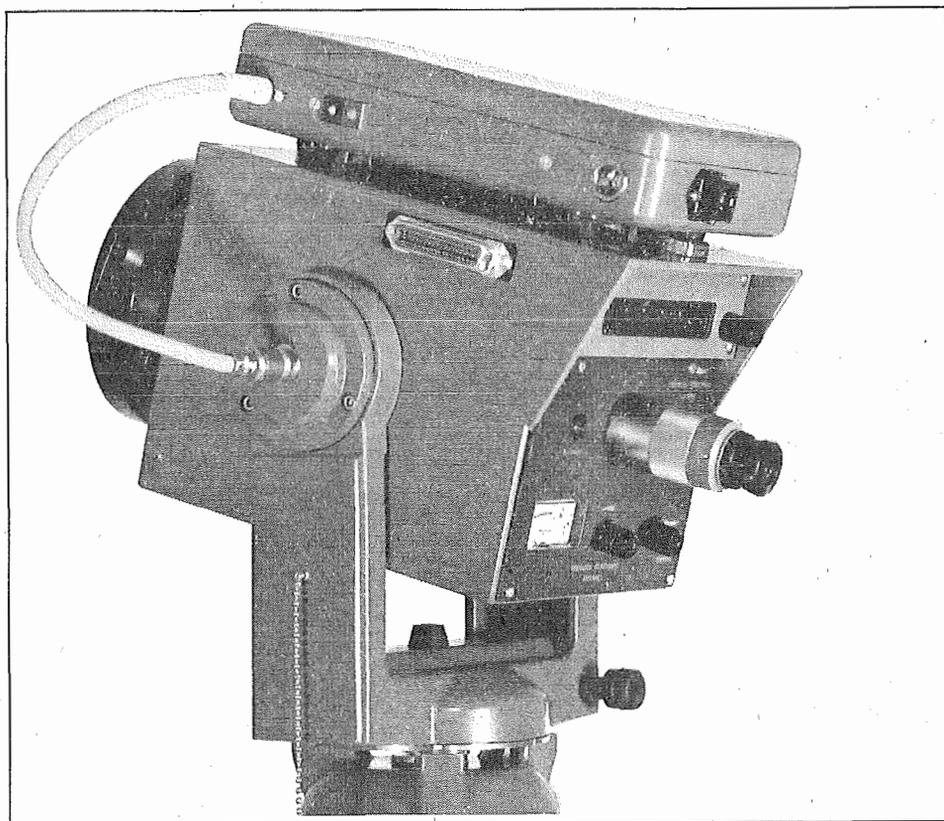
Telephon: (0222) 43 59 43

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.



Vorteile, die ins Gewicht fallen

Kern DM1000



DR. WILHELM ARTAKER
1031 Wien, Reisnerstraße 6
Telefon (0222) 7315 86
Fernschreiber: 1-2322 dr-art



NEUERSCHEINUNG

Sonderheft Nr. 28
der Österreichischen Zeitschrift
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

FESTSCHRIFT

KARL LÉDERSTEGER

Wien 1970

Preis S 200,- (DM 30,-)

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

Sonderheft Nr. 26
der Österreichischen Zeitschrift
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

DIPL.-ING. DR. TECHN. PETER WALDHÄUSL

Funktionale Modelle der Streifen- und Streifenblockausgleichung mit
einfachen und Spline-Polynomen für beliebiges Gelände
Wien 1973

Preis S 100,— (DM 15,—)

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

Sonderheft Nr. 27
der Österreichischen Zeitschrift
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

DIPL.-ING. DR. MONT. HANS HADMAR MEYER

Über die transalpine Ölleitung
Wien 1974

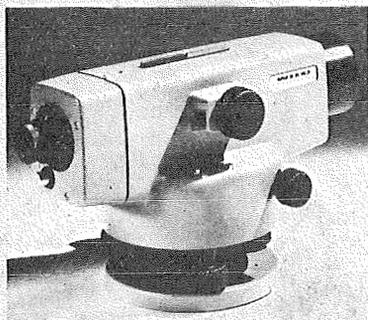
Preis S 70,— (DM 10,—)

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

Ausser dem Styling gab es eigentlich fast nichts mehr zu verbessern

Bei der Neugestaltung des Universal-Nivelliers NA2 haben wir uns für einmal auf das Äussere konzentriert. Technisch war ja schon fast alles perfekt. Und doch haben wir uns einiges einfallen lassen: kombinierter Grob-/Fein-Trieb für die Fokussierung, Wechselokular für 37fache Vergrößerung, Umwandlungsmöglichkeit in ein Lasernivellier mit dem Laserokular GL01. Made in Switzerland, serviced the world over.

**WILD
HEERBRUGG**



Zeitlos präzis.

r-a r o s t

A-1151 WIEN • MÄRZSTR. 7 • TELEX: 1-3731 • TEL. 0222/92 32 31

ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN UND PHOTOGRAMMETRIE

Herausgegeben vom
Österreichischen Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Offizielles Organ
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Gruppen f. Vermessungswesen)
und der österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung

SCHRIFTFLEITUNG :

ao. Prof. W. Hofrat i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Schmid
o. Prof. Dr. phil. Wolfgang Pillewizer
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Moritz

Nr. 4

Baden bei Wien, Februar 1975

62. Jg.

Der österreichische Anteil an RETRIG I

Von *Josef Litschauer*, Wien

Summary

After introducing the European networks 1950 (ED 50) and 1974 (RETRIG I) the results of these two computations are compared as far as the area of Austria is concerned. Furthermore RETRIG I is confronted with the two Austrian national systems of first order coordinates, the one of which has been arising by step by step corrections and supplements of the former arc measurement network by means of new triangulation observations, the second by an independent and simultaneous adjustment of the same new data.

1. Das Europanez 1950

Der schon vor einem Jahrhundert vorgebrachte, damals utopisch anmutende Gedanke einer zusammenhängenden Berechnung der Großtriangulationen von ganz Europa wurde vor einem Vierteljahrhundert zu einem beträchtlichen Teil verwirklicht. Während des zweiten Weltkrieges hatte Deutschland im eigenen und in den zeitweilig unter Heeresverwaltung stehenden Gebieten die einschlägigen Daten gesammelt und daraus ein gitterförmiges Netz aus Dreiecksketten zusammengestellt, welche 13 Vielecksmaschen von 20000 bis 80000 km² Flächeninhalt umschließen. Im Auftrag der amerikanischen Besatzungsmacht wurde in den Jahren 1946 und 1947 dieses „Zentral-Europäische Dreiecksnetz“ in stufenweiser Gliederung ausgeglichen, wobei 3283 gemessene Richtungen mit 1332 Bedingungen zu bearbeiten waren. Die einzelnen Ausgleichsstufen umfaßten bis zu 82 Bedingungsgleichungen. Darin enthalten ist die Ausgleichung der Messungen von 50 Grundlinien und von 107 Laplace-Stationen, wodurch dem Netz der Maßstab und die Orientierung gegeben wurde. Außerdem wurden Lotabweichungsmessungen von 183 Punkten ausgeglichen und das ganze Netz so gelagert, daß möglichst geringe Restlotabweichungen übrig blieben.

In den folgenden Jahren wurden in Zusammenarbeit der freien Staaten ähnliche Netze im Norden, Westen und Süden Europas ausgeglichen und an das Mittelstück angeschlossen, das dadurch auf ein Vielfaches seiner anfänglichen Ausdehnung

anwuchs. Trotz den in Anlage und Bearbeitung eingeführten Näherungen ist so das „Europanetz“ die erste einheitliche Darstellung unseres Erdteiles (ohne die in Osteuropa gesondert zusammengeschlossenen Teilnetze). Für die Dreieckspunkte wurden in der vorhin erwähnten Lagerung, also ohne Hervorhebung eines bestimmten Hauptpunktes, geographische Koordinaten auf dem Hayfordellipsoid mit Längenzählung von Greenwich gerechnet und den jeweils zuständigen staatlichen Vermessungsverwaltungen mitgeteilt. Das System dieser Koordinaten ist unter der Kurzbezeichnung „ED 50“ (European Datum 1950) seither von manchen Staaten als Einteilungsgrundlage für topographische Karten eingeführt worden. Nach 1950 sind in die Vielecksmaschen nach Bedarf Füllnetze eingepaßt worden.

Vorstehende Zeilen sind eine Wiederholung dessen, was ich vor zwei Jahren zu diesem Gegenstand in der Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen über „Die Zweite Ausgleichung des österreichischen Dreiecksnetzes 1. Ordnung“ geschrieben habe. In der dortigen Abbildung 7 sind auch die auf Österreich entfallenden Rechengebiete eingetragen, die im übernächsten Abschnitt noch besprochen werden sollen. Es wurden unterschieden:

a) Knotennetze, bestehend aus 3 bis 25 Dreiecken mit mindestens einer gemessenen Grundlinie und mindestens einer Laplace-Station, so daß sie je für sich vollständig bestimmt sind; abseits liegende Grundlinien und Laplace-Azimute wurden durch Anschlußketten in das nächstliegende Knotennetz übertragen und dort mit entsprechendem Gewicht mitverwertet;

b) Verbindungsketten, bestehend aus einfachen oder Doppelketten von Dreiecken, mit Anschluß an je ein Knotennetz an jedem Ende;

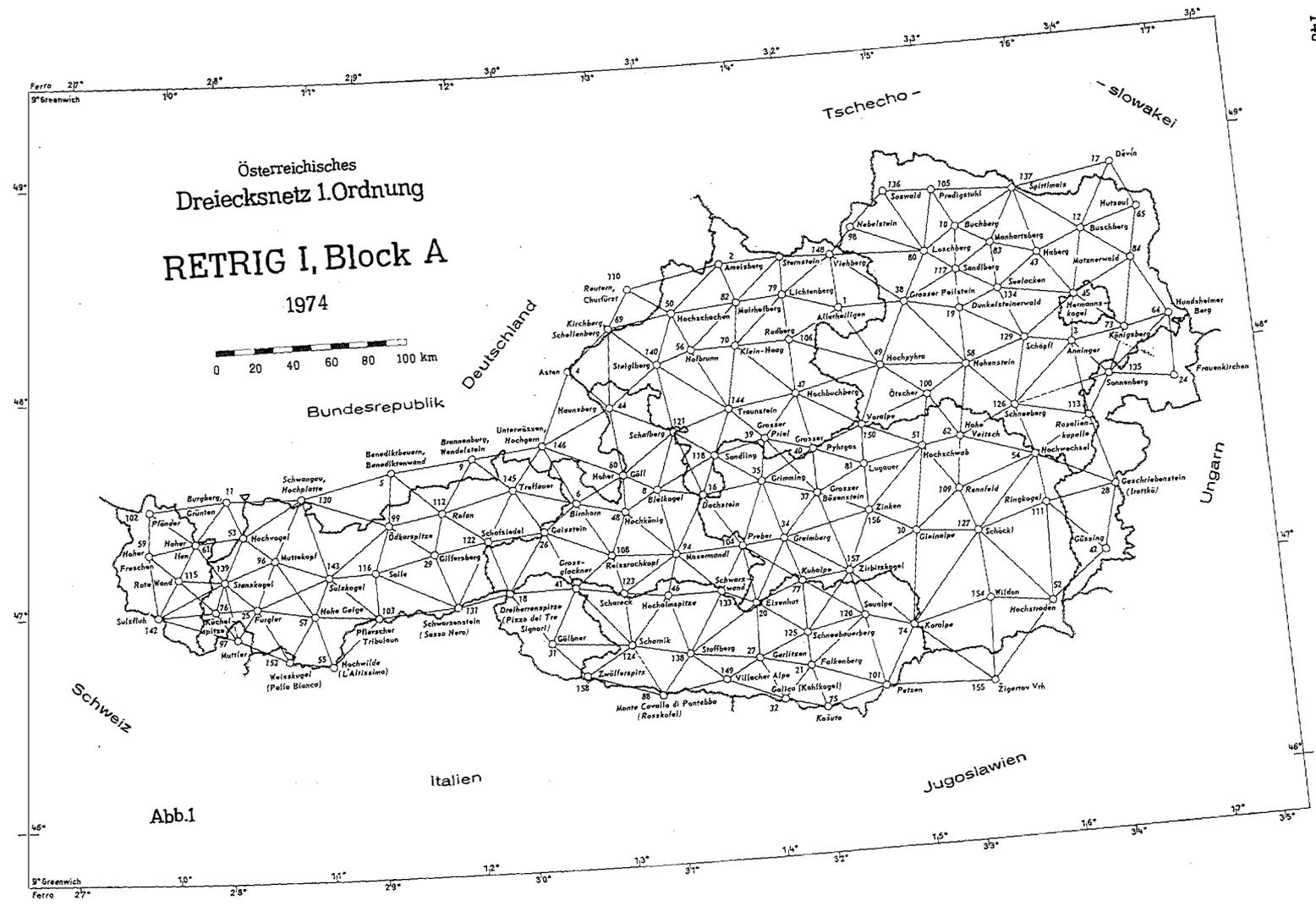
c) Füllnetze, zur Verwertung der unter a) und b) noch nicht erfaßten Messungen. Im ersten Arbeitsgang wurden die Knotennetze je für sich ausgeglichen, dann wurde jede Verbindungskette mit Anschluß an die als fest betrachteten Knotennetze berechnet, wobei auch Funktionsgewichte für die Beziehung zwischen dem jeweiligen Paar von Grundlinien bzw. Laplace-Azimuten ermittelt wurden. Sodann wurden nur alle Grundlinien mit ihren Verbindungsfunktionen und den zugehörigen Gewichten zu einer Ausgleichung zusammengefaßt, ebenso die Gesamtheit aller Laplace-Azimute. Die daraus hervorgegangenen verbesserten Werte wurden zu einer neuerlichen Berechnung der Knotennetze benützt, usw. Zwischendurch wurden immer wieder die anfänglichen Näherungskordinaten schrittweise verbessert. Sobald die Iteration zum Stehen gekommen war und die gegenseitige Lage der Netzpunkte feststand, wurde das ganze Netz durch eine abschließende Lotabweichungsausgleichung in die bestanschließende Lage gebracht.

2. Das Europnetz 1974

Als die während des Krieges in den Hintergrund gedrängten wissenschaftlichen Untersuchungen wiederaufgenommen wurden, und während an den Füllnetzen noch gerechnet wurde, erhoben sich kritische Stimmen hinsichtlich der stellenweise mangelhaften Ausgangsdaten, des allzu sehr auf praktische Bedürfnisse abgestellten Vorganges und der entsprechend ungünstig beeinflussten Ergebnisse. Bei der Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik 1954 in Rom wurden bereits Verbesserungs- bzw. Erneuerungsvorschläge vorgebracht.

Daher setzte die Internationale Assoziation für Geodäsie eine „Permanente Kommission für die Neuausgleichung der Europäischen Hauptdreiecksnetze“ ein; für das Ziel wurde nach der französischen Bezeichnung (Réseau Européen Trigonométrique) die Abkürzung RETRIG gewählt. Die Aufgaben bestanden zunächst national im Ergänzen oder Erneuern fehlender bzw. schwacher Teile der einzelnen Landesnetze, international in einer gegenseitigen Anpassung der Ränder benachbarter Landesnetze, so daß über die Staatsgrenzen hinweg ein einheitliches geometrisches Netz für das ganze Arbeitsgebiet entstehen würde. Auf mehreren Arbeitstagen der RETRIG-Kommission war man bestrebt, für alle Einzelheiten der Ausführung einheitliche Richtlinien aufzustellen und verzögernde Einflüsse zu beseitigen. So wurde bei der Tagung in Stockholm 1964 an die osteuropäischen Staaten, deren Beteiligung nicht über das erste Stadium hinausgekommen war, appelliert, ihre Landesnetze doch noch in das RETRIG einzugliedern. Verzögernd wirkte besonders die Erfindung und Vervollkommnung der elektronischen Entfernungsmeßgeräte, da die einzelnen Teilnehmerstaaten diese Errungenschaft zur wirkungsvollen Netzverbesserung heranziehen wollten, aber aus praktischen Gründen doch wieder mehr oder weniger viele Jahre dafür aufwenden mußten. Schließlich wurde auf der Tagung in Zürich 1971 auf Drängen Prof. Kobolds beschlossen, in einer Ausgleichungsphase I nur Horizontalrichtungen heranzuziehen, diese Phase aber demnächst abzuschließen. Seitenlängen und Laplace-Azimute, die in den meisten Staaten noch auf dem Beobachtungsprogramm der nächsten Jahre standen, sollten einer späteren Phase II vorbehalten bleiben. In Österreich war die Neutriangulierung im engeren Sinne, also die Messung der Horizontalrichtungen, schon 1960 abgeschlossen.

Als Rechenverfahren war eine Ausgleichung vermittelnder Beobachtungen mit derartiger Zerlegung in nationale Teilnetze vorgesehen, daß diese nach dem von Helmert angegebenen Grundgedanken nach ihrer Zusammenfassung dieselben Ergebnisse liefern würden wie eine normale Ausgleichung in einem Guß. Zu diesem Zweck sollten einheitliche Richtungssätze in den Nahtpunkten (das sind die Punkte, deren Verbindungslinien die einzelnen Teilnetze voneinander abgrenzen) auf die zwei (oder drei) betroffenen Teilnetze, die sogenannten Rechenblöcke so aufgeteilt werden, daß die in die Nahtlinien fallenden Richtungen in beiden Blöcken mit je halbem Gewicht einbezogen werden, die ins Blockinnere gerichteten aber nur einmal in der üblichen Form wie die Richtungen in den Innenpunkten des betreffenden Blockes aufscheinen. Die vorläufige und die ausgeglichene Orientierung solcher Nahtrichtungssätze sollte in beiden Blöcken übereinstimmen, d. h. die Orientierungsunbekannte sollte in beiden Blöcken dieselbe sein. Als Näherungskordinaten sollten nach Möglichkeit die geographischen Koordinaten auf dem internationalen Ellipsoid aus dem Europa-netz 1950 verwendet werden, die Koordinatenunbekannten waren die Zuschläge zu diesen Werten, aber umgerechnet in die Dimension Meter. Nachdem die Operate der einzelnen Staaten hinsichtlich der Punkte an den Staatsgrenzen nötigenfalls durch die Messungsergebnisse des Nachbarstaates ergänzt und die Richtungssätze in den Nahtpunkten in der angedeuteten Weise aufgeteilt worden waren, hatte jeder Staat für seinen Rechenblock nach den bekannten und auf einheitliche Form gebrachten Rechenformeln die Fehlergleichungen und die Normalgleichungen aufzustellen, diese aber nur soweit zu reduzieren, daß ein verkleinertes Normalgleichungssystem übrig



Österreichisches
Dreiecksnetz 1. Ordnung
RETRIG I, Block A
1974

Abb.1

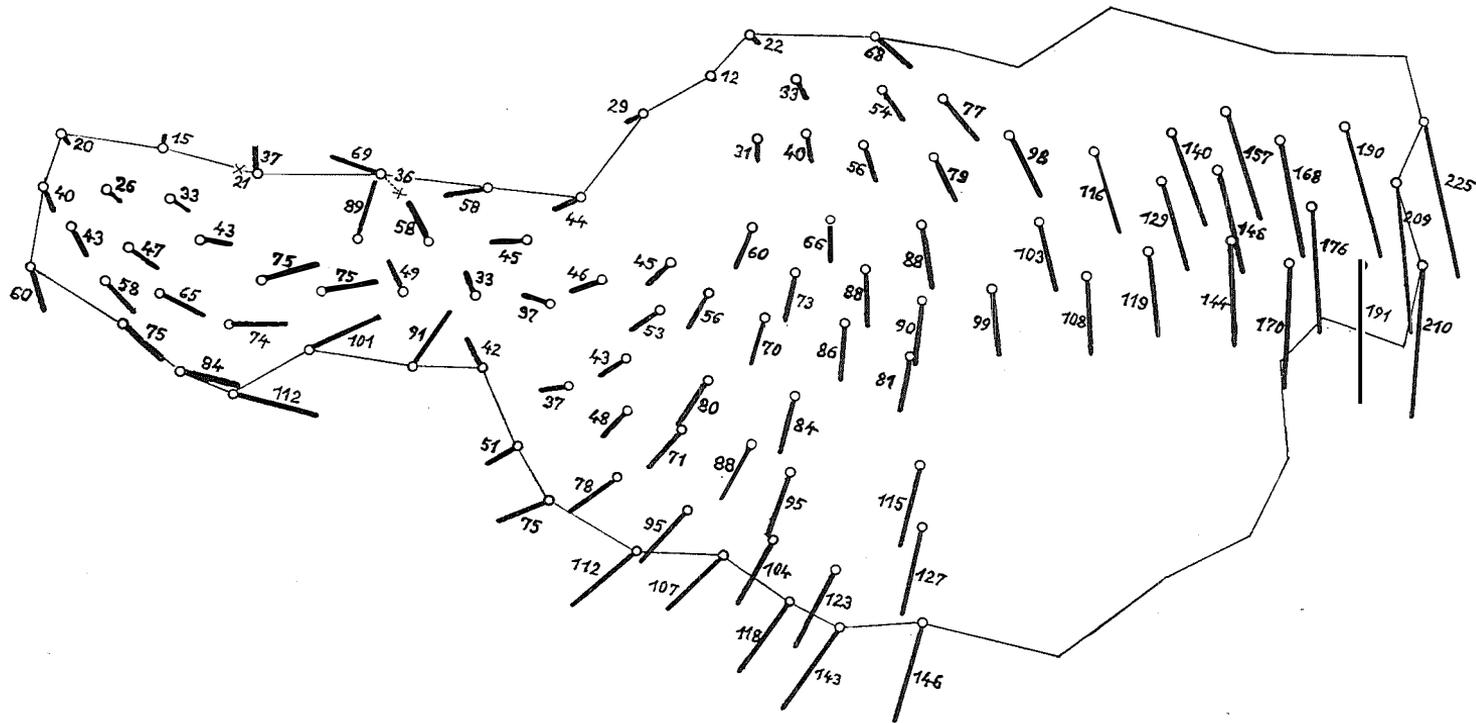


Abb. 2: Abweichungen des Europaneetzes 1974 vom Europaneetz 1950

blieb, in dem nur noch die Koordinatenunbekannten der Nahtpunkte und die Orientierungsunbekannten der zerteilten Nahrichtungssätze enthalten waren. Jede dieser Unbekannten kam daher auch in dem reduzierten System des Nachbarblockes vor. In den RETRIG-Rechenstellen (München, Stockholm, Paris, Delft) wurden diese reduzierten und auf gleiches Gewicht gebrachten Systeme gesammelt und gliedweise zusammengefügt. So entstand ein Hauptsystem, das nur die Nahtunbekannten enthielt und nun normal aufgelöst werden konnte.

Die Vorteile dieses Verfahrens waren:

1. Eine streng geschlossene Ausgleichung für die rund 3000 Netzpunkte wird erreicht, obwohl die Rechenarbeit auf die Teilnetze und, bei weiterer Zerlegung innerhalb der Blöcke, auf beliebig kleine Rechengruppen verteilt ist. Bei m Netzpunkten und Aufteilung auf n gleich große Rechengruppen vermindert sich der Gesamtarbeitsaufwand von $k \cdot m^2$ auf etwa $k \cdot n (m/n)^2$, also von 1 auf $1/n$.

2. Die Arbeiten an den einzelnen Blöcken bzw. Blockteilen sind voneinander örtlich und zeitlich unabhängig.

3. Die einzelnen Länder tauschen die Rechenunterlagen nur für die Blockränder untereinander aus. Ansonsten berechnet jedes Land sein reduziertes Normalgleichungssystem selbst, kann daher ohne weiteres seine Ausgangskordinaten und die Beobachtungsdaten geheim halten.

Übrigens hat sich die beim Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut in München eingerichtete RETRIG-Rechenstelle freundlicherweise erbötig gemacht, ihre Rechenmöglichkeiten anderen Teilnehmerstaaten für diese Arbeit bei voller Wahrung der Unabhängigkeit und Vertraulichkeit zur Verfügung zu stellen, wovon auch Österreich Gebrauch gemacht hat.

Im Mai 1974 lagen die reduzierten Normalgleichungssysteme folgender Staaten vor: Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Dänemark, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Irland, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien. Da in diesen Beiträgen vereinbarungsgemäß nur Richtungssätze verwertet waren, mußten Maßstab, Orientierung und Lagerung des Netzes noch zusätzlich bestimmt werden. Dies geschah dadurch, daß die Koordinaten der zwei Netzpunkte München und Panker (an der dänisch-deutschen Grenze) mit ihren ED-50-Koordinaten festgehalten wurden. Sodann ergab die Auflösung des Hauptsystems die 255 Nahtunbekannten, die den jeweiligen Ländern mitgeteilt wurden. Damit waren diese Unbekannten für die nationalen Normalgleichungssysteme zu Konstanten geworden, nach deren Einsetzen man die Unbekannten für die Innenpunkte des betreffenden Blockes berechnen konnte. Daraus folgten dann die ausgeglichenen Koordinaten und die Stationsabrisse.

Der österreichische Anteil, genannt Block A (die einzelnen Rechenblöcke wurden kurz durch die international eingeführten Kraftfahrzeug-Kennbuchstaben bezeichnet), ist in Abbildung 1 dargestellt¹⁾. Er besteht aus denjenigen Punkten des Österreichischen Triangulierungsoperates 1. Ordnung, die innerhalb der in der RETRIG-Kommission vereinbarten Blockränder gelegen sind. Die Beobachtungsdaten sind in der Regel dieselben wie die bei der österreichischen Zweiten Ausgleichung

¹⁾ Zur Schreibweise: Die einzelnen Phasen der Gesamtausgleichung werden nur mit Großbuchstaben als RETRIG I, RETRIG II usw. unterschieden.

verwendeten, nur in einigen Nahtpunkten sind Anpassungen an die RETRIG-Regeln nötig gewesen. Aus der Zweiten Ausgleichung hatte sich bei 392 Überbestimmungen ein mittlerer Richtungsfehler von $\pm 0,476''$ ergeben, für die in Block A enthaltenen Richtungen mit 337 Überbestimmungen fand sich bei unabhängiger Ausgleichung $\pm 0,421''$, nach Einsetzen der Nahtunbekannten aus der internationalen Verschmelzung $\pm 0,446''$.

3. Gegenüberstellung ED 50 zu RETRIG I

Im Block A sind 94 Punkte enthalten, für welche (gegebenenfalls nach entsprechender Zentrierung) Koordinaten im Europanetz 1950 bekannt sind. Diese Punkte sind in Abbildung 2 als Kreise dargestellt, dazu sind die durch die Ausgleichung 1974 erzeugten Verschiebungsvektoren eingezeichnet und die Beträge der Vektoren in Zentimetern beige geschrieben. Bei den beiden Nahtpunkten 5/Benediktbeuern und 130/Schwangau sind auf Vorschlag Deutschlands andere ED 50-Koordinaten verwendet worden, als seinerzeit an Österreich bekanntgegeben worden waren. Würde die Darstellung auf diese österreichischen Archivwerte bezogen, ergäben sich die durch Kreuzchen bezeichneten Lagen. Im allgemeinen zeigen die Änderungen im östlichen Teil, in dem für beide Ausgleichungen weitgehend dieselben Messungsdaten verwendet worden sind, ein ziemlich regelmäßiges Verhalten. Im Knotennetz Wien (das ist die Zentralfigur um den Punkt 84/Matznerwald) wird der Maßstab im Mittel um $6 \pm 4 \cdot 10^{-7}$ (also 0,6 mm/km) kleiner. Die hier hauptsächlich wirksam gewesene „Wiener Basis“ (gemessen 1941) paßt also gut ins RETRIG I. Das Knotennetz Linz (das ist die Zentralfigur um den Punkt 70/Klein-Haag) wird im Mittel um $60 \pm 2 \cdot 10^{-7}$ gestreckt, was auf einen zu kleinen Wert der alten Basis von Kleinmünchen bzw. der daraus abgeleiteten Vergrößerungsseite hinweist. Soweit die bisherigen elektronischen Seitenmessungen ein Urteil gestatten, dürfte auch hier der Maßstab von RETRIG I bestätigt werden. Für die zugehörigen Verdrehungen ($+98 \pm 4$ bzw. $+54 \pm 2 \cdot 10^{-7}$, das ist $+2,0 \pm 0,1''$ bzw. $+1,1 \pm 0,05''$) ergibt sich noch keine Aussage, da die Neumessungen der Laplace-Azimute noch nicht fertig ausgewertet sind. Die Verbindungsketten und Füllnetze wandeln die Anschlußdaten etwas ab, werden an der südlichen Staatsgrenze aber durch Randeffekte verzerrt. Im Mittel ist der östliche Teil (östlich vom Meridian 13°) um $23 \pm 3 \cdot 10^{-7}$ gestreckt und um $+58 \pm 2 \cdot 10^{-7}$ (das ist $+1,2 \pm 0,05''$) gedreht.

Der westliche Teil hat als Rückgrat einen Abschnitt der Verbindungskette München-Verona, das sind die Dreiecke entlang der Linie 5/Benediktbeuern — 55/Hochwilde. Hier wurden für ED 50 durchwegs andere Messungen verwendet als für RETRIG I, daher das stark unregelmäßige Verhalten der Verschiebungsvektoren. Die beiderseits anschließenden Füllnetze dagegen wurden vom italienischen Militär-Geographischen Institut in Florenz in den Jahren 1960 bzw. 1961 ausgeglichen, also zu einer Zeit, wo von Österreich bereits die Neugestaltung des Tiroler und Vorarlberger Netzteiles abgeschlossen war und die Neutriangulierungsergebnisse zur Verwendung für die Füllnetzausgleichung gemeldet worden waren. Daher sind diese Teile wieder regional homogen. Die Mittelwerte für den Teil westlich des Meridians 13° sind für den Maßstab des RETRIG I gegenüber ED 50 $+3 \pm 9 \cdot 10^{-7}$, für die Orientierung $-29 \pm 9 \cdot 10^{-7}$ ($-0,6 \pm 0,2''$). Für den ganzen Block A sind die entsprechenden Werte $+15 \pm 4 \cdot 10^{-7}$ bzw. $+21 \pm 5 \cdot 10^{-7}$ ($+0,4 \pm 0,1''$).

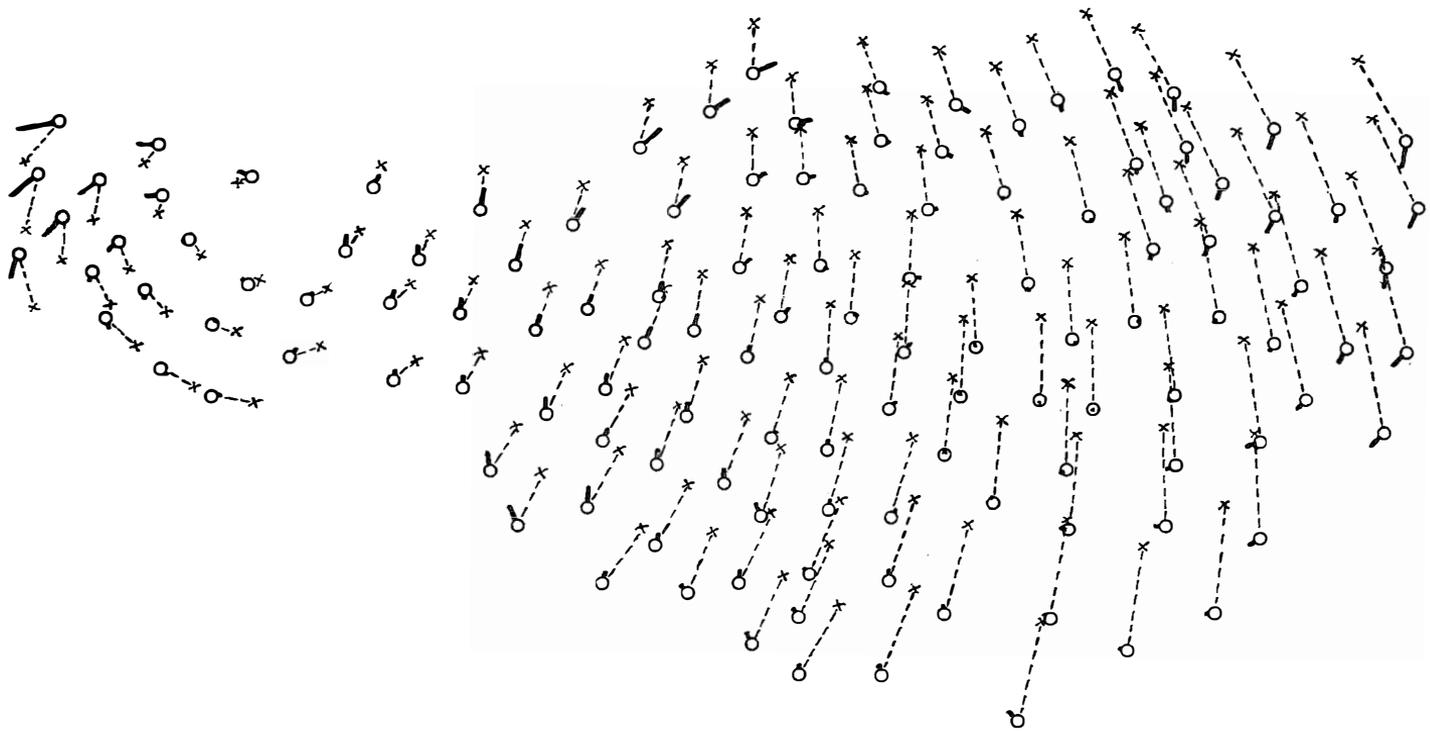


Abb. 3: Abweichungen des österreichischen Zweiten Netzes vom Europanez 1974

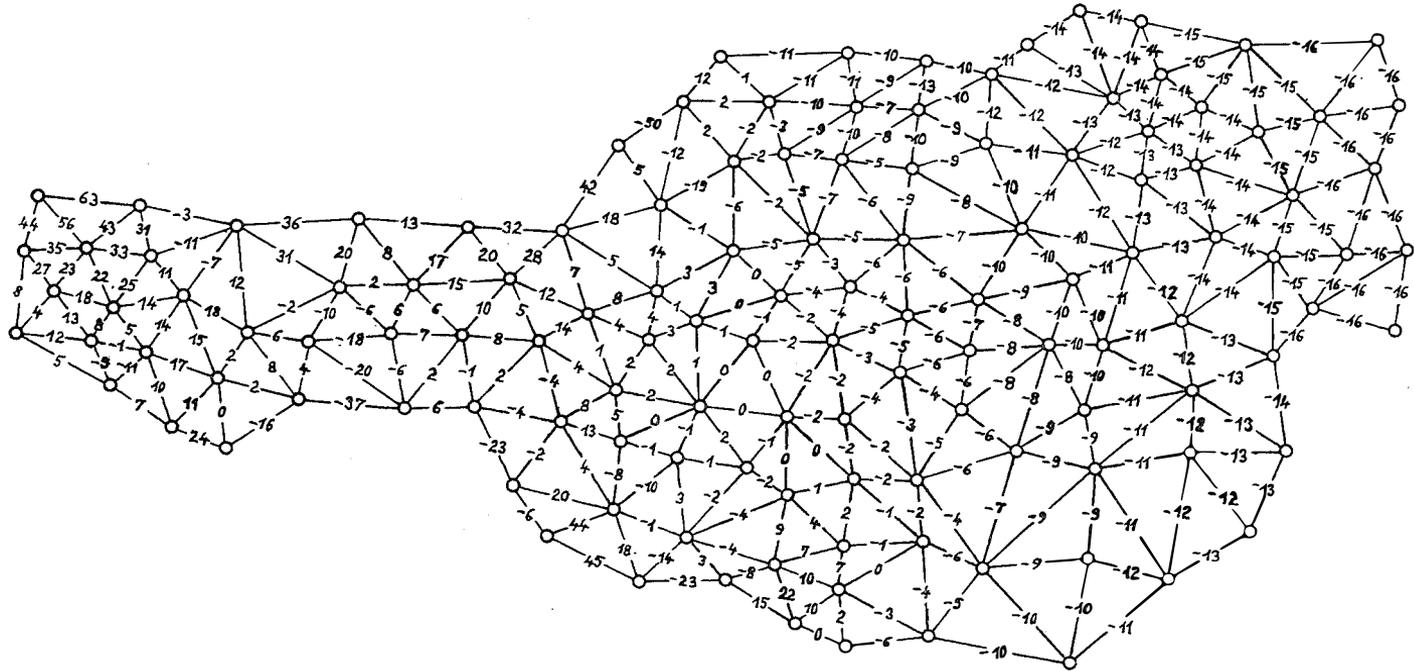


Abb. 4: Maßstab des Zweiten Netzes im Vergleich zum Europanetz 1974

4. Gegenüberstellung RETRIG I zum Zweiten Netz

Wie schon vorher erwähnt, sind für die österreichische Zweite Ausgleichung und für den RETRIG-I-Block A fast genau dieselben Messungsdaten verwendet worden. Es kann daher nicht überraschen, daß die beiden Ergebnisse nur wenig voneinander abweichen. In Abbildung 3 stellen die Kreise die Netzpunkte des RETRIG I dar, die Kreuzchen die Abweichungen der Punktlagen im Zweiten Netz, so wie sie seinerzeit durch Koordinierung auf dem internationalen Ellipsoid gerechnet worden sind. Der Maßstab ist ebenso wie in den Abbildungen 1, 2 und 5 für das Netzbild 1:3000000, für die Verschiebungsvektoren 1:100. Ein Vergleich mit Abbildung 2 zeigt, daß vor allem die dortige Verdrehung des östlichen Teiles hier wieder aufscheint, nur infolge der gleichmäßigeren Netzgestaltung auch auf den westlichen Teil übergreifend. Maßstab, Orientierung und Lagerung des Zweiten Netzes waren seinerzeit in Anpassung an das Europanetz 1950 willkürlich gewählt worden, es bedeutet also nur eine Änderung der äußeren Form, wenn das Zweite Netz jetzt durch Anfelderung an den RETRIG-I-Block in den genannten Bestimmungsstücken abgewandelt wird. Demgemäß wird das Zweite Netz um den Schwerpunkt um $+35 \cdot 10^{-7}$ oder $+0,72''$ gedreht, um $13 \cdot 10^{-7}$ gestreckt und um 0,70 m verschoben. Damit entsteht die in Abbildung 3 durch stark gezeichnete Vektoren veranschaulichte Lage, in der die kleinen Unregelmäßigkeiten deutlicher erkennbar sind.

Entlang des Blockrandes gegen Deutschland sind die Abweichungen zwischen den beiden Netzen hauptsächlich durch den Randeffekt bei der Zweiten Ausgleichung verursacht. Der allerdings nur kurze Westrand zeigt den Einfluß geänderter Stationsausgleichungen, da die in den Randpunkten vorliegenden schweizerischen bzw. österreichischen Messungen für RETRIG getrennt angesetzt wurden, während sie im österreichischen Operat für jeden Punkt in einen einzigen Satz zusammengezogen waren. Entlang der Grenze gegen Italien tritt der Randeffekt im umgekehrten Sinn auf: Bei der österreichischen Zweiten Ausgleichung konnten außerhalb des Blockrandes, also auf italienischem Staatsgebiet liegende Dreiecke mitverwendet werden, das Europanetz 1974 bricht dagegen am Südrand von Block A ab. Hier kommt somit der Konfiguration nach dem Zweiten Netz größere Wahrscheinlichkeit zu. Die Innenpunkte des westlichen Teiles zeigen natürlich einen Übergang zwischen dem Verhalten an den Blockrändern. Daß auch der östliche Teil, für den die Rechengrundlagen in beiden Netzen dieselben waren, noch ein systematisches Abweichen zeigt, kommt daher, daß die Anfelderung nicht nur auf diesen regelmäßigen Teil, sondern auf das ganze Gebiet abgestellt war.

Um die Beziehung zwischen den beiden Netzen genauer zu kennzeichnen, sind in Abbildung 4 die Maßstabsverhältnisse zusammengestellt. Die eingetragenen Zahlen geben an, um wieviele Einheiten der 7. Dezimale der Quotient „Dreiecksseite im Zweiten Netz / Dreiecksseite in RETRIG I“ von 1 abweicht. Positive Vorzeichen sind weggelassen. Bei Bedarf können aus den Seitenverhältnissen auch die Abweichungen der Dreieckswinkel ermittelt werden nach der Formel

$$d\alpha = \rho'' \cdot 10^{-7} [(q_a - q_b) \cot \gamma + (q_a - q_c) \cot \beta],$$

wobei q_a usw. die in der Abbildung eingetragenen Zahlen bedeuten.

Beispiel: das im Süden von Osttirol gelegene Dreieck
31/Gölbner — 124/Scharnik — 158/Zwölferspitz:

Nr.	q	Winkel	cot	Sekunden der W.		Winkeländerung	
				RETRIG I	Zw. N.	als Diff.	aus Formel
31	+ 44	42°06'	+ 1,107	23,201	23,668	+ 0,467''	+ 0,464''
124	— 6	36 04	+ 1,373	23,706	23,321	— 0,385	— 0,379
158	+ 20	101 49	— 0,209	14,837	14,757	— 0,080	— 0,085

$$d\alpha = 0,0206 [+ 50 \cdot - 0,209 + 24 \cdot + 1,373] = 0,0206 [- 10,45 + 32,89] = \\ = 0,0206 \cdot + 22,44 = + 0,464$$

Bei überschlägigen Untersuchungen können die für die Kotangenten nötigen Dreiecks-
winkel auch aus dem Netzbild entnommen werden.

5. Gegenüberstellung RETRIG I zum Gebrauchsnetz

Das österreichische Gebrauchsnetz kann mit dem Europeanetz nicht unmittelbar
verglichen werden, da die Koordinaten für das eine auf dem Bessel-, für das andere
auf dem Hayford-Ellipsoid vorliegen. Es war also zuerst ein Ellipsoidübergang nötig,
an den gleich eine Anfelderung angeschlossen wurde, ohne aber den Netzmaßstab zu
ändern. Die Verschiebungsvektoren des Gebrauchsnetzes gegenüber dem RETRIG-I-
Block A zeigt Abbildung 5. Infolge des stark verschiedenen Werdeganges der beiden
Netze, der in der eingangs zitierten Veröffentlichung des Bundesamtes eingehender
erörtert worden ist, treten zwischen regional verwandten Punktgruppen größere
Unterschiede auf. Größer natürlich nur im Verhältnis zu den vorherigen Gegenüber-
stellungen; im Verhältnis zum Kataster, auch zum Grenzkataster, sind die Ver-
zerrungen noch immer unmerklich und würden auch bei Arbeiten für das Festpunkt-
feld noch keinen über die Fehlergrenzen hinaus gehenden systematischen Einfluß
ausüben.

Immerhin werden in Abbildung 6 wieder die Maßstabsverhältnisse der einzelnen
Dreiecksseiten zusammengestellt, aus denen wieder die Änderungen der Dreiecks-
winkel abgeleitet werden können. Unterschiede in der Lagerung und Orientierung
des Netzes im Ganzen oder in Teilen sind ja für die Folgearbeiten nicht störend,
bleiben daher außer Betracht.

Das Bundesamt hat schon wiederholt bekräftigt, daß die gelegentlich aufge-
tauchten Vorschläge, das gegenwärtige Gebrauchskoordinatensystem allgemein
durch ein anderes System zu ersetzen, schon aus praktischen Gründen nicht zu ver-
wirklichen sind. Die vorstehende Gegenüberstellung zeigt, daß auch das Europeanetz
1974 keinen Grund zu einer solchen Änderung liefert. Und es ist zu erwarten, daß das
künftige RETRIG II, in dem insbesondere die Maßstabsbestimmung durch möglichst
viele Daten von Seitenmessungen untermauert werden soll, zu der gleichen Folgerung
führt. Die Zielsetzung von RETRIG ist ja in erster Linie eine wissenschaftliche, ein
Beitrag zur Erforschung der Erdgestalt.

(Siehe dazu die Buchbesprechung „Die Zweite Ausgleichung des österreichischen
Dreiecksnetzes 1. Ordnung“ in diesem Heft, Seite 184).

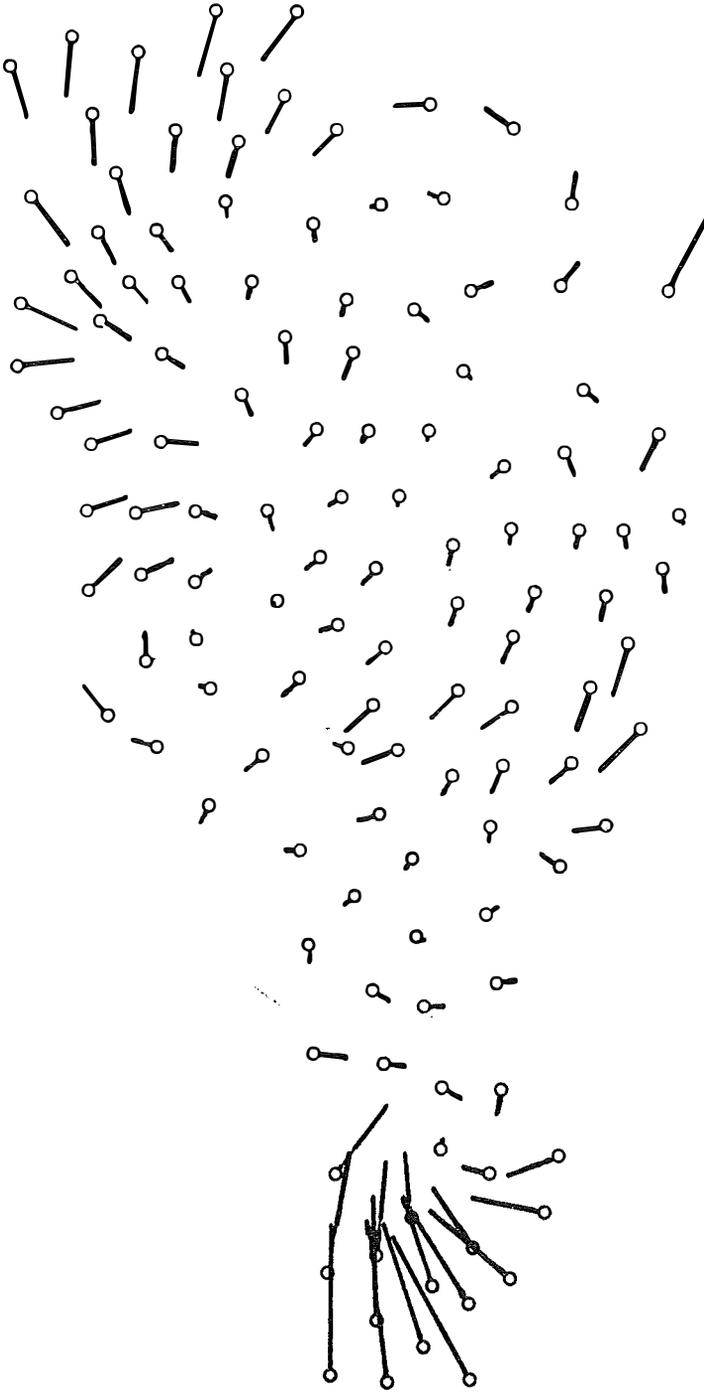


Abb. 5: Abweichungen des österreichischen Gebrauchsnetzes vom Europanez 1974

Zusammenfassung

Nach der einleitenden Darstellung und Erläuterung der Europanez von 1950 (ED 50) und 1974 (RETRIG I) werden die Ergebnisse dieser beiden Berechnungen, soweit sie das Gebiet von Österreich betreffen, miteinander verglichen. Weiters wird das RETRIG I den beiden nationalen österreichischen

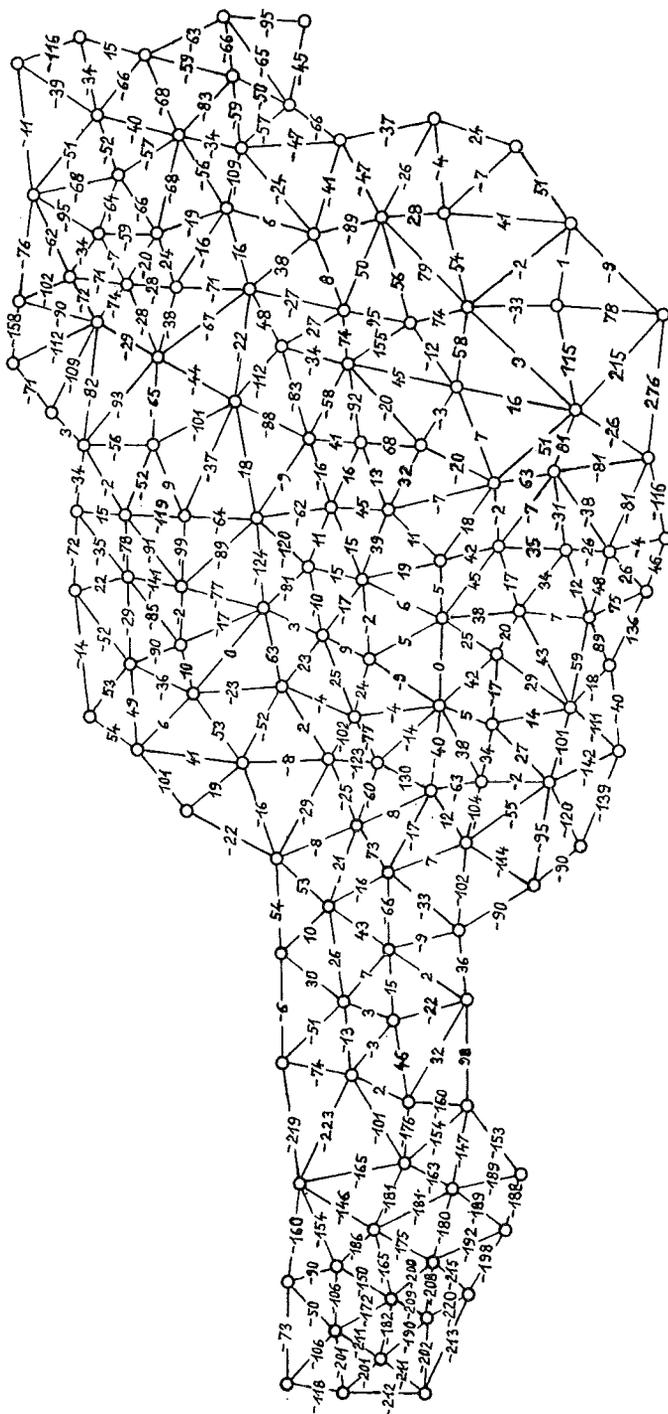


Abb. 6: Maßstab des Gebrauchsnetzes im Vergleich zum Europanetz 1974

Systemen von Punktkoordinaten der 1. Ordnung gegenübergestellt, von denen das eine — das sogenannte Gebrauchsnetz — durch schrittweise Verbesserung und Ergänzung des früheren Gradmessungsnetzes mit Hilfe der Beobachtungen der Neutriangulierung, das andere durch eine unabhängige Ausgleichung der gleichen Neubeobachtungen in einem Guß entstanden ist.

Beitrag zur analytischen Nahbildmessung

Von *Josef Jahn*, Wien

Vorwort

Die vorliegende Arbeit soll eine Möglichkeit aufzeigen, wie man das Problem der Nahbildmessung mit analytischen Methoden lösen kann. Analytische Methoden sind hauptsächlich deshalb von Bedeutung, da sie relativ leicht für den Computereinsatz adaptiert werden können.

An Anwendungsgebieten für die Nahbildmessung bietet sich eine Vielfalt von Möglichkeiten an; um nur einige anzuführen:

- a) Verkehrsunfallsvermessung,
- b) Vermessen von architektonischen Objekten,
- c) Vermessen spannungsoptischer Versuche,
- d) Erkennen von anatomischen Veränderungen und dergleichen mehr.

Abstract

This paper presents a method for the analytical treatment of the problem of "close-range-photogrammetry". Analytical methods are especially suitable because they can be adapted to high-speed computers. This makes this method of "close-range-photogrammetry" applicable in numerous technical and scientific disciplines, for example:

- a. surveying of traffic accidents
- b. architectural photogrammetry
- c. experiments on stress birefringence
- d. diagnostic of anatomical abnormalities.

1. Problemstellung

Gegeben sind ein 3-dimensionales Objekt und mindestens 2 Photographien dieses Objekts. Gesucht sind weitere Objektpunkte aus der Kenntnis der entsprechenden Bildpunkte. Um den Vorgang einer photographischen Abbildung mit möglichst übersichtlichen mathematischen Formeln zu beschreiben, sind wir gezwungen, ein idealisiertes Modell der physikalischen Realität zu verwenden. Es möge daher folgende Korrespondenz bestehen:

Realität	Idealisierung
Linsensystem der verwendeten Kamera mit sämtlichen optischen Fehlern	Exakte Zentralprojektion
Photographie	Exaktes perspektivisches Bild

Weiters soll angenommen werden, daß zu den gegebenen Photos keinerlei weitere Informationen gegeben sind über

- a) die innere Orientierung, d. h. Kammerkonstante c , Lage des Bildhauptpunktes,
- b) die Lage der Kamera in bezug auf das Objekt.

Es mögen also primär, wie wir es kurz nennen mögen, „Amateuraufnahmen“ des Objektes vorliegen.

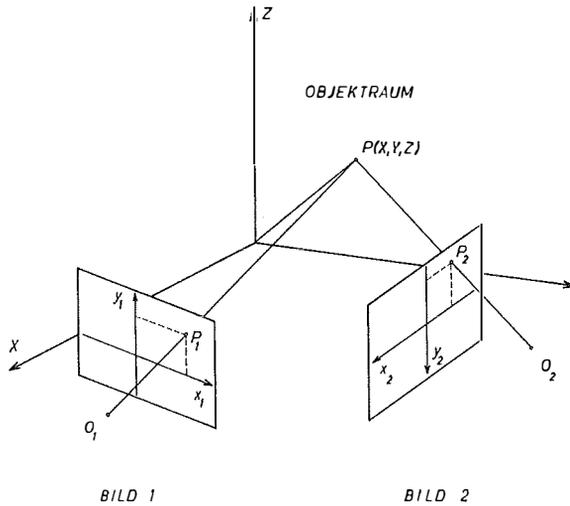


Abb. 1.1

2. Die allgemeine Kollineation im Raum

Zwei zueinander kollineare Punkte $P(X, Y, Z)$ und $\bar{P}(x, y, z)$ sind im 3-dimensionalen Raum durch folgende Transformationsformeln verknüpft

$$\begin{aligned} x &= \frac{a_{11}X + a_{12}Y + a_{13}Z + a_{14}}{a_{41}X + a_{42}Y + a_{43}Z + a_{44}} \\ y &= \frac{a_{21}X + a_{22}Y + a_{23}Z + a_{24}}{a_{41}X + a_{42}Y + a_{43}Z + a_{44}} \quad \dots (2.1) \\ z &= \frac{a_{31}X + a_{32}Y + a_{33}Z + a_{34}}{a_{41}X + a_{42}Y + a_{43}Z + a_{44}} \end{aligned}$$

Damit diese Abbildung umkehrbar eindeutig ist, muß gelten

$$\det(A) = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} \neq 0 \quad \dots (2.2)$$

Verwendet man homogene Koordinaten d. h. $P(X, Y, Z, T)$ und $\bar{P}(x, y, z, t)$, so läßt sich die Abbildungsgleichung (2.1) auch schreiben

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ T \end{bmatrix} \quad \dots (2.3)$$

oder kurz in vektorieller Schreibweise

$$x = A \cdot X. \quad \dots (2.4)$$

Die inverse Abbildung lautet dann

$$X = A^{-1} x. \quad \dots (2.5)$$

Damit diese überhaupt existiert, muß A^{-1} existieren und daher $\det(A) \neq 0$ sein, was bereits in (2.2) gefordert wurde.

3. Die Abbildungsgleichungen der Zentralprojektion

$P(X, Y, Z)$ sei ein Raumpunkt und $\bar{P}(x, y)$ der zugehörige Bildpunkt, die Gleichungen der Zentralprojektion lauten dann

$$\begin{aligned} x &= \frac{b_{11}X + b_{12}Y + b_{13}Z + b_{14}}{b_{31}X + b_{32}Y + b_{33}Z + b_{34}} \\ y &= \frac{b_{21}X + b_{22}Y + b_{23}Z + b_{24}}{b_{31}X + b_{32}Y + b_{33}Z + b_{34}} \end{aligned} \quad \dots (3.1)$$

Die b_{ij} sind die Koeffizienten der Transformation; diese 12 Koeffizienten können wieder durch Division auf 11 wesentliche reduziert werden, indem man etwa durch b_{34} dividiert.

Gleichung (3.1) lautet dann

$$\begin{aligned} x &= \frac{b_{11}X + b_{12}Y + b_{13}Z + b_{14}}{b_{31}X + b_{32}Y + b_{33}Z + 1} \\ y &= \frac{b_{21}X + b_{22}Y + b_{23}Z + b_{24}}{b_{31}X + b_{32}Y + b_{33}Z + 1} \end{aligned} \quad \dots (3.2)$$

mit $b_{ij} = \frac{b_{ij}}{b_{34}} \quad i = 1, 2, 3 \quad j = 1(1)4$

Man kann zeigen, daß diese 11 wesentlichen Parameter in 3 Matrizen zerlegt werden können und zwar in:

$$\begin{bmatrix} C_x & -eC_y & x_o \\ 0 & C_y & y_o \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -X_o \\ 0 & 1 & 0 & -Y_o \\ 0 & 0 & 1 & -Z_o \end{bmatrix}$$

1. Matrix: 5 Parameter der inneren Orientierung:

C_x, C_y sind zwei Kammerkonstante für die Koordinaten x und y ,

x_o, y_o sind die Hauptpunktskoordinaten und

e ist ein Faktor, der die Abweichung von der Orthogonalität in den Bildkoordinatenachsen angibt;

2. Matrix: 3-parametrische orthogonale Matrix,

3. Matrix: 3 Translationsparameter.

Diese Zerlegung ist aber im allgemeinen nicht eindeutig.

Bemerkungen

1. Geometrische Überlegungen zeigen, daß bei der Zentralprojektion jedem Raumpunkt P genau ein Bildpunkt \bar{P} entspricht aber nicht umgekehrt, denn jedem Bildpunkt \bar{P} entsprechen alle ∞^1 Punkte der Geraden $g = O\bar{P}$.

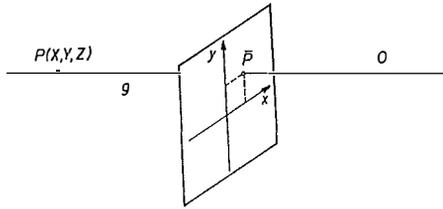


Abb. 3.1

2. Man kann die Gleichungen (3.1) als singulären Sonderfall der Gleichung (2.3) betrachten, indem man in der Matrix A die 3. Zeile der 4. Zeile identisch setzt, was zu $\det(A) = 0$ führt.

Bei Verwendung homogener Koordinaten, also $P(U, V, W, T)$ und $\bar{P}(u, v, t)$, kann man (3.1) schreiben

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} \quad \dots (3.3)$$

oder in Kurzform

$$u = B \cdot U, \quad \dots (3.4)$$

wobei B jetzt keine quadratische Matrix mehr ist. Klarerweise existiert jetzt keine Umkehrabbildung mehr, da B^{-1} nicht existiert, was anschaulich schon vorhin erläutert wurde. Das heißt mit anderen Worten, daß ein 3-dimensionales Objekt nicht aus einem Photo rekonstruiert werden kann.

4. Die verallgemeinerte Inverse einer Matrix

Aus der Definition der Inversen A^{-1} einer Matrix A folgt, daß eine notwendige Bedingung für die Existenz von A^{-1} die ist, daß A quadratisch ist. In der Praxis kommen bei Fehlergleichungssystemen rechteckige Matrizen vor und man überlegt sich, wie man den Prozeß des Invertierens auf solche Matrizen sinnvoll verallgemeinern kann.

Gegeben sei ein überbestimmtes System

$$A \cdot X = B, \quad \dots (4.1)$$

wobei A eine (m, n) -Matrix, $m \geq n$ und $\text{rang}(A) = n$

X eine (n, r) -Matrix
 B eine (m, r) -Matrix $\left. \vphantom{\begin{matrix} X \\ B \end{matrix}} \right\} r \geq 1$ ist.

Symbolisch zeigt dies Abb. 4.1.

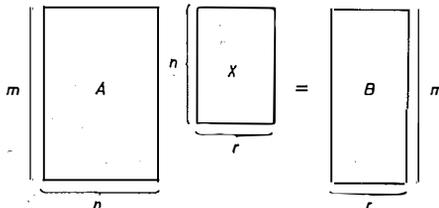


Abb. 4.1

Häufiger Sonderfall $r = 1$, d. h. die Matrix X der Unbekannten degeneriert zum Unbekanntenvektor x der Länge n und die Matrix B der rechten Seiten degeneriert zum Vektor b der Länge m und man hat dann

$$Ax = b, \quad \dots (4.2)$$

Bei Ausgleichung des überbestimmten Systems (4.1) nach der Methode der kleinsten Quadrate erhält man aus (4.1) durch Multiplikation mit A^T

$$A^T A X = A^T B, \quad \dots (4.3)$$

daraus
$$X = (A^T A)^{-1} A^T B. \quad \dots (4.4)$$

Man bezeichnet in diesem Fall mit

$$A^- = (A^T A)^{-1} A^T \quad \dots (4.5)$$

die verallgemeinerte Inverse der (m, n) -Matrix A .

Ist A quadratisch, so sollte, damit die Definition von A^- vernünftig ist, gelten

$$A^- = A^{-1}, \quad \dots (4.6)$$

was auch der Fall ist, denn in diesem Fall gilt

$$A^- = (A^T A)^{-1} A^T = A^{-1} (A^T)^{-1} A^T = A^{-1} I = A^{-1}.$$

Das Konzept der verallgemeinerten Inversen kann auch bei unterbestimmten Systemen Verwendung finden. Es hat nämlich, bei geeigneter Definition, jede beliebige Matrix A (singulär oder nichtsingulär, quadratisch oder nichtquadratisch) eine eindeutig bestimmte verallgemeinerte Inverse A^- .

In unserem Fall wollen wir uns auf überbestimmte Systeme beschränken.

Im folgenden werden zwei Probleme behandelt:

- a) Das Problem der Intersektion,
d. h. gegeben seien die Parameter zweier Bilder und die Bild-Koordinaten entsprechender konjugierter Punkte. Gesucht sind die Koordinaten des Objektpunktes
- b) Das Problem der relativen Orientierung,
d. h. gegeben sind die Koordinaten konjugierter Bildpunkte und gesucht ist die Beziehung zwischen beiden Photos.

5. Das Stereo-Bildpaar

Ein Stereo-Paar besteht aus zwei Photos (Bildern) eines Objektes. Jedes Bild wird durch eine Gleichung der Gestalt (3.3) beschrieben. Die Indizes 1 und 2 bei den Bildkoordinaten u, v, t und bei den Transformationsmatrizen B mögen die Zugehörigkeit zum entsprechenden Bild angeben. Aus (3.3) folgt

für das 1. Bild

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ t_1 \end{bmatrix} = B_1 \cdot \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} \quad \dots (5.1)$$

für das 2. Bild

$$\begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ t_2 \end{bmatrix} = B_2 \cdot \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix}$$

oder kürzer in Vektornotation

$$u^{(1)} = B_1 U \text{ und } u^{(2)} = B_2 U \quad \dots (5.2)$$

Faßt man beide Gleichungen aus (5.1) zu einem System zusammen, so erhält man

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ t_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ t_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} \text{ oder einfach } \begin{bmatrix} u^{(1)} \\ u^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} \quad \dots (5.3)$$

bzw. vektoriell

$$u = B \cdot U. \quad \dots (5.4)$$

Die Matrix B ist eine (6, 4)-Matrix mit $\text{rang}(B) = 4$; daraus folgt, daß man zu B die verallgemeinerte Inverse B^- konstruieren kann, nämlich

$$B^- = (B^T B)^{-1} B^T \quad \dots (5.5)$$

Bezeichnen wir der Einfachheit halber die Matrix B^- mit $C = (c_{ij})$, $i = 1(1)4$ und $j = 1(1)6$, so gilt

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} = C \cdot \begin{bmatrix} u^{(1)} \\ u^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} & c_{16} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} & c_{25} & c_{26} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} & c_{35} & c_{36} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} & c_{45} & c_{46} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ t_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ t_2 \end{bmatrix}. \quad \dots (5.6)$$

Kehrt man von den homogenen Koordinaten zu cartesischen zurück mit $t_1 = t_2$ und dividiert man durch die letzte Zeile, so erhält man

$$\begin{aligned} X &= \frac{c_{11}x_1 + c_{12}y_1 + c_{13} + c_{14}x_2 + c_{15}y_2 + c_{16}}{D} \\ Y &= \frac{c_{21}x_1 + c_{22}y_1 + c_{23} + c_{24}x_2 + c_{25}y_2 + c_{26}}{D} \\ Z &= \frac{c_{31}x_1 + c_{32}y_1 + c_{33} + c_{34}x_2 + c_{35}y_2 + c_{36}}{D} \end{aligned} \quad \dots (5.7)$$

mit $D = c_{41}x_1 + c_{42}y_1 + c_{43} + c_{44}x_2 + c_{45}y_2 + c_{46}$.

Die Gleichungen (5.7) sind die Intersektionsgleichungen. Sie stellen eine Transformation des 4-dimensionalen Bildraumes (bestehend aus zwei 2-dimensionalen Bildern) mit den Koordinaten x_1, y_1, x_2, y_2 in den 3-dimensionalen Objektraum mit den Koordinaten X, Y, Z dar. Es liegt hier also ein Analogon zu Gleichung (3.1) vor, wo der 3-dimensionale Raum mit Hilfe der Zentralprojektion in die Bildebene (2-dimensional) abgebildet wurde.

6. Verallgemeinerung bei mehreren Photos

Man muß sich nicht unbedingt auf ein Bildpaar beschränken, sondern kann mehrere ($s \geq 2$) Bilder zur Ermittlung des Objektes heranziehen.

Seien etwa s Bilder vorhanden, so erhält man durch Verallgemeinern von (5.1)

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ t_1 \end{bmatrix} = B_1 \cdot \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ t_2 \end{bmatrix} = B_2 \cdot \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} \quad \dots \quad \begin{bmatrix} u_s \\ v_s \\ t_s \end{bmatrix} = B_s \cdot \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} \quad \dots \quad (6.1)$$

Zusammenfassen aller Teilbeziehungen ergibt

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ t_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ u_s \\ v_s \\ t_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ B_s \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} \quad \dots \quad (6.2)$$

oder wieder vektoriell

$$u = B \cdot U.$$

Man bildet wieder $B^- = (B^T B)^{-1} B^T$ und erhält

$$U = B^- u. \quad \dots \quad (6.3)$$

Bezeichnet man mit $C = (c_{ij})$, $i = 1(1)4$, $j = 1(1)3s$ wieder die allgemeine Inverse B^- so hat C folgende Bauart

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} & c_{16} & \dots & c_{1,3s-2} & c_{1,3s-1} & c_{1,3s} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} & c_{25} & c_{26} & \dots & c_{2,3s-2} & c_{2,3s-1} & c_{2,3s} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} & c_{35} & c_{36} & \dots & c_{3,3s-2} & c_{3,3s-1} & c_{3,3s} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} & c_{45} & c_{46} & \dots & c_{4,3s-2} & c_{4,3s-1} & c_{4,3s} \end{bmatrix} \quad \dots \quad (6.4)$$

Aus (6.4) erhält man wieder die linear gebrochene Form, wenn man $t_1 = t_2 = \dots = t_s$ setzt und dividiert

Die Matrix A ist quadratisch und im allgemeinen nicht singulär. Das System (7.1) zerfällt nun in zwei Systeme

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ t_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \begin{bmatrix} v_2 \\ t_2 \end{bmatrix} = D \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix}. \quad \dots (7.2)$$

Da A regulär ist, existiert A^{-1} und es gilt die Umkehrung

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ T \end{bmatrix} = A^{-1} \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ t_1 \\ u_2 \end{bmatrix}. \quad \dots (7.3)$$

Gleichung (7.3), in den zweiten Teil von (7.2) eingesetzt, ergibt

$$\begin{bmatrix} v_2 \\ t_2 \end{bmatrix} = DA^{-1} \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ t_1 \\ u_2 \end{bmatrix}.$$

Mit der Abkürzung $E = (e_{ij}) = DA^{-1}$, $i = 1, 2$, $j = 1(1)4$ erhält man

$$\begin{bmatrix} v_2 \\ t_2 \end{bmatrix} = E \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ t_1 \\ u_2 \end{bmatrix}.$$

oder ausführlich

$$\begin{aligned} v_2 &= e_{11}u_1 + e_{12}v_1 + e_{13}t_1 + e_{14}u_2 \\ t_2 &= e_{21}u_1 + e_{22}v_1 + e_{23}t_1 + e_{24}u_2 \end{aligned} \quad \dots (7.4)$$

Keht man von den homogenen Koordinaten zur linear gebrochenen Transformation zurück, indem man $(u, v, t) = (x, y, 1)$ wählt, so gilt

$$y_2 = \frac{e_{11}x_1 + e_{12}y_1 + e_{13} + e_{14}x_2}{e_{21}x_1 + e_{22}y_1 + e_{23} + e_{24}x_2}. \quad \dots (7.5)$$

Gleichung (7.5) stellt den allgemeinen Zusammenhang der relativen Orientierung dar. Die acht Parameter e_{11}, \dots, e_{24} können wieder auf sieben wesentliche reduziert werden. Setzt man Gleichung (7.5) in Gleichung (5.7) ein, so kann dadurch die Singularität von (5.7) eliminiert werden.

Mit anderen Worten heißt das:

Um den Punkt $P(X, Y, Z)$ zu bestimmen, genügt es, $P_1(x_1, y_1)$ und $P_2(x_2, \cdot)$ zu messen (also nur 3 der 4 meßbaren Daten), denn die 4. Koordinate y_2 ist abhängig von den ersten drei Koordinaten x_1, y_1, x_2 durch Gleichung (7.5). Ganz analog kann natürlich jede andere Koordinate durch die restlichen drei Koordinaten dargestellt werden. Aus Sicherheits- und Kontrollgründen wird man in der Praxis natürlich alle vier Koordinaten messen und die Genauigkeit über (7.5) kontrollieren.

9. Der Einfluß der Fehler

Ausgehend von den Formeln (5.7) wollen wir die Frage untersuchen, wie sich ein Fehler ε in den Bildkoordinaten x_1, y_1, x_2, y_2 auf die neuzuberechnenden Raumkoordinaten X, Y, Z auswirkt. Wir nehmen dabei an, daß der Fehler bei den Koeffizienten c_{ij} vernachlässigbar bzw. bekannt sei. Das heißt, wir untersuchen nur die Auswirkung eines Fehlers ε beim Messen der Bildkoordinaten. Wie genau die Koeffizienten c_{ij} bekannt sind, hängt natürlich von den verwendeten Paßpunkten und der Kondition der Matrix des Systems (8.3) ab. Eine Fehlerdiskussion in dieser Richtung möge hier nicht erörtert werden.

Allgemein gilt für eine hinreichend oft differenzierbare Funktion $f(x_1, \dots, x_n)$

$$f(x_1 + \varepsilon_1, \dots, x_n + \varepsilon_n) \cong f(x_1, \dots, x_n) + \left[\frac{\partial}{\partial x_1} \varepsilon_1 + \dots + \frac{\partial}{\partial x_n} \varepsilon_n \right] \cdot f \quad \dots (9.1)$$

Spezialfall $n = 4$, also $f = f(x_1, y_1, x_2, y_2)$ und

$\varepsilon_i = \varepsilon, i = 1(1)4$ so gilt

$$f(x_1 + \varepsilon, y_1 + \varepsilon, x_2 + \varepsilon, y_2 + \varepsilon) \cong f(x_1, y_1, x_2, y_2) + \left[\frac{\partial f}{\partial x_1} + \frac{\partial f}{\partial y_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} + \frac{\partial f}{\partial y_2} \right] \cdot \varepsilon. \quad \dots (9.2)$$

Dieser Sachverhalt liegt bei uns vor, denn wir haben aus (5.7), mit geeigneten Abkürzungen, die Funktionen

$$\begin{aligned} X &= X(x_1, y_1, x_2, y_2) = \frac{K(x_1, y_1, x_2, y_2)}{D(x_1, y_1, x_2, y_2)}, \\ Y &= Y(x_1, y_1, x_2, y_2) = \frac{L(x_1, y_1, x_2, y_2)}{D(x_1, y_1, x_2, y_2)}, \\ Z &= Z(x_1, y_1, x_2, y_2) = \frac{M(x_1, y_1, x_2, y_2)}{D(x_1, y_1, x_2, y_2)}. \end{aligned} \quad \dots (9.3)$$

Daraus erhält man weiter durch partielle Differentiation

$$\begin{aligned} \frac{\partial X}{\partial x_1} &= \frac{D c_{11} - K c_{41}}{D^2} & \frac{\partial X}{\partial y_1} &= \frac{D c_{12} - K c_{41}}{D^2} \\ \frac{\partial X}{\partial x_2} &= \frac{D c_{14} - K c_{41}}{D^2} & \frac{\partial X}{\partial y_2} &= \frac{D c_{15} - K c_{41}}{D^2} \end{aligned} \quad \dots (9.4)$$

Ganz analog erhält man die partiellen Ableitungen der Funktionen $Y(x_1, y_1, x_2, y_2)$ und $Z(x_1, y_1, x_2, y_2)$. Definiert man schließlich die Fehlerfunktionen E_X, E_Y, E_Z durch

$$\begin{aligned} E_X &= X(x_1 + \varepsilon, y_1 + \varepsilon, x_2 + \varepsilon, y_2 + \varepsilon) - X(x_1, y_1, x_2, y_2) \\ E_Y &= Y(x_1 + \varepsilon, y_1 + \varepsilon, x_2 + \varepsilon, y_2 + \varepsilon) - Y(x_1, y_1, x_2, y_2) \\ E_Z &= Z(x_1 + \varepsilon, y_1 + \varepsilon, x_2 + \varepsilon, y_2 + \varepsilon) - Z(x_1, y_1, x_2, y_2) \end{aligned} \quad \dots (9.5)$$

und verwendet die Näherung (9.2) in (9.5), so erhält man, nach elementaren Rechnungen, durch E_X, E_Y, E_Z , die gesuchten Auswirkungen der Meßfehler in den Raumkoordinaten X, Y, Z .

Nachwort

An dieser Stelle möchte ich mich vor allem bei Herrn Honorarprofessor Ing. Dr. h. c. K. Neumaier bedanken, der mich, während meiner Tätigkeit als Vertragsassistent am Institut für Photogrammetrie der Technischen Hochschule Wien, wo diese Arbeit entstand, in freundlicher Weise unterstützte. Außerdem danke ich den Herren Assistenten Dipl.-Ing. Dr. techn. P. Waldhäusl und Dipl.-Ing. Dr. techn. G. Otepka für die vielen wertvollen Tips in photogrammetrischen Fragen.

Literatur:

- Bender, L. U.:* A Collinear Theory of Two Photographs. In: Proceedings of the American Society of Photogrammetry — 39th Annual Meeting, March 1973, Wash. D. C., S. 401—406.
- Bender, L. U.:* Analytical Photogrammetry: A Collinear Theory. The Ohio State University, New York, RADC-TR-71-147, 1971.
- Hallert, B.:* Photogrammetry. McGraw-Hill Book Company, New York 1960.
- Jordan/Eggert/Kneißl:* Handbuch der Vermessungskunde. 10. Auflage, Band I und Band IIIa, Stuttgart 1961.
- Stetter, H. J.:* Numerische Mathematik. Vorlesungen an der TH Wien, 2. Teil, Wien 1969.
- Stoer, J.:* Einführung in die Numerische Mathematik. Berlin 1972.
- Strubecker, K.:* Einführung in die Höhere Mathematik. Band I und Band II, München 1966.

Trigonometrische Höhenmessung: Genauigkeitsstufen, Fehlergrenzen, Gewichte

Von Josef Zeger, Wien

Bei der Auswertung von Höhenwinkelmessungen verwendet man im allgemeinen einheitliche Fehlergrenz- und Gewichtsformeln. Bei einer Höhenwinkelmessung zwischen zwei Berggipfeln ist allerdings die Unsicherheit in der Refraktion wesentlich geringer als bei einer bodennahen Visur in ebenem Gelände. Trotzdem zieht man meistens nicht die entsprechende Konsequenz bei den Fehlergrenzen und Gewichten.

Um die Verschiedenheiten in der Unsicherheit der Refraktionskonstanten berücksichtigen zu können, erscheint es als zweckmäßig, die Höhenwinkelmessungen in mehrere Genauigkeitsstufen einzuteilen, abhängig vom Bodenabstand der Visur. Eine solche Unterteilung wird immer eine gewisse Willkür mit sich bringen. Zusätzlich wird die vom Beobachter im Gelände durchzuführende Abschätzung, ob ein Höhenwinkel noch in die eine Genauigkeitsstufe eingereiht werden soll oder ob er bereits in die Nachbarstufe gehört, nicht immer leicht sein und daher gleichfalls in manchen Fällen eine Willkür beinhalten.

Es wird nun vorgeschlagen, die Höhenwinkelmessungen vier Genauigkeitsstufen zuzuordnen, für die über mehr als die Hälfte der jeweiligen Visurlänge folgende Bodenabstände maßgebend sind:

- Stufe 1: mehr als 150 m;
- Stufe 2: zwischen 30 m und 150 m;
- Stufe 3: zwischen 5 m und 30 m;
- Stufe 4: bis höchstens 5 m.

Für diese vier Genauigkeitsstufen sind nun die entsprechenden Werte für die Unsicherheit der Refraktionskonstanten anzunehmen:

- Stufe 1: $m_{k_1} = \pm 0,05$;
 Stufe 2: $m_{k_2} = \pm 0,15$;
 Stufe 3: $m_{k_3} = \pm 0,25$;
 Stufe 4: $m_{k_4} = \pm 0,50$.

Es sei hier ausdrücklich festgehalten, daß sowohl die Abgrenzung der vier Genauigkeitsstufen als auch die Annahme der entsprechenden Werte für die Unsicherheit der Refraktionskonstanten vorerst nur einer Abschätzung entstammen. Die auf diesen Annahmen aufzubauenden Untersuchungen können möglicherweise eine Verschiebung der Grenzen zwischen den Genauigkeitsstufen und eine Veränderung der Werte für m_k bedingen. Es ist aber kaum zu erwarten, daß solche Veränderungen eine hiefür wesentliche Größenordnung haben werden.

Die Auswertung der Höhenwinkelmessungen erfolgt in der Triangulierungsabteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien mit nachstehender Formel:

$$\Delta H_{A,B} = s_{A,B} \cdot \tan \alpha_{A,B} + (i_A - z_B) + \frac{1-k}{2 \cdot R} \cdot \frac{s_{A,B}^2}{\cos^2 \alpha_{A,B}} \quad \dots (1)$$

$$s_{A,B} = s'_{A,B} \cdot \left(1 + \frac{H_M}{R} - \frac{y_M^2}{2 \cdot R^2} \right) \quad \dots (2)$$

$s'_{A,B}$ Punktentfernung aus Koordinaten

$s_{A,B}$ Punktentfernung im Vermessungshorizont, befreit von der Projektionsverzerrung

H_M Mittelwert der Meereshöhen der Streckenendpunkte

y_M Mittelwert der Ordinaten der Streckenendpunkte

α gemessener Höhenwinkel

i, z Instrument-, Zielhöhe

k Refraktionskoeffizient, nach Hartl:

$$k = 0,1470 - 0,000\,008 \cdot H_{(\text{in } m)} \quad \dots (3)$$

$R = 6379409 \text{ m}$ Radius der Gauß'schen Bildkugel für die Mittelbreite von $\varphi = 47^\circ 45'$.

Mit der Einführung der durch die Gleichung (4) definierten Schrägstrecke \bar{s} kann man die Formel für die Berechnung des Höhenunterschiedes, die Fehlergrenz- und die Gewichtsformeln etwas vereinfachen:

$$\bar{s}_{A,B} = \frac{s_{A,B}}{\cos \alpha_{A,B}} \quad \dots (4)$$

Die so definierte Schrägstrecke \bar{s} ist für Hin- und Rückvisur im allgemeinen nicht gleich, da sowohl die gemessenen Höhenwinkel als auch die Instrument- und Zielhöhen verschieden sein werden:

$$\bar{s}_{A,B} \neq \bar{s}_{B,A} \quad \dots (5)$$

Führt man die durch (4) definierte Schrägstrecke \bar{s} ein, erhält die Gleichung (1) folgende Form:

$$\Delta H_{A, B} = \bar{s}_{A, B} \cdot \sin \alpha_{A, B} + (i_A - z_B) + \frac{1 - k}{2 \cdot R} \cdot \bar{s}_{A, B}^2. \quad \dots (6)$$

Den mittleren Fehler eines Höhenunterschiedes erhält man durch Differenzieren der Gleichung (1), wobei nach Auswahl der für die Fehlergrenzermittlung wesentlichen Glieder der Übergang zu mittleren Fehlern gemacht wird:

$$m_{\Delta H}^2 = \frac{m_k^2}{4 \cdot R^2} \cdot \left(\frac{s_{A, B}}{\cos \alpha_{A, B}} \right)^4 + \frac{m_{\alpha}^2}{\rho^2} \cdot \left(\frac{s_{A, B}}{\cos \alpha_{A, B}} \right)^2 + m_{(t-z)}^2. \quad \dots (7)$$

Die Gleichung (7) wird durch Einführen der Schrägstrecke \bar{s} vereinfacht:

$$m_{\Delta H}^2 = \frac{m_k^2}{4 \cdot R^2} \cdot \bar{s}_{A, B}^4 + \frac{m_{\alpha}^2}{\rho^2} \cdot \bar{s}_{A, B}^2 + m_{(t-z)}^2. \quad \dots (8)$$

Die Fehlergrenze erhält man wie üblich aus dem dreifachen Wert des mittleren Fehlers:

$$F_{\Delta H} = 3 \cdot \sqrt{\frac{m_k^2}{4 \cdot R^2} \cdot \bar{s}_{A, B}^4 + \left(\frac{m_{\alpha}^{cc}}{\rho^{cc}} \right)^2 \cdot \bar{s}_{A, B}^2 + m_{(t-z)}^2}. \quad \dots (9)$$

Trifft man die weitere Annahme $m_{\alpha} \doteq 3'' \doteq 9^{cc} \doteq 0,000015$ (Bogenmaß) und $m_{(t-z)}^2 = 0,0002 m^2$, ergeben sich für die vier Genauigkeitsstufen folgende Fehlergrenzformeln:

$$\text{Stufe 1: } F_{\Delta H(m)} = 3 \cdot \sqrt{0,00001536 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^4 + 0,000225 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^2 + 0,0002} \quad \dots (9a)$$

$$\text{Stufe 2: } F_{\Delta H(m)} = 3 \cdot \sqrt{0,00013822 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^4 + 0,000225 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^2 + 0,0002} \quad \dots (9b)$$

$$\text{Stufe 3: } F_{\Delta H(m)} = 3 \cdot \sqrt{0,00038394 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^4 + 0,000225 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^2 + 0,0002} \quad \dots (9c)$$

$$\text{Stufe 4: } F_{\Delta H(m)} = 3 \cdot \sqrt{0,00153575 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^4 + 0,000225 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^2 + 0,0002} \quad \dots (9d)$$

Berechnet man den mittleren Fehler eines Höhenunterschiedes für verschiedene Seitenlängen in den vier Genauigkeitsstufen (ein Drittel des durch die Gleichungen (9) definierten Wertes), so zeigt sich, daß bei einer Seitenlänge von 0,5 km für alle Genauigkeitsstufen praktisch noch die gleiche Genauigkeit besteht. Allerdings treten bei größeren Entfernungen bereits beachtliche Unterschiede auf.

Stufe	$m_{\Delta H}$ in m -Einheiten für ein \bar{s} von					
	0,5 km	1,0 km	2,0 km	3,0 km	4,0 km	5,0 km
1	0,016	0,021	0,037	0,059	0,088	0,124
2	0,016	0,024	0,058	0,116	0,198	0,304
3	0,017	0,028	0,085	0,183	0,320	0,496
4	0,019	0,044	0,160	0,356	0,630	0,983

Diese Tabelle zeigt auch sehr deutlich, daß es unter den getroffenen Annahmen sinnlos ist, bei bodennahen Visuren eine Höhenwinkelmessung über eine Entfernung von mehr als 2 km durchzuführen. Dies ist ein Ergebnis, das in der Praxis bestätigt wird durch die Schwierigkeiten, die bei der Auswertung von Höhenwinkelmessungen in einem Gebiet mit einer Vielzahl von bodennahen Visuren immer wieder auftreten, wie z. B. im Seewinkel, im Marchfeld oder in der Rheinebene. Die in solchen Gebieten auftretenden Differenzen in den Höhenunterschieden zwischen der Hin- und Rückmessung und auch die Differenzen zwischen den aus den Höhenunterschieden abgeleiteten Meereshöhen der Neupunkte, aus denen die ausgeglichenen Meereshöhen ermittelt werden, zeigen sehr deutlich, daß die für die Genauigkeitsstufe 4 getroffene Annahme nicht unberechtigt ist.

Zusätzlich tritt auch noch die Frage nach der Größe der Refraktionskonstanten auf, unabhängig von der Größenordnung ihrer Unsicherheit. Hier zeigt sich, daß der Hartl'sche Wert für den Refraktionskoeffizienten bei verschiedenen Landschafts- und Geländeformen den tatsächlichen Gegebenheiten nicht entspricht. So mußte z. B. bei der Triangulierung von Groß-Wien (Triangulierungsoperat N-120/1948—1953) der Refraktionskoeffizient $k = 0$ gesetzt werden, wodurch die in diesen Fall systematisch auftretenden großen Differenzen zwischen den aus gegenseitig gemessenen Höhenwinkeln abgeleiteten Höhenunterschieden weitgehend verringert werden konnten. Dieses Problem soll hier allerdings ausgeklammert bleiben.

Die Einführung der Genauigkeitsstufen ist in analoger Weise auch bei der Ableitung von Gewichtformeln von Bedeutung. Jedem Höhenunterschied $\Delta H_{A, B}$ ist anlässlich der Berechnung ausgeglichener Meereshöhen ein Gewicht $p_{A, B}$ zuzuordnen. Allgemein ist dieses Gewicht definiert durch

$$p = \frac{C}{m\Delta H^2} \quad \dots (10)$$

Der mittlere Fehler eines Höhenunterschiedes ist durch die Gleichung (7) gegeben. Führt man die Gleichung (7) in die Gleichung (10) ein und multipliziert man Zähler und Nenner von Gleichung (10) mit $4 \cdot R^2/m_k^2$, erhält man im Zähler eine neue Konstante \bar{C} . Führt man wiederum die Schrägentfernung \bar{s} nach Gleichung (4) ein, ist das Gewicht durch die folgende Gleichung gegeben:

$$p_{A, B} = \frac{\bar{C}}{\bar{s}_{A, B(km)}^4 + \bar{s}_{A, B(km)}^2 \cdot \left(\frac{m_{\alpha}^{cc}}{\rho^{cc}}\right)^2 \cdot \frac{4 \cdot R(km)^2}{m_k^2} + m_{(l-z)(km)}^2 \cdot \frac{4 \cdot R(km)^2}{m_k^2}} \quad \dots (11)$$

Die Konstante \bar{C} kann z. B. so bestimmt werden, daß einheitlich für alle vier Genauigkeitsstufen für eine bestimmte Entfernung, z. B. für $\bar{s}_0 = 0,5$ km, das Bezugsgewicht angenommen wird, etwa $p_0 = 100$. Unter den für die numerischen Fehlerformeln (9) geltenden Voraussetzungen erhält man dann folgende Gewichtformeln:

$$\text{Stufe 1: } p_{A, B} = \frac{1674,82}{\bar{s}_{A, B(km)}^4 + 14,65 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^2 + 13,02} \quad \dots (12a)$$

$$\text{Stufe 2: } p_{A, B} = \frac{191,65}{\bar{s}_{A, B(km)}^4 + 1,63 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^2 + 1,45} \quad \dots \quad (12 \text{ b})$$

$$\text{Stufe 3: } p_{A, B} = \frac{72,99}{\bar{s}_{A, B(km)}^4 + 0,59 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^2 + 0,52} \quad \dots \quad (12 \text{ c})$$

$$\text{Stufe 4: } p_{A, B} = \frac{22,93}{\bar{s}_{A, B(km)}^4 + 0,15 \cdot \bar{s}_{A, B(km)}^2 + 0,13} \quad \dots \quad (12 \text{ d})$$

Das Ausmaß der Gewichtsunterschiede zwischen den vier Genauigkeitsstufen zeigt am besten eine Tabelle, in der wiederum für einige Entfernungen die Gewichte zusammengestellt wurden:

Stufe	Gewicht $p_{A, B}$ für eine Entfernung $\bar{s}_{A, B}$ von					
	0,5 km	1,0 km	2,0 km	3,0 km	4,0 km	5,0 km
1	100,00	58,41	19,11	7,41	3,33	1,67
2	100,00	46,97	8,00	1,97	0,68	0,29
3	100,00	34,64	3,87	0,84	0,27	0,11
4	100,00	17,96	1,37	0,28	0,09	0,04

Die für die trigonometrische Höhenmessung vorgeschlagene Einführung von vier Genauigkeitsstufen hat außerdem auch einen Einfluß auf den mittleren Fehler einer horizontalen Schrägstrecke, vor allem beim Vorhandensein größerer Höhenwinkel:

$$m_{shor.}^2 = m_s^2 + s^2 \cdot \sin^2(\alpha + \epsilon + \psi) \cdot \left(\frac{m_\alpha^2}{\rho^2} + \frac{4 \cdot m_z^2}{s^2} + \frac{s^2}{4 \cdot R^2} \cdot m_k^2 \right) \quad \dots \quad (13)$$

Hierin ist m_s der dem Streckenmeßmittel entsprechende mittlere Fehler. Der Winkel ϵ beinhaltet die Zentrierung des Höhenwinkels auf die Streckenmessung, der Winkel ψ den Einfluß von Erdkrümmung und Refraktion. Im allgemeinen sind daher beide Werte nicht von Bedeutung. Unter der für die elektrooptische Streckenmessung gültigen Annahme von $m_s = \pm 0,01 \text{ m}$ und $m_z = \pm 0,01 \text{ m}$ wurde die Gleichung (13) für 4 verschiedene Höhenwinkel und für die in den vorhergehenden Tabellen verwendeten Schrägfernen \bar{s} ausgewertet: (siehe Tabelle auf Seite 174)

Es wurden in dieser Tabelle Fehlerwerte auch für Strecken ausgewiesen, die in der Praxis unter diesen Umständen nicht mehr gemessen werden können, z. B. wird es keine Strecke geben, die über eine Entfernung von 5 km eine bodennahe Visur bei einem Höhenwinkel von 40° haben kann. Diese Werte sollen aber nur illustrieren, welche Auswirkung die verschiedenen Werte für m_k sogar auf die Streckenmessung haben.

Es zeigt sich auch hier wiederum, daß erst ab einer Entfernung von etwa 0,5 km die vier Genauigkeitsstufen eine praktische Auswirkung auf den Streckenfehler haben. Bei größeren Entfernungen und größerem Höhenwinkel ergeben sich jedoch beträchtliche Genauigkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Stufen.

Stufe	α^{θ}	$m_{s(\text{kor.})}$ in m -Einheiten für ein s von					
		0,5 km	1,0 km	2,0 km	3,0 km	4,0 km	5,0 km
1	10	0,011	0,011	0,012	0,014	0,017	0,022
	20	0,012	0,013	0,016	0,021	0,029	0,040
	30	0,014	0,015	0,021	0,029	0,041	0,058
	40	0,016	0,018	0,026	0,037	0,053	0,074
2	10	0,011	0,011	0,014	0,021	0,033	0,049
	20	0,012	0,013	0,021	0,038	0,063	0,095
	30	0,014	0,016	0,029	0,054	0,091	0,139
	40	0,016	0,019	0,037	0,070	0,118	0,180
3	10	0,011	0,011	0,017	0,030	0,051	0,078
	20	0,012	0,014	0,028	0,058	0,099	0,153
	30	0,014	0,018	0,040	0,084	0,146	0,225
	40	0,016	0,021	0,051	0,108	0,188	0,291
4	10	0,011	0,012	0,027	0,057	0,099	0,154
	20	0,012	0,017	0,050	0,111	0,196	0,305
	30	0,015	0,023	0,073	0,163	0,287	0,447
	40	0,017	0,029	0,095	0,210	0,372	0,579

Mitteilungen

o. Professor Dr. Karl Rinner — Ehrendoktor und Akademiestmitglied

Kurz nacheinander wurden o. Prof. *Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Rinner*, Vorstand des Instituts für Landesvermessung und Photogrammetrie an der Technischen Hochschule in Graz, zwei hohe Ehrungen zuteil.

Die Österreichische Akademie der Wissenschaften hat in ihrer Sitzung vom 14. Mai 1974 Prof. Rinner zum korrespondierenden Mitglied der naturwissenschaftlichen Klasse gewählt.

Die Technische Hochschule Darmstadt verlieh ihm am 12. Juli 1974 die Würde eines Doktor-Ingenieurs Ehren halber (Dr.-Ing. E. h.); sie begründete dies mit der Anerkennung seiner richtungsweisenden wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gesamtgebiet der Geodäsie und Photogrammetrie.

Das Gesamtwerk des Geehrten wurde bereits anlässlich seines 60. Geburtstages in dieser Zeitschrift (Mai 1973) kurz gewürdigt. Daher soll hier ein Rückblick besonders auf das photogrammetrische Schaffen Prof. Riners gegeben werden, das in seinem Lebenswerk eine wichtige Rolle einnimmt.

Das Interesse an photogrammetrischen Orientierungsproblemen begleitete bereits Riners erste geometrische Untersuchung, die zur Doktordissertation „Beiträge zur Wienerschen Imaginärprojektion“ führten; diese Arbeit war so bedeutend, daß sie Aufnahme in die Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften fand.

Ab 1939 beschäftigte sich Rinner in Veröffentlichungen mit den aktuellen Problemen der Photogrammetrie. Gemeinsam mit seinem Lehrer Prof. *Zaar* publizierte er Beiträge zur Zweimedienphotogrammetrie; seine Leistung auf diesem Gebiet wurde 1969 durch die Verleihung des Talbert Abrams Award seitens der Amerikanischen Gesellschaft für Photogrammetrie anerkannt.

Im Jahr 1948 veröffentlichte er erstmals über die Geometrie des Funkmeßbildes im Anzeiger der naturwissenschaftlichen Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften; es folgten

weitere Publikationen auf diesem Gebiet, das heute durch die Radargrammetrie einen damals noch kaum zu ahnenden Aufschwung erfahren hat.

Neben einer vielseitigen Tätigkeit in der Ingenieurvermessung und der elektronischen Entfernungsmessung beschäftigte sich Rinner besonders mit der analytischen Photogrammetrie. Ab 1957 erschienen mehrere grundlegende Publikationen hierüber, welche durch Inhalt und moderne Darstellung — Rinner verwendete als einer der ersten Photogrammeter systematisch Vektor- und Matrizenrechnung — internationale Beachtung fanden.

So kam es, daß Prof. Rinner nach der Fertigstellung des Bandes über elektronische Entfernungsmessung des Handbuches der Vermessungskunde von Jordan-Eggert-Kneißl auch noch mit der Herausgabe des Photogrammetrie-Bandes beauftragt wurde. Dieses Werk gibt in drei Teilbänden, die von ihm gemeinsam mit anderen internationalen Fachleuten verfaßt wurden, erstmals eine zusammenfassende Darstellung der gesamten Photogrammetrie.

Auch in seinen Arbeiten zur Satellitengeodäsie konnte Rinner seine Erfahrungen in geometrischen und photogrammetrischen Forschungen mit großem Erfolg verwenden.

Der Unterzeichnete hatte bereits als frischgebackener Diplom-Ingenieur 1956 und 1957 das Glück, Vorlesungen des damaligen Hochschuldozenten Rinner (er wurde kurz darauf zum ordentlichen Professor berufen) über elektronische Entfernungsmessung und über analytische Photogrammetrie zu hören, die in ihrer mathematischen Strenge und geometrischen Anschaulichkeit auf ihn einen nachhaltigen Eindruck ausübten.

So ergreift er gern die Gelegenheit, o. Prof. *Dr. Ing. E. h. Dr. techn. Karl Rinner* namens der österreichischen Geodäten zur zweifachen hohen Ehrung herzlich zu gratulieren.

Helmut Moritz

Ehrung für o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Moritz

Der Vorstand des Institutes für Erdmessung und physikalische Geodäsie o. Prof. *Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Moritz* wurde mit Dekret vom 30. Juli 1974 zum auswärtigen Mitglied der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Accademia Nazionale dei Lincei in Rom gewählt.

Durch diese Auszeichnung hat die wissenschaftliche Tätigkeit von Prof. Moritz eine weitere hohe Anerkennung erfahren, die auch die gesamte österreichische Geodätenschaft ehrt. In der Folge soll aus diesem Anlaß der bisherige Lebensweg des Geehrten, der steil nach aufwärts führt, in kurzen Worten geschildert werden.

Prof. Moritz wurde 1933 in Graz geboren. 1959 wurde er „sub auspiciis praesidentis“ zum Doktor der Technischen Wissenschaften an der Technischen Hochschule in Graz promoviert. Nach kurzer Tätigkeit an der Lehrkanzel von Prof. Hubeny an der Technischen Hochschule in Graz war er Vertragsbediensteter im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Vermessungsamt Graz. 1960 erhielt er die Lehrbefugnis für Geodäsie an der TH Graz. In der Zeit von 1962 bis 1964 war er Research Associate an der Ohio State University, Columbus, USA. 1964 übernahm er eine Dozentur für Höhere Geodäsie an der Technischen Hochschule in Hannover, ein halbes Jahr später wurde er zum o. Professor für Höhere Geodäsie und Astronomie an der Technischen Universität Berlin ernannt. 1971 nahm er einen Ruf an seine Heimathochschule Graz an.

Prof. Moritz war in der Zeit von 1965 bis 1967 Vorsitzender der DGK, seit 1971 ist er Präsident der Sektion IV, „Theory and Evaluation“ (Theoretische Grundlagen, Rechen- und Informationstechnik), der Internationalen Assoziation für Geodäsie, eine Auszeichnung, die er als erster Österreicher erfährt. Außerdem leitet er zwei Studiengruppen dieser Assoziation. 1969 wurde er ehrenamtlich zum „Adjunct Professor“ an der Ohio State University, Department of Geodetic Science, bestellt, was der Verleihung des Professorentitels durch diese Universität entspricht. Nach dem Erscheinen des vielbeachteten Lehrbuches „Physical Geodesy“, das er gemeinsam mit Prof. *Heiskanen* herausgegeben hat, wurde er 1970 zum ausländischen Mitglied der Finnischen Akademie der Wissenschaften gewählt.

Die österreichische Kollegenschaft gratuliert Prof. Moritz herzlich zu seiner neuen hohen Auszeichnung.

Karl Rinner

Nachruf für Univ.-Prof. DDr. Josef Michael Wegan

Univ.-Prof. *DDr. Josef Michael Wegan*, der Vorstand des Instituts für Zivilgerichtliche Verfahren und Agrarrecht an der Universität Graz, ist am 30. September 1974 nach einem schweren Leiden gestorben. Prof. Wegan hatte an der Technischen Hochschule in Graz seit 1949 Lehraufträge für Vorlesungen über „Allgemeine Rechtslehre“, „Rechtliche Grundlagen des Vermessungswesens“ und „Gesetze über Öffentliche Bücher“. Durch die lebendige Darstellung des Sachgebietes hat er es verstanden, Studierende des Vermessungswesens in hohem Maße zu interessieren und hat damit wichtige Grundlagen für deren praktische Betätigung vermittelt. Er war ein beliebter Lehrer und ein hochgeachteter Kollege.

Der Verstorbene hat sich auch mit grundsätzlichen rechtlichen Fragen des Vermessungswesens befaßt und dazu, insbesondere auch zum neuen Vermessungsgesetz, in Vorträgen und Publikationen Stellung genommen. Prof. Wegan gebührt daher das Verdienst, an der Fundierung des modernen Vermessungswesens in Österreich wesentlich mitgewirkt zu haben. Die österreichischen Geodäten verlieren an ihm einen wichtigen Förderer und Interpreten.

Prof. Wegan wurde 1905 in Wien geboren, studierte in Wien und Graz und wurde nach der Tätigkeit im Gerichtsdienst in Niederösterreich nach dem Krieg nach Graz berufen. Wegen seiner außergewöhnlichen Fähigkeiten wurde er rasch befördert und wurde 1961 zum Präsidenten des Landesgerichts für Zivilrechtsachen ernannt. 1965 erhielt er den Ruf als Ordinarius für zivilgerichtliche Verfahren und Agrarrecht an der Juridischen Fakultät in Graz. Seine Tätigkeit wurde durch Berufung in internationale Organisationen und Verleihung von Ehrenzeichen anerkannt. Seine reiche wissenschaftliche Tätigkeit fand durch eine unlängst erschienene umfassende Darstellung des österreichischen Insolvenzrechtes ihren Abschluß.

Die Technische Hochschule in Graz beklagt den Verlust eines hervorragenden Lehrers, die Geodäten verlieren an dem Verstorbenen einen hervorragenden Kenner der rechtlichen Grundlagen des Vermessungswesens und Förderer sowie einen wohlwollenden Vertreter und Interpreten unter den Juristen. Durch seine hohen Verdienste wird er auch in der geodätischen Fachwelt, durch seine große Persönlichkeit und menschliche Güte aber auch in den Herzen seiner Freunde und Kollegen im Vermessungswesen weiterleben.

Karl Rinner

3. Geodätische Woche in Köln vom 22. bis 28. Mai 1975

Der Deutsche Verein für Vermessungswesen veranstaltet gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, der Deutschen Gesellschaft für Kartographie und dem Deutschen Markscheiderverein

in der Zeit vom 22. bis 28. Mai 1975 in Köln die 3. Geodätische Woche, zu der die österreichischen Kollegen freundlich eingeladen werden. Das genaue Programm wird noch bekanntgegeben.

Referate

Intercosmos Symposium on results of Satellite Observations

Vom 21. bis 24. Oktober 1974 fand in Budapest ein Symposium über Resultate von Satellitenbeobachtungen statt, welches vom 6. Arbeitskreis der Ostblock-Satellitenorganisation Intercosmos veranstaltet wurde. Zwanzig der über hundert Teilnehmer kamen aus westlichen Ländern, aus Österreich Prof. *Rinner* und der Referent.

Das Symposium war in drei Sektionen gegliedert, welche die internationalen Programme der Satellitengeodäsie, die Erforschung der oberen Atmosphäre und die Entwicklung neuer Beobachtungsinstrumente zum Inhalt hatten. Es sei hier eine Auswahl der etwa 55 behandelten Themen gegeben.

Die meisten der in der Sektion „Satellitengeodäsie“ gehaltenen Vorträge beschäftigten sich mit Problemen geometrischer Natur. *Schmid* und *Mueller* (USA) berichteten über die Abschlußarbeiten an den beiden globalen Satellitentriangulationen, die 46 bzw. 158 Stationen umfassen und durchschnittlich 4 m Genauigkeit besitzen; die Erddimensionen ergaben sich übereinstimmend mit 6378140 m und 1:298,3. *Erpylew* (USSR) gab erste Resultate der Arktis-Antarktis-Kette bekannt, deren Richtungsfehler im Mittel 2'' beträgt, bei Verdichtung der Messungen aber auf 0''4 sinken dürfte. Auch LASER-Beobachtungen sind dabei vorgesehen. *Gaposchkin* (USA) referierte über die Smithsonian Standard Earth III, die nunmehr als Basis genauester Bahnberechnungen dienen kann. *Czarnecki* (PL) entwickelte ein Verfahren, mit dem über die Bestimmung des mittleren Erdellipsoides verschiedene Netze verbunden werden können. *Tarcsai* (H) behandelte eine Methode der geometrischen Ortsbestimmung aus simultanen Doppler-Beobachtungen, und der Referent berichtete über die Anwendung von Satelliten-Standlinien. Mehrere osteuropäische Arbeiten zur Bestimmung von Stationskoordinaten zeigten den praktischen Nutzen der ISAGEX-Datenbank (International Satellite Geodesy Experiment, fotogr. und Laser-Beobachtungen). Andere Vorträge hatten die Reduktion und Auswertung von Beobachtungen sowie Probleme der numerischen Verarbeitung zum Inhalt.

Aufgaben der dynamischen Satellitengeodäsie behandelten unter anderem *Zielinski*, PL (Bestimmung der Erdmasse) und *Montag*, DDR (Bahnbestimmung). *Tengström* (S) sprach über das europäische Short-Arc-Programm und *Fröhlich* (BRD) zur Lösung von Oberflächenintegralen. In zwei Referaten wurden Potentialkoeffizienten der 15. Ordnung mitgeteilt, die durch Analyse von Resonanzbahnen bestimmt werden konnten.

Die Sektion „Erforschung der oberen Atmosphäre“, in der sehr viele ungarische Kollegen mitarbeiteten, beschäftigte sich hauptsächlich mit numerischen Modellen der Atmosphäre und der Bestimmung der Dichtefunktion. Weiters wurde über Dichteänderungen, z.B. während geomagnetischer Stürme und über globale Windfelder berichtet. Andere Vorgänge behandelten die Theorie der Bahnbestimmung, der Bahnstörungen und Genauigkeitsvoraussagen. Referate über Probleme des Strahlungsdruckes und der Satellitenrotation sowie über die Einsatzmöglichkeit von Accelerometern rundeten den Themenkreis ab.

In der Sektion „Instrumentierung“ konnte man sich über den Stand der Beobachtungstechnik in Ost- und Westeuropa informieren. *Hamal* (CS) berichtete über ein mobiles LASER-Entfernungsmeßgerät, *Aardoom* (NL) über eine Spiegeloptik, die den Laserstrahl gleichzeitig senden und empfangen kann. In Potsdam wiederum kann eine SBG-Kamera abwechselnd zu photographischen Beobachtungen und zur Entfernungsmessung eingesetzt werden. *Seeger* (BRD) gab nähere Informationen über die Station Wettzell, die gegenwärtig mit zwei Kameras, einer Entfernungs- und einer Doppleranlage ausgerüstet ist; ihr Laser, der ebenso wie in Potsdam Genauigkeiten von 1 m erreicht, wird 1976 durch einen zehnmal genaueren ersetzt, und demnächst schon wird ein C-Band-Radar und ein weiteres Dopplergerät zum Einsatz kommen. In zwei anderen Referaten wurde über geodätische Satelliten berichtet, die in der Sowjetunion und in Frankreich entwickelt werden.

Das Symposium, das sich also über einen weiten Themenkreis erstreckte, gab einen guten Überblick über die gegenwärtigen Aktivitäten der Satellitengeodäsie und der Atmosphärenforschung in

Ost und West. Nachteilig wurde manchmal empfunden, daß von vielen der in russischer Sprache gehaltenen Vorträge keine englischen Übersetzungen vorhanden waren. Ganz besonders hervorzuheben ist die ungarische Gastfreundschaft, die sich nicht nur in einem ausgezeichneten Rahmenprogramm, sondern auch in zahlreichen „Kleinigkeiten“ zeigte. *Gottfried Gerstbach*

Symposium der Kommission III der ISP in Stuttgart vom 2. bis 6. September 1974

Mathematische Methoden und Aerotriangulation lautete der Titel des Symposiums der Kommission III der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, zu dem die Herren Prof. *Dr.-Ing. F. Ackermann* (Präsident) und *Dr.-Ing. H. Bauer* (Sekretär) eingeladen hatten. Über 100 Teilnehmer aus 23 Ländern kamen in der Zeit vom 2. bis 6. September 1974 nach Stuttgart. Das Symposium war von der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und den Mitarbeitern des Institutes für Photogrammetrie der Universität Stuttgart bestens vorbereitet worden.

Von den 50 eingereichten Beiträgen wurden 35 Arbeiten zu folgenden vier Themenkreisen präsentiert:

Themenkreis I: Vergleich der möglichen Blockausgleichsmethoden, Ergebnisse von praktischen Versuchen, Anwendung der Blockausgleichung.

Themenkreis II: Systematische Fehler, Ausgleichungen mit zusätzlichen Parametern, theoretische und methodische Entwicklungen, Hilfsdaten und Kalibrierung.

Themenkreis III: Interpolationsmethoden, digitale Geländemodelle, Höhenlinieninterpolation.

Themenkreis IV: Metrische Aspekte bei den verschiedenen Verfahren der Fernerkundung.

Nachdem das Symposium vom Präsidenten der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Prof. *Dr.-Ing. G. Konecny*, und dem Dekan der Fakultät für Bauwesen der Universität Stuttgart, Prof. *Dr.-Ing. K. Linkwitz*, eröffnet worden war, gab Prof. *Dr.-Ing. F. Ackermann* im ersten Vortrag einen Überblick über die Arbeitsgebiete der Kommission III und eine Begründung für die Auswahl der vier angegebenen Themenkreise. Weiters erwähnte er, daß entgegen den Gepflogenheiten bei ähnlichen Veranstaltungen möglichst vielen Autoren die Möglichkeit geboten werden sollte, ihre Arbeiten vorzutragen.

Dadurch war natürlich die Zeit für die einzelnen Präsentationen beschränkt. Da aber alle Teilnehmer zumindest einen halben Tag vor den einzelnen Sitzungen die jeweiligen Arbeiten in schriftlicher Form bekamen, war die erwähnte Zeitlimitierung in den meisten Fällen kein wesentlicher Nachteil.

Themenkreis I: *J. M. Anderson*, Berkeley (USA), berichtete über Ergebnisse von großmaßstäblichen Blockausgleichungen, wobei dasselbe Bildmaterial einmal für eine Bündel- und einmal für eine Streifenblockausgleichung verwendet wurde. Die Ergebnisse bestätigten, daß Polynomausgleiche bei kleinen Blöcken und dichter Paßpunktanordnung numerisch anspruchsvolleren Verfahren nahezu ebenbürtig sind. Mit der Abnahme der Paßpunktanzahl bleibt die Genauigkeit der Bündelausgleichung nahezu konstant, während die Abweichungen in den Kontrollpunkten bei dem Polygonausgleich rapid zunimmt.

Mit der Auswirkung von zufälligen und systematischen Fehlern bei Blockausgleichungen mit Bündel-, Einzelmodell- und Tripletblockausgleichungen beschäftigte sich *E. M. Mikhail*, West Lafayette (USA). An Hand eines Blockes, der aus simulierten Daten für die ISP erstellt wurde, zeigte er, daß beim Vorhandensein von nur zufälligen Bildfehlern die Einzelmodell- und Triplettausgleichung nahezu gleiche Ergebnisse liefert. Sind hingegen zufällige und systematische Fehler in den Ausgangsdaten vorhanden, so ergeben Blockausgleichungen, die Triplets als Recheneinheiten benutzen, die geringsten Restfehler.

Anschließend präsentierte *G. Otepka*, Wien, die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Anwendung der Blockausgleichung in Österreich.

H. S. Williams, Johannesburg, beschäftigte sich mit der Bildkoordinatenmessung und ihrer Genauigkeit. Nach seinen Ausführungen erhält man die gleichen Triangulationsergebnisse unab-

hängig davon, ob die Bildkoordinatenmessungen in einfacheren oder genaueren photogrammetrischen Kartiergeräten oder Komparatoren durchgeführt werden.

An Hand einer Studie, die *R. P. Mark*, Jena, vorlegte, sah man die Auswirkung systematischer Komparatorfehler auf die Bündelblockausgleichung. Eine Erweiterung des mathematischen Modelles, z.B. Ausgleichung mit zusätzlichen Parametern, gestattet jedoch eine Ausschaltung dieser Fehler.

Über praktische Beispiele der Verdichtung übergeordneter trigonometrischer Netze mittels photogrammetrischer Blockausgleichung berichteten *F. Ackermann*, Stuttgart, und *J. Hvidegaard*, Kopenhagen. Im ersten Beispiel wurde das bestehende Netz III. Ordnung mit einem Einzelmodellausgleich verdichtet. Der Arbeit aus Dänemark war zu entnehmen, daß dort von der Triangulierung IV. Ordnung ausgegangen wird, um über Bündelblöcke ein Festpunktfeld zu erstellen, dessen Punktdichte und Anwendung den österreichischen EP-Feldern sehr ähnlich ist. Beide Ergebnisse zeigen, daß die photogrammetrische Blockausgleichung für eine Netzverdichtung ab der III. Ordnung geeignet ist.

Themenkreis II: Ausgehend von einer sehr umfangreichen Arbeit referierte *D. C. Brown*, Melbourne (USA), über die Entwicklung und Anwendung der photogrammetrischen Bündeltriangulation in den letzten 20 Jahren, wobei er besonders den heute erreichten Stand der Leistungsfähigkeit dieser Methode herausstellte.

Die Auswirkung von zusätzlichen Parametern auf die Genauigkeit beim Bündelblockausgleich war Gegenstand der Arbeit von *H. Salmenperä* und *A. Savolainen*, beide Helsinki, sowie von *J. M. Anderson*, Berkeley (USA).

Mit demselben Problem beschäftigten sich auch *G. H. Schut*, Ottawa, und *H. Bauer*, Hannover. Während sich *Schut* eines fiktiven Bildstreifens bediente, um die Auswirkung verschiedener Korrekturpolynome beim Bündelausgleich zu analysieren, benutzte *Bauer* den OEEPE-Block Oberschwaben. Er kam zu dem Ergebnis, daß die systematischen Tendenzen nicht nur der Photogrammetrie angelastet werden können, sondern zum Teil auch in den Spannungen der terrestrischen Grundlagennetze zu suchen sind.

Während die bisher behandelten Arbeiten sich mit Erweiterungen des mathematischen Modelles bei Bündelblockausgleichungen beschäftigten, führten *H. Ebner* und *W. Schneider*, beide Stuttgart, zusätzliche Parameter in die Blockausgleichung mit Einzelmodellen (Programm PAT-M43) ein und berichteten ausführlich über die dabei auftretenden Probleme.

Eine Erweiterung des Stuttgarter Blockprogrammes war schon in Ottawa vorgestellt worden. Es handelt sich dabei um die Einbeziehung von APR-Daten in die Ausgleichung. *H. Klein*, Stuttgart, konnte nun die Ergebnisse des ersten Testblockes präsentieren und über die dabei gesammelten guten Erfahrungen referieren.

1972 hatte *J. Albertz*, Karlsruhe, bei den photogrammetrischen Wochen ein Verfahren der Blocktriangulation angegeben, das zur Blockbildung keine Übertragungspunkte benötigt. In der mit *W. Kreiling* und *J. Wiesel*, beide ebenfalls aus Karlsruhe, verfaßten Arbeit, berichtet *Albertz* über praktische Erfahrungen und die Genauigkeit dieser Methode. Interessanterweise zeigte *E. Dorrer*, München, ein echtes Anwendungsbeispiel dieses Verfahrens. Dabei ging es um eine neuerliche photogrammetrische Auswertung eines Gletschers, die mit den vorhandenen Unterlagen und den herkömmlichen Methoden ohne eine neuerliche Paßpunktmessung nicht möglich gewesen wäre.

In einem theoretisch anspruchsvollen Beitrag sprach *H. Ebner*, Stuttgart, über eine allgemeine Zerlegungsmöglichkeit der Kovarianzmatrix, wobei er von dem Meissl'schen Konzept der 'inneren Genauigkeit' ausging.

Keine schriftlichen Unterlagen gab es leider zu den Ausführungen von *G. Alpar*, Sopron. Er beschäftigte sich mit theoretischen Problemen der Aerotriangulation.

Während das allgemeine Gesprächsthema des Symposiums bis zu dem Vortrag von *H. G. Jerie*, Enschede, sich um σ_0 und seine anscheinend unterschiedliche Definition und die sich daraus abzuleitende Bedeutung drehte, konnte dieser, durch seine bewußt provokant gehaltenen Ausführungen, die allgemeine Diskussion auf die Problematik praktischer Versuche lenken. Bekanntlich möchte er diese Schwierigkeiten mit einem Simulationsprogramm umgehen.

J. Hädem, Trondheim, und *O. Kölbl*, Birmensdorf (Schweiz), befaßten sich in ihren Arbeiten mit dem Problem der Kamerakalibrierung. Beide bestätigten, daß die Ergebnisse der Laboratoriums-

kalibrierung mit jenen, die sich bei einer Kalibrierung unter echten Einsatzbedingungen ergeben, nicht notwendigerweise übereinstimmen müssen. Von einem Firmenvertreter wurden diese Aussagen allerdings angezweifelt.

Themenkreis III: Insgesamt gab es nur drei Vorträge zu diesem Themenkreis.

G. H. Schut, Ottawa, beschäftigte sich in seinen Ausführungen zuerst mit einer theoretischen Betrachtung verschiedener Interpolationsmethoden. Zur Bestätigung seiner theoretischen Ergebnisse wandte er diese Verfahren im zweiten Teil seiner Arbeit auf die Neupunktbestimmung in einem DTM an.

Auch *E. Clerici* und *K. Kubik*, beide Den Haag (Niederlande), behandelten verschiedene Interpolationsmethoden und die damit erreichbaren Genauigkeiten. Dabei gelangten sie zu dem Schluß, daß die Genauigkeit der interpolierten Höhen eines DTM hauptsächlich vom Abstand der Kontrollpunkte und der Beschaffenheit der Geländefläche und weniger von den verwendeten Interpolationsverfahren abhängt.

Über die Erweiterung des Stuttgarter Höhenlinienprogrammes auf Geländebruchlinien berichtete *E. Assmus*, Stuttgart und Wien. Bekanntlich können mit dem oben erwähnten Programm aus Profilen und beliebig verteilten Geländepunkten Schichtenlinien gerechnet werden. In dieser erweiterten Version beeinflussen Geländepunkte jenseits einer Bruchlinie nicht das Interpolationsergebnis, wodurch eine wesentliche Qualitätssteigerung der indirekt gewonnenen Schichtenlinien erreicht wird.

Themenkreis IV: Im ersten Beitrag dieses Themenkreises, für den zwei Halbtage reserviert worden waren, gab *G. Konecny*, Hannover, als Vorsitzender der Arbeitsgruppe „remote sensing“ innerhalb der Kommission III, einen sehr informativen Bericht über den derzeitigen Stand von Geräten, Methoden und den erreichbaren Genauigkeiten.

Der erste Teil der nachfolgenden Vorträge war der Aufnahme und Auswertung von „side looking radar (SLAR)“ gewidmet.

L. C. Graham, Phoenix (USA), behandelte die Geometrie dieser Methode und *H. Jensen*, Philadelphia, berichtete über neue Erfahrungen mit SLAR.

Über die Lageausgleichung von SLAR-Streifen referierte *F. Leberl*, Enschede. Diese Ausgleichung ist die Grundlage für das kolumbianische SLAR-Kartierungsprojekt PRORADAM, das für die nahezu ebene Amazonasregion Kolumbiens durchgeführt wurde.

Mit Hilfe simulierter Radar-Bildkoordinaten versuchte *G. Doweidit*, Hannover, Aussagen über die Zusammenhänge von Aufnahmesituationen und geometrischer Auswertung von SLAR-Aufnahmen anzugeben.

Im letzten Beitrag, der sich mit SLAR-Aufnahmen und Auswertung beschäftigte, berichtete *E. Derenyi*, Fredericktown, (Kanada) über einen Test, der mit dem Goodyear Mapping System im Bildmaßstab 1:400 000 geflogen wurde. Die Lageauswertung nach verschiedenen Methoden ergab als mittleren Lagefehler 27,4 m. Für den mittleren Höhenfehler wurde mit einer Polynomausgleichung 30,7 m erreicht.

E. Clerici berichtete über das Programmsystem MARS, das von ihm, *D. Eckhart* und *K. Kubik*, alle Den Haag (Niederlande), beim Rijkswaterstaat entwickelt wurde und zur Kartierung von verschiedenen remote sensing-Daten dient.

Der zweite Teil des Themenkreises IV war der Geometrie von Multispektral Scanner-Daten (MSS) gewidmet.

Zur metrischen Auswertung von MSS-Daten stehen prinzipiell zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- a) Bestimmung der Parameter des funktionalen Modelles der Aufnahmetechnik,
- b) Interpolation der Bildverzerrungen mit Hilfe der Widersprüche in bekannten Punkten.

Mit beiden angegebenen Möglichkeiten zur Rektifikation arbeiteten *J. R. Baker*, *G. W. Marks* und *E. M. Mikhail*, alle West Lafayette (USA), bei der Auswertung von sich überlappenden MSS-Aufnahmen zweier Testoperatoren.

H. P. Bähr, Hannover, verwendete zwei verschiedene Interpolationsverfahren zur Rektifikation von ERTS-1-Bildern (Earth Resources Technology Satellite) an, wobei beide Methoden ähnliche Ergebnisse lieferten.

Während die meisten Institutionen und Fachleute, die über die Auswertung und Anwendung von ERTS-Scanner-Aufzeichnungen für kartographische Zwecke berichteten, über das Teststadium

noch nicht hinausgekommen sind, dürfte dieser Aufgabenkreis beim U. S. Geological Survey bereits zum Routinebetrieb geworden sein. Die Ausführungen von *A. P. Colvocoresses*, Reston (USA), waren jedenfalls so eindrucksvoll, daß man notwendigerweise zu dieser Schlußfolgerung kommen mußte. Mit Hilfe solcher Satelliten und der dabei verwendeten Verfahren wird es möglich, das gesamte Festland unserer Erde sehr bald mit Karten des Maßstabes 1:250.000 zu decken. Aber auch für viel größere Kartenmaßstäbe können aus diesen Aufnahmen wichtige Informationen sehr rasch gewonnen werden.

Im letzten Vortrag des Symposiums präsentierte *H. Ziemann* die Arbeit von *V. Kratky*, Ottawa. Dabei ging es um die Kompensation jener Fehler, die bei der Digital-Analogumwandlung der MSS-Informationen durch den dabei eingesetzten Printer erzeugt werden.

Neben diesen eben besprochenen Vorträgen wurden noch 15 Arbeiten zu dem Symposium eingereicht, die jedoch aus Zeitgründen nicht behandelt werden konnten. Der interessierte Leser wird darauf aufmerksam gemacht, daß im Frühjahr 1975 alle in Stuttgart eingereichten Arbeiten in einem Heft der Deutschen Geodätischen Kommission erscheinen werden.

Nimmt man den Prozentsatz der bei den Sitzungen anwesenden Symposiumsteilnehmer als Maßstab für die Güte des Gebotenen bzw. für die richtige Themenauswahl des Veranstalters, so besteht keinerlei Zweifel, daß diese arbeitsreiche Woche für die Organisatoren ein großer Erfolg und für alle Teilnehmer ein echter fachlicher Gewinn war. Dem Berichterstatter ist es ein persönliches Bedürfnis, den Veranstaltern, den Leitern der einzelnen Sitzungen und allen Mitarbeitern bei der Gestaltung dieses Symposiums seinen Dank auszusprechen.

Gottfried Otepka

Ortsbestimmung mit künstlichen Erdsatelliten nach der Standlinienmethode

Von *Gottfried Gerstbach*, Wien

Autorenreferat über die an der Technischen Hochschule Wien approbierte Dissertation gleichen Themas.

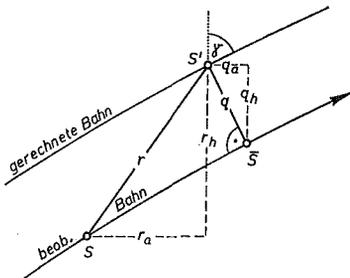
Begutachter: o. Prof. Dr. K. Bretterbauer und
o. Prof. Dr. H. Schmid.

Durch die Beobachtung künstlicher Erdsatelliten und die Berechnung ihrer Bahnen ist es möglich, auf der Erdoberfläche absolute Ortsbestimmungen durchzuführen. Viele Beobachtungsstationen erreichen die dazu notwendige Winkelmeßgenauigkeit, doch mangelt es oft an adäquater Genauigkeit der Zeitnehmung. In der Dissertation wird ein Weg aufgezeigt, wie durch Einführung von Standlinien zur Satellitenspur die Zeitfehler der zu bestimmenden Station eliminiert werden können. Die bei einer praktischen Erprobung des Verfahrens errechnete absolute Lotabweichung von Wien-Hietzing stimmt mit den auf drei anderen Wegen gewonnenen Resultaten gut überein.

Im 1. Teil der Arbeit wird das Prinzip der Methode beschrieben, welche auf genäherten Stationskoordinaten und dem Vergleich zwischen gemessenen und berechneten Satellitenpositionen beruht. Die letzteren entstammen einem Bahnverbesserungsprogramm (z. B. am Smithsonian Astrophysical Observatory, S. A. O., entwickelt), welches aus Beobachtungen verschiedener Observatorien die

genauen Satellitenbahnen bestimmt. Der weitere Vorgang sei an Hand der nebenstehenden Skizze erläutert, welche eine gemessene Satellitenposition S und die aus der Bahn für denselben Moment gerechnete Position S' zeigt. Ihr Abstand r , das „Residuum“, läßt sich durch Azimut- und Höhendifferenz r_a , r_h darstellen und wird in erster Linie durch die Fehler der Stationskoordinaten (bzw. Lotabweichung) und der Zeitmessung hervorgerufen.

Über die Bewegungsrichtung γ des Satelliten kann S in \bar{S} übergeführt und das Quer-Residuum q berechnet werden, welches durch Verschieben der Station zum Verwinden gebracht werden soll. Jede Beobachtung ergibt als geometrischen Ort für die wirkliche Stationslage eine Standlinie, deren Richtung durch die Projektion von $(S \bar{S})$ auf die Erdoberfläche



festliegt und deren Abstand vom genäherten Stationsort eine Funktion der Satellitenentfernung und -höhe sowie q_a und q_h ist. Die Fehler in den gemessenen Satellitenpositionen und den gerechneten Bahnen sind hauptsächlich zufälliger Natur und können durch Ausgleich zahlreicher Standlinien eliminiert werden, deren Gewichte von den geometrischen Verhältnissen und der Beobachtungsgüte abhängen.

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden Computerprogramme für die Berechnung der Bewegungsrichtung von Satelliten, für die Umrechnung der Residuen und die Durchführung des strengen Ausgleichs angegeben. Zur praktischen Anwendung der Methode werden 199 Beobachtungen von 13 verschiedenen Satelliten herangezogen, die vom Verfasser auf den nahe benachbarten Stationen 0716 und 0750 in Wien-Hietzing ($\varphi = 48^\circ 10'$, $\lambda = 16^\circ 17'$) im Rahmen des S. A. O. Moonwatch-Netzes gemacht wurden. Die Positionsmessungen erfolgten im lichtstarken Fernrohr visuell vor dem Sternhintergrund und erreichten Genauigkeiten von $10-50''$, die Zeitfehler betragen durchschnittlich $0^s.2$.

Die Satellitenbahnen wurden vom S. A. O. alle zwei Wochen aus den Messungen zahlreicher Stationen berechnet, wobei die Beobachtungen der 16 (bereits genau lokalisierten) Baker-Nunn-Kameras das Übergewicht bildeten. Dadurch sind die Residuen nicht nur genau ($10-20''$), sondern haben auch nahezu absoluten Charakter. Als genäherte Stationskoordinaten wurden die astronomisch bestimmten Längen und Breiten eingeführt, so daß die Ortsbestimmung aus Satellitenbeobachtungen auf die Ermittlung absoluter Lotabweichungen hinauslief. Wegen des geringen Abstandes von nur 900 m wurde für beide Stationen ein gemeinsamer Standlinienausgleich vorgenommen. Aus 170 Beobachtungen ergab sich die absolute Lotabweichung

$$\xi_0 = + 1''.1 \pm 1''.6, \quad \eta_0 = + 6''.5 \pm 1''.5,$$

was mittleren Fehlern der Ortsbestimmung von etwa ± 50 m entspricht.

Zur Beurteilung der äußeren Genauigkeit werden im letzten Kapitel der Arbeit aus gravimetrisch-astronomischem Material sowie aus zwei Satelliten-Weltnetzen durch Übertragung bzw. Transformation absolute Lotabweichungen hergeleitet, die sich vom obigen Ergebnis um durchschnittlich $0''.9$ unterscheiden. Ihr Mittel

$$\xi_0 = + 1''.57 \pm 0''.53, \quad \eta_0 = + 6''.85 \pm 0''.89$$

zeigt sogar Übereinstimmung innerhalb $0''.5$, also ca. 15 m.

Das beschriebene Standlinienverfahren ermöglicht daher gute absolute Ortsbestimmungen von Satellitenstationen, deren Meßgenauigkeit besser als etwa $100''$ ist. Es dürfte für ungefähr 50 visuelle Stationen auf Grund bereits vorliegenden Beobachtungsmaterials anwendbar sein, bietet aber auch für manche fotografische Observatorien Vorteile, wenn die Qualität der Zeitregistrierung zu wünschen übrig läßt. Solange die Satellitenbahn gut erfaßt ist, stellt auch eine isolierte Lage der Station kein Hindernis dar.

Untersuchung über die Einsatzmöglichkeit der Blockausgleichung in Österreich

Von *Gottfried Otepka*, Wien

Autorenreferat über die an der Technischen Hochschule in Wien approbierte Dissertation gleichen Themas.

Begutachter: o. Prof. Dr.-Ing. K. Kraus und

o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. H. Schmid.

Seit einigen Jahren gibt es sehr allgemein konzipierte Blockausgleichsprogramme, die im Ausland als Routineverfahren zur Einzelpunktbestimmung eingesetzt werden.

Da sich das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen bisher dieses Verfahrens nicht bedient, sollte in der Dissertation untersucht werden, unter welchen Bedingungen vorgegebene Genauigkeitsforderungen erreichbar sind. Zusätzlich sollten alle möglichen Verfahren der Punktbestimmung hinsichtlich ihrer Kosten miteinander verglichen werden.

Im 1. Teil der Arbeit wird der Themenkreis Koordinatensysteme behandelt, da Blockausgleichsoperete Dimensionen haben, in denen die Auswirkung der Erdkrümmung und der Pro-

jektionsverzerrung nicht mehr vernachlässigt werden kann. Zur Klärung der Frage hinsichtlich der Anwendbarkeit der Blocktriangulation wird im 2. Teil über durchgeführte praktische Beispiele aus Österreich berichtet. Ein Wirtschaftlichkeitsvergleich der konkurrenzierenden Verfahren wird im 3. Teil der Arbeit angestellt. Mit dem Schlußteil der Dissertation werden Argumente aufgezeigt und Empfehlungen angegeben, die mithelfen sollten, daß es in Österreich zu einem möglichst raschen Einsatz der Blockausgleichung im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen kommt.

Auf Grund der Aktualität der Untersuchung und den dabei gewonnenen Ergebnissen wird in der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie ein Auszug der Arbeit in den Heften 1 und 2 des 63. Jahrganges (1975) gebracht werden, weshalb das vorliegende Autorenreferat bewußt knapp gehalten ist.

Beiträge zur Nullstellenbestimmung für transzendente Kurven durch Iterationsverfahren

Von *Gerhard Palfinger*, Wien

Autorenreferat über die an der Technischen Hochschule Wien approbierte Dissertation gleichen Themas.

Begutachter: o. Prof. Dr. F. Hauer und
o. Prof. Dr. H. Schmid.

Der Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung bei der Trasseneinrechnung im Straßenbau erfordert leistungsfähige Software. Im vorhandenen Software-Angebot werden zur Lösung einzelner Probleme zusätzlich zu den Bestimmungsparametern der Elemente, Näherungswerte für die Lösung gefordert. Dies steht im Widerspruch zu den Bemühungen um einen geschlossenen Rechenablauf.

In dieser Arbeit werden die Probleme der Schnittpunktsbestimmung der drei Trassierungselemente Gerade, Kreis und Klotoide untersucht. Die Klotoide, als transzendente, nicht geschlossen darstellbare Funktion, erfordert zur Lösung dieser Aufgabe die Anwendung von Iterationen. Zuerst werden die Iterationsverfahren zur Nullstellenbestimmung, wie Regula falsi, Newton-Verfahren, Verfahren von Gregory und das Δ^2 -Verfahren von Aitken und deren Erweiterung auf zwei Gleichungen wie auch Konvergenzverhalten und Leistungsfähigkeit behandelt.

An diese grundsätzlichen Betrachtungen schließt die Formulierung einer EDV-gerechten Iteration zur Nullstellenbestimmung für eine Nullstelle sowie die Erweiterung dieses Verfahrens auf zwei Nullstellen an. Für den speziellen Fall Gerade-Klotoide wird dieser Lösungsweg adaptiert. Auch für die Schnittpunkte von Kreis-Klotoide sowie Klotoide-Klotoide werden Iterationsverfahren entwickelt.

Die angegebenen Verfahren benötigen keine Näherungswerte für die Lösung, sind auch auf Fahrbahnrandränder (Proportionalkurven zu den Trassierungselementen Gerade, Kreis und Klotoide) anwendbar und weisen in der Regel eine Konvergenz von mindestens zweiter Ordnung auf. Ein Aufsummieren von Rundungsfehlern wird durch den Aufbau der Iterationen ausgeschlossen.

Die behandelten Iterationsverfahren zur Schnittpunktbestimmung sind die Grundlage für die Erstellung von Rechenprogrammen für den PHILIPS Bürocomputer P 350-S. Eine Zusammenstellung von numerischen Beispielen mit Anschreibung der wesentlichen Iterationsschritte ist der Arbeit angeschlossen.

Buchbesprechungen

Die zweite Ausgleichung des österreichischen Dreiecksnetzes 1. Ordnung

Bericht des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, verfaßt von *Josef Litschauer*, broschiert im Format 17×24 cm, 212 Seiten mit 7 Abbildungen und 3 transparenten Beilagen in Tasche; im Eigenverlag des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien 1973.

Die hier vorgelegten Ergebnisse sind de facto die Resultate der *ersten vollständigen und freien Ausgleichung* des im Verlauf der Neutriangulierung geschaffenen österreichischen Netzes 1. Ordnung mit Einbeziehung der für den Abschluß des österreichischen Netzes notwendigen Randpunkte der Netze der Nachbarstaaten. (Die sogenannte „erste“ Ausgleichung wurde 1970 durchgerechnet. Da nach ihrer Berechnung von italienischer Seite neue Meßergebnisse für einen großen Bereich der gemeinsamen Randzone zur Verfügung gestellt wurden, die ungünstige und empfindliche Situationen am Südrand des österreichischen Netzes verbesserten, wurde die Ausgleichung wiederholt. Zur ersten Ausgleichung siehe J. Litschauer: „Die trigonometrische Bestimmung des österreichischen Dreiecksnetzes 1. Ordnung“ in „Vierte Fachtagung für Vermessungswesen in Wien 1970 – Grundlagenmessungen des österreichischen Bundesvermessungsdienstes“; Gesammelte Vorträge, S. 117–127 mit 4 Bildbeilagen, Wien 1971.)

Der vorliegende Bericht gibt nun zuerst eine geschlossene geschichtlich-technische Darstellung der Entwicklung des österreichischen Dreiecksnetzes 1. Ordnung, die, wie bekannt, in drei Abschnitte zerfällt:

Militärtriangulierung ab 1806,

Gradmessungstriangulierung ab 1862, mit entsprechenden flächenhaften Erweiterungen der ursprünglichen Rahmenketten oder -netze für die Landesaufnahme und

Neutriangulierung ab 1925, die, aus der Not der jeweiligen Situation heraus, vorerst zu dem heute geltenden Gebrauchsnetz führte.

Im Abschnitt 2. *Die Neutriangulierung* sind in zwei Tabellen (S. 14/15) Beziehungen und Endstand zwischen dem Gradmessungsnetz und dem modernisierten Netz der Neutriangulierung, getrennt nach In- und Auslandspunkten, ausgewiesen. Die Tabelle S. 14 gibt die Anzahl der ausgeschiedenen (im Inland 24, im Ausland 10), der in unveränderter alter Lage (40, 14), in rechnerisch geänderter Lage (9, 7) und als Neupunkte (9, 1) übernommenen Gradmessungspunkte sowie die Anzahl der echten Neupunkte (57, 21) an. Das Netz der Neutriangulierung umfaßt damit 115 Inlands- und 43 Auslandspunkte. Die Tabelle auf S. 15 bringt das namentliche Verzeichnis der ausgeschiedenen (24, 10) Gradmessungspunkte.

Im Abschnitt 3. *Die erste Ausgleichung* sind in knapper Form die Entstehung des *Gebrauchsnetzes* sowie die schon erwähnte *erste freie Ausgleichung* des Neutriangulierungsnetzes (Abschluß der trigonometrischen Beobachtungen 1960) in einem Guß im Jahre 1970 und die die zweite Ausgleichung auslösenden Momente (siehe oben) dargestellt.

Im Abschnitt 4. *Die zweite Ausgleichung* folgt die Aufstellung der an den Messungen angebrachten Reduktionen auf das Ellipsoid ohne den Lotabweichungen, da diese für 25% der Inlandstationen noch nicht gemessen, und von fast allen Auslandspunkten unbekannt sind.

Für die Ausgleichung wurden die 850 doppelseitigen und fünf einseitigen Netzrichtungen als unabhängig angesehen und gleichgewichtig eingeführt. Dies obwohl die verschiedenen angewandten Beobachtungsmethoden nicht korrelationsfreie Ergebnisse lieferten, deren Beachtung an sich aber zu einem starken zusätzlichen Zeitaufwand und zu unvollständigen Resultaten speziell bei den Auslandspunkten geführt hätte, von denen nur abgeschlossene Richtungssätze ohne Entstehungsgesetz vorlagen.

Zur Abschätzung der Genauigkeit der Beobachtungen vor der Ausgleichung dienen neben den Dreiecksschlußfehlern die Widersprüche der Seitengleichungen, die nach *Höpcke* in den Dreiecksschlüssen vergleichbare Winkelwerte umgeformt und tabellarisch, nach der Gliederzahl der Zentral-

figuren geordnet, zusammengestellt wurden. Von Interesse ist hier die folgende Gegenüberstellung der durchschnittlichen bzw. mittleren Widersprüche und Richtungsfehler

Aus den Widersprüchen	Durchschnittlicher Widerspruch	Mittlerer Richtungsfehler
der 271 Dreiecke	$\pm 0,716''$	$\pm 0,379''$
der 121 Seitengleichungen	0,994	0,539
aller 392 Gleichungen	0,802	0,435
Aus der Ausgleichung	—	(1,165)
		0,476

Die Ausgleichung erfolgte, wie schon erwähnt, nach bedingten Beobachtungen: 392 Bedingungs-gleichungen, und zwar 271 Dreiecks- und 121 Seitenbedingungen, die Auflösung des Normalgleichungs-systems usw. auf der elektronischen Rechenanlage der Universität Wien. In zwei Netzbildern (Abb. 2 und 3) sind sehr geschickt die resultierenden Richtungs- und Dreieckswinkelverbesserungen darge-stellt.

Die Abschnitte 5. *Gegenüberstellung von Gebrauchsnetz und Zweitem Netz* und 6. *Gegenüber-stellung von Europanetz (ED 50) und Zweitem Netz* dienen vergleichenden Untersuchungen. Die erste folgt dem eigentlichen Zweck der freien Ausgleichung, welche Abweichungen und Deformationen entstanden im Gebrauchsnetz durch seinen schrittweisen Aufbau und den Zwang der festgehaltenen Ausgangspunkte. Dazu wurde das zweite Netz im System des MGI-Netzes: Besselsches Ellipsoid, Fundamentalpunkt Hermannskogel, Ausgangsazimut Hermannskogel-Hundsheimer Berg mit der Maßstabsbedingung, daß der Abstand der Punkte im Raume Wien von denen in Vorarlberg gleich dem im Gebrauchsnetz sein soll, berechnet. Das Ergebnis, die geographischen Koordinaten, wurde in das Gauß-Krüger-System transformiert. Drei Abbildungen (4, 5 und 6) zeigen vektorieell und als Schichtenpläne gleicher Ordinaten- ($y_G - y_Z$) bzw. Abszissendifferenzen ($x_G - x_Z$) die Lage der beiden Netze, wobei das vektorielle Schaubild äußerst instruktiv die Maßstabsdifferenzen wie auch die Verschwenkungen einzelner Netzteile zur Schau bringt.

Der Vergleich mit dem Europanetz: Netzausbreitung auf dem Ellipsoid von Hayford, Fest-haltung der ED-50-Koordinaten des Punktes Voralpe, Maßstabsannahme ähnlich oben, ist vektorieell in Abb. 7 dargestellt.

Der wichtigste Teil der ganzen Publikation ist der folgende Abschnitt 7. *Stationsübersichten*, der in Punktkartenform Geschichte, Stabilisierung, geographische Koordinaten des Punktzentrums in allen vier Systemen, Gauß-Krüger-Koordinaten und in Abrißform die ausgeglichenen Azimute im Zweiten Netz nebst Reduktionen und Verbesserungen sowie die zugehörigen sphäroidischen Bogen-längen nebst den Differenzen gegen die Längen im Gebrauchs- bzw. im Europanetz, für die Netz-punkte 1 bis 160 zeigt. (Es sei hier kurz auf den Fehldruck der Tabellen auf S. 87 zu *Punkt 52 Hoch-straden* erinnert, dessen Berichtigung mittels eines Beilageblattes im Heft Nr. 3/1973 erfolgte).

Da sich am Südrand des Netzes in der umgeformten Seitengleichung um den Punkt Mt. Mangart (Tabelle S. 22) ein übermäßig großer Widerspruch von $5,251''$ zeigte und vier relativ eng benach-barte Richtungen, zwei nach Mt. Mangart, zwei im westlichen Anschlußnetz, bei Proberechnungen ohne diese Richtungen Differenzen zwischen dem Rechenwert und der ursprünglichen Beobachtung größer als den vierfachen mittleren Richtungsfehler ergaben, wurde ein 19 Neu- und 13 festgehaltene Nahtpunkte umfassender Netzteil (Abb. 8a, b, c, d, transparent) einer normalen Netzeinschaltung unterzogen.

Im Abschnitt 8. *Variante* werden die Ergebnisse dieser Ausgleichung im Gauß-Krüger-System ohne die fraglichen Richtungen dargestellt, wobei der relativ geringe Einfluß auf die Punktlagen, mit Ausnahme des freien Südrandes, zu erwähnen ist.

Der Schlußabschnitt 9. *Ausblick* befaßt sich mit den noch offenen Fragen des endgültigen Maß-stabes bzw. der endgültigen astronomischen Orientierung des Netzes. In beiden Richtungen sind die Beobachtungen noch nicht abgeschlossen und auch die Wahl des Fundamentalpunktes ist offen.

Neben den nationalen Aspekten, die dem in ebenso mustergültiger Weise berechneten wie unter-suchten und publizierten Zweiten österreichischen Netz 1. Ordnung zukommen, wird abschließend

auf den parallel dazu laufenden Einbau des Netzes in das Europäische Hauptdreiecksnetz (RETRIG) hingewiesen, das den Versuch von 1950 (ED 50) in endgültiger Form ersetzen soll.

Für alle Benützer des österreichischen Festpunktfeldes wird schließlich, worauf schon vom Rezensenten für das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen mehrfach (z. B. in „Die Basismessung von Heerbrugg 1959“; ÖZfVW, 48 (1960), Nr. 1 u. 2. u. ao.) hingewiesen wurde, neuerlich (S. 31/32) wiederholt,

„... daß das Bundesamt nicht beabsichtigt, die Gebrauchskordinaten der Punkte niederer Ordnung in das vorliegende Zweite Netz oder in ein anderes der noch folgenden wissenschaftlichen Bearbeitungen umzurechnen ... (diese) Möglichkeit muß wegen der ungeheuren wirtschaftlichen Nachteile außer Betracht bleiben. Vielmehr soll hier nur ein Hilfsmittel angeboten werden, das es dem Leser abzuschätzen ermöglicht, wie sich die Abweichungen zwischen den beiden Netzen auf ein ihn interessierendes Arbeitsgebiet auswirken würden. Er wird bestätigt finden, daß die Abweichungen überall so klein sind, daß sie in der normalen Detailvermessung nicht spürbar sind. Wo die Verhältnisse bei Sondervermessungen anders liegen, sind auch gesonderte Bearbeitungen nötig.“

Zusammenfassend ist zu der vorliegenden Publikation zu sagen, daß sie eine erste rechnerische und effektvolle Bilanz über die schon über 50 Jahre dauernden Grundlagenmessungen des österreichischen Bundesvermessungsdienstes, an denen mehr als zwei Generationen österreichischer Geodäten mitwirkten und noch wirken, darstellt. Daß die Berechnung samt allen Untersuchungen dazu in mustergültiger Form abgeschlossen wurden, ist dem Bearbeiter des Berichtes *Dr. techn. J. Litschauer* hoch anzurechnen und zu danken, der als Referatsleiter im Bundesamte seit dem Abschluß der trigonometrischen Beobachtungen die Rechenarbeiten plante und leitete.

Josef Mitter

Ernst, Eugen/Klingsporn, Hermann: Hessen in Karte und Luftbild, Topographischer Atlas, Teil II. Herausgegeben vom Hessischen Landesvermessungsamt; Format 33 × 24 cm, 196 Seiten, im Hauptteil 55 Landkartenabbildungen, Format 21 × 29 cm und 52 Luftbilder, Format meist 21 × 20 cm. Geographische Verlagsgesellschaft Velhagen & Klasing und Hermann Schroedel, Wiesbaden 1973, Preis S 431,20.

Der erste Teil des Topographischen Atlas „Hessen in Karte und Luftbild“ erschien im Jahre 1969. Er behandelt die Themen: Das geschichtliche Werden, der Naturraum und die Entwicklung der Siedlungsformen von Hessen. Eine aktuelle Ergänzung zum vorliegenden Atlas stellt der nun erschienene zweite Teil des Werkes dar. Dieser gliedert sich in folgende drei Abschnitte: Der Verkehrs- und Industrieraum, die Agrar- und Forstlandschaft und die Freizeit- und Erholungsgebiete des Landes Hessen.

Jeder dieser Hauptabschnitte ist mit einer sehr ausführlichen Einleitung versehen, aus der man einen umfassenden Überblick über das behandelte Thema gewinnt. Besonders die thematischen Karten und die zahlreichen Tabellen sind stets treffend ausgewählt und leicht zu interpretieren. Es ergeben sich hier überaus interessante Vergleichswerte und Wachstumsangaben.

Durch insgesamt 51 typische Beispiele (für jeden Abschnitt genau 17) werden die Themen eingehend besprochen und erläutert. Immer wird dem Luftbild der entsprechende Kartenausschnitt gegenübergestellt. Mit Ausnahme von nur vier Senkrechtaufnahmen auf panchromatischem Film werden ausschließlich Color-Schrägbilder von ausgezeichneter Qualität gezeigt, welche auch von Personen, die wenig oder keine Erfahrung auf dem Gebiet des Luftbildes haben, leicht interpretiert werden können. Die Flugdaten werden angegeben. Bei jedem Luftbild steht eine kurze Erläuterung, wobei die zum Leitthema gehörenden Inhalte in dem Bild und in der Karte besonders angesprochen werden. Auf der Seite neben dem Luftbild befindet sich der Kartenausschnitt. Da in der Karte die Aufnahmerichtung eingezeichnet wird, können idente Details rasch aufgefunden werden. Im allgemeinen werden Kartenausschnitte aus den topographischen Karten 1:25000 bzw. 1:50000 gewählt. Weiterhin zeigt man eine topographische Übersichtskarte 1:200000, einen Stadtplan und drei Katasterkartenausschnitte. Von berufenen, mit den lokalen Verhältnissen vertrauten Autoren wird auf jeweils einer Seite Text das entsprechende Beispiel erläutert, wobei stets auf die Karte oder das Luftbild hingewiesen wird. Neben der Beschreibung der momentanen Situation wird auch die historische Entwicklung berücksichtigt, oft werden auch die Möglichkeiten in der Zukunft erwogen.

Im Kapitel „Verkehrs- und Industrieraum“ werden die wichtigsten Anlagen beschrieben, z. B. der Interkontinentalflughafen Frankfurt am Main, ein Eisenbahnknotenpunkt, ein Rheinhafen und das dichte Straßen- und Autobahnnetz. Die Beispiele aus der Industrie zeigen außer den bekannten Großanlagen auch kleinere, für das Land typische gewerbliche Betriebe. Hessen verfügt über einen besonders hohen Anteil an Wachstumsindustrien.

Bei dem Thema „Agrar- und Forstlandschaft“ werden die Nachteile einer Besitzersplitterung in Gebieten mit Realteilung aufgezeigt, doch setzt sich heute das Anerbenrecht wieder stärker durch. Deutlich werden die Vorteile einer Flurbereinigung dargestellt, durch welche die Gesamtparzellenzahl auf 10% reduziert werden konnte, und deren Ziel es ist, auch die Verkehrsprobleme und die Landschaftsgestaltung zu berücksichtigen. Auch das Problem der Abwanderung von Arbeitskräften aus der Landwirtschaft wird behandelt. Wichtige landwirtschaftliche Gebiete werden beschrieben und die für das Land typischen Sonderkulturen, wie Weinbau, Obstbau, Spargelkulturen und Rosenzucht werden in Beispielen behandelt. Ein weiterer Teil des Abschnittes ist der Forstnutzung und der forstlichen Planung gewidmet. Sehr interessant ist eine Einschätzung über die Bedeutung der verschiedenen Funktionen des Waldes in der Gegenwart und über seine voraussichtlichen Funktionen im Jahre 2000.

Bei „Freizeit- und Erholungsgebiete“ wird bei der Gliederung auf eine Differenzierung der verschiedenen Erholungsfunktionen Rücksicht genommen. Es werden Seengebiete, Erholungsräume im walddreichen Mittelgebirge und auch verschiedene Heilbäder erwähnt und beschrieben. Der Fremdenverkehr wird als geeignetes Mittel angesehen, schwächer strukturierte Gebiete zu fördern.

Der Anhang bringt verschiedene Luftbildbeispiele aus Hessen, wobei die Vielfalt der Ausagemöglichkeiten von Luftbildern gezeigt wird. So wird einem panchromatischen Film jeweils eine Aufnahme mit Infrarot-, mit Farbfilm- und Falschfarbfilmmaterial gegenübergestellt. Es wird dadurch deutlich zum Ausdruck gebracht, daß es bei der Interpretation eines Farbfilmes nicht unbedingt auf eine farbtreue Abbildung, sondern vor allem auf einen übertriebenen Kontrast der Farbtöne ankommt. Zwei zu verschiedenen Tageszeiten aufgenommene Wärmebilder zeigen infolge verschiedener Temperaturen starke Tonwertunterschiede. Bei diesen Bildern können die photographischen Schwärzungsunterschiede als Differenzen der Bodenoberflächentemperaturen angesehen werden.

Der „Topographische Atlas“, der vor allem der Landeskunde dienen soll, kann aber auch dazu beitragen, Kenntnis von dem Landeskartenwerk und den vorhandenen Luftbildern zu vermitteln. Ein Atlas, der auf Abbildungen großmaßstäbiger Luftbilder und Karten aufgebaut ist, zeigt auch Nachteile. Der Bild- und Karteninhalt kann mitunter (z. B. bei reger Bautätigkeit) oft schon nach wenigen Jahren nicht mehr aktuell sein. Zum Schluß sei festgestellt, daß das vorliegende Werk überaus übersichtlich und zweckentsprechend gegliedert ist und daß die zahlreich gebrachten Farbbilder hohe Qualität aufweisen. Meiner Meinung nach wäre der „Topographische Atlas“ sicherlich auch für den Schulbetrieb gut geeignet.

Edmund Rabenstein

Franko, Wolfgang: 10 Speicher 80 Schritte. Programme für CompuCorp 322 G, 324 G und andere algebraisch programmierbare Kleincomputer für Vermessung und Straßenplanung.

1. Auflage 1974, 142 Seiten, Plastikmappe, Format DIN A5 mit Ringordner, im Selbstverlag, Druck: Horn-Schnelldruck Baden-Baden Bruchsal. Preis DM 65,—

In der Einleitung zur Programmsammlung werden eine knappe Maschinenbeschreibung, Hinweise zum Aufbau und zur Darstellung der Programme, eine allgemeine Bedienungsanleitung sowie Bemerkungen zu — nach Ansicht des Verfassers — „neuen“ Meßmethoden behandelt. Leider vermißt der Rezensent eine wesentliche Aussage zur Hardware selbst: So ist die Bezeichnung „Kleincomputer“ für die Rechner CompuCorp 322 G und 324 G eher schmeichelhaft, da diesen Rechenmaschinen hardwaremäßig die Möglichkeit fehlt, logische Entscheidungen zu treffen, d. h. bedingte Sprungbefehle sind nicht programmierbar. Noch einige Stichworte zur Hardware: Die einzelnen Programmschritte lassen sich mittels Eingabe über die Tastatur speichern (maximal 80 Schritte beim 322 G und 2 × 80 Schritte beim 324 G). Ferner stehen 10 Register zur Datenspeicherung

sowie festverdrahtete Funktionsprogramme zur Verfügung. Als Anzeige dient ein Display mit Leuchtziffern.

Die eigentliche Programmsammlung gliedert sich in drei Abschnitte. Der erste Abschnitt „Vermessung“ umfaßt 80 Einzelprogramme, der zweite Abschnitt „Straßenplanung“ 32 Einzelprogramme und im dritten Abschnitt „Mathematik“ sind 11 Einzelprogramme verzeichnet.

Für den Bereich „Vermessung“ sind alle üblichen vermessungstechnischen Grundaufgaben behandelt, manche Aufgaben in mehreren Varianten. Die zur Programmierung verwendeten Formeln sind nicht immer optimal ausgewählt. Als Beispiel dafür sei das Programm V 40, Vorwärtsschnitt mit 2 Richtungswinkeln, angeführt. Ist ein Richtungswinkel z. B. 100° , kommt bei der Durchrechnung eine Fehlermeldung, da hardwaremäßig der Tangens von 100° als „unerlaubte“ Operation interpretiert wird. Gerade da die Maschine keine logischen Abfragen gestattet, wären Hinweise auf mögliche Fehlermeldungen besonders wertvoll gewesen. Solche fehlen aber in der gesamten Programmsammlung. Noch ein Wort zur Dokumentation der einzelnen Programme: Die gewählte Form der Ablaufbeschreibung erscheint durchaus praktikabel. So wird mit dem Eintasten der Programmschritte gleichzeitig ein Testbeispiel mitgerechnet. Große Vielfalt herrscht bei der Reihenfolge der einzugebenden und zu errechnenden Parameter. So sind z. B. die Koordinatenpaare in fast allen Kombinationen einzugeben. Ein einheitliches Prinzip der Ein- und Ausgabe hätte sicher mehr Programmschritte erfordert, für die praktische Anwendung wäre hingegen eine häufige Fehlerquelle vermieden worden.

Im zweiten Abschnitt „Straßenplanung“ werden einfache Trassierungsaufgaben mit Klotoiden, Näherungslösungen der Schleppkurve, Gradienten- und Fahrbahnhöhenberechnungen u. ä. behandelt. Bei diesen Problemen ist selbstverständlich die beschränkte Maschinenkapazität stark spürbar, die Anwendung der Programme wird dadurch etwas umständlich.

Schließlich werden im dritten Abschnitt „Mathematik“ Programme für Reihenberechnungen, Gleichungsaufösungen sowie Statistik angeboten. Den Abschluß bilden zwei Programme, die den Rechner als Digitaluhr zeigen bzw. dazu degradieren.

Im übrigen wurde für die Rechner CompuCorp 320 G und 322 G von *O. Bittmann, G. Krajček, P. Meissl* eine zwar nur auf die Vermessungstechnik bezogene, aber weitaus ernster und alle angeschnittenen Probleme bis zur letzten Konsequenz behandelnde Programmsammlung unter dem Titel „Microcomputer 320 G und 322 G — Die Benützung und Anwendungsbeispiele für die Vermessungstechnik“ in Folge 12 der Mitteilungen der geodätischen Institute der Technischen Hochschule Graz, 1973, erstellt. Auf sie sei im Zusammenhang hingewiesen.

Gerhard Palfinger

Contents

Litschauer, Josef: The Austrian Part of RETRIG I.

Zeger, Josef: Trigonometrical Height Measurement: Levels of Accuracy, Limits of Errors, Weights.

Jahn, Josef: A Contribution to the Close-Range-Photogrammetry.

Adressen der Autoren

Litschauer, Josef, Dipl.-Ing., Dr. techn., Oberrat,
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen,
A-1080 Wien, Friedrich-Schmidt-Platz 3

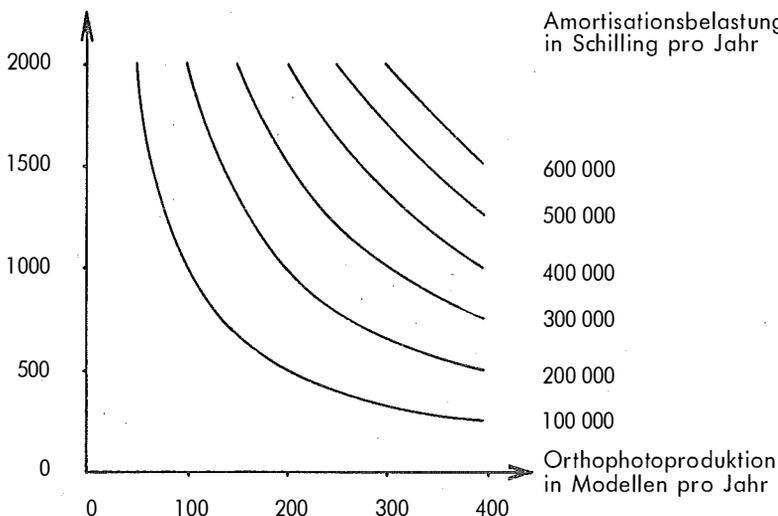
Zeger, Josef, Dipl.-Ing., Oberrat
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen,
A-1080 Wien, Friedrich-Schmidt-Platz 3

Jahn, Josef, Dipl.-Ing.,
Rechenzentrum der Tierärztlichen Hochschule Wien,
A-1030 Wien, Linke Bahngasse 11

GESTALT INTERNATIONAL LIMITED



Amortisationsbelastung
in Schilling pro Modell



200 000,— Schilling Geräteamortisationen pro Jahr — ehrlich kalkuliert — belasten 400 Modelle Orthophotoproduktion je mit 500,— Schilling. Zusätzlich benötigen Sie drei Techniker mit teurem know-how. Und ein bis drei Räume. Und ein Photolabor. Und ... wieviele Orthophotos erzeugen Sie 1975? 1976? 1980?

Ein GESTALT ORTHOPHOTO kostet ca. 1500,— Schilling pro Modell (inklusive Nachvergrößerung auf den Arbeitsmaßstab, inklusive Räume, Labors, Personal, Amortisation).

Einfach sofort anfangen. Gestalt-Informationen erhalten Sie von

manfred j. harrer

Technische Produkte

Adresse: A-1103 Wien, Postfach 166 · Austria
Büro: Argentinierstraße 42, 1040 Wien
Telefon: 65 43 66 · Telex: 01/1384 (HATRAD)
Telegramme: Harrerimpex

HUNDERTJAHRFEIER der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung

23. bis 25. Oktober 1963
Sonderheft 24 der ÖZV, Wien 1964

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

Aus dem Inhalt:

Festprogramm

Organisation und Verlauf der Hundertjahrfeier der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung von F. Hauer
Die Neubegründung der Theorie der sphäroidischen Gleichgewichtsfiguren und das Normalsphäroid der Erde von K. Ledersteger
Herausgeber: Österreichische Kommission für die Internationale Erdmessung. Verleger: Österreichischer Verein für Vermessungswesen
Zu beziehen vom Österreichischen Verein für Vermessungswesen:
Schopenhauerstraße 32, A 1180 Wien 18

S O N D E R H E F T 2 5

der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen
PROCEEDINGS

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

By Order of the Austrian Geodetic Commission published by
Karl Ledersteger

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

- First Conference (SSG 16): The Normal Spheroid and the Figure of the Earth**
Part I: The Normal Spheroid and the Regularization of the Earth's Crust
Part II: The Figure of the Earth and the External Gravity Field
Part III: Gravity Anomalies, Deviations of the Vertical,
Observations (Methods and Results)
- Second Conference (SSG 23): Recent Research on Atmospherical
Refraction for Geodetic Purposes**
- Part I: Problems of Atmospherical Refractive Index and its Influence upon Electro-
optical Distance Measurements
A: Refraction Effect on Optical Distance Measurements
B: Refraction Effect on Distance Measurements, Using Radio Wave Propagation
- Part II: Refraction Effect on the Determination of Directions
A: Use of Relationships Between Different Effects of Refractive Index
B: Errors and Sources of Errors
C: Refraction in Connection with Spatial Geodesy
- Part III: Elimination of Refraction from Geodetic Angular Measurements Nivellitic
Refraction. Conformal Theory of Refraction
- Insgesamt 55 Referate; Umfang 342 Seiten mit Abbildungen und Tabellen.
Preis öS 370,— bzw. DM 64,—.
- Herausgeber: Österreichische Kommission für Internationale Erdmessung
Verleger: Österreichischer Verein für Vermessungswesen

Österreichische Staatskartenwerke

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

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

Österreichische Karte 1:25000 (nicht fortgeführt)	13,—
Österreichische Karte 1:50000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	25,—
Österreichische Karte 1:50000 mit Straßenaufdruck	22,—
Österreichische Karte 1:50000 ohne Aufdruck	20,—
Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	16,—
Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50000 ohne Wegmarkierung	10,—
Österreichische Karte 1:200000 mit Straßenaufdruck	23,—
Österreichische Karte 1:200000 ohne Straßenaufdruck	20,—
Alte Österreichische Landesaufnahme 1:25000	10,—
Generalkarte von Mitteleuropa 1:200000	
Blätter mit Straßenaufdruck (nur für das österr. Staatsgebiet vorgesehen)	15,—
Blätter ohne Straßenaufdruck	12,—
Gebiets- und Sonderkarten	
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, mit Namensverzeichnis, gefaltet	59,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, ohne Namensverzeichnis, flach	39,—
Namensverzeichnis allein	16,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, Politische Ausgabe mit Namensverzeichnis, gefaltet	53,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, Politische Ausgabe ohne Namensverzeichnis, flach	33,—

Neuerscheinungen

Katalog über Planungsunterlagen	S 200,—
Einzelblatt	S 10,—

Kulturgüterschutzkarten:

Österreichische Karte 1:50000 je Kartenblatt	S 67,—
Burgenland 1:200000	S 87,—

Österreichische Karte 1:50000

11 Drasenhofen	53 Amstetten	85 Vils
52 St. Peter in der Au	54 Melk	99 Rottenmann
	84 Jungholz	114 Holzgau

Österreichische Karte 1:200000:

Blatt 47/12 Bruneck Blatt 47/15 Graz Blatt 47/15 Graz u. orohydr. Ausgabe

Umgebungs- und Sonderkarten:

Hochschwab 1:50000	Umgebungskarte Mayrhofen (Zillertal) 1:50000
Burgenland 1:200000	Hohe Wand und Umgebung 1:50000

In letzter Zeit berichtigte Ausgaben der Österreichischen Karte 1:50000

33 Steyregg	61 Hainburg an der	78 Rust
42 Gänserndorf	Donau	79 Neusiedl am See
43 Marchegg	76 Wr.-Neustadt	109 Pamhagen
60 Bruck a. d. Leitha		119 Schwaz

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, *Zweimedienphotogrammetrie.* 40 Seiten, 1948. Preis S 18,—.
- Sonderheft 5: Rinner, *Abbildungsgesetz und Orientierungsaufgaben in der Zweimedienphotogrammetrie.* 45 Seiten, 1948. Preis S 18,—.
- Sonderheft 6: Hauer, *Entwicklung von Formeln zur praktischen Anwendung der flächentreuen Abbildung kleiner Bereiche des Rotationsellipsoids in die Ebene.* 31 Seiten. 1949. (Vergriffen.)
- Sonderh. 7/8: Ledersteger, *Numerische Untersuchungen über die Perioden der Polbewegung. Zur Analyse der Laplace'schen Widersprüche.* 59+22 Seiten, 1949. Preis S 25,—. (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 Erdellipsoids und der absoluten Lage der Landstriangulationen.* 140 Seiten, 1951. Preis S 35,—.
- Sonderheft 13: Hubeny, *Isotherme Koordinatensysteme und konforme Abbildungen des Rotationsellipsoids.* 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 Stau Mauern 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: *Markscheidewesen 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 14th—17th, 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,—)

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

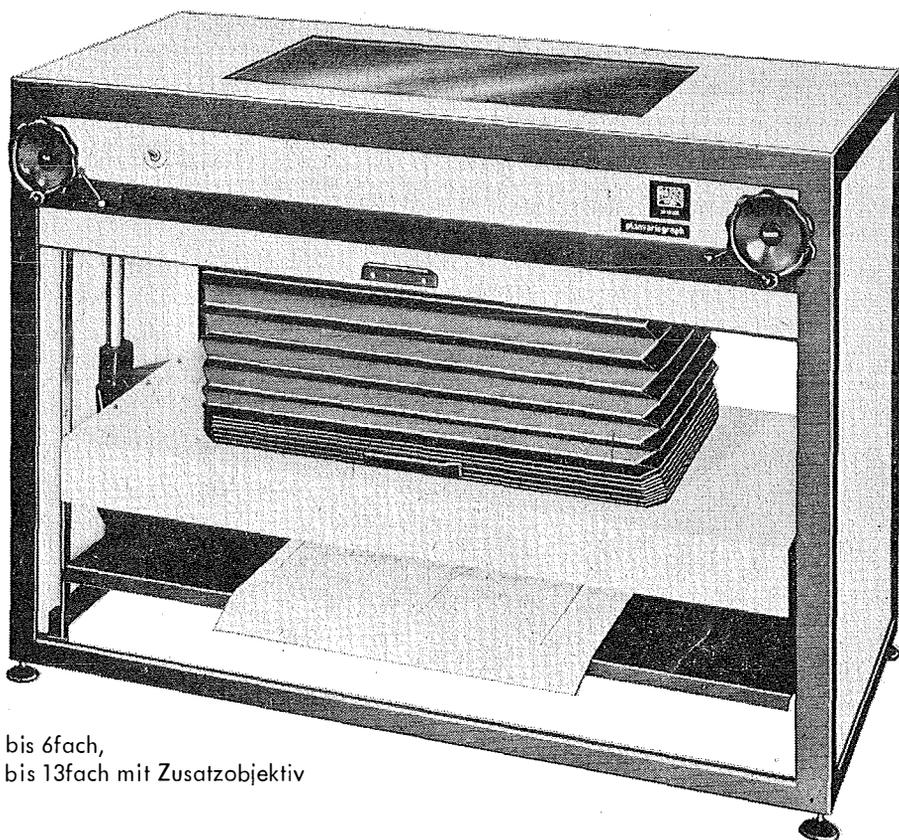
PLAN-VARIOGRAPH

OPTISCHES UMZEICHENGERÄT

kan Planvorlagen PREISGÜNSTIG
RASCH

ZEICHNERISCH
PHOTOGRAPHISCH

VERGRÖßERN*
VERKLEINERN*
UMZEICHNEN
ENTZERREN



* bis 6fach,
bis 13fach mit Zusatzobjektiv

Angebote und Prospekte direkt vom Erzeuger:

ra rost

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