

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen

REDAKTION:

Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Rohrer

emer. o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

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

Karl Ledersteger

o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

Oberrat d. VD. Dipl.-Ing.

Josef Mitter

Vorstand der Abteilung Erdmessung
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

Nr. 2

Baden bei Wien, Ende April 1962

50. Jg.

INHALT:

Geleitwort F. Ackerl

Abhandlungen:

Genauigkeitsfragen und gegenwärtig bestehende Leistungsgrenzen bei der Lagebestimmung luftsichtbar gemachter Punkte mittels rechnerischer Einbildphotogrammetrie H. Bernhard

Studie zur photogrammetrischen Bearbeitung der österreichisch-bayrischen Staatsgrenze F. Halwax

Der Versuch Gedorf A. Stickler

Untersuchung über die Verwendbarkeit der Kammerlibelle zur genäherten Bestimmung der Nadirdistanz H. Muzik

Die großmaßstäbliche Photogrammetrie — Eine Methode der Katastralneuvermessung W. Kamenik

Mitteilungen, Literaturbericht, engl.-franz. Inhaltsverzeichnis

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



Herausgegeben vom

ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

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

Baden bei Wien 1962

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen

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

Redakteure:

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

Redaktionsbeirat:

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

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

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

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

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

Redaktionsschluß: jeweils Ende des Vormonats.

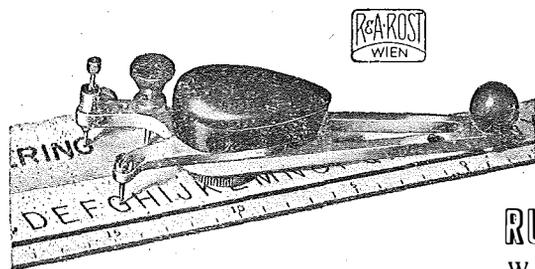
Bezugsbedingungen: pro Jahr:

Mitgliedsbeitrag für den Verein oder die Österr. Gesellschaft	
für Photogrammetrie	S 50,—
für beide Vereinigungen zusammen	S 60,—
Abonnementgebühr für das Inland	S 100,— und Porto
Abonnementgebühr für Deutschland	DM 20,— und Porto
Abonnementgebühr für das übrige Ausland	sfr 20,— und Porto

Postscheck-Konto Nr. 119.093

Telephon: 45 92 83

LEROY-BESCHRIFTER



überall dort unentbehrlich, wo man auf rasches, sauberes Beschriften Wert legt.

LEROY vermittelt eine perfekte, einheitliche, im Original und in der Reproduktion gut lesbare Schrift.

Verlangen Sie, bitte, Detailprospekt von

RUDOLF & AUGUST ROST

WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7

Telefon 92 32 31

Telegramme: Georost Wien

Unseren Lesern und Inserenten

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

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

Abonnementgebühr für das Inland	S 100,— und Porto
Abonnementgebühr für Deutschland	DM 20,— und Porto
Abonnementgebühr für übriges Ausland	sfr. 20,— und Porto
Einzelheft	S 20,— bzw. DM 4,— oder sfr. 4,—
Anzeigenpreis pro $\frac{1}{1}$ Seite 125 × 205 mm	S 800,—
Anzeigenpreis pro $\frac{1}{2}$ Seite 125 × 100 mm	S 500,—
Anzeigenpreis pro $\frac{1}{4}$ Seite 125 × 50 mm	S 300,—
Anzeigenpreis pro $\frac{1}{8}$ Seite 125 × 25 mm	S 200,—

Gesucht wird nach Liechtenstein Vermessungszeichner

oder Techniker für Vermessung, Melioration,
Ortsplanung und Tiefbau

Handgeschriebene Bewerbungen an Ingenieurbüro H. Frommelt,
Vaduz, Fürstentum Liechtenstein, Landstraße 200

**IHR FACHGESCHÄFT FÜR BÜROBEDARF
ZEICHEN-, MESS- UND RECHENGERÄTE**

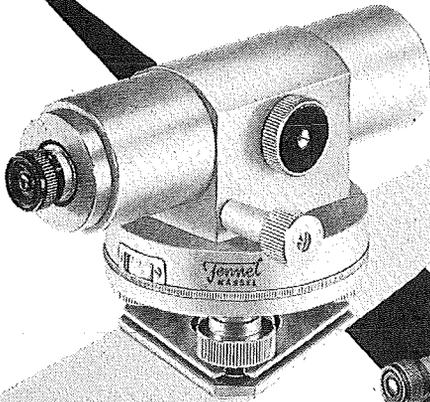
Oskar Gnaiger

FELDKIRCH/VL BG.
Tel. 2097

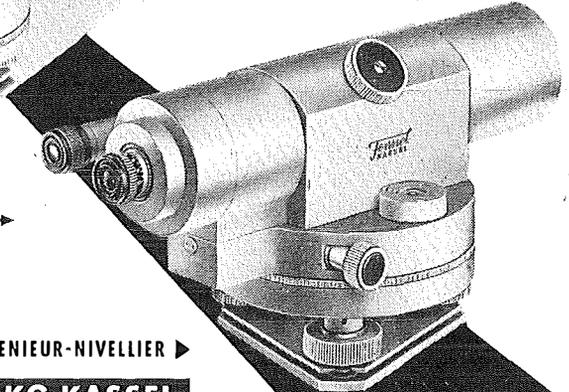
INNSBRUCK/TIROL
Tel. 4227

AUTOMATISCHE NIVELLIERE

AUTOMATISCHES BAU-NIVELLIER



Fennel
KASSEL



AUTOMATISCHES INGENIEUR-NIVELLIER ▶

OTTO FENNEL SÖHNE KG KASSEL

VERTRETER DIPL.-ING. FRANZ JOSEF PETSCH · WIEN VII/62 · MARIAHILFERSTR. 94

KRIECHBAUM-SCHIRME

ERZEUGUNG ALLER ARTEN

VERMESSUNGS-

RUCKSACK- und

GARTEN-SCHIRME

Hauptbetrieb:

WIEN 16

Neulerchenfelderstr. 40

Telephon 45-19-38

Neuwertige Doppelrechenmaschinen „Brunsviga“ und „Thales GEO“

sowie

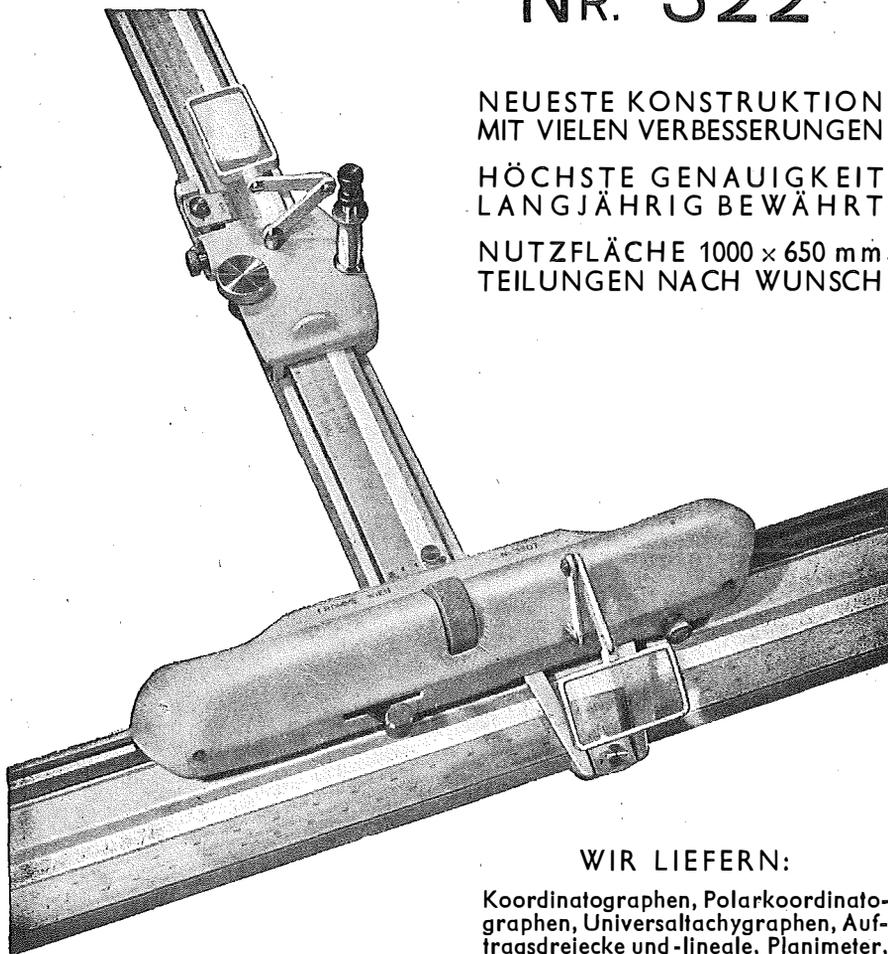
einfache Rechenmaschinen für etwa die Hälfte des Neuwertes lieferbar.

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

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

Wir empfehlen Ihnen:

FROMME^s
PRÄZISIONS-
KOORDINATOGRAPH
Nr. 322



NEUESTE KONSTRUKTION
MIT VIELEN VERBESSERUNGEN

HÖCHSTE GENAUIGKEIT
LANGJÄHRIG BEWÄHRT

NUTZFLÄCHE 1000 x 650 mm.
TEILUNGEN NACH WUNSCH

REPARATUREN VON
INSTRUMENTEN U. GERÄTEN

WIR LIEFERN:

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

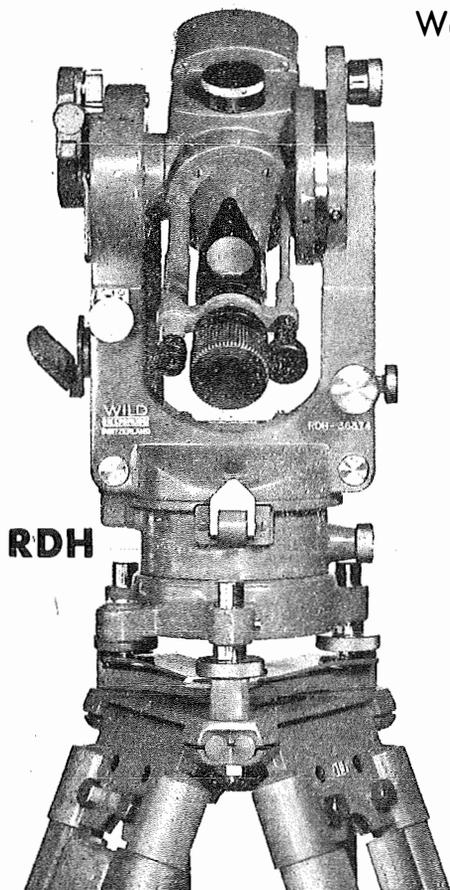
Prospekte und Anbote kostenlos

ING. ADOLF FROMME

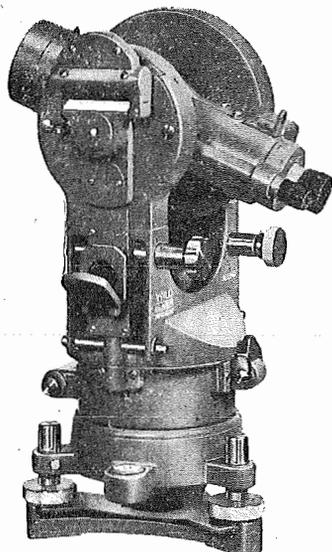
Geodätische und kartographische Instrumente, Fabrik für Zeichenmaschinen
Gegr. 1835 WIEN 18, HERBECKSTRASSE 27 Tel. 33-74-94

Warum Mühe mit komplizierten Kreisablesungen?

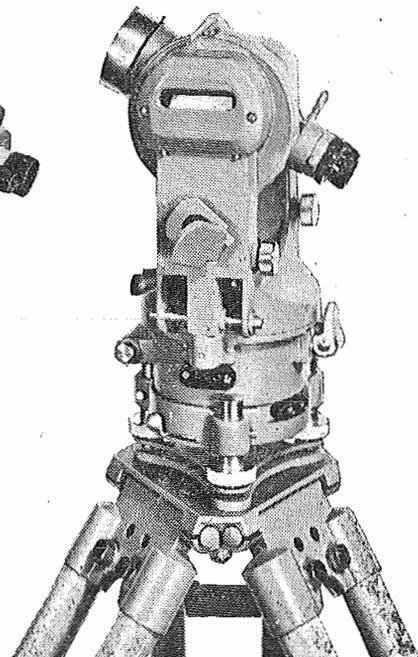
Ihre Zeit ist kostbar!



RDS



T 16



WILD
HEERBRUGG

Spielend leicht,
rasch und fehlerfrei, die
Kreisablesung mit
Skalenmikroskop!

Darum:

WILD RDH

WILD RDS

WILD T 16

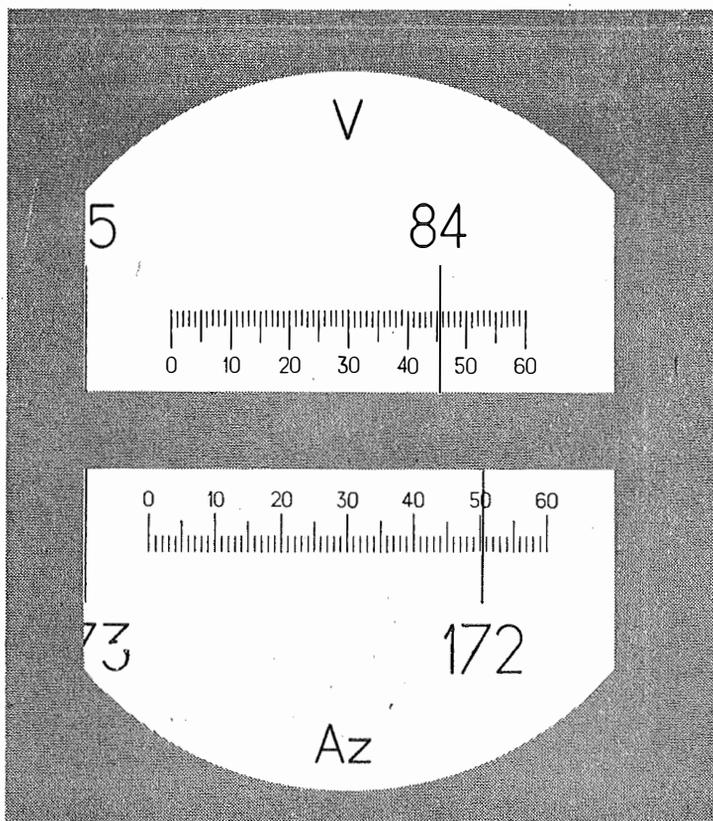


Verlangen Sie Prospekte von:

R. & A. ROST

WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7

Tel. (0222) 92 32 31, 92 53 53



ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom
ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

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

REDAKTION:

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

Nr. 2

Baden bei Wien, Ende April 1962

50. Jg.

Geleitwort zum ersten „Photogrammetrieheft“ der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen

Die Absicht der Zusammenfassung von Arbeiten aus dem Gebiet der Photogrammetrie in einem besonderen „Photogrammetrieheft“ der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen wurde mit Mitteilungsblatt der Zeitschrift, 1961, Heft 5, S. 26, bekanntgegeben.

Erfreulicherweise sind sehr viele, aber zugleich auch umfangreiche Arbeiten eingelaufen, so daß ein Teil dieser Arbeiten erst im nächsten Heft der Zeitschrift erscheinen kann.

Dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Hauptschriftleiters der ÖZfV, o. Prof. Dr. Rohrer, ist es zu verdanken, daß der vorgesehene Platz als Heft 2 des Jahres 1962 verwirklicht werden konnte. Der Herr Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Dr. h. c. Neumaier, hat seine international bekannte Verbundenheit zur photogrammetrischen Wissenschaft dadurch betont, daß er im Amt durchgeführte Untersuchungen zur Veröffentlichung in diesem „Photogrammetrieheft“ freigab.

Dem Leiter der Abteilung „Photogrammetrie“ des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Herrn Oberrat des Vermessungsdienstes Dipl.-Ing. Stickler, danke ich im Namen des Vorstandes der Gesellschaft für die Sammlung und Redaktion der im amtlichen Auftrag durchgeführten Arbeiten.

Großer Dank gebührt dem Notring der wissenschaftlichen Verbände Österreichs, der durch Widmung einer Drucksubvention von S 6000,— den Druck der Beiträge von J. Bernhard und F. Halwax ermöglichte. Es sind dies Auszüge jener Arbeiten, mit denen diese Autoren den akademischen Grad des Dr. techn. erwarben.

F. Ackerl

Vorsitzender der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

Genauigkeitsfragen und gegenwärtig bestehende Leistungsgrenzen bei der Lagebestimmung luftsichtbar gemachter Punkte mittels rechnerischer Einbildphotogrammetrie*)

Von *Hans Bernhard*, Wien

Auszug aus der im November 1961 vorgelegten Dissertation gleichen Titels, approbiert von der Technischen Hochschule Wien, zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der technischen Wissenschaften.

I. Einleitung

Kaum ein Sachgebiet der Geodäsie dürfte in letzter Zeit eine für die Praxis so bedeutsame Entwicklung erfahren haben, wie das der Photogrammetrie. Dabei wird unter Photogrammetrie heute hauptsächlich *Luftphotogrammetrie*, in noch engerem Sinne Stereophotogrammetrie aus der Luft verstanden. Dem praktisch tätigen Photogrammeter stehen wohl auch noch die terrestrisch-photogrammetrischen Arbeitsverfahren zur Verfügung. Es ist aber bekannt, daß die diesbezüglichen Methoden hinsichtlich der Geländeform starken Einschränkungen unterliegen. Ähnliches gilt auch für die Einbild- oder Entzerrungsphotogrammetrie. Die Stereophotogrammetrie aus der Luft ist demgegenüber i. a. universell anwendbar. Aber selbst diese Sparte der Photogrammetrie mußte sich in ihren Anwendungen bis vor etwa 10 Jahren weitgehend auf graphische Auswertungen in überwiegend topographischen Maßstäben beschränken. Erst nachdem bedeutende Fortschritte auf optischem und instrumentellem Gebiet das Leistungsvermögen der Photogrammetrie erheblich gesteigert hatten, konnte der Anwendungsbereich der Zweibildphotogrammetrie auch auf Arbeiten in großen Maßstäben, unter gleichzeitigem Übergang auf numerische Auswertungen erweitert werden (Katasterphotogrammetrie). Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit der Luftphotogrammetrie beruhen auf der Abbildungstreue der Hochleistungsobjektive, auf der Präzision moderner Auswertegeräte und nicht zuletzt auf praktisch wohl erprobten Orientierungs- und Rechenverfahren.

Aber noch ist, wie sich bereits seit einiger Zeit abzeichnet, die Entwicklung auf dem Gebiete der Photogrammetrie nicht abgeschlossen. Hand in Hand mit der Entwicklung programmgesteuerter Rechenautomaten und im Streben nach noch höherer Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit hat sich das Interesse des Photogrammeters analytischen Verfahren zugewendet. Sie sind hinsichtlich ihrer Problemstellung zwar nicht neu, konnten aber wegen ihres großen Rechenaufwandes in der Praxis bislang nicht angewendet werden. Die nunmehr gegebene Aktualität erklärt sich aus den im Rechnen mit Rechenautomaten gewonnenen guten Erfahrungen. Ausgegangen wird von der direkten Messung der Bildkoordinaten. Manche instrumentelle Fragen vereinfachen sich dadurch erheblich. Auch an den Auswerter werden verminderte Anforderungen gestellt, denn die Ermittlung der „Äußeren Orientierung“ durch schrittweise Lösung der „Doppelpunkteinschaltung im Raum“ entfällt. Die analytischen Verfahren sind somit in zwei für die Praxis sehr wesentlichen Belangen

*) Gedruckt mit Unterstützung des Kulturrates der Stadt Wien auf Antrag des Notringes der wissenschaftlichen Verbände Österreichs.

entschieden anspruchsloser als die bisherige „klassische“ Methode. Dieser Umstand allein dürfte die Erwartungen rechtfertigen, die man in die neuen Verfahren setzt.

Bei der rechnerischen Behandlung spielt die als Rückwärtseinschneiden im Raum bezeichnete Aufgabe eine fundamentale Rolle. Was die Auswertung selbst anbelangt, bieten sich in Analogie zu den bisherigen Arbeitsverfahren wieder die Möglichkeiten, Einzelbilder oder Bildreihen (analytische Aerotriangulierung) auszuwerten.

In instrumenteller Hinsicht ist dieser Entwicklungstendenz bereits Rechnung getragen worden. Die mit Photogrammetrie befaßten Firmen haben leistungsfähige, mit Koordinatenregistriergeräten ausgestattete, Präzisionskomparatoren entwickelt und diese anlässlich des IX. Internationalen Kongresses für Photogrammetrie in London, im Herbst 1960, erstmals vorgeführt. Die *innere* Genauigkeit dieser Instrumente bewegt sich laut Firmenangaben zwischen $\pm 0,001$ und $\pm 0,002$ mm. Die *praktisch* erreichbare Genauigkeit liegt zur Zeit zwischen $\pm 0,003$ und $\pm 0,005$ mm. Sie bestimmt sich hauptsächlich aus der Güte des photographischen Auflösungsvermögens (Punktdefinition) und aus der Echtheit der zentralperspektiven Abbildung (Restverzeichnung, Planität der photographischen Platten und Refraktion). Auch die Notwendigkeit einer sachgemäßen Behandlung der Platten während des photographischen Prozesses darf nicht übersehen werden.

Methodisch liegen gleichfalls bereits verschiedene Vorschläge vor. Über praktische Erfahrungen jedoch ist bisher erst wenig bekannt geworden. Mit besonderem Interesse wird der Behandlung von Genauigkeitsfragen entgegengesehen. Die Fehlerquellen, auf die oben — im Zusammenhang mit der praktisch erzielbaren Meßgenauigkeit — hingewiesen wurde, spielen dabei eine entscheidende Rolle. Es stellt sich somit insbesondere die Frage, welche Genauigkeit bei Anwendung analytischer Verfahren erwartet werden kann.

Im folgenden wird unter Beschränkung auf ein Verfahren der Einbildphotogrammetrie versucht, die zuletzt aufgeworfene Frage zu beantworten. Das der Untersuchung zugrunde gelegte Verfahren wird vorerst erörtert; dann werden Fehlerformeln hergeleitet und unter bestimmten in der Praxis zutreffenden Voraussetzungen zahlenmäßig ausgewertet und diskutiert. Die Ergebnisse dürften geeignet sein, das zu erwartende qualitative Leistungsvermögen dieser Art von Photogrammetrie zu charakterisieren.

II. Lagebestimmung mittels rechnerischer Einbildphotogrammetrie

1. Grundgedanke

Die Auswerteverfahren der Einbildphotogrammetrie gründen sich auf der zwischen Bild und Gelände bestehenden projektiven Zuordnung. Dabei wird ebenes, jedoch nicht horizontales, Gelände vorausgesetzt. Wird demgegenüber von einer Luftaufnahme *beliebigen* Geländes ausgegangen, so können die in diesem Luftbild in bezug auf die Bildhauptachsen (Rahmenmarken) gemessenen Bildkoordinaten der auszuwertenden Punkte nur dann in Gelände- bzw. Landeskoordinaten umgeformt werden, *wenn neben den für die Bestimmung der projektiven Zuordnung notwendigen Paßpunkten die Meereshöhen der lagemäßig gesuchten Punkte vorgegeben sind*. Unter diesen Voraussetzungen kann die gefragte Transformation entweder unter

Benutzung der zwischen einem *Meßbild* und dem zugehörigen Gelände bestehenden *perspektiven* Zuordnung oder unter Verwendung der *Kollineation* durchgeführt werden. Da eine kollineare Zuordnung aber nur zwischen zwei Ebenen besteht, erfordert dieser Weg die Einschaltung einer Bezugsebene.

Für die Handhabung der kollinearen Transformation hat Prof. Dr. W. Wunderlich [1] unter Verwendung von Flächenkoordinaten eine elegante Lösung gezeigt. Die Benutzung der Perspektivität hat Dr. K. Killian [2, 3] vorgeschlagen. Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf die Verwendung der Perspektivität.

2. Handhabung des Verfahrens

Es sind die folgenden Arbeitsschritte notwendig: 1. Messung der auf die Bildhauptachsen bezogenen Koordinaten der Paßpunkte und aller (lagemäßig) gesuchten Punkte, 2. Berechnung der Koordinaten des Bild- und Geländenadirpunktes sowie der absoluten-Flughöhe mittels Rückwärtseinschneiden im Raum, 3. Transformation (Drehung und Verschiebung) der unter 1. gemessenen Koordinaten in das Hauptvertikalsystem im Bild, 4. Perspektive Transformation aller Punkte in das Hauptvertikalsystem im Gelände und 5. Anfelderung der Ergebnisse von 4. in das Landeskoordinatensystem.

Zu 1. Einbildphotogrammetrische Verfahren erfordern an sich keine stereoskopische Überdeckung. Da aber in der Praxis Kontrollen in Form von Doppel- und Mehrfachauswertungen erwünscht sind, sind die bei der Zweibildmessung üblichen Überdeckungen (Längs- und Querüberdeckungen) auch bei Anwendung des zur Rede stehenden Verfahrens anzustreben. Für die Messung der Bildkoordinaten selbst kommen sowohl Mono- als auch Stereokomparatoren in Betracht.

Zu 2. Für die Aufgabe des Rückwärtseinschneidens im Raum sind zahlreiche Lösungen bekannt. Eine übersichtliche, je Luftaufnahme 4 Paßpunkte erfordernde Lösung hat Dr. K. Killian [4] angegeben. Sie setzt keine Näherungswerte voraus. Die Programmierung dieser Lösung für den programmgesteuerten Rechenautomaten IBM 650 liegt vor (siehe [3]). Als Ergebnis werden die Lagekoordinaten von Bild- und Geländenadir sowie die absolute Flughöhe erhalten.

Zu 3. Für die Transformation der unter 1. gemessenen Bildkoordinaten in das Hauptvertikalsystem im Bild erhält man zunächst (Figur 1)

$$\alpha = R_{N'H'} - 100^g \quad \text{und} \quad c = -\frac{y_{N'}}{\sin R_{N'H'}} = -\frac{x_{N'}}{\cos R_{N'H'}} \quad \dots (1)$$

und die Transformationsgleichungen lauten damit

$$\begin{aligned} y &= y' \cos \alpha - x' \sin \alpha + c \\ x &= y' \sin \alpha + x' \cos \alpha. \end{aligned} \quad \dots (2)$$

Zu 4. Der rechnerische Zusammenhang zwischen Bild- und Geländekoordinaten wird — bei im Bild und im Gelände beliebig orientierten Koordinatensystemen — durch die linearen, gebrochenen Gleichungen

$$Y = \frac{a_1 x + b_1 y + c_1}{a x + b y + 1} \quad X = \frac{a_2 x + b_2 y + c_2}{a x + b y + 1} \quad \dots (3)$$

bestimmt. Diese Abbildungsgleichungen vereinfachen sich erheblich und werden

damit für die Praxis gangbarer, wenn man den Ursprung des Bild- bzw. Geländekoordinatensystems in den Bild- bzw. Geländenadir legt und überdies jedes der beiden Koordinatensysteme nach der zugehörigen Blickrichtung orientiert. Unter diesen Voraussetzungen gehen die Gleichungen (3) über in (Herleitung z. B. in [2])

$$Y = \frac{hy \cos \nu}{s - y \sin \nu} \quad X = \frac{hx}{s - y \sin \nu}, \quad . . . (4)$$

worin $s = f / \cos \nu$ ist.

Die Bildneigung ν und die jeweilige Flughöhe über Grund h erhält man aus

$$\nu = ar \operatorname{ctg} \frac{c}{f} \quad \text{und} \quad h = H_a - H. \quad . . . (5)$$

In (5) bedeutet f die Bildweite der Aufnahmekammer, H_a die absolute Flughöhe und H die Meereshöhe eines Punktes P .

Mit den herkömmlichen Rechenhilfsmitteln war die numerische Berechnung von ν und H_a langwierig. Es erklärt sich daraus, weshalb die im *Hauptvertikal-schnitt* geltenden einfachen Beziehungen — auf die bereits Prof. O. v. Gruber [5] aufmerksam gemacht hat — bislang keine praktische Bedeutung erlangen konnten.

Zu 5. Für den Anschluß der unter 4. erhaltenen Geländekoordinaten an das Landeskoordinatensystem sind zwei Paßpunkte erforderlich. Da in unserem Fall je Bild stets 4 Paßpunkte vorliegen, empfiehlt sich die Anwendung der Helmert-Transformation. Dabei geben die nach der Transformation in den Paßpunkten verbleibenden Fehler und der aus diesen resultierende mittlere Koordinatenfehler Aufschluß über die Genauigkeit der Einpassung. Auch die Helmert-Transformation liegt für den Rechenautomaten IBM 650 programmiert vor.

III. Genauigkeitsfragen und Leistungsgrenzen

1. Aufgabenstellung

Durch das Rückwärtseinschneiden im Raum werden die Lotrichtung und die absolute Flughöhe erhalten. Damit sind auch die für die perspektive Transformation erforderlichen Elemente ν und h bestimmt bzw. einfach rechenbar (vgl. II. 2 Glg. [5]).

Ferner ist aus den Transformationsgleichungen (4) — unter Berücksichtigung der Substitution $s = f/\cos \nu$ — zu ersehen, daß die Geländekoordinaten Y und X funktionell abhängig sind von der Bildneigung ν , der Flughöhe ü. G. h , den Bildkoordinaten y und x und der Bildweite f .

Die Bildweite f ist immer vorgegeben und bleibt überdies für Aufnahmen ein- und desselben Bildfluges konstant. Die übrigen Transformationselemente dagegen werden durch Messung *und* Rechnung (ν und h) bzw. durch Messung *allein* gewonnen (y und x) und sind folglich mit unvermeidlichen Fehlern behaftet.

Die der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegende Frage nach der bei Anwendung des zur Rede stehenden Verfahrens zu erwartenden Genauigkeit läuft somit auf eine fehlertheoretische Untersuchung der Gleichungen (4) hinaus, wozu — da die Fehlerformeln zahlenmäßig ausgewertet werden sollen — die den o. a. Transformationselementen anhaftenden Fehler bekannt sein müssen.

2. Die Fehler in den Transformationselementen

A) Fehlerursachen

Die Fehler in den Transformationselementen resultieren aus Fehlern in den terrestrischen und photogrammetrischen Grundlagen sowie aus Beobachtungsfehlern (Komparator).

Aa) Die terrestrischen Grundlagen

Die hier wirksam werdenden Fehler beziehen sich auf die Genauigkeit der Paßpunktbestimmung und auf die Meereshöhen der (lagemäßig) gesuchten Punkte.

Bei der Lagebestimmung der Paßpunkte bestehen höchste Genauigkeitsforderungen. Es kommen deshalb i. a. nur die Methoden der „trigonometrischen Punktbestimmung“ in Betracht. Dabei handelt es sich bei großmaßstäblichen photogrammetrischen Arbeiten immer um Einschaltungen in Triangulierungsnetze niedriger Ordnung. Treffen diese Voraussetzungen zu, so darf — die Praxis hat es vielfach bestätigt — angenommen werden, daß die Punktlagefehler der Paßpunkte innerhalb ± 5 cm bleiben.

Anders liegen die Verhältnisse bei der Bestimmung der Höhen. Hier muß berücksichtigt werden, daß in der Photogrammetrie „Lage und Höhe“ korreliert sind, wobei die Wirkung dieser Korrelation — bedingt durch den zentralperspektiven Aufnahmevorgang — an den Bildrändern am größten und im Nadirpunkt null ist. Genauigkeitsforderungen für die Bestimmung der Höhen können somit nur unter Bedachtnahme auf den genannten Zusammenhang festgelegt werden. Die beiden folgenden, allgemein gültigen, Aussagen sind aber dennoch möglich:

1) Die Höhenfehler müssen jeweils so gehalten werden, daß ihr Einfluß auf die (photogrammetrische) Bestimmung der Lage innerhalb einer bestimmten gewünschten Grenze bleibt, wobei die Beachtung dieser Forderung gleichzeitig größtmögliche Wirtschaftlichkeit bei den Arbeiten im Gelände gewährleistet,

2) da die Paßpunkte nahe den Bildecken liegen, zählen sie zu jenen Punkten, für die auch höchste Höhengenaugkeit gefordert wird.

Die zwischen „Lage und Höhe“ bestehende Korrelation wird unter III. 3 C behandelt.

Ab) Die photogrammetrischen Grundlagen*)

Die photogrammetrischen Grundlagen bestimmen die Bildqualität des Meßbildes und die geometrische Richtigkeit der zentralperspektiven Abbildung. Im Hinblick auf die nun gegebene Leistungsfähigkeit der neuen Komparatoren sind die zu stellenden Genauigkeitsforderungen sehr hoch. So müßte das photographische Auflösungsvermögen die Punktdefinition im Bild auf 1 bis 2 Mikron sicherstellen und die durch den Verzeichnungsfehler des Aufnahmeobjektives sowie durch Mängel in der Planität der Photoplatten und durch atmosphärische Einflüsse hervorgerufenen

*) Bei Behandlung von Verfahrens- und Genauigkeitsfragen werden zu den photogrammetrischen Grundlagen des öfteren auch die sogenannten Instrumentalfehler gezählt. Sie sind bei Arbeiten mit den orthodoxen (Zweibild-) Auswertegeräten von großer Bedeutung.

Im Hinblick auf die dem gegenständlichen Verfahren zu Grunde liegenden Messungen mit modernen Komparatoren jedoch erscheint es gerechtfertigt, wenn bei den unter 2. A b) angeführten Überlegungen Instrumentalfehler nicht in Erwägung gezogen werden.

(geometrischen) Abbildungsfehler sollten sich innerhalb der gleichen (Fehler-) Grenze halten.

Es ist bekannt, daß die angeführten Forderungen zur Zeit noch nicht restlos erfüllt werden können. Verfeinert werden müßte vor allem das Auflösungsvermögen der photographischen Emulsion. Ankündigungen von photochemischer Seite lassen Fortschritte auf diesem Gebiet erwarten. Aber auch die gegenwärtig in Verwendung stehenden Methoden für die Kompensation der Verzeichnung können den zur Rede stehenden Genauigkeitsansprüchen nicht voll entsprechen. Deshalb nicht, weil sie nur eine mittlere, in der Regel aus 4 Profilen ermittelte Verzeichnung kompensieren. Die dabei unberücksichtigt bleibenden Fehler sind sicher oft größer als 1 bis 2 Mikron.

Den Einfluß von Plattenunebenheiten bei Geräten mit orthogonaler Bildbetrachtung entnimmt man aus Figur 2. Planitätsstörungen bewirken demnach Bildpunktverlagerungen

$$\Delta r = \Delta f \frac{r}{f}, \quad . . . (6)$$

die mit dem Radialabstand r und mit kleiner werdender Bildweite f wachsen. Unter Zugrundelegung der Bildweiten $f = 100$ mm und $f = 170$ mm sowie von Platten im Format 14×14 cm findet man, daß die Planität in den Bildecken auf $\sim 2,5$ bzw. ~ 4 Mikron erfüllt sein müßte, je nachdem, ob Weit- oder Normalwinkelobjektive verwendet werden.

Für die der Praxis derzeit zur Verfügung stehenden Platten beträgt die *Planitätsgarantie* jedoch nur $\pm 0,02$ mm. Daraus darf allerdings nicht geschlossen werden, daß Unebenheiten dieser Größenordnung jeweils über den gesamten Bereich der Platten auftreten müssen. Planitätsfehler können mit Hilfe einer Prüfplatte und Abzählen der unter Natriumlicht sichtbar werdenden Interferenzringe relativ einfach und rasch festgestellt werden.

Als letzte Fehlerquelle verbleibt die Refraktion, deren Einfluß abhängig ist von der Flughöhe, der Meereshöhe des aufgenommenen Gebietes und von dem Öffnungswinkel des photogrammetrischen Strahlenbündels. Bei den für großmaßstäbliche Arbeiten in Frage kommenden Flugdispositionen, wie etwa: $h = 1000$ m und $f = 100$ mm oder $h = 1700$ m und $f = 170$ mm werden nach Leyonhufvud [6] die Randstrahlen bis zu 6° abgelenkt. Diesem Wert entsprechen bei den Öffnungswinkel $\alpha = 25^\circ$ bzw. $\alpha = 40^\circ$ und den zugehörigen Bildweiten radiale Punktverlagerungen im Bild in der Größe von ~ 2 Mikron. Der Einfluß der Refraktion wird demnach — sofern keine Refraktionsstörungen, wie sie bei Arbeiten im Gebirge auftreten können, vorliegen — i. a. außer Ansatz bleiben.

Aus den angeführten Überlegungen erkennt man, daß die hohe Präzision der modernen Meßmittel gegenwärtig noch nicht völlig ausgeschöpft werden kann. Nach übereinstimmender Meinung namhafter Fachleute beträgt die derzeit de facto erreichbare Genauigkeit ± 3 bis ± 5 Mikron.

B) Festlegung der Fehlergrößen

Über die beim räumlichen Rückwärtseinschneiden auftretenden Fragen und über die erzielbare Genauigkeit hat vor Jahren unter damals geltenden Voraussetzungen insbesondere Prof. Dr. Gotthardt [7] berichtet. Genauigkeitstests, die der

Verfasser im Hinblick auf das gegenständliche Verfahren unter Benützung der Elektronenrechenmaschine IBM 650 durchgeführt hat, haben gezeigt, daß die Bildneigung ν und die absolute Flughöhe H_a nunmehr mit einer Genauigkeit von ± 1 bis $\pm 2^\circ$ bzw. $\pm 0,05$ bis $0,10/_{00} h$ erhalten werden können. Entsprechende Genauigkeitsergebnisse hat Prof. Dr. Gotthardt in letzter Zeit in [8] mitgeteilt.

Als Fehler in den Transformationselementen sind demzufolge in Rechnung zu stellen (mit Bezug auf die Ermittlung von Leistungsgrenzen werden jeweils die unteren Schranken eingeführt):

$$\begin{aligned} \text{Nadirdistanzfehler} & \quad d\nu = \pm 1^\circ \\ \text{Flughöhenfehler} & \quad dh = \pm 0,005/_{00} h \\ \text{Bildkoordinatenfehler} & \quad dy = dx = \pm 0,003 \text{ mm} \end{aligned}$$

Die Bildweite f der Aufnahmekammer wird als fehlerfrei angenommen*).

3. Differentialformeln für die Geländekoordinaten Y und X

A) Allgemeines

Untersucht werden die Partialeinflüsse auf die Geländekoordinaten Y und X . Die gesuchten Fehler werden immer in Funktion von Y und X dargestellt. Für die Elimination der Bildkoordinaten y und x werden auch die zu den Gleichungen (4) inversen Beziehungen benötigt. Beide Gleichungspaare sind nachstehend angeführt:

$$Y = \frac{hy \cos \nu}{s - y \sin \nu} = \frac{hy \cos^2 \nu}{f - y \sin \nu \cos \nu} \quad \dots (4)$$

$$X = \frac{hx}{s - y \sin \nu} = \frac{hx \cos \nu}{f - y \sin \nu \cos \nu}$$

$$y = \frac{fY}{\cos^2 \nu (h + Y \tan \nu)} \quad \dots (4')$$

$$x = \frac{fX}{\cos \nu (h + Y \tan \nu)}$$

Für die zahlenmäßige Auswertung der Fehlerformeln gelten neben den unter 2. A) und 2. B) angeführten Fehlern in den Transformationselementen die folgenden Daten:

$$\begin{aligned} f &= 100 \text{ mm} \\ h &= 1000 \text{ m (Gelände eben)} \\ Y_{\max} &= X_{\max} = 1000 \text{ m} \end{aligned}$$

*) Die Aufnahmekammern werden zumeist periodisch — zweckmäßig am Beginn und nach Beendigung der jährlichen Flugperiode — kalibriert. Dabei wird die Bildweite unter Berücksichtigung des verwendeten Objektivs bestimmt.

Hinsichtlich der vorne, unter III. 1, angeführten Konstanz der Bildweite ist zu sagen: Bei Verwendung von Film muß der sogenannte Schrumpfung in Rechnung gestellt werden (reduzierte Brennweite). Der Schrumpfung ändert sich mitunter von Bild zu Bild und zeigt des öfteren auch affinen Charakter. Es wird im Rahmen dieser Arbeit darauf bewußt nicht eingegangen. Deshalb, weil für katasterphotogrammetrische und sonstige numerische Auswertungen in großen Maßstäben — also zumeist dann, wenn die auszuwertenden Punkte luftsichtbar gemacht werden — in Österreich ausschließlich Platten Verwendung finden.

und der Bereich der Nadirdistanz ν wird auf Werte innerhalb 6° eingeschränkt, da in der Praxis nur genäherte Senkrechtaufnahmen Verwendung finden.

Die Fehlerformeln werden graphisch dargestellt. Dabei werden für ν jeweils 2 Werte, nämlich $\nu = 0^\circ$ und $\nu = 6^\circ$ eingeführt. Es wird dadurch auch der Einfluß der Bildneigung veranschaulicht. Auf die Wirkung von Geländehöhenunterschieden wird gesondert hingewiesen.

B) *Der Einfluß des Nadirdistanzfehlers $d\nu$*

Ba) *Der Einfluß auf die Geländekoordinate Y*

Für den Einfluß auf Y gilt

$$dY_\nu = \frac{\partial Y}{\partial \nu} d\nu.$$

Führt man die partielle Differentiation aus, so kommt

$$dY_\nu = \frac{-2hy \sin \nu \cos \nu (f - y \sin \nu \cos \nu) + hy^2 \cos^2 \nu (\cos^2 \nu - \sin^2 \nu)}{(f - y \sin \nu \cos \nu)^2} d\nu$$

und durch Rücksubstitution in (4) erhält man schließlich

$$dY_\nu = \left[\frac{Y^2 (1 - \tan^2 \nu)}{h} - 2Y \tan \nu \right] d\nu. \quad \dots (7)$$

Mit

$$a = \frac{1 - \tan^2 \nu}{h} d\nu \quad \text{und} \quad b = -2 \tan \nu d\nu, \quad \dots (8)$$

worin ν , $d\nu$ und h Konstanten sind, geht (7) über in

$$dY_\nu = aY^2 + bY. \quad \dots (9)$$

Dies ist die Gleichung einer Parabel, deren Achse parallel zur dY_ν -Achse liegt und deren Scheitel die Abszisse

$$Y = -\frac{b}{2a} = +\frac{h \tan \nu}{1 - \tan^2 \nu} \quad \dots (10)$$

hat. Die Ordinate dY_ν des Parabelscheitels ergibt sich durch Substitution von (10) in (9) zu

$$dY_\nu = -\frac{h \tan^2 \nu}{1 - \tan^2 \nu} d\nu. \quad \dots (11)$$

Die Schnittpunkte der Parabel mit der Abszissenachse lauten

$$Y_1 = 0 \quad \text{und} \quad Y_2 = -\frac{b}{a}. \quad \dots (12)$$

Für $\nu = 0$ wird aus (7)

$$dY_\nu = \frac{Y^2}{h} d\nu. \quad \dots (13)$$

Im Falle von Senkrechtaufnahmen liegt demnach der Scheitel der Fehlerkurve im Ursprung und die Parabelachse fällt mit der dY_ν -Achse zusammen.

Die Fehlerkurven dY , sind in Figur (3) dargestellt. Man erkennt, daß durch einen Nadirdistanzfehler $d\vartheta$ die Homogenität der Y -Koordinaten gestört wird. Es ist jedoch zu beachten, daß Größe und Verteilung der Homogenitätsstörung auch von der Kantung \varkappa abhängig sind. Setzt man nämlich nahe in den Bildecken gelegene Paßpunkte voraus, so gilt: Bei $\varkappa = 0^\circ$ und 100° bzw. 200° und 300° können die in den 4 Paßpunkten auftretenden Fehler dY , durch eine Translation kompensiert werden. Die verbleibenden Fehler sind daher für Punkte mit $Y = 0$ bzw. $Y =$ nahe Null am größten. Bei $\varkappa = 50^\circ$ und 150° bzw. 250° und 350° hingegen sind die Fehler dY , in zwei Paßpunkten nahe Null und in den beiden anderen annähernd gleich groß und gleich gerichtet. Nach einer ausgleichenden Translation bleiben folglich in allen 4 Paßpunkten paarweise entgegengesetzt gerichtete Fehler bestehen.

Bei Bezug der verbleibenden Fehler dY , auf das Landeskoordinatensystem ist auf den Winkel, den dieses mit dem Hauptvertikalsystem einschließt, Bedacht zu nehmen.

Ist das Gelände nicht eben, so findet man an Hand von (7) als Fehlerdifferenz zwischen zwei verschiedenen hoch gelegenen Punkten P_1 und P_2

$$\Delta dY_{\nu}^{1,2} = dY_{\nu}^{(1)} - dY_{\nu}^{(2)} = dY_{\nu}^{(1)} \frac{\Delta h}{h_1}, \quad \dots (14)$$

worin $\Delta h = h_1 - h_2$ ist.

Der Einfluß des Nadirdistanzfehlers $d\vartheta$ nimmt demzufolge mit kleiner werdender Flughöhe über Grund ab. Für Abschätzungen wird man als Bezugshöhe h_1 zweckmäßig die Flughöhe über dem tiefsten Punkt wählen.

Bb) Der Einfluß auf die Geländekoordinate X

Für den Einfluß auf X gilt

$$dX_{\nu} = \frac{\partial X}{\partial \vartheta} d\vartheta.$$

Führt man die partielle Differentiation aus, so erhält man

$$dX_{\nu} = \frac{-hx \sin \vartheta (f - y \sin \vartheta \cos \vartheta) + (\cos^2 \vartheta - \sin^2 \vartheta) hxy \cos \vartheta}{(f - y \sin \vartheta \cos \vartheta)^2} d\vartheta.$$

Durch Rücksubstitution in (4) und mit

$$\frac{y}{x} = \frac{Y}{X \cos \vartheta}$$

kommt schließlich

$$dX_{\nu} = \left[\frac{XY(1 - \tan^2 \vartheta)}{h} - X \tan \vartheta \right] d\vartheta. \quad \dots (15)$$

Setzt man in (15)

$$a = \frac{1 - \tan^2 \vartheta}{h} d\vartheta \quad \text{und} \quad b = -\tan \vartheta d\vartheta, \quad \dots (16)$$

worin ϑ , $d\vartheta$ und h wieder Konstanten sind, so geht (15) nach Auflösung nach X über in

$$X = \frac{dX_{\nu}}{aY + b}. \quad \dots (17)$$

Als lineargebrochene Funktion ist (17) die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel, deren zur X -Achse parallele Asymptote die Abszisse

$$Y = -\frac{b}{a} = +\frac{h \tan \nu}{1 - \tan^2 \nu} \quad . . . (18)$$

hat; die zweite Asymptote fällt mit der Y -Achse zusammen.

Für $\nu = 0$ hat (15) die Form

$$dX_\nu = \frac{XY}{h} d\nu, \quad . . . (19)$$

wonach bei Senkrechtaufnahmen der Mittelpunkt der Hyperbel in dem Koordinatenursprung liegt.

Aus den in den Figuren 4a und 4b dargestellten Fehlerkurven dX_ν geht hervor, daß ein Nadirdistanzfehler $d\nu$ auch die Homogenität der X -Koordinaten stört. Maßgebend für die Verteilung der Fehlerwirkung ist wieder die Lage des Hauptvertikal-systems im Bild. Werden die Paßpunkte wie unter 3. Ba) als nahe den Bildecken gelegen angenommen, so gilt:

Bei $\alpha = 0^\circ$ und 100° bzw. 200° und 300° sind die Fehler dX_ν in den Paßpunkten annähernd gleich groß, aber paarweise entgegengesetzt gerichtet und können folglich weder durch eine Translation, noch durch eine Maßstabsänderung, kompensiert werden. Bei $\alpha = 50^\circ$ und 150° bzw. 250° und 350° dagegen sind die Fehler in den vier Paßpunkten klein, weil jeweils eine der beiden Paßpunktkoordinaten nahe Null ist. Die größten verbleibenden Fehler treten bei diesen Lagen des Hauptvertikal-systems in der Mitte der Bildränder auf.

Hinsichtlich der Zuordnung der verbleibenden Fehler zu dem Landeskoordinatensystem trifft auch hier das unter 3. Ba) Gesagte zu und den Einfluß von Geländehöhenunterschieden betreffend gilt Gleichung (14) sinngemäß. Sie lautet nun

$$\Delta dX_{\nu,1,2} = dX_{\nu,(1)} - dX_{\nu,(2)} = dX_{\nu,(1)} \frac{\Delta h}{h_1} \quad . . . (20)$$

C) Der Einfluß des Höhenfehlers dh

Für die Einflüsse auf die Koordinaten Y und X gilt

$$dY_h = \frac{\partial Y}{\partial h} dh \quad \text{und} \quad dX_h = \frac{\partial X}{\partial h} dh.$$

Führt man die partielle Differentiation aus, so wird

$$dY_h = \frac{y \cos \nu}{s - y \sin \nu} dh = \frac{Y}{h} dh \quad \text{und} \quad . . . (21)$$

$$dX_h = \frac{x}{s - y \sin \nu} dh = \frac{X}{h} dh. \quad . . . (22)$$

Mit (21) und (22) erhält man den aus einem Höhenfehler dh resultierenden Lagefehler dL_h zu

$$dL_h = \sqrt{dY_h^2 + dX_h^2} = \frac{dh}{h} \sqrt{Y^2 + X^2} \quad . . . (23)$$

Dies ist die Gleichung eines Kreises mit dem Radius

$$r = \frac{h}{dh} dL_h, \quad \dots (24)$$

dessen Mittelpunkt im Ursprung des Koordinatensystems liegt. An Hand der Beziehung (24) können die beiden folgenden Fragen beantwortet werden:

C a) Wie groß ist jeweils der Lagefehler dL_h , wenn h und dh bekannt sind und r den in Betracht kommenden Bereich von 0 bis 1000 m durchläuft,

C b) Wie genau müssen die Höhen jeweils bestimmt werden, wenn der aus einem Höhenfehler dh hervorgehende Lagefehler dL_h einen bestimmten, gewünschten Wert nirgends überschreiten soll.

Zu C a) Nach (24) ist

$$dL_h = \frac{dh}{h} r. \quad \dots (25)$$

Der gefragte Lagefehler ist demnach proportional zur Entfernung r von dem Nadirpunkt. Das Bild von (25) ist eine Gerade durch den Ursprung. Figur 5 veranschaulicht für $dh = 5$ cm und $h = 1000$ m sowie r mit dem Bereich bis 1000 m den durch (25) gegebenen Zusammenhang.

Zu C b) Für die Beantwortung der zweiten Fragestellung erhält man aus (24)

$$dh = \frac{h dL_h}{r}. \quad \dots (26)$$

Die Höhengenaugigkeit ist somit verkehrt proportional zu der Entfernung von dem Koordinatenursprung. Das Bild von (26) ist eine gleichseitige Hyperbel.

Mit $dL_h = 5$ cm und $h = 1000$ m können die jeweils bestehenden (Höhen-) Genauigkeitsforderungen aus Figur 6 abgelesen werden.

Mit Bezug auf die unter 2. Aa) besprochenen terrestrischen Grundlagen erkennt man insbesondere, daß die Paßpunkte auch der Höhe nach mit höchster Genauigkeit bestimmt werden müssen. Die Erfüllung dieser Forderung ist für die unter 2. B) mitgeteilten, beim Rückwärtseinschneiden im Raum erhaltenen Genauigkeitsergebnisse, von grundlegender Wichtigkeit.

D) Der Einfluß der Bildkoordinatenfehler dy und dx

Da) Der Einfluß auf die Geländekoordinate Y

Die Geländekoordinate Y ist nur von der Bildabszisse y abhängig. Für den Einfluß eines Fehlers dy gilt

$$dY_y = \frac{\partial Y}{\partial y} dy.$$

Führt man die partielle Differentiation aus, so kommt zunächst

$$dY_y = \frac{h \cos \nu (s - y \sin \nu) + h y \sin \nu \cos \nu}{(s - y \sin \nu)^2} dy$$

und mittels Rücksubstitution in (4) folgt daraus

$$dY_y = \left[\frac{Y}{y} + \frac{Y^2 \tan \nu}{h y} \right] dy.$$

Wird y durch Einführen von (4') eliminiert, so erhält man schließlich

$$dY_y = \left[\frac{Y^2 \sin^2 \nu}{fh} + \frac{Y \sin 2\nu}{f} + \frac{h \cos^2 \nu}{f} \right] dy. \quad \dots (27)$$

Mit

$$a = \frac{\sin^2 \nu}{fh} dy, \quad b = \frac{\sin 2\nu}{f} dy, \quad \text{und} \quad c = \frac{h \cos^2 \nu}{f} dy \quad \dots (28)$$

worin ν , dy , f und h Konstanten sind, geht (27) über in

$$dY_y = a Y^2 + b Y + c \quad \dots (29)$$

Die Fehlerkurve ist mithin eine Parabel, deren Achse parallel zur dY_y -Achse liegt und deren Scheitel die Abszisse

$$Y = -\frac{b}{2a} = -h \cot \nu \quad \dots (30)$$

hat. Wegen $b^2 - 4ac = 0$ liegt der Scheitel auf der Y -Achse.

Für $\nu = 0^\circ$ erhält man die vom „Normalfall“ her bekannte Beziehung

$$dY_y = \frac{h}{f} dy, \quad \dots (31)$$

wonach bei Senkrechtaufnahmen der Fehler dY_y mit dy in linearer Beziehung steht.

Bei $\nu \neq 0^\circ$ kann die Fehlerkurve in dem für Y in Frage kommenden Bereich mit Rücksicht auf die nach (30) gegebene große Entfernung des Kurvenscheitels von dem Koordinatenursprung durch ihre Tangente ersetzt werden. Der Schnittpunkt der Parabel mit der dY_y -Achse hat die Koordinaten

$$Y = 0$$

$$dY_y = \frac{h \cos^2 \nu}{f} dy \quad \dots (32)$$

und die Tangente in diesem Punkt hat die Steigung

$$(dY_y)' = +b. \quad \dots (33)$$

In Figur 7 sind die Fehlerkurven für $\nu = 0^\circ$ und $\nu = 6^\circ$ dargestellt. Die Diskussion wird gemeinsam mit dem Einfluß der Bildkoordinatenfehler auf die Geländekoordinate X geführt.

D b) Der Einfluß auf die Geländekoordinate X

Die Geländekoordinate X ist von beiden Bildkoordinaten abhängig. Für den Fehlereinfluß gilt

$$dX_{xy} = \frac{\partial X}{\partial x} dx + \frac{\partial X}{\partial y} dy = dX_x + dX_y.$$

Führt man die partielle Differentiation gliedweise aus, so kommt zunächst

$$dX_x = \frac{h}{s - y \sin \nu} dx = \frac{X}{x} dx$$

und nach Elimination der Bildkoordinate x ergibt sich der Einfluß eines Fehlers dx auf X zu

$$dX_x = \frac{h \cos \nu + Y \sin \nu}{f} dx \quad \dots (34)$$

Ferner erhält man

$$dX_y = \frac{h x \sin \nu}{(s - y \sin \nu)^2} dy = \frac{X^2 \sin \nu}{h x} dy,$$

woraus durch Elimination von x

$$dX_y = \left[\frac{X \sin \nu \cos \nu}{f} + \frac{X Y \sin^2 \nu}{f h} \right] dy \quad \dots (35)$$

wird.

Setzt man schließlich $dy = dx = dk$, so können (34) und (35) zusammengezogen werden zu

$$dX_k = \left[\frac{X Y \sin^2 \nu}{f h} + \frac{X \sin \nu \cos \nu}{f} + \frac{Y \sin \nu}{f} + \frac{h \cos \nu}{f} \right] dk. \quad \dots (36)$$

Mit

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{\sin^2 \nu}{f h} dk, & b &= \frac{\sin \nu \cos \nu}{f} dk, & c &= \frac{\sin \nu}{f} dk & \text{und} & \\ & & d &= \frac{h \cos \nu}{f} dk - dX_k, & & & & \end{aligned} \right\} \dots (37)$$

worin ν, dk, f und h Konstanten sind, erhält (36) die Form

$$a X Y + b X + c Y + d = 0. \quad \dots (38)$$

Die Fehlerkurve dX_k ist demnach eine gleichseitige Hyperbel, deren Mittelpunkt durch die Koordinaten

$$\left. \begin{aligned} Y &= -\frac{b}{a} = -h \cot \nu \\ X &= -\frac{c}{a} = -\frac{h}{\sin \nu} \end{aligned} \right\} \dots (39)$$

gegeben ist.

Für $\nu = 0^\circ$ geht (36) über in

$$dX_k = \frac{h}{f} dk. \quad \dots (40)$$

Im Falle von Senkrechtaufnahmen ist folglich auch der Fehler dX_k nur von der Bildmaßstabszahl und von dk abhängig.

Die Auflösung von (38) nach X gibt

$$X = -\frac{c Y + d}{a Y + b} \quad \dots (41)$$

und für $Y = 0$ folgt daraus

$$X = -\frac{d}{b}. \quad \dots (42)$$

An Hand von (42) können die Ordinaten der Schnittpunkte der Fehlerkurven mit der X-Achse berechnet werden. Ausgehend von den unter 2. B) und 3. A) getroffenen Annahmen findet man, daß für den in Frage kommenden Bereich nur die aus $dX_k = 3$ cm hervorgehende Fehlerkurve in Betracht kommt (die aus $dX_k = 2$ cm und 4 cm resultierenden Fehlerkurven schneiden die X-Achse bei $X \doteq - 3500$ m bzw. $X \doteq + 3600$ m).

Bei $\nu = 0\%$ geht die Kurve durch den Koordinatenursprung und hat dort die Steigung -1 .

In Figur 8 sind die Fehlerkurven für $\nu = 0\%$ und $\nu = 6\%$ dargestellt.

Die Fehler, die in den Bildkoordinaten entstehen, sind von zweifacher Art:
1) sind es systematische Fehler, hervorgerufen durch eine fehlerhafte Lage des Bildnadir's N' (vgl. Figur 1) und
2) sind es zufällige Fehler, hervorgerufen durch die Messung am Komparator.

Die Ergebnisse der Untersuchung beziehen sich auf die unter 1) genannten Fehler. Sie sind, da die Lage des Nadirpunktes im Bild nur mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ bis $\pm 0,02$ mm erhalten wird, verhältnismäßig groß. Ihre Wirkung jedoch führt, wie man den Figuren 7 und 8 entnimmt, praktisch nur zu Translationen, die bei der Anfelderung eliminiert werden.

Die Wirkung der unter 2) genannten Fehler hingegen bleibt, da sie unbestimmtes Vorzeichen haben, bestehen.

4. Leistungsgrenzen

Bei der unter 3. durchgeführten fehlertheoretischen Untersuchung der Gleichungen (4) sind die bei Anwendung der Perspektivtransformation auftretenden Fehlerinflüsse formelmäßig dargestellt worden. Dabei hat sich gezeigt, daß die Genauigkeit der Auswertung hauptsächlich von der Wirkung des Nadirdistanzfehlers $d\nu$ abhängig ist.

Um das bei großmaßstäblichen luftphotogrammetrischen Vermessungen zu erwartende qualitative Leistungsvermögen abschätzen zu können, wurden die Fehlerformeln unter Zugrundelegung der bei solchen Arbeiten gegenwärtig geltenden Daten zahlenmäßig ausgewertet. Aus den graphischen Darstellungen entnimmt man, daß

- 1) die verbleibenden, durch $d\nu$ hervorgerufenen Fehler systematischer Art in der Größenordnung von 6 cm liegen,
- 2) die von den Messungsfehlern in den Bildkoordinaten herrührenden zufälligen Fehler etwa ± 3 cm betragen.

Der Einfluß von Höhenunterschieden muß an Hand der vorliegenden Formeln jeweils gesondert abgeschätzt werden.

Bei praktischer Anwendung des zur Rede stehenden Verfahrens wäre hinsichtlich der erreichbaren Genauigkeit zu bedenken, daß durch die in Form von unabhängigen Doppel- und Mehrfachauswertungen erwünschten Kontrollen (Längs- und Querüberdeckung) noch Genauigkeitssteigerungen erzielt werden können.

IV. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf ein Verfahren zur Lagebestimmung luftsichtbar gemachter Punkte mittels rechnerischer Einbildphotogrammetrie. Es beruht auf der zwischen Bild und Gelände bestehenden perspektiven Zuordnung und be-

nutzt die im Hauptvertikalschnitt geltenden, einfachen Abbildungsgleichungen. Je Bild sind 4 Paßpunkte erforderlich und die Höhen der (lagemäßig) zu bestimmenden Punkte müssen bekannt sein. Hinsichtlich der Geländeform werden folglich keine einschränkenden Bedingungen gestellt. Für die Messung der Bildkoordinaten werden Präzisionskomparatoren als vorhanden vorausgesetzt und für die Berechnung der Lotrichtung und der absoluten Flughöhe ist es aus wirtschaftlichen Erwägungen notwendig, daß moderne Rechenhilfsmittel (Rechenautomaten) eingesetzt werden können.

Von besonderem Interesse waren die bei diesem Verfahren auftretenden Genauigkeitsfragen. Ausgehend von den terrestrischen- und photogrammetrischen Grundlagen, sowie von den beim Rückwärtseinschneiden im Raum entstehenden Fehlern, wurden die Transformationsformeln fehlertheoretisch untersucht und unter Zugrundelegung der bei großmaßstäblichen luftphotogrammetrischen Vermessungen gegenwärtig geltenden Daten numerisch ausgewertet und graphisch dargestellt. An Hand dieser Unterlagen ist versucht worden, das qualitative Leistungsvermögen des Verfahrens abzuschätzen. Es hat sich gezeigt, daß die Genauigkeit der Auswertung hauptsächlich von der Wirkung des Nadirdistanzfehlers d_v abhängig ist. Hinreichend ebenes Gelände vorausgesetzt liegen die verbleibenden Fehler systematischer Art in der Größenordnung von etwa 6 cm und die zufälligen Fehler betragen rund 3 cm. Der Einfluß von Geländehöhenunterschieden muß jeweils gesondert abgeschätzt werden.

Das behandelte Verfahren ist übersichtlich und einfach zu handhaben. Für eine Gegenüberstellung mit den Verfahren der Stereophotogrammetrie müssen die Ergebnisse weiterer, auf breiterer Basis durchgeführter, Versuchsarbeiten abgewartet werden.

Literatur

- [1] Zur rechn. Durchführung d. Vierpunktverfahrens, ÖZfV 45 (1957) Nr. 1.
- [2] Beitrag z. num. u. graph. Auswertung v. Luftbildern, ÖZfV 45 (1957) Nr. 4.
- [3] Luftphotogrammetrische Vermessung signalisierter Punkte, deren Meereshöhen anderweitig ermittelt wurden, ÖZfV 48 (1960) Nr. 3.
- [4] Über das Rückwärtsschneiden im Raum, ÖZfV 43 (1955) Nr. 6.
- [5] Ferienkurs für Photogrammetrie, Verlag K. Wittwer 1930.
- [6] On astronomic, photogrammetric and trigonometric refraction, dissertation, Stockholm 1950.
- [7] Genauigkeitsfragen beim räumlichen Rückwärtseinschnitt und bei der Doppelpunkteinschaltung im Raum ZfV 1942/10.
- [8] Bildmessung und Luftbildwesen 1959, Heft 4.

Studie zur photogrammetrischen Bearbeitung der österreichisch-bayrischen Staatsgrenze (II. Abschnitt)

Von *Franz Halwax*, Wien

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

Die Abbildung 1 der Beilage zeigt den Abschnitt II der österreichisch-bayrischen Staatsgrenze und die Gebietsaufteilung für die terrestrische Einmessung von Paßpunkten. Der Polygonzug bei den Streifen 8 und 9 wurde vom bayrischen Landesvermessungsamt zur Prüfung der photogrammetrischen Genauigkeit gemessen.

Die Luftbildaufnahmen wurden mit der Plattenkammer RC 7, Aviotar ($f = 17$ cm) in einer absoluten Flughöhe von 3 900 bis 4 400 m im Bildmaßstab 8 200 bis 20500 durchgeführt. Die Auswertung erfolgte als Aerotriangulierung an einem Stereoauswertegerät Wild A 7 im Maschinenmaßstab 1:6000. Die Ausgleichung der aerotriangulierten Streifen wurde mit dem Elektronenrechner IBM 650 auf die im Bundesamt übliche rechnerische Art vorgenommen.

Für eine umfassende Aussage über die Genauigkeit der photogrammetrischen Bearbeitung wäre eine größere Anzahl von terrestrisch eingemessenen Kontrollpunkten, verteilt über das Gesamtgebiet, notwendig gewesen. Der für die Untersuchung gemessene Polygonzug bei Streifen 8 und 9 kann bestenfalls nur die in den 4 beteiligten Modellen vorhandene Genauigkeit erfassen. Ein Schluß auf die Genauigkeit für das Gesamtgebiet ist nicht möglich.

In dieser Arbeit soll über die Genauigkeit der Grundlagen sowie Zwischen- und Endergebnisse für das Untersuchungsgebiet berichtet werden. Den Anstoß dazu gaben die in Tabelle 1 dargestellten Differenzen „terrestrische-photogrammetrische Koordinaten“ der Polygonpunkte.

Pkt. Nr. in Polygonzugs- richtung	Koordinatendifferenzen			Polyg. Zug - phot. Wert in cm		
	ΔY	ΔX	ΔH	Nach Reduktion um system. Anteil $\frac{\epsilon}{n}$		
	$\Delta Y - \frac{\epsilon}{n}$	$\Delta X - \frac{\epsilon}{n}$	$\Delta H - \frac{\epsilon}{n}$			
136/2	- 25	- 2	- 10	- 8	- 5	- 32
136/1	- 11	+ 1	+ 3	+ 7	- 2	- 19
136	- 20	- 1	+ 2	- 3	- 4	- 20
135/2	- 13	- 8	- 6	+ 5	- 11	- 28
135/1	- 11	- 5	- 40	+ 7	- 8	- 62
135	- 19	- 5	+ 1	- 2	- 8	- 21
Rodmayer Platte	- 15	- 1	+ 5	+ 3	- 4	- 17
134/11	- 19	+ 7	+ 19	- 2	+ 4	- 3
134/10	- 17	- 6	+ 13	+ 1	- 9	- 9
134/9	- 23	+ 4	+ 21	- 6	+ 1	- 1
134/8 ex	- 25	\emptyset	+ 25	- 8	- 3	+ 3
134/7 ex	- 17	+ 2	+ 37	+ 1	- 1	+ 15
134/6	- 14	+ 5	+ 27	+ 4	+ 2	+ 5
134/5 ex	- 25	+ 5	+ 59	- 8	+ 2	+ 37
134/4 ex	- 31	+ 7	+ 37	- 14	+ 4	+ 17
134/3 ex	- 18	- 1	+ 34	- 1	- 4	+ 12
134/2 ex	- 12	+ 10	+ 53	+ 6	+ 7	+ 31
134/1 ex	- 7	+ 11	+ 45	+ 11	+ 8	+ 23
134/ ex	- 23	+ 9	+ 30	- 6	+ 6	+ 8
133/12	- 13	+ 17	+ 46	+ 5	+ 14	+ 24
133/11 ex	- 17	+ 16	+ 45	+ 1	+ 12	+ 23
133/10	- 9	+ 8	+ 46	+ 9	+ 5	+ 24
Σ	- 394	+ 73	+ 492	+ 2	+ 6	+ 10
$\frac{\epsilon}{n}$	- 18	+ 3	+ 22	\emptyset	\emptyset	\emptyset
$m = \sqrt{\frac{[\epsilon v^2]}{n}}$	± 19	± 8	± 33	± 6	± 7	± 24

Tabelle 1.

Die Werte in Tabelle 1 zeigen eine gute Relativgenauigkeit der photogrammetrischen Auswertung. Die Koordinatendifferenzen nach der Reduktion um den systematischen Anteil sind gering. Der systematische Anteil wird durch die nachfolgenden Untersuchungsergebnisse verständlich.

Die Abbildung 2 der Beilage zeigt die auf das Untersuchungsgebiet einwirkenden trigonometrischen Punkte und deren Genauigkeit. Für die Bearbeitung im österreichischen Gauß-Krüger Meridianstreifensystem M 31 wurden die bayrischen trigonometrischen Punkte mittels Affin-Transformation mit Figur 4 bis 6 in das System M 31 umgerechnet.

Die mittleren Fehler der Transformationen waren nach den Angaben der Triangulierungsabteilung:

	$\pm M_y$ cm	$\pm M_x$ cm	$\pm M_L$ cm
Figur 4	4	5	6
Figur 5	6	9	11
Figur 6	8	9	12

Der größte Absolut-Restfehler nach der Transformation scheint (Abb. 2) in der Figur 6 (bei A) mit $\Delta y = -10$ und $\Delta x = -12$ cm auf. Die größte Spannung zwischen den Ergebnissen aus 2 verschiedenen Transformationen scheint bei einem in Figur 4 und 5 (bei B) verwendeten trigonometrischen Punkt mit 8 cm ($-1, +7$) in y und 12 cm ($-2, +10$) in x auf. Die größte Differenz zwischen den österreichischen und bayrischen trigonometrischen Höhen nach Reduktion um den Niveauunterschied beträgt 83 cm (bei C), der aus den Höhendifferenzen gerechnete mittlere Höhenfehler 28 cm.

Die Tabelle 2 der Beilage gibt einen Überblick über die Genauigkeit der sowohl von österreichischen als auch von bayrischen trigonometrischen Punkten abgeleiteten und terrestrisch eingemessenen Paßpunkte im Untersuchungsgebiet. Die Messungen erfolgten kontrolliert, also mit Überbestimmungen, aus denen genäherte mittlere Lage- und Höhenfehler gerechnet wurden.

Bei der Ausgleichung der aérotriangulierten Streifen 8 und 9 ergaben sich für die Paßpunkte die in Abbildung 3 der Beilage dargestellten Differenzen zwischen terrestrischen und ausgeglichenen photogrammetrischen Werten.

Die aus den Differenzen gerechneten mittleren Fehler sind:

$$M_y = \pm 14 \text{ cm} \quad M_x = \pm 18 \text{ cm} \quad M_H = \pm 28 \text{ cm.}$$

Unter Bedachtnahme auf die angeführten Untersuchungen ergibt sich für die Koordinatendifferenzen des Polygonzuges nach Reduktion um den systematischen Anteil (Tabelle 1) eine weitere Reduktionsmöglichkeit, wie die jeweils strichliert dargestellten ausgleichenden Geraden in Abbildung 4 der Beilage zeigen. Die Art dieser Reduktion ist gerechtfertigt, da entsprechende Ungenauigkeiten in den trigonometrischen Endpunkten des Polygonzuges sicher vorhanden sind. Die danach verbleibenden Restfehler ergeben für y , x und h die mittleren Fehler von ± 6 , 4 und 13 cm statt vorher ± 6 , 7 und 24 cm.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die photogrammetrische Bearbeitung eine gute Relativgenauigkeit ergibt. Die Koordinatendifferenzen zwischen Polygonzug und photogrammetrischen Werten nach der Reduktion um den systematischen Anteil sind ungefähr von der Größenordnung der Fehler der Triangulierungspunkte. Der systematische Anteil ist bedingt sowohl durch eine relative Abweichung der photogrammetrischen Streifen, als auch durch die zufällige Ungenauigkeit der 2 Triangulierungspunkte, zwischen denen der ebenfalls mit unvermeidlichen Fehlern behaftete Polygonzug eingehängt ist.

Der Versuch Gedorf

Von Alois Stickler, Wien

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

Wenn Aufgaben der Katasterneuvermessung durch photogrammetrische Bestimmung der Koordinaten von signalisierten Punkten gelöst werden sollen, werden folgende Forderungen gestellt:

Hohe Genauigkeit der Punktlage, hohe Nachbargenauigkeit, Einbau von Kontrollen zum Schutz vor groben Fehlern, Vollzähligkeit aller in der Natur signalisierten Punkte und möglichst hohe Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Zur Erfüllung dieser Forderungen bietet sich unter anderem die Möglichkeit, das Gebiet mit 60%iger Querüberdeckung zu überfliegen. Jeder Punkt wird vollkommen unabhängig zweimal photogrammetrisch bestimmt. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß jeder Punkt einmal am Modellrand, das andere Mal in der Modellmitte abgebildet wird und daß das Mittel aus zwei unabhängigen Messungen eine höhere Genauigkeit haben wird. Wenn höher geflogen wird, nimmt zwar die Genauigkeit linear ab, der stereoskopisch gedeckte Raum jedoch im Quadrat zu, und im selben Maße die Paßpunktzahl ab.

Die Tabelle 1 enthält Zusammenhänge, die sich ergeben, wenn man 60%ig querüberdeckt fliegt. Die beiliegende schematische Darstellung zeigt optisch, wie die Flächen bei Veränderung des Maßstabes rasch größer werden. Man vergleiche Fall 1 mit Fall 4: 1200 m Flughöhe statt 800 m und 60% Querüberdeckung statt 30%.

Bei 60%iger Querüberdeckung ergibt sich nicht nur eine Deckung mit den Nachbarstreifen, sondern sogar eine 20%ige Überdeckung mit dem übernächsten Streifen. Geht man von 30% auf 20% Querüberdeckung zurück, so wird der Raum, in dem die gemeinsamen Paßpunkte liegen werden, natürlich kleiner. Durch die Wahl einer größeren Flughöhe über Grund wird, wie aus der Spalte „Raum für gemeinsame Paßpunkte“ ersichtlich ist, diese Einbuße wieder wettgemacht. Die gedeckte Fläche steigt von 125 ha auf 282 ha und die Modellgröße von 35 ha auf 90 ha. Nimmt man die Genauigkeit mit $0,1^{10/00}$ der Flughöhe an, dann ergeben sich die in der Spalte „Genauigkeit“ eingetragenen Werte. Es ist ersichtlich, daß die Genauigkeit der Punktlagebestimmung im Fall 1 und Fall 4 die gleiche sein wird. Vorteile bieten sich aber nun noch dadurch, daß im ersten Fall für 35 ha, im vierten Fall für 45 ha 4 Paßpunkte bei Einzelmodellauswertung nötig wären. Der größte Vorteil liegt darin, daß

im ersten Fall das Modell mit 4 Paßpunkten, im vierten aber mit 6 Paßpunkten, wovon 4 gemeinsam sind, orientiert wird. Die Streifen werden viel sicherer miteinander verbunden. In der Praxis haben die Paßpunkte auch nicht immer die gewünschte Genauigkeit und es ist daher das Festlegen eines Modelles mit einer größeren Anzahl von Paßpunkten ein Mittel, um die Genauigkeit zu erhöhen.

Für ein kleineres Gebiet der Katasterneuvermessung wurden 1200 m Flughöhe und 60%ige Querüberdeckung im Flugplan vorgesehen und das Ergebnis der photogrammetrischen Punktlagebestimmung durch Nachmessung einer großen Anzahl von Strecken in der Natur kontrolliert.

Im folgenden wird über jede Einzelheit, die sich bei dieser praktischen Arbeit ergeben hat, berichtet ohne etwas wegzulassen oder zu beschönigen.

Die technischen Daten der photogrammetrischen Neuaufnahme von Gedorf:

Das Gebiet war 330 ha groß. Das Gelände hatte Höhenunterschiede bis 100 m. Triangulation 5. Ordnung war vorhanden. Signalisiert wurde mit titanweiß-gestrichenen Kunstfaserplatten im Ausmaß von 20×20 cm. Der Flug wurde am 25. März 1960 mit dem Flugzeug, Type Twin Pioneer in der Zeit von 10.53 Uhr bis 11.16 Uhr durchgeführt. Es war etwas wolkig und etwas windig. Aufgenommen wurde mit der Kammer Wild RC 7 Aviogon, $f = 10$ cm, Bildformat 14×14 cm, Flughöhe über Grund 1180 bis 1200 m. Das ergab einen Bildmaßstab von 1:11800 bis zu 1:12000. Aufgenommen wurde auf Ultra-flat-Platten, Gevaert 30⁰ mit Filter 1,3, Blende 5,6 und mit einer Belichtungsdauer von $1/200$ sec. Das Bildmaterial (Abbildung der Signale) war sehr gut.

Bei 50%iger Querüberdeckung ergaben sich für das Aufnahmegebiet 3 Flugstreifen zu 12 Modellen. 25 Paßpunkte waren notwendig. Signalisiert wurden 2200 Punkte, welche an einem Wild A7 (mit Koordinatenregistriergerät EK 3 und Lochkartenstanzer IBM 026) ausgewertet wurden. Die Auswertung erfolgte in einem Raum mit Air-Condition, und zwar bei 22⁰ C und 60% Feuchtigkeit. Der Maschinenmaßstab war 1:3000. Orientiert wurden die Modelle numerisch nach der Methode Jerie.

35 Min. Anflug, 35 Min. Abflug und 23 Min. Bildflug wurden für die Erfüllung dieser Aufgabe verwendet. In dieser Zeit wurden die drei vorgeschriebenen Streifen und ein Streifen als Wiederholung (wegen erkanntem Abkommen von der Flugplanung) geflogen. Nimmt man an, daß bei 60%iger Querüberdeckung etwa die doppelte Anzahl Streifen entsteht, so kann man feststellen, daß 11 Min. Mehraufwand bei 82 Min. Gesamtaufwand entstanden ist. Das heißt, die Flugkosten erhöhten sich um etwa 14%. Die Bildflugzeit ist meist im Verhältnis zur An- und Abflugzeit unbedeutend.

Die Berechnung der Transformation, der Strecken und der Streckendifferenzen erfolgte auf einem Rechner IBM 650. Zur Kontrolle des Versuches wurde der Vergleich von 1778 Strecken vorgesehen, die entsprechenden Strecken aus Koordinaten gerechnet und die terrestrisch mit den photogrammetrisch erhaltenen Werten verglichen.

Da die Photogrammetrie sich selbst kontrollieren soll, wurden alle jene Strecken bzw. deren Endpunkte ausgeschieden, die bei der photogrammetrischen Bearbeitung als nicht brauchbar zu erkennen waren.

Die Tabelle 2 zeigt das Ergebnis der Untersuchungen über die Vollzähligkeit.

7 Strecken konnten nicht verglichen werden, weil die terrestrische Messung nicht möglich war;

3 Strecken fielen aus, weil in einem Endpunkt der Strecke das Signal verlorengegangen war;

23 Strecken fielen aus, weil wohl beide Endpunkte signalisiert waren, aber einer davon infolge Projektionsverdeckung, Überstrahlung etc. nicht abgebildet wurde;

9 Strecken fielen aus, weil die Koordinaten von einem Streckenendpunkt sogar mehrfach bestimmt wurden, die Ergebnisse aber eine zu große Streuung zeigten;

12 Strecken mußten ausgeschieden werden, weil ein Endpunkt der Strecke nicht signalisiert war und

46 Strecken wurden ausgeschieden, weil das Signal photogrammetrisch nicht mit Sicherheit anzusprechen war.

Da auch das Ansprechen des Signales im Auswertegerät eine Kontrolle des Verfahrens darstellt, mußten die „unsicher“ erkennbaren Punkte ausgeschieden werden. Nebenher wurden auch diese ausgeschiedenen Punkte untersucht. Unter den 46 unsicher erkennbaren Punkten waren immerhin 7 mit groben Fehlern behaftet. Wird die Streckenmessung in der Natur als Kontrolle der photogrammetrischen Punktbestimmung eingeführt, bräuchten diese 46 Werte nicht ausgeschieden werden, da die 7 mit groben Fehlern behafteten Punkte bei der Streckenvergleichung ausfallen würden. Es zeigt sich, daß bei rein photogrammetrischer Bearbeitung 5,6% an Ausfällen zu verzeichnen war.

1678 Strecken wurden dem Vergleich zugeführt. Diese 1678 Strecken und die Differenzen lagen in Lochkarten abgestanzt vor. Die Lochkarten wurden nach der Fehlergröße sortiert und die der Fehlergröße entsprechende Anzahl festgestellt (Tabelle 3).

Es bedeutet beispielweise Spalte 4 in Tabelle 3: Der Streckenfehler ist 4 cm groß. Es waren 211 Strecken mit diesem Fehler behaftet. Bis zu 4 cm Fehlergröße hatten 1156 Strecken, d. s. 68,8% von der Gesamtzahl.

Bei 68,3% von der Gesamtzahl liegt aber der Wert des mittleren Fehlers. Es ist also aus dieser Tabelle abzulesen, daß die Strecken mit einem mittleren Fehler von etwa 4 cm bestimmt wurden. Ist der mittlere Fehler 4 cm groß, dann dürften kaum noch Werte über 15 cm vorkommen. Die Tabelle zeigt aber, daß sich noch Werte anschließen bzw. daß grobe Fehler im Material vorhanden sind. Es handelt sich um 29 Werte. Diese 29 Strecken wurden zur Nachmessung in der Natur vorgeschrieben.

Die Ergebnisse zeigt die Tabelle 4 in der Spalte „Nachmessung“. 4 Messungen brachten ohne Änderung dasselbe Ergebnis. 19 Strecken*) wurden bei der Nachmessung so erhalten, daß beim Vergleich mit den photogrammetrischen Streckenlängen Differenzen kleiner als 16 cm aufscheinen.

Damit scheint aber auch erwiesen, daß man in der Praxis bei Ausführung großer Anzahlen von terrestrischen Messungen diese auch nicht als fehlerfrei annehmen darf und daß die Differenz zum photogrammetrischen Wert nicht als Fehler der photogrammetrischen Bestimmung angesehen werden darf.

*) In diesen 19 Fällen war die Messung in der Natur schwierig (Buschwerk, Höhenunterschiede etc.).

In allen diesen 19 Fällen hat die Nachmessung den photogrammetrisch bestimmten Wert bestätigt und die terrestrischen Fehler aufgezeigt, die durch die Photogrammetrie erkannt werden konnten.

Bei zwei von diesen 19 Strecken konnte nachgewiesen werden, daß der Fehler nicht in der Messung, sondern an der Aufschreibung gelegen war. Bei 3 Strecken waren die Endpunkte in der Natur falsch identifiziert worden.

Übrig bleiben noch 6 größere Werte, welche keine Änderung bei der Nachmessung erfahren haben. An diesen 6 Strecken waren, wie die Durcharbeitung des Materials ergab, 4 fehlerhafte Punkte beteiligt. In den Fällen fortlaufende Zahl 24, 25 und 26 sind die Differenzen terrestrisch gegen photogrammetrisch in der Grenze zwischen großer Fehler und grober Fehler. Die Fälle 27 und 28 sind aber sehr aufschlußreich. In beiden Fällen war der Punkt 1066 beteiligt. Er war im Bild falsch identifiziert an einer Stelle, die etwa 4 m vom wahren Ort entfernt war.

Im Fall 27 ist der grobe Fehler deutlich sichtbar, im Fall 28 beträgt der Fehler nur 26 cm. Daraus läßt sich ableiten, daß man bei einem Wert, der den vierfachen mittleren Fehler überschreitet, bereits einen groben Fehler annehmen muß. Aus anderen Punktkombinationen zu Strecken läßt sich meist der fehlerhafte Punkt isolieren. Er ist zur Nachmessung vorzuschreiben.

Im Fall 29 lag der richtige Punkt etwa 3 m anders.

Es ist natürlich eine gewisse Schwäche der Methode der Prüfung durch die Streckenlängen, da sie dann, wenn der Punktlagefehler senkrecht zur Streckenrichtung liegt, versagt. Wie empfindlich diese Kontrolle aber doch ist, zeigt der Fall 28.

Die Tabelle 5 gibt nun das bereinigte Material wieder.

Hätte man die Kontrolle mit den Streckenlängen nicht durchgeführt, wären immerhin durch die photogrammetrische Bearbeitung von 1678 Strecken 1672 richtig und mit hoher Genauigkeit bestimmt worden. Die 6 fehlerhaften Strecken bzw. 4 fehlerhaften Punkte wären bei rein photogrammetrischer Bearbeitung nicht erkannt worden. Das bedeutet, daß etwa 0,4% grobe Fehler aus der photogrammetrischen Bearbeitung unerkannt in der Arbeit verblieben wären.

Die Tabelle 6 zeigt eine Aufschlüsselung der Testergebnisse nach Streckenlängen und Fehlergrößen. Im Diagramm sind die amtliche Fehlergrenze nach Tabelle 4b, Genauigkeitsstufe II und die maximalen Fehler bei photogrammetrischer Bestimmung der Strecken aus Koordinaten dargestellt. Man sieht, daß die photogrammetrisch bestimmten Strecken bis auf 0,8% diese Fehlergrenze nicht überschreiten. Die Aufgaben des Katasters können durch Photogrammetrie niemals 100%ig gelöst werden. Es wären also auch diese 0,8% noch als Ausfall bei photogrammetrischer Bestimmung zu betrachten.

Der Versuch zeigt, welche Genauigkeit und auch Wirtschaftlichkeit durch die 60%ige Querüberdeckung in Verbindung mit der Anhebung der Flughöhe erreicht werden kann und welche Möglichkeiten die Streckennachmessung in bezug auf Sicherheit vor groben Fehlern und in bezug auf die Vollzähligkeit der zu bestimmenden Punkte bietet.

Auf Grund der günstigen Ergebnisse dieses ersten Versuches wird in nächsten Jahr ein Versuch der Auswertung von Bildern mit einem Maßstab 1:15000 für Katasterzwecke gestartet werden.

Untersuchung über die Verwendbarkeit der Kammerlibelle zur genäherten Bestimmung der Nadirdistanz

Von Herbert Muzik, Wien

Gelegentlich trifft man auf die Meinung, die Angaben der mitabgebildeten Dosenlibelle in Fliegerkammern könnten zu einer mehr oder weniger genäherten Bestimmung der Nadirdistanz herangezogen werden. Es steht jedoch infolge der Libellenrähgheit nicht zu erwarten, daß diese Anzeige tatsächlich verwertbar ist.

Zur Feststellung, wie weit nun praktisch der aus dem Libellenbild gewonnene Wert von der wahren Nadirdistanz abweichen kann, wurden für eine Reihe von Luftbildern, aufgenommen mit der Kammer RC 5a, die Libellenablesungen den am Auswertegerät (Wild-Autograph A 8) nach der Modelleinpassung erhaltenen Orientierungselementen φ und ω gegenübergestellt. Vorher wurde der Parswert der Libelle mit ca. 80° und ihr Bereich mit ca. $3,5^\circ$ ermittelt.

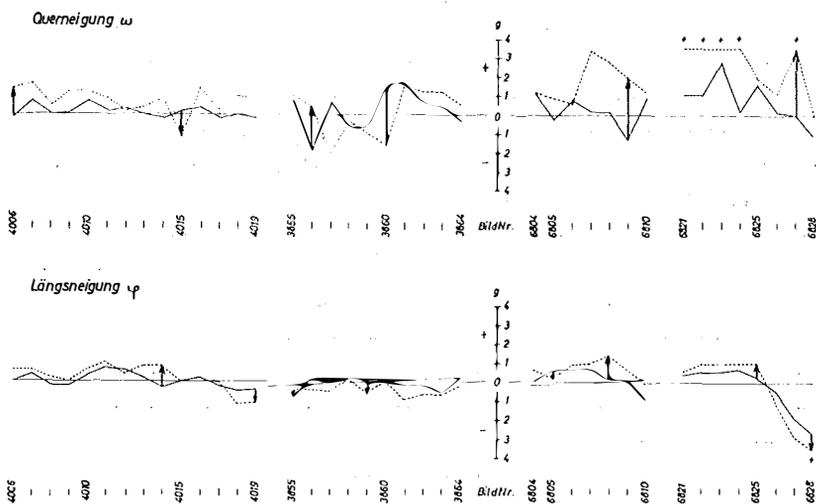
Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind nachstehend graphisch dargestellt.

Flug ÖK 182-183

RC5/I-21cm, H=6600m ü.M., starke Auf- und Abwinde.

Flug Radenthein

RC5/I-115cm, H-1700m ü.M., starke Turbulenz.



Legende: Gerätewert: — Libellenwerte: Maximale Libellenfehlanzeigen: ††

Die mit * bezeichneten Libellendaten stellen Mindestwerte dar, da die Grenze des Libellenbereiches erreicht war.

Man erkennt, daß erwartungsgemäß die Fehlanzeigen der Libelle für die Querneigung ω wesentlich größere Werte erreichen als für die Längsneigung φ .

Die Gegenüberstellung der Querneigungsdaten des Fluges „Radenthein“ läßt einen systematischen Einfluß vermuten; es wurde zuerst an einen Justierungsfehler der Libelle des Aviogonstützens gedacht, jedoch ergab die Untersuchung eines weiteren mit dem gleichen Stützen aufgenommenen Operates keine Bestätigung dieser Annahme.

Die Untersuchung hat erwiesen, daß man die Angaben der Kammerlibelle selbst für eine grob genäherte Bestimmung der Nadirdistanz keinesfalls heranziehen kann. Dieses a priori zu erwartende Ergebnis rechtfertigte die Maßnahme, die Libellen auszubauen und in Hinkunft auf die Libellenabbildung zu verzichten. Der dadurch gewonnene Raum konnte für den Einbau eines Bimetallthermometers verwendet werden, um eine schon seit langem erwünschte Registrierung der Kammer-Innentemperatur zu erhalten.

Die großmaßstäbliche Photogrammetrie — Eine Methode der Katastralneuvermessung

Von *Walter Kamenik*, Wien

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

A. Einleitung

Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen kann nach jahrelangen Entwicklungsarbeiten, welche bereits beachtliche Teilresultate erbrachten, nunmehr der Fachwelt eine weitere, praktisch erprobte Methode der Katastralneuvermessung vorstellen. Durch die Anwendung der großmaßstäblichen Photogrammetrie im Kataster eröffnen sich in technischer und ökonomischer Hinsicht neue Wege. Die Durchführung der Arbeiten erfordert das Zusammenwirken von Fachleuten aus mehreren Abteilungen der Gruppen K (Grundkataster und Grundlagen des Vermessungswesens) und L (Landesaufnahme).

Über das Konzept, nach dem diese Arbeiten ausgeführt worden sind, unterrichtet die Veröffentlichung über die Arbeiten im Fluggebiet Graz-SW [1].

Neben der bereits in früheren Arbeiten gestellten und erfüllten Bedingung, die photogrammetrischen Auswerteergebnisse den gleichen Fehlergrenzen zu unterwerfen wie jene aus den klassischen Methoden, ist bei den gegenständlichen Arbeiten auch auf die Verwendung von Winkelmeßinstrumenten bewußt verzichtet worden. Es liegt demnach eine hundertprozentige photogrammetrische Aufnahme vor, ein Umstand, welcher exakte Rückschlüsse bei der Prüfung auf Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit erlaubt.

B. Das Aufnahmegebiet

Das Fluggebiet Graz-SO umfaßt die Katastralgemeinden Murfeld, Neudorf, Graz-Stadt Messendorf und Graz-Stadt Thondorf mit ca. 3000 Grundstücken und einer Fläche von 726 ha. Es entspricht mit seinen 3726 Arbeitseinheiten (AE) ungefähr einem Drittel des Fluggebietes Graz-SW. Die beiden Stadtrandgebiete sind auch in der Struktur ziemlich ähnlich.

Bei der Bewertung, welche Größe für ein Luftaufnahmegebiet am ökonomischsten sei, stehen zwei Meinungen gegeneinander.

Vom flugtechnischen Standpunkt wird eine größere arrondierte Fläche erwünscht sein, wie dies in Graz-SW der Fall war. Von Seiten des Katasters kann nach der Ausdehnung, dem Arbeitsumfang und der Eignung für die Anwendung der Katastralphotogrammetrie, Graz-SO als ideales Fluggebiet bezeichnet werden. Es bietet den

Vorteil, mit geringem Personaleinsatz in drei aufeinanderfolgenden Sommerperioden die Grenzfeststellung, die photogrammetrische Bearbeitung und die Neuvermessungsarbeiten nach der photogrammetrischen Auswertung sowie die darauffolgenden Winterarbeiten bis zur Operatsübergabe abschließen zu können.

C. Grundlagen

Der derzeitige Genauigkeitsstand der photogrammetrischen Auswertung fordert auch von der Grundlagenmessung einen hohen Grad an Nachbargenauigkeit. Die der Grundlagenmessung innewohnenden Spannungen werden im Zuge der Detailaufnahme nach klassischen Methoden schrittweise abgebaut, womit der Nimbus des harmonisch stimmenden trigonometrischen Netzes erhalten bleibt, selbst wenn es es manchmal an Nahtstellen größere Widersprüche geben sollte. Hingegen treten bei der photogrammetrischen Methode alle im Netz IV. Ordnung angesammelten Mängel schonungslos zu Tage; sie belasten die Paßpunktberechnung und die Auswertungsergebnisse.

Es sei gleich vorweggenommen: die 15 trigonometrischen Punkte des Aufnahmegebietes Graz-SO wiesen mittlere Punktlagefehler von 9 mm bis 34 mm oder als Durchschnitt ± 24 mm aus. Für die davon abgeleiteten 56 Paßpunkte ist der entsprechende Durchschnittswert ± 36 mm. Diese Werte belegen die Güte der Neutriangulierung dieses Gebietes bis zur niedersten Ordnung. Ein Umstand, der die Mehrarbeit rechtfertigt, welche durch die Neuausgleichung des Gesamtnetzes mittels der Elektronenmaschine auf Grund von guten früheren Beobachtungen entstanden ist.

Daraus darf geschlossen werden, daß die Beurteilung der Leistungsfähigkeit der großmaßstäblichen Photogrammetrie erst nach der Befreiung der Ausgangskordinaten von der Belastung durch schlecht stimmende trigonometrische Netze erfolgen soll.

D. Ablauf der Katastralneuvermessung Graz-SO

1. Grenzfeststellung

In der Feldarbeitsperiode 1959 wurde die kommissionelle Grenzfeststellung in allen Katastralgemeinden des Fluggebietes restlos durchgeführt. Gleichzeitig sorgten die Techniker für eine lückenlose Vermarkung aller Besitzgrenzen und die Messung der Kontrollstrecken zur späteren Prüfung der Luftbilddauswertung. Die Arbeiten konnten in 77 Feldarbeitstagen von Ende Juni bis Anfang Oktober bewältigt werden.

Das Graphikon, Beilage Nr. 1, zeigt in 3 Zeitbändern den Ablauf der gesamten Arbeiten innerhalb dreier Jahre, sowohl unter Einsatz der großmaßstäblichen Photogrammetrie, als auch bei einer fingierten Neuaufnahme, wie sie nach klassischen Methoden hätte stattfinden müssen. Senkrecht zum Zeitband ist der jeweilige Personaleinsatz für die betreffende Arbeitsphase dargestellt. Die Anordnung gestattet nicht nur eine Differenzierung zwischen eingesetztem technischen Personal (auch nach dem Ausbildungsgrad) und dem Hilfspersonal, sondern auch die Unterscheidung, ob die Arbeiten auf dem Felde (volle Linien) oder in der Kanzlei (gestrichelte Linien) auszuführen waren. Endlich besteht noch die Möglichkeit, die Belastung der einzelnen Arbeitsphasen durch die Amortisation von Instrumenten und Geräten (punktierte Linien) zu beurteilen.

2. Luftsichtbarmachung

Drei Wochen vor dem vorgesehenen Flugtermin im Frühling 1960 wurde mit der Luftsichtbarmachung begonnen. Prinzipiell sollten alle Besitzgrenzpunkte, ohne Rücksicht auf ihren gegenseitigen Abstand, mittels Holzfaserplatten (titanweiß gestrichen, 20/20 cm) signalisiert werden. Neben 2900 Grenzsteinen waren auch 1350 Zaunecken sowie 185 EP- und Polygonpunkte, zusammen 4435 Punkte, in 16 Arbeitstagen luftsichtbar gemacht worden.

Für die zentrische Signalisierung einer so großen Anzahl von Zaunecken gab es noch keinerlei Vorbilder. Versuche, die Tafeln mit Spezialkitt aufzukleben, waren wohl positiv verlaufen. Bei der Vielfalt der vorkommenden Zaunsäulenformen konnte der Vorgang aber nicht befriedigen, außerdem reagierte der Spezialkitt bei kalter und feuchter Witterung anders als bei +15° C, nämlich mit mangelhaftem Bindevermögen. Schließlich brachte ein primitives Mittel die Lösung: 2 Holzpflocke, mit Draht diametral an jeder Säulenform so befestigt, daß ihre Oberfläche und der Säulenkopf eine genügende Auflage für die anzunagelnde Platte liefert. Dabei bewährten sich die mit einem 2 cm \varnothing Mittelloch ausgeführten, neuen Signalplatten besonders. Sie ermöglichten das Aufloten von tieferliegenden Marken auch bei nicht lotrechtstehenden Zaunsäulen.

Einige Verlegenheit brachte die sichere Luftsichtbarmachung einer größeren Anzahl von aus alten Operaten stammenden Polygonpunkten, deren Koordinaten photogrammetrisch neu bestimmt werden sollten. Diese Punkte, meist im hellen und überstrahlenden Grund, wie Beton-, Asphalt-, oder Makadamstraßendecken gelegen, oder in der Nähe von Stein, Sand, trockener Erde und braunen Grasnarben, waren schwierig zu kontrastieren. Unter Bedachtnahme auf die Ergebnisse früherer Signalisierungsversuche des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen [2] gelang es durch Bespritzen des Bodens mit wasserlöslicher Dispersionsfarbe heliogenblau (Mischung 1:5 bis 1:6) den notwendigen Kontrast zu erreichen. Das Aufbringen der Farbe erfolgte mittels Malerspritzen. Je nach Helligkeit des Untergrundes wurden 0,5 bis 1 m² Bodenfläche um die Signalplatten bespritzt, wodurch auch die Überstrahlungsgefahr stark vermindert werden konnte. Die Dispersionsfarbe heliogenblau erscheint im Luftbild tiefschwarz, haftet sehr gut und wird durch den Straßenverkehr kaum abgenutzt.

Gleichzeitig mit der Luftsichtbarmachung wurden bei Zaunecken die Höhe der Platten über dem natürlichen Boden gemessen.

3. Flugplanung und Bildflug

Die Flugplanung ist, wie bei zahlreichen gleichartigen Bildflügen, für das amts-eigene Vermessungsflugzeug [3] erstellt worden, Einzelheiten sind der nebenstehenden Zusammenstellung zu entnehmen. Zum Vergleich sind auch die entsprechenden Angaben über den im Jahre 1956 ausgeführten Bildflug Graz-SW angegeben.

Der Flug sollte unmittelbar nach der Meldung der Flugbereitschaft am 9. April 1960 stattfinden. Das Flugzeug stand am Flughafen Graz-Thalerhof in Bereitstellung. Für den Bildflug herrschten zu dieser Zeit keine günstigen Wetterbedingungen: Himmel zu 8/8 bedeckt, Wolkenhöhe über 2000 m, diffuses Licht. Der für den Bildflug verantwortliche Navigator konnte aus seiner Erfahrung Aufnahmen bei solchem

	Flug GRAZ-SW 25. III. 1956	Flug GRAZ-SO 9. IV. 1960	Reambulierungsflug GRAZ: 11. IV. 1960
Flugzeug	KLM — DC 3	OE — BHV	OE — BHV
Kammer, f	Wild RC 7, f= 10 cm	Wild RC 7, f=10 cm	Wild RC 5, f=11,5 cm
Objektiv, Bildwinkel	WW Aviogon, 90°	WW Aviogon, 90°	WW Aviogon, 90°
Aufnahmematerial	Gevaert-Platten, 15/15 cm, 30° pan ultra flat glass	Gevaert-Platten, 15/15 cm, 30° pan ultra flat glass	Gevaert-Film, 18/18 cm, 30° pan Aviphot
Kartenmaßstab	1 : 1000	1 : 1000	1 : 2400
Bildmaßstab	1 : 11.000	1 : 12.000	1 : 15.000
Basis	625 m	650 m	540 m
Flughöhe	1100 m	1500 m	2100 m
Längs- Überdeckung	60%	60%	80%
Quer- Überdeckung	36%	40%	40%
Breite Streifen Achsenabstand	1560 m 5, 1000 m	2100 m 5, 1260 m	3100 m 4, 1530 m
Einzel EM Modell Reihenaufnahme RM	45 EM	20 EM	25 RM
Maschinenmaßstab	1 : 3000	1 : 3000	1 : 6000
Auswertegerät	Wild A 7	Wild A 7	Wild A 8

Wetter nur fragliche Erfolgchancen geben. Der Bildflug wurde trotzdem zwischen 11.50 und 12.24 Uhr durchgeführt.

Das in Wien entwickelte Bildmaterial mußte als mangelhaft bezeichnet werden. Man konnte wegen der fehlenden Sonnenkontraste fast keine Häuser oder sonstige Einzelheiten erkennen.

Erst im Komparator bestätigten sich unsere Hoffnungen. Wir hatten bestes Auswertematerial für einen Spezialfall. Keine Schatten, keine Überstrahlung! Klar, zart und fein standen alle signalisierten Punkte auf den Platten. Damit ist der Musterfall des alleinigen reinen Katasterbildfluges zur numerischen Auswertung aller Besitzgrenzpunkte im Gerät I. Ordnung gegeben.

Die Auswertung der Traufenpunkte von Häusern und sonstigen gewünschten Details, für welche die graphische Auswertung auf einem Gerät II. Ordnung genügt, mußte aus einem weiteren Flug erfolgen. Diese Aufnahme wurde am 11. April 1960 bei 6/8 Wolkenbedeckung und etwas Sonne, als Reambulierungsflug ausgeführt. Sie diente hauptsächlich der Nachführung vieler Neubauten in weiteren 4 Katastral-

gemeinden, nördlich des Fluggebietes Graz-SO. Diese Gemeinden waren vor mehr als 10 Jahren neuvermessen worden. Einzelheiten über diesen Bildflug sind aus der rechten Spalte der Übersicht zu entnehmen.

4. Identifizierung

Über die Wichtigkeit der Identifizierung wurde schon viel geschrieben. Es ist klar, daß von der Gewissenhaftigkeit und Güte der Feststellungen über die Sichtbarkeit der Signale in den einzelnen Modellen das gute Gelingen der weiteren Arbeitsphasen abhängen muß. Aus diesem Grunde wurde die Arbeit dem gleichen technischen Personal der Neuvermessungsabteilung anvertraut, welches auch die Grenzfeststellung und die Luftsichtbarmachung im Gelände durchgeführt hatte — also sehr guten Kennern der Situation. An Hand von Glasdias der Originalaufnahmen konnte auf zwei Stereokomparatoren die Identifizierung in 16 Kanzleitagen beendet werden. Den Ingenieuren dienten dabei die eigenen Grenzbegehungsskizzen mit den Erhebungsdaten, wie Punktmarkierung, Nummer, Kontrollstrecken und Höhen der Tafeln über dem natürlichen Boden als Unterlage. Das Ergebnis der Erhebungen wurde im Identifizierungsprotokoll eingetragen, in zugehörigen Luftbildvergrößerungen die Örtlichkeit jedes Punktes samt Nummer bezeichnet und hernach die Reihenfolge und der Weg der Auswertung festgelegt.

Ein Feldvergleich im Gelände ist nach unseren Erfahrungen nicht mehr nötig, da in Zweifelsfällen über die Punktlage genügend Kontrollmaße zur Lokalisierung des Signals herangezogen werden können. Von 4435 signalisierten Punkten konnten 4230 Tafeln in mehreren Modellen identifiziert werden und erhielten gemittelte Koordinaten — das sind 95% aller Punkte.

5. Photogrammetrische Bearbeitung.

Außer der Luftsichtbarmachung und Identifizierung der Punkte oblagen alle folgenden Arbeiten des 2. Aufnahmejahres der Abteilung Photogrammetrie (siehe Beilage, Nr. 1, blaue Linienführung). Über die Paßpunktmessung und Rechnung wurde wesentliches bereits gesagt, sie waren Mitte August abgeschlossen, sodaß die eigentlichen Auswertearbeiten ab 24. August einsetzen konnten. Diese dauerten mit den Abschlußarbeiten am Gerät ungefähr 3 Monate. Weitere Rechengänge, wie Mittelbildung und affine Transformation wurden für jede Katastralgemeinde mit Angabe der Fehlerschranken gesondert durchgeführt. Jedenfalls lagen nach organisatorisch bedingten Unterbrechungen rechtzeitig die Reinschriften der Koordinatenverzeichnisse und die Lochkarten Anfang März des 3. Jahres für die Weiterbearbeitung durch die Neuvermessungsabteilung vor.

Zur Beurteilung der Güte der Auswertung der 20 Einzelmodelle kann der Mittelwert der maximalen Restfehler und der mittlere Restfehler nach der Transformation, beide Werte = $\pm 7,7$ cm, herangezogen werden. Die mehrfach bestimmten Koordinaten der Punkte resultieren aus der Auswertung im Hin- und Rückgang in jedem Modell. Die Formel für den mittleren Fehler des arithmetischen Mittels $M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$

zeigt, in welcher Richtung das Streben nach Erhöhung der Genauigkeit der mittleren Punktlagen zu gehen hat. Die Auswertung von Punkten in 4 Modellen ist keine sehr ins Gewicht fallende Mehrarbeit, da alle Arbeitsgänge weitestgehend automatisiert

worden sind. Die Flugplanung wird daher künftig eine größere Querüberdeckung, wodurch auch eine Erhöhung der Anzahl der Paßpunkte notwendig wird, vorsehen müssen. Ein Versuch in dieser Richtung wurde bereits mit Erfolg unternommen [5]. Die richtige Dosierung der einzelnen Elemente: Modellanzahl, Paßpunkte, mittlerer Punktlagefehler, Fehlergrenze und Wirtschaftlichkeit stellt kein unlösbares Problem dar.

6. Bearbeitung durch die Neuvermessung

Da durch die Neuvermessungsarbeiten im 1. Jahr bereits ein Großteil der Erhebungen in Grenzbegehungsskizzen aufscheint, verblieben als Hauptaufgaben des dritten Aufnahmejahres: die durchgreifende Kontrolle der Koordinaten jedes photogrammetrisch ausgewerteten Punktes und die zeichnerische Darstellung der Ergebnisse.

Die Feldarbeiten haben am 15. Mai 1961 mit geringem Personaleinsatz begonnen (siehe Beilage Nr. 1) und konnten ohne Schwierigkeit in der gleichen Sommerperiode abgeschlossen werden. Vor Beginn der Feldarbeit waren alle notwendigen Kontrollstrecken „Sr“ vorgeschrieben und elektronisch berechnet worden.

Für die geometrische Darstellung war der im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen neueingeführte Zahlenplan [4] im Maßstab 1:500 vorgesehen. Die Auftragung der Punkte mittels Lochkarten auf unbeschichteten Astralonblättern erfolgte vor der Ausrückung durch den elektronisch gesteuerten Koordinatographen. Im Zuge der Feldarbeiten wurden nach der Überprüfung beziehungsweise Berichtigung der Zahlenwerte, laufend die Blätter des Zahlenplanes ausgefertigt. Das Lineament, die konventionellen Zeichen und die Beschriftung, welche durch photomechanische Reduktion des Zahlenplanes zur künftigen Katastralmappe werden, erscheinen im Original in schwarzer Tusche, alle übrigen Details, auch Punktnummern und Maßzahlen, in Rot. Ablichtungen der Originale ersetzen die bisher übliche Feldskizzen-darstellung. Der Arbeitsfortschritt war sehr gut, die Feldarbeiten konnten am 3. November 1961 abgeschlossen werden.

E. Genauigkeitsuntersuchung

Die Prüfung der photogrammetrisch ausgewerteten Koordinaten erfolgte lückenlos über das ganze Neuvermessungsgebiet durch Messung von wirksamen Kontrollstrecken. Die Ergebnisse sind in der Beilage Nr. 2, „Zusammenstellung der Kontrollstrecken und Fehlerwerte im Fluggebiet Graz-SO“, vereinigt. In vier untereinander angeordneten Blöcken sind die charakteristischen Werte aufgeschlüsselt, vorerst jede Katastralgemeinde für sich, und schließlich das Gesamtmittel des Fluggebietes.

Entsprechend den steigenden Werten der Fehlergrenzen, Tabelle I (Spalte 13), sind Länge, Anzahl, Prozent und die Summe der gemessenen Strecken in den Kolonnen 2, 3, 4 und 5 angeführt. Die Kolonnen 6 bis 12 enthalten die Fehlerelemente, wie sie für die Berechnung des durchschnittlichen und mittleren Fehlers in den Spalten 21 und 22 gebraucht wurden.

Interessantes statistisches Material über die Erreichung der Fehlergrenzwerte von $0\frac{1}{2}$ -1/1 mit den Fällen der Überschreitung bieten die Kolonnen 15 bis 20. Die

durchschnittlichen Streckenlängen und die Prozentsätze der in Anspruch genommenen Fehlergrenzwerte (Spalten 23 und 24) vervollständigen die Aufstellung. Spezifizierte Aussagen über jede Längenkategorie vermitteln die Zeilenangaben.

Aus dieser Zusammenstellung sind zahlreiche Einzelheiten erwähnenswert. Vor allem soll bei der Genauigkeitsprüfung das Verhalten besonders kurzer Strecken, wie sie in den Zeilen für 0 bis 2 m und 2 bis 6 m aufscheinen, Anregung zur Diskussion geben. Bei Prüfung von 27 Entfernungen unter 2 m waren 10 Fälle oder 37% unter der halben Fehlergrenze, innerhalb der halben bis ganzen Fehlergrenze lagen 11 oder 41% der Strecken; an Überschreitungen finden wir 6 Fälle oder 22%. Die Fehlergrenze wurde in dieser Kategorie zu 68% in Anspruch genommen, was gleichzeitig den Höchstwert in Spalte 24 darstellt. Die kürzeste überhaupt geprüfte Strecke war 0,40 m. Sie hatte einen Fehler von 6 cm und gab Anlaß zur Nachmessung. Übrigens waren von den insgesamt 38 Kleinstrecken (0 bis 2 m) des Fluggebietes 14 unter einem Meter lang, in 5 Fällen überschritten sie die Fehlergrenze. Interessant ist, daß der mittlere Fehler solch extrem kurzer Strecken mit $\pm 3,9$ cm (4. Block, Spalte 22) auch bei dieser Arbeitsplanung trotz früher befürchteter größerer Anfälligkeit zur Überschreitung unter dem Anfangswert der Fehlergrenze I bleibt und im Mittel die Fehlergrenze in Murfeld nur zu 49% beansprucht wurden (Zeile σ_1 , Spalte 24).

Insgesamt wurden zwischen 4230 koordinierten Punkten 3074 Strecken mit einer Länge von 114 km geprüft, 117 Strecken oder 6% haben die Fehlergrenze überschritten. *Als mittlerer Streckenfehler kann $\pm 5,5$ cm ausgewiesen werden.* Ähnliche Untersuchungen über die Genauigkeit der Detailaufnahme von 9524 Punkten nach Polarkoordinaten ergaben eine mittlere Lagedifferenz von $\pm 5,1$ cm [6]. Für sehr gute Messungen nach klassischen Methoden wird als anzustrebender Wert $< 33\%$ der Fehlergrenze genannt. Die Prüfung des Operates ergab eine Inanspruchnahme der Fehlergrenze von 41%, ein Ergebnis, mit dem wir zufrieden sein konnten. Zum Vergleich wurden endlich die Prüfungsergebnisse der Katasterflüge Graz der Jahre 1956 und 1960 gegenübergestellt. Die Beilage Nr. 2 gewährt Einblick in alle Sparten der Prüfung und soll in Verbindung mit den angeführten graphischen Darstellungen alle eventuell zu stellenden Fragen beantworten. So steigt die Darstellung des mittleren Fehlers in der Katastralgemeinde Murfeld, Bereich 109 bis 128 m, unverhältnismäßig stark gegen die Fehlergrenzkurve an. Spalte 19, Zeile 109 bis 128 m der numerischen Aufstellung weist bei 9 gemessenen Strecken wohl eine Überschreitung auf, restlose Klärung bietet erst Beilage Nr. 3, „Zusammenstellung der Fehlergrenzüberschreitungen“. Dort ist in der Spalte 75 die Größe des Fehlers mit 35 cm (also ein Ausreißer) angeführt. Aus der schraffierten Fläche dieser Beilage kann weiter entnommen werden, daß mehr als die Hälfte aller Überschreitungen der Fehlergrenze nur 1 bis 2 cm über dem betreffenden Grenzwert liegen. 57 Fälle oder 32% waren 1 cm, 38 Fälle oder 21% 2 cm über der Fehlergrenze. Die Zahl der restlichen Überschreitungen fällt stark ab und endet mit 18 Ausreißern (10% von 177 Fällen), deren Ursachen nicht näher untersucht worden waren.

Für die Praxis sind die auf breiter Basis erhaltenen Prüfungsergebnisse durchaus befriedigend. Sie stimmen mit den seinerzeit gewonnenen Ergebnissen harmonisch überein. Ein Zeichen, daß weder damals noch heute Zufallsergebnisse oder besondere Spitzenleistungen erreicht wurden, sondern ganz solide Gebrauchswerte.

F. Wirtschaftlichkeit

Schon bei flüchtiger Betrachtung der graphischen Darstellung des Ablaufes der Neuvermessungsarbeiten (Beilage Nr. 1) beeindruckt der große Unterschied beim Aufwand an Personal und Arbeitszeit zwischen den klassischen Methoden und der Katastralphotogrammetrie. Auch der Ersatz der lohnintensiven Feldarbeit durch billigere Kanzleiarbeit im zweiten und dritten Arbeitsjahr ist augenscheinlich. Enttäuscht werden jene sein, welche eine kalendermäßig frühere Fertigstellung der Arbeiten durch den Einsatz der großmaßstäblichen Photogrammetrie erwartet haben.

Zur Beurteilung des Grades der Wirtschaftlichkeit müssen die Arbeitsbedingungen in beiden Verfahren auf einen gemeinsamen Nenner gebracht werden, dies gelingt auf der Basis von Arbeitstagen. Die Gegenüberstellung in Beilage Nr. 4, „Zusammenstellung über den Aufwand an Personal und Arbeitszeit im Fluggebiet Graz-SO“, gestattet die Beurteilung oder den Vergleich der aufgewendeten Arbeitszeiten und des notwendigen Personaleinsatzes bei jeder Arbeitsphase, in jedem Jahr und bei Bewältigung der Gesamtarbeitsaufgabe. Die Feldarbeitstage sind durch Unterstreichung der betreffenden Ziffern hervorgehoben. Die ausgewiesenen Werte werden bis auf die Spalte „Amortisation“ überall Gültigkeit haben. Die Amortisationsquoten belasten die photogrammetrische Methode im besonderen Ausmaß. Sie erreichen fast die zweieinhalbfache Größe der klassischen Methoden. Die Belastung durch die Rechengeräte fällt weniger ins Gewicht, weil es sich dabei hauptsächlich um Mietkosten handelt.

Vergleichen wir nun den Arbeitsaufwand bei Bewältigung der Gesamtarbeitsaufgabe, wobei alle Werte der klassischen Aufnahmemethode mit 100% angesetzt seien. Bei Anwendung der großmaßstäblichen Photogrammetrie geben die entsprechenden Ansätze in den Kolonnen: A (Akademiker) = 40%, B (Maturanten) = 62%, D (Hilfskräfte) = 29% und mit Einbeziehung der beiderseitigen Amortisationsquoten in Summe 49% der Arbeitstage des Aufwandes der klassischen Methoden. Ohne die Tage für Geräte und Instrumentenamortisation wurde die Gesamtarbeitsaufgabe bewältigt:

mit klassischen Aufnahmemethoden in 4057 Arbeitstagen = 100%		mit der Katastralphotogrammetrie in 1692 Arbeitstagen = 42%
---	--	--

Diese Zahlen sprechen für sich, sie basieren auf den Daten aus Arbeitsberichten der Jahre 1959 bis 1961 der an den geschilderten Arbeiten beteiligten Abteilungen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen.

Wenn sich zu einem durchaus zufriedenstellenden Genauigkeitsgrad der Aufnahme noch eine beachtliche Wirtschaftlichkeit gesellt, dann war die für die Durchführung der Arbeiten getroffene Arbeitsdisposition richtig.

Die großmaßstäbliche Photogrammetrie kann damit in der Praxis als Methode der Katastralneuvermessung gut bestehen.

G. Zusammenfassung

In den Jahren 1959 bis 1961 hat das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen eine hundertprozentige photogrammetrische Katasteraufnahme in einem Stadtrand-

gebiet mit 3000 Grundstücken und einer Fläche von 726 ha ausgeführt. Die Arbeitsdisposition auf Grund einer einwandfreien Detailtriangulation war auf einen mittleren Streckenfehler der Gesamtaufnahme von $\pm 5,0$ cm und die Erreichung der Fehlergrenze I zu 50% abgestellt. An wirtschaftlichem Gewinn erhoffte man 20 bis 30% gegen die klassischen Methoden.

Das nun vorliegende Ergebnis der praktischen Arbeit hat die gestellten technischen Anforderungen erfüllt. Die Prüfung des Operates ergab einen mittleren Streckenfehler aus über 3000 Werten von $\pm 5,5$ cm und die Inanspruchnahme der Fehlergrenzwerte I zu 41%. Erfreulicherweise und über alle Erwartungen ist der Gewinn der Arbeitszeit viel höher ausgefallen. Er beträgt gegenüber den klassischen Aufnahmemethoden 58%. Die Erklärung liegt im kompromißlosen Einsatz der großmaßstäblichen Photogrammetrie, wodurch erst die einwandfreie Beurteilung der Leistungen dieser Methode der Katastralvermessung voll möglich war.

Literatur:

- [1] *F. Hlawaty und W. Kamenik*: Die Katastralphotogrammetrie in Österreich bei der Neuvermessung von Gebieten mit hohem Bodenwert; ÖZfV 46 (1958), Heft 2
F. Hlawaty und A. Sticker: Signalisierungsversuche; Photogrammetria XII/4, 1955–1956
 [3] *A. Sticker*: Das Vermessungsflugzeug; ÖZfV 47 (1959), Heft 5/6
 [4] *F. Hudecek*: Der Zahlenplan, ein weiterer Schritt zur Rationalisierung der Katastertechnik; ÖZfV 49 (1961), Heft 5
 [5] *A. Sticker*: Der Versuch Gedorf; ÖZfV 50 (1962), Heft 2
 [6] *K. Ulbrich*: Bestimmung der Genauigkeit der Detailvermessung mit den Doppeltachymeter Bosshardt-Zeiss; Z. f. Instrumentenkunde 1931, Heft 7

Mitteilungen

25 Jahre Luftbildauswertung in Österreich

Von *Johann Ebenhöf, Wien*

Im Jahre 1936 sind in Österreich durch das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen die ersten Luftbildauswertungen für topographische Zwecke durchgeführt worden. Diesem 25 jährigen Jubiläum sollen doch einige Zeilen zur Erinnerung gewidmet sein.

Bis 1936 ist für topographische Zwecke ausschließlich die Erdbildmessung (terrestrische Stereophotogrammetrie) zur Anwendung gekommen, die wohl gründlichst erprobt war und durch die langjährige Erfahrung des ausübenden Personals der Abteilung für Photogrammetrie zu ausgezeichneten Ergebnissen geführt hat¹⁾. Die Jahre nach dem ersten Weltkrieg haben unter der Leitung von Obervermessungsrat Mjr. a. D. Maximilian *Schober*, welcher der Erdbildmessung immer neue Anwendungsgebiete erschloß, mit den ausgeführten Arbeiten zum guten Ruf des österreichischen staatlichen Vermessungswesens einen wesentlichen Beitrag geleistet [1]. Den Fortschritten auf dem Gebiet der Luftbildmessung wurde allerdings — nicht zuletzt bedingt durch die wirtschaftlichen Schwierigkeiten — nur beobachtendes Interesse entgegengebracht. Es wurde wohl neben der terrestrischen Photogrammetrie seit 1928 auch das Luftbild schon für die Herstellung der topographischen Karten herangezogen, aber nur für ebene Gebiete in Form von Luftbildplänen, also als Einbildphotogrammetrie mittels Entzerrung.

Wenn man bis dahin die terrestrische Stereophotogrammetrie als das gegebene Aufnahmeverfahren für das Hochgebirge wie die Entzerrungsphotogrammetrie als das für das Flachland bezeichnet hatte, blieb doch das in Österreich reichlich vorhandene Mittelgebirge, das überdies

¹⁾ Der Verfasser erfuhr dort seine Ausbildung für Aufnahme und Auswertung als Ferialpraktikant von 1926–1928 und war ständig in den Jahren 1929–1933, 1936–1939 und 1946–1953 bei der Abteilung.

meist sehr waldreich ist, als Stiefkind übrig. Dies haben die terrestrischen Aufnahmen der Jahre um 1930 in den Gebieten bei Mariazell, Göstling und Lunz besonders deutlich gezeigt, wo auch die erfahrensten Beamten keine wirklich befriedigenden Ergebnisse erzielen konnten.

Neben diesen Tatsachen ist natürlich auch die allgemeine Entwicklung der Luftbildmessung sowie deren Anwendung in den Nachbarstaaten mit den dort erzielten Ergebnissen, also die allgemeine Entwicklungstendenz für den Entschluß des Bundesamtes bestimmend gewesen, auch in Österreich die Luftraumbildmessung in Anwendung zu bringen [2].

So kam es 1934 — noch unter der Leitung von OVR Schober — endlich dazu, daß im äußersten Zipfel von Österreich, um und hinter dem Pfänder in Vorarlberg, einige Flugstreifen mit 60% Überdeckung durchgeführt wurden; daneben wurden für die Rheinebene die üblichen Flugstreifen mit 30% Überdeckung für Bildplanherstellung ausgeführt. Die Aufnahmen führte die OELAG (Österr. Luftverkehrs AG.) mit einer zweiseitigen offenen Junkermaschine der Type A 2a, ohne Funk- und Navigationsgeräte aus²⁾.

Als Aufnahmekammer stand — leider — nur eine Zeiss-Kammer RMK II, $f = 20,6$ cm, Format 13×18 cm zur Verfügung. Jedem nur einigermaßen mit der Luftbildmessung Vertrauten ist der Nachteil dieses Formates offensichtlich. Es würde hier zu weit führen, die Auswirkungen auf Orientierungs- und Höhenmeßgenauigkeit näher zu erörtern.

Wenn auch die Voraussetzungen durchaus nicht voll entsprechend waren, mußte unter dem Druck der wirtschaftlich beschränkten Verhältnisse das erste Experiment gewagt werden.

Dem nachmaligen Präsidenten, Obervermessungsrat Ing. Karl *Lego*, der nach dem Ausscheiden von OVR Schober Ende 1934 als Leiter der Abteilung für Photogrammetrie bestellt wurde, war es vorbehalten, die Luftbildmessung in Österreich von der Diskussion über das Experiment zur Anwendung zu führen. Er ließ die Flugstreifen von 1934 im Jahre 1935 ergänzen und zum Teil wegen festgestellter Mängel wiederholen und veranlaßte die ersten Grundlagenmessungen und die Auswertung.

Die Vorbereitungsarbeiten waren dem prov. VK Ing. F. *Tagwerker*³⁾ übertragen worden. Für die Feldarbeit (Paßpunkteinnmessung usw.) wurde dann noch der Verfasser⁴⁾, mit Tagwerker auch für die nachherige Auswertung vorgesehen, sowie für Feld- und Rechenarbeit der damalige Volontär Ing. G. *Franz*⁵⁾ zugeteilt. Die Bildflüge waren in ca. 5000 m (ü. Gr.); das ist mit einem Bildmaßstab um 1:25 000 durchgeführt worden. Da natürlich für jedes Modell — von nur ca 2 km² Stereoraum — mindestens 4 Paßpunkte nach Lage und Höhe bestimmt werden mußten, gab das einen sehr hohen Aufwand für Paßpunktmessung. In dem waldreichen Gebiet ergaben sich für die Auswahl der Paßpunkte nach der Lage der Modelle wie auch für ihre Bestimmung in der Natur nicht geringe Schwierigkeiten.

Die Einmeß- und Rechenarbeiten mußten in kürzester Zeit erledigt werden, weil für die Auswertung ein Stereoplanigraph im Königl. Ungar. Kartographischen Institut in Budapest vorgesehen war, der nur während der Sommermonate (Juli-August, der Feldarbeitszeit der dortigen Beamten) zur Verfügung gestellt werden konnte⁶⁾.

Die Feldarbeiten für die Paßpunkteinnmessung haben am 15. April 1936 begonnen. In den zum Dienstauftrag ausgegebenen Technischen Weisungen lautete die Arbeitsaufgabe: Einnmessung der Paßpunkte in den Aufnahmeblättern 82/4-N u.-S und in 111/2-N bis zur Bregenzerache. Ausbau und Erweiterung des hiezu notwendigen trigonometrischen Netzes in A. Bl. 82/4-N. Ergänzung von Fluglücken mit terrestrischer Photogrammetrie im Gebiet von Daxenberg (ca. 2 Raumbildstandpunkte), sowie Durchführung einer Vergleichsaufnahme mit terrestrischer Photogrammetrie gegen den Südhang des Pfänders (ein Raumbildstandpunkt mit beiden Verschwenkungen) aus der Gegend \triangle Schneiders \odot 973, Normalaufnahmsrichtung auf \blacktriangle Pfänder. Außer den zum Einpassen der Raummodelle be-

²⁾ Die Bildpläne wurden von dem Bundesamte dienstzugehörigen Angehörigen der Wiener Heeresmeßstelle hergestellt. Schon um 1930 wurde der Ankauf eines eigenen Spezialflugzeuges angestrebt, um von der Zivilluftfahrt unabhängig zu werden, doch blieb es aus wirtschaftlichen Gründen noch viele Jahre nur beim Vorhaben.

³⁾ Dzt. ORdVD und Amtsleiter im VA St. Johann i. P.

⁴⁾ Von 1933—1936 bei der Neuvermessung gewesen.

⁵⁾ Dzt. Ingenieurkonsulent f. Verm. in St. Johann i. P.

⁶⁾ Für die Wahl Budapests sind wohl hauptsächlich wirtschaftliche Erwägungen — geringe Miete für das Gerät, niedere Auslandsdiäten und kurze Anreise — maßgebend gewesen.

nötigten Paßpunkten werden im Raume der Ortschaften Fluh-Langen herwärts zur Basis noch ca. 40 Vergleichspunkte der Lage und Höhe nach zu bestimmen sein.

Relativ günstige Witterung hat es ermöglicht, das umfangreiche Programm zu bewältigen, obwohl daneben für einen neuen Aufnahmezug mit einer Wild-Plattenkammer noch etwa 30 trigonometrische Punkte eines erweiterten Gebietes luftsichtbar signalisiert und immer wieder kontrolliert werden mußten. Das erste Kartierungsblatt konnte zum vorgesehenen Zeitpunkt (es wurde nach Übersendung der Auftragsvorschreibung in Wien indessen aufgetragen) Anfang Juli nach Budapest mitgenommen werden; die übrigen Blätter sind nach Abschluß der Rechenarbeiten nachgesendet worden.

In Budapest hatten sich die beiden Auswerter *Tagwerker* und *Ebenhöh* beim Direktor des Institutes, General *Medvey*, zu melden und wurden dem Leiter der Photogrammetrie-Abteilung, Oberstleutnant *Vörös*, zugeführt, der die beiden „Schüler“ mit väterlicher Fürsorge betreute und sie bei ihren ersten Schritten im Neuland der Stereoluftbildkartierung wohlwollend unterstützte. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß zur Hochschulzeit der beiden noch keinerlei Grundlagen zur „Aerophotogrammetrie“ gelehrt worden sind; das nötige theoretische Rüstzeug – von praktischen Übungen ganz zu schweigen – mußten sich die jungen Ingenieure irgendwo und irgendwann zusammenholen.

Der Stereoplanigraph war ein Modell C 1 aus der ersten Serie. Der lange optische Schlauch mit den hinten liegenden Kammern, eine schwer einstellbare Beleuchtung des Bildfeldes, schlecht erreichbare Einstellschrauben, die nur ein Assistent bedienen konnte, die eigenartige, trichterförmig wirkende Meßmarke und dazu das durch das ungünstige Bildformat bedingte geringe Basisverhältnis, gaben den vom einfachen Stereoautographen verwöhnten Auswertern manche Schwierigkeiten zu überwinden. Die Orientierung der Modelle hat immer viel Zeit erfordert; diese konnte aber durch die von der terrestrischen Kartierung vorhandene Übung doch zum Teil wieder bei der Auswertung eingebracht werden.

Die meist überraschend gute Anschlußgenauigkeit zwischen den einzelnen Modellen hat neben der allmählichen Gewöhnung an die Eigenheiten des Gerätes doch bald zur völlig selbständigen Arbeit geführt und den Auswertern auch ein Gefühl der Sicherheit gegeben, so daß die Arbeiten in der vorgesehenen Zeit zu einem befriedigenden Abschluß gebracht werden konnten. Es wurden in 46 Arbeitstagen⁷⁾ – einschließlich Ausbildung – 43 Modelle mit zusammen 78 km² im Maßstab 1:25000 kartiert und mit Tusche vierfarbig ausgezeichnet [4].

Über die Auswertetätigkeit der Gäste hat der Direktor des Institutes dem Präsidenten des Bundesamtes, Ing. *Gromann*, in einem ausführlichen Schreiben berichtet, welches den Präsidenten veranlaßte, den beiden Auswertern seine vollste Anerkennung auszusprechen. Dieses Anerkennungsschreiben (Zl. V-7686/1936) enthält unter anderem die Worte: . . . ist die Auswertung in verhältnismäßig kurzer Zeit mit überraschend gutem Erfolg durchgeführt worden. Dieses günstige Ergebnis der *ersten österreichischen stereoskopischen Luftbildauswertung* . . .

Ergänzend soll noch berichtet werden, daß die beiden Auswerter noch im gleichen Jahr Gelegenheit bekamen, an der Photogrammetrischen Woche in Jena bei Prof. O. v. *Gruber* teilzunehmen, wo sie ihre Kenntnisse erweitern und vertiefen konnten [3]. Anschließend wurde dort eine Auswertung einiger Modelle des gleichen Fluges versuchsweise am Multiplex im Maßstab 1:12500 ausgeführt.

Im Winter 1936/37 ist dann auch noch die terrestrische Vergleichsaufnahme ausgewertet worden. Der gleiche Teil ist dann nochmals 1937, allerdings aus den neuen Aufnahmen von 1936 mit der Wild-Handmeßkammer $f=16,5$ cm, Format 13×13 cm (Platten) an einem Wild-Autograph A 2 im Maßstab 1:25000 kartiert worden; das Gerät wurde von der Firma Wild gemietet und in Bregenz vorübergehend aufgestellt. Ein Teilstück aus dem Vergleichsgebiet Pfänder-Fluh ist im gleichen Jahr auf dem neuen Wild-Autographen A 5 in Heerbrugg (1:10000) ausgewertet worden⁸⁾.

⁷⁾ Arbeitstage zu 9 Stunden; d. h., bei 414 Gerätstunden war die Kartierleistung ca. 19 ha/ Stunde.

⁸⁾ Zu dieser Zeit ist noch die Frage um die optische oder mechanische Projektion (Zeiss-Wild) heftig debattiert worden, besonders im Hinblick auf die größeren Verzeichnungsfehler der damaligen Zeiss-Fliegerobjektive; zur Ausschaltung dieser Verzeichnungsfehler hat der Verfasser schon damals der Fa. Wild (Ing. Berchtold) den Vorschlag zur Verwendung von Korrekturplatten nach Art der „Butzenscheiben“ beim A 5 vorgeschlagen, wie sie derzeit als „Kompensationsplatten“ allgemein verwendet werden.

Alle Auswertungen sind dann untereinander verglichen und mit den gemessenen Kontrollpunkten überprüft worden. Diese Vergleichs- und Kontrollarbeiten haben die Überlegenheit der Luftbildmessung im waldreichen Mittelgebirge wie erwartet einwandfrei bestätigt. Außerdem wurde nicht nur bereits die erste Auswertung aus dem ungünstigen Bildformat als für die topographische Karte verwendbar, sondern sogar auch die Multiplexauswertung als brauchbar festgestellt [4].

Auf Grund dieser Ergebnisse ist im Winter 1937/38 die Anschaffung der ersten Luftbildkartiergeräte erfolgt, und zwar eines Zeiss-Stereoplanigraphen C 5 und eines Multiplex⁹⁾. Damit ist dann die ständige Anwendung der Luftraumbildmessung für topographische Zwecke eingeleitet worden, die wohl infolge des Krieges in den Jahren 1939–1945 auf ein Minimum beschränkt [5] und zwischen 1945 und 1950 (bis zur Anschaffung der Ersatzgeräte C 5 und A 5) praktisch ganz unterbrochen war. Ab 1946 ist allerdings bereits behelfsweise mit einem Multiplex gearbeitet worden [4].

Seit 1950 ist die Luftbildauswertung für die topographische Karte ständig weiter ausgebaut worden. Seit 1957 besitzt das Bundesamt bereits ein eigenes Vermessungsflugzeug, zu welchem zwei modernste Aufnahmekammern für Film und Platten mit auswechselbaren Objektivstutzen für verschiedene Brennweiten zur Verfügung stehen [6]. Der Abteilung Topographie, die nunmehr die Luftbildkartierungen im eigenen Bereich ausführt, stehen derzeit vier Geräte, drei Wild-A 8 und ein Wild-A 6 zur Verfügung, mit welchen jährlich rund 4000 km² für die Österreichische Karte 1 : 50 000 kartiert werden.

⁹⁾ Für die Wahl des C 5 war wohl der in der Fußnote 8 angedeutete noch nicht entschiedene Streit um opt. oder mech. Projektion mitbestimmend. Der Multiplex war hauptsächlich zur Schulung vorgesehen.

Literaturnachweis:

[1] *Lego, Karl*: Die photogrammetrischen Arbeiten im neuen Österreich, ÖZfV 33 (1935) Nr. 5, S. 112–116.

[2] *Lego, Karl*: Vom IV. Internationalen Kongreß für Photogrammetrie in Paris, ÖZfV 33 (1935) Nr. 2, S. 23–45.

[3] *Miksch, Adolf*: Die Photogrammetrische Woche in Jena, Auszug aus dem Vortrag von Ing. F. Tagwerker, ÖZfV 35 (1937) Nr. 3, S. 62–64.

[4] Jahresberichte d. Abt. f. Photogrammetrie (nicht veröffentlicht).

[5] *Lego, Karl*: Die photogrammetrischen Arbeiten in Österreich von 1938–1948, ÖZfV 36 (1948) Nr. 3/4, S. 71.

[6] *Stickler, Alois*: Das Vermessungsflugzeug, ÖZfV 47 (1959) Nr. 5/6, S. 157–161.

Gedenken an Professor Doležal

Am 2. März 1962 versammelte sich eine kleine Gemeinde zum stillen Gedenken anlässlich des 100. Geburtstages von Hofrat Professor *Dr. h. c. E. Doležal* vor dem Grabe am Badner Friedhof. Es waren erschienen: der Rektor der Technischen Hochschule Wien, Magnifizenz Professor *Dr. J. Krames*, Präsident *Dr. h. c. K. Neumaier*, Präsident i. R. *Dipl.-Ing. K. Lego*, die Geodäsieprofessoren *Dr. A. Barvir*, *Dr. F. Hauer*, *Dr. K. Ledersteger* und *Dr. H. Rohrer* sowie Hochschuldozent *Dr. H. Schmid*. Der Rektor der Technischen Hochschule, der eine kurze Ansprache hielt, legte am Grabe namens der Hochschule eine wunderschöne Kranzspende nieder, Prof. Dr. Barvir einen Kranz mit den Schleifen des Österr. Vereins für Vermessungswesen und der Österr. Gesellschaft für Photogrammetrie und Präsident Lego samt Frau eine weitere Kranzspende. Es war ein schöner Wintertag und die schlichte Feier wirkte sehr eindrucksvoll.

Rohrer

Internationale Assoziation für Geodäsie

Die Internationale Assoziation für Geodäsie veranstaltet in der Zeit vom 9. bis 12. Oktober 1962 ein Symposium über die Neuausgleichung der europäischen Hauptnetztriangulierungen und am 12. und 13. Oktober 1962 ihre Hundertjahrfeier in München.

Literaturbericht

1. Buchbesprechungen

W. Großmann, o. Prof. Dr.-Ing.: Grundzüge der Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate nebst Anwendung in der Geodäsie. Zweite erweiterte Auflage, 345 Seiten mit 56 Abbildungen, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1961, Ganzleinen, 15,5 × 23 cm, Preis DM 31,50.

Der nun in zweiter Auflage erschienene Band über die Grundzüge der Ausgleichsrechnung hat seine Vorgänger in einer broschierten Ausgabe im Manuskriptdruck 1952 und mit einigen Erweiterungen als vollwertiges Buch 1953. Diese früheren Ausgaben wurden in der ÖZfV 41 (1953) Seite 26 bzw. 42 (1954) Seite 61 besprochen.

Die Gliederung des Stoffes in die fünf Hauptabschnitte wurde aus der ersten Auflage übernommen, jedoch ein weiterer Abschnitt VI über die Grundlagen der Matrizenrechnung und ihre Anwendung auf die Ausgleichsrechnung angefügt. Die sehr durchsichtige Darstellung der Methoden der Ausgleichsrechnung und die ausführliche Entwicklung des Formelapparates blieben unverändert, jedoch wurde durch Umstellungen und kleine Ergänzungen des Textes das Verständnis in manchen Belangen weiter gefördert, was dem Lernenden sehr zu Gute kommen wird. Darüber hinaus hat sich der Verfasser bemüht, den in der Vermessungspraxis in den letzten Jahren aufgetretenen Entwicklungen durch Aufnahme neuer Kapitel und praktischer Beispiele Rechnung zu tragen.

Im I. Abschnitt der Fehlerlehre haben der relative Fehler, Beobachtungen mit systematischen und konstanten Fehleranteilen sowie auch einige Zufallskriterien Aufnahme gefunden. Da auch die früher im Anhang gegebenen Ausführungen über die Fehler der Genauigkeitsmaße mit eingefügt wurden, ergibt sich ein abgerundetes Bild der Fehlerlehre mit allen notwendigen theoretischen Unterlagen.

Im Abschnitt III fand der moderne Gauß'sche Algorithmus und der Algorithmus von Cholewsky Aufnahme, deren Unterschiede gegenüber dem mechanisierten Gauß'schen Algorithmus erläutert und an einem in allen drei Varianten ausgeführten vollständigen Zahlenbeispiel gezeigt werden. Der Entwicklung der elektronischen Distanzmessung und ihrem Eindringen in die Vermessungspraxis wurde durch Aufnahme eines Kapitels über die Ausgleichung von Streckennetzen, mit einem Zahlenbeispiel über die Auswertung eines Tellurometernetzes, Rechnung getragen. Schließlich wurde in diesen Abschnitt noch die Ausgleichung von Triangulierungsnetzen nach vermittelnden Beobachtungen mit aufgenommen und auf die vorteilhafte Anwendung dieses Verfahrens bei der Behandlung von Füllnetzen und bei der astronomisch-geodätischen Netzausgleichung hingewiesen.

Der Abschnitt IV erfuhr durch die Aufnahme des Krüger'schen Zweigruppenverfahrens, des Boltz'schen Substitutionsverfahrens der Besselschen Netzausgleichung und der Ausgleichung korrelierter Beobachtungen eine wesentliche Bereicherung. Auch hier wird die Anwendung der neu hinzugetretenen Verfahren an Zahlenbeispielen erläutert.

In den Abschnitt V wurde die Helmert-Transformation mit aufgenommen. Drei Kapitel dieses Abschnittes sind der Gegenüberstellung von Ausgleichsrechnungen und mathematischer Statistik gewidmet. Es wird dargelegt, wie man aus verschiedenen Betrachtungsweisen für Meßgenauigkeiten zu übereinstimmenden Aussagen kommt und sich damit eine Bestätigung der klassischen Theorie der Ausgleichsrechnung auf ganz anderem Wege ergibt. Die statistische Betrachtungsweise hat jedoch zu einer schärferen Fassung der Begriffe der Ausgleichsrechnung geführt, die von Großmann bei der Neubearbeitung des Kapitels über die Fehlerlehre Berücksichtigung fand. Zum Beispiel: „Mittlerer Fehler von Funktionen beobachteter Größen“ an Stelle des Fehlerfortpflanzungsgesetzes.

In einem neuen Abschnitt VI ist eine Einführung in die Matrizenrechnung gegeben worden und ihre Anwendungsmöglichkeit auf Ausgleichsaufgaben gezeigt. Schon in einigen früheren Kapiteln sind gewisse Zusammenhänge in Matrizenschreibweise gegeben. Es steht außer Zweifel, daß man durch das Matrizenkalkül auch sehr komplizierte Rechenoperationen in einfachen Formeln darstellen kann, weshalb es auch in theoretischen Abhandlungen über Ausgleichsprobleme immer mehr Verwendung findet. Großmann will den Leser deshalb anregen, die Kenntnis dieser mathematischen Disziplin zu erwerben, um damit den neueren Entwicklungen in der geodätischen

Literatur folgen zu können. Für die Darstellung der notwendigen Formelsysteme der Ausgleichsrechnung ist in den übrigen Abschnitten die klassische Gauß'sche Schreibweise beibehalten und nur gelegentlich sind gewisse Lösungen zusätzlich in Matrizenschreibweise gegeben um so ihre Einfachheit zu zeigen.

Großmanns Werk behält auch in der vorliegenden Auflage den Charakter eines sehr verständlichen Lehrbuches, in dem sich für fast alle Ausgleichsaufgaben der geodätischen Praxis nicht nur Lösungen, sondern auch vollständig durchgerechnete Beispiele finden. Darüber hinaus gibt dieser Band durch ein sehr ausführliches Literaturverzeichnis wertvolle Anregungen zur Vertiefung der Kenntnisse der einschlägigen neueren Literatur dieses Sachgebietes. Es ist sicher, daß das durch den Verlag vorzüglich ausgestattete Buch, in geodätischen Kreisen noch viel stärkere Beachtung finden wird als die vorhergehenden Auflagen. *W. Losert*

G. Sydow: Geometrische und trigonometrische Höhenmessung. 98 Seiten mit 58 Abbildungen, $16\frac{1}{2} \times 24$ cm, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1961, broschiert DM 7.80.

Die vorliegende Veröffentlichung ist als Heft 5 des „Lehrbuches für Vermessungs-Facharbeiter“ herausgegeben worden.

Die *geometrische Höhenmessung* behandelt nach einer kurzen Einführung Nivellierinstrumente einschließlich ihrer Prüfung und Berichtigung, wobei auch 2 Typen von Kompensator-Nivellierinstrumenten gebracht werden, weiters Nivellierlatten und Lattenuntersätze, Nivellementsverfahren, Aufnahme und Darstellung von Längs- und Querprofilen sowie Höhenaufnahme von Flächen und deren Darstellung.

In der *trigonometrischen Höhenmessung* finden wir die Methode der trigonometrischen Höhenmessung, Theodolit mit Einrichtung von Vertikalwinkelmessung, Prüfung und Berichtigung der Einrichtung des Theodolits zum Messen der Vertikalwinkel, Messung, Auswertung und Anwendung der trigonometrischen Höhenmessung erläutert. Dieses einfach ausgestattete Heft ist zur Einführung von technischen Hilfskräften in das technische Nivellement und in die trigonometrische Höhenmessung geeignet. *R.*

2. Zeitschriftenschau

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

Acta Technica Academiae Scientiarum Hungaricae, Budapest 1961: XXXVII/1–2.
Hoványi, L.: Auswahl der für die Ausgleichung eines Diagonalsystems reiner Streckenmessungen günstigsten Bedingungsgleichung. — *Halmos, F.:* Prüfung der Kreisteilung kleiner und mittlerer Theodolite. — *Szénás, G.:* Ergebnisse einer komplexen geophysikalischen Prospektion in einem besonders komplizierten Gebiet: dem Mecsekgebirge. — *Hazay, I.:* Untersuchungen zur Anwendung der Gauß-Krüger'schen Abbildung in Ungarn. — *Ledersteger, K.:* Neue Forschungen zur Theorie der heterogenen sphäroidischen Gleichgewichtsfiguren. — *Milasovszky, B.:* Über die Ausgleichung des Basisvierecks. — *Tarczy-Hornoch, A.:* Über die Berechnung des räumlichen Rückwärtseinschnittes. — *Barta, G.:* The Connection between the Excentricity of the Geomagnetic Field and the Triaxiality of the Earth.

Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Berlin 1961: Nr. 12. *Ritter, K.:* Gedanken zu verschiedenen Berechnungs- und Absteckungsmethoden in der modernen Straßenplanung. — *Meier, H.:* Zur Umformung von Gauß-Krüger-Koordinaten in das benachbarte Meridianstreifen-system. — *Stenschke, E.:* Zur Schnittberechnung zwischen Gerade und Klotoide. — Karlsruhe 1962: Nr. 1. *Wilsing, H.:* Die Begrädigung der Grenzen. — *Hettfleisch, J.* und *Schön, G.:* Die Dezimal-Klassifikation und der neue Abschnitt DK 528. — *Löbel, P.:* Die Wiederherstellung von Festpunkten und Messungslinien sowie deren Ergänzung und Erneuerung. — Nr. 2. *Kurandt, F.:* Bemerkungen zur Abhandlung „Einige ungelöste Fragen der Deutschen Katastervermessung aus der Sicht der bayerischen Verhältnisse. — *Preyss, C. R.:* Georg von Reichenbach. — *Löbel, P.:* Die Wiederherstellung von Festpunkten und Messungslinien sowie deren Ergänzung und Erneuerung (Schluß aus Nr. 1). — *Beblo, F.:* Plastikfolien in der sowjetrussischen Kartographie. — Nr. 3. *Schulz, W.:* Karten-

und Vermessungswesen in Argentinien. — *Bohmsack, G.*: Neues Vermessungsrecht in Niedersachsen. — *Schubart, H.* und *Seibert, H.*: Zwei Eigenschaften der Pythagoras-Probe. — *Schrick, K.-W.*: Ein Mechanismus zur Nachführung schnell wandernder Ziele.

Bildmessung und Luftbildwesen, Berlin 1961: Nr. 4. *Ackermann, F.*: Ein Verfahren zur programmgesteuerten Ausgleichung von Triangulationsstreifen. — *Steiner, D.*: Eine einfache Methode der Reflexionsmessung im Gelände und ihre Anwendung bei Problemen der Landnutzungsinterpretation von Luftbildern. — *Torlegard, K.*: Eine Kontrollmethode zur terrestrischen Stereogrammetrie. — *Winkelmann, G.*: Meteorologischer Rückblick auf das Bildflug-Frühjahr 1961.

Bollettino di Geodesia e Scienze affini, Florenz 1961: Nr. 3. *Solaini, C.*: Die analytische Triangulation und die Mailänder Woche. — *Santoni, E.*: Beitrag der Daten der Hilfsgeräte in der analytischen Aerotriangulation. — *Parenti, G.*: Stereovergleichsgeräte. — *Van den Hout, C. M. A.*: Analytische Ortsbestimmungsmethode. — *De Masson d'Autume, G.*: Berechnung von Kettenbild und innerer Kompensation einer Gebietsstrecke. — *Inghilleri, G.*: Zur Einführung der Sonnendaten in die analytische Aerotriangulation. — *Jerie, H. G.*: Theoretische Abhandlung über die Anwendung von Hilfsgeräten in der Aerotriangulation. — *Blachut, T. J.*: Auf die Benutzung eines Bezugspunktes und monokularer Messungen basierende analytische Aerotriangulation. — *Tewinkel, T. J.*: Die analytische Aerotriangulation mit billigen Geräten. — *Jerie, H. G.*: Die Anwendung der Kompensation mit den Bildstreifenreihen entsprechenden Rechengärten in der analytischen Aerotriangulation. — Nr. 4. *De Masson d'Autume, G.*: Kompensation einer Bildstreifenreihe. — *Schut, G. H.*: Ergebnisse einer Aerotriangulation und der an den Bildstreifenreihen bei den zwischenstaatlichen Untersuchungen erhaltenen Kompensation. — *Inghilleri, G.*: Einige Ergebnisse der analytischen Sonnen-Aerotriangulation. — *Weightman, J. A.*: Kompensation einer Bildstreifenreihe. — *Schmid, H.*: Die Verbreitung der Fehler in einer streng kompensierten Aerotriangulation. — *Hallert, B.*: Bemerkungen zu normalen Gleichungen und Grundsätzen zur Genauigkeitsbestimmung in der Photogrammetrie. — *Hallert, B.*: Untersuchungen über die Gewichte der Bildkoordinaten in den Aerephotogrammen. — *Bartorelli, U.*: Untersuchung der Fehler einer Aerotriangulation mit der Statischen Methode, die mit Hilfe des Rechengärters FINAC der INAC-CNR angewandt wurde.

Der Fluchstab, Düsseldorf-Lohausen 1961: Nr. 9/10. *Möbus, H.*: Die universelle Aufgabe des Ingenieurs. — *Fabricius, E.* und *Minow, H.*: Ein Vorschlag über die Zusammenfassung und Laufendhaltung des Messungszahlenwerkes im Kataster. — *Kröger, K.*: Die neue Definition des Meters. — *Jacobs, E.*: Trigonometrische und polygonometrische Berechnungen in den neuen Vermessungsvordrucken (Forts. aus Nr. 7/8), fortges. in Nr. 11/12.) — Nr. 11/12. *Peters, K.*: Das Winkelkreuz der römischen Landmesser. — *Heyink, J.*: Automatisches Kartiergerät Koordinat.

Geodetický a kartografický obzor, Prag 1961: Nr. 12. *Karnold, J.* und *Pukl, M.*: Praktische Arbeit mit dem Tellurometer. — *Rambousek, J.* und *Ríkl, A.*: Veränderungen der geographischen Breite auf dem Geodätischen Observatorium Pecný im Zeitabschnitt 1958, 7 — 1959, 9. — *Zeman, J.*: Ungarische geodätische Geräte moderner Konstruktion. — 1962: Nr. 1. *Kučera, K.*: Exzentrizitätsbestimmung der Zielmarkenebenen bei parallaktischen Meßblättern. — *Mikšovský, M.*: Einige neue Verfahren der Kartenbearbeitung in den sozialistischen Ländern. — *Schoeler, H.*: Eine neue Luftbildmeßkammer des VEB Carl Zeiß-Jena. — *Hanuš, Z.*: Deformationsbestimmung der Deckenplatte in einer Werkshalle. — Nr. 2. *Sima, J.*: Aerotriangulation auf Universalauswertegeräten. — *Hromádka, F.*: Zwischen zwei Kreisbogen eingeschaltete Übergangskurve. — Nr. 3. *Kabeláč, J.*: Beitrag zur Theorie des Zirkumzenitals. — *Saga, V.*: Zu einigen Fragen der Ausnutzung technischer Mechanisierungs- und Automatisationsmittel bei geodätischen Arbeiten im Ausland und in der CSSR. — *Novák, L.* und *Šrom, J.*: Deformationsmessung an Großblockbauten. — *Soušek, L.*: Absteckung der Förderschachtachse und der Achse des Maschinenhauses.

Geodezia es Kartografia, Budapest 1962: Nr. 1. *Biró, P.*: Die Normalhöhe und ihre Bestimmung in der Praxis. — *Hoványi, L.*: Neue Entwicklungsrichtung der selbständigen Dreiecksnetze. — *Halmos, F.*: Die Bestimmung der Leistungsdaten des MOM Theodolites Typ Te-DI. — *Hankó, G.*: Bestimmung der geodätischen Koordinaten der Bildpunkte und der Linien des Kartennetzes. — *Joó, I.*: Höhenbestimmungen im Bauwesen. — *Laczkó, L.*: Die wichtigsten Aspekte der Zusammenstellung und Generalisierung von Wirtschaftskarten. — *Rózsa, L.* und *Enyedi, L.*: Geodätische Führung und Kontrolle der Schildbohrung. — *Kovács, B.*: Über unsere, mit Einbildphotogrammetrie hergestellten großmaßstäblichen Vermessungen.

Geodetski list, Zagreb 1961: Nr. 10–12. *Svečnikov, N.*: Beitrag zum Problem der Bestimmung der zulässigen Abweichungen in Polygonnetzen. — *Klak, St.*: Formeln für die Berechnung des Einflusses der Instrumentenhöhe auf die gemessenen Werte der Schwerebeschleunigung. — *Muminagić, A.*: Ausgleich der durch Streckenmessungen bestimmten Dreiecksnetze (Trilateration). — *Janković, M.*: Die Anwendung der parallaktischen Streckenmessung mit der Basislatte. — *Benčić, D.*: Fernrohrhelligkeit. — *Janković, M.* und *Narobe, Z.*: Der Repetitionstheodolit Th3 und die neue 2m Kompensationsbasislatte C. Zeiß, Oberkochen.

Géomètre, Paris 1962: Nr. 3. *Wolf, E.*: L'autocontrôle en polygonation.

Nachrichtenblatt der Vermessungsverwaltung Rheinland-Pfalz, Koblenz 1962: Nr. 1. *Manderbach, G.*: Reproduktionsaufgaben bei den Katasterbehörden. — *Herzfeld, G.*: Flächen- oder Wertumlegung?

Photogrammetria, Amsterdam 1960–1961: Nr. 4. *Solaini, L.* und *Trombetti, C.*: Bericht, über die Ergebnisse der für die Kommission A der O. E. E. P. E. bis Jänner 1960 ausgeführten Triangulationen und Ausgleichungen.

Photogrammetric Engineering, Washington 1961: Nr. 5. *Abrams, T.*: Aerial Photographs Are Obsolete. — *John, H. H.* and *Meyer, M. P.*: Comparative Forest Aerial Photo Interpretation Results from Variable-Contrast and Single-Contrast Paper Prints — *Meyer, M. P.* and *Trantow, L. H.*: A Test of Polaroid Variable-Color Filters for Forest Aerial Photography. — *Moessner, K. E.*: Comparative Usefulness of Three Parallax Measurement Instruments in the Measurements and Interpretation of Forest Stands. — *Sholtes, R. S.*: A Photographic Study of Aerosol Particles in a Thermal Gradient. — *Martinek, H.* and *Sadacca, R.*, *Ranes, J. E.*, *Schwartz, A. I.* and *Zeidner, J.* and *Castelnuovo, A. E.*: A Symposium — Human Factors Studies in Image Interpretation. — *Burditt, D. C.*: Investigation of the Church Method for Orientation of a Single Aerial Photograph. — *Yost E. F.*: Photogrammetric Systems and Operations Research. — *Levine, S. W.*: A Slit-Scan Electro Optical Rectifier. — *Itek Laboratories*: Panoramic Progress, Part I. — *Abraham, V.*: Relative Geometric Strength of Frame, Strip and Panoramic Cameras. — *Case, J. B.*: The Utilization of Constraints in Analytical Photogrammetry. — *Schmid, H.*: Precision Photogrammetry a Tool of Geodesy. — *Orville, H. D.*: Cumulus Cloud Photogrammetry. — *Sayn-Wittgenstein, L.*: Recognition of Tree-Species on Air Photographs by Crown Characteristics. — *Tewinkel, G. C.*: Levelling the Stereo Model. — *Rogers, E. J.*: Application of Aerial Photographs and Regression Technique for Surveying Caspian Forests of Iran.

Photogrammétrie, Brüssel 1961: Nr. 66. *Cunietti, M.*: L'erreur de mesure des parallaxes transversales dans les appareils de restitution.

Przegląd Geodezyjny, Warschau 1962: Nr. 1. *Kolanowsky, St.*: Für die Qualitätsverbesserung bei Originalzeichnungen und Matrizen bei Großmaßstabskarten. — *Kuckiewicz, W.*: Vereinfachung der Ausgleichung gewisser typischer Triangulationsnetze. — *Chadaj, St.*: Der Selbstreduzierende Tachymeter „Dahlta 020“ mit Tisch „Karti 250“. — *Zielinski, J.*: Technische Polygonisierung für die Landwirtschaft. — *Wolniewicz, A.*: Geodätische Netze für die Landwirtschaft. — Nr. 2. *Szmielew, B.*: Probleme der Qualität geodätischer Arbeiten. — *Łukasiewicz, E.*: Einige Fragen der Polygonisierung mit Bezug auf die technischen Anweisungen. — *Grabczewski, F.*: Aktuelle Vorschriften für die Raumplanung. — *Kobylanski, J.*: Die günstigste Methode der Berechnung von Daten in landwirtschaftlichen Karten, die nach photogrammetrischen Unterlagen entstanden sind. — *Szczerba, A.*: Die Verwendung analytischer Geräte im Grundkataster. — *Gradzki, W.*: Prüfmethode für Meßbänder für senkrechte Messungen. — *Godlewski, K.*: Wiedererrichtung des Bogens durch Messung von zwei Sehnen und des von ihnen eingeschlossenen Winkels. — *Dabrowski, St.*: Photogrammetrische Aufnahmen zur Ermittlung der ballistischen Elemente bei Probeflügen von gesteuerten Geschossen und Raketen.

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, Winterthur 1962: Nr. 2. *Ansermet, A.*: La transformation d'Helmert appliquée en altimétrie. — Nr. 3. *Ledersteger, K.*: Die geodätischen Probleme der künstlichen Satelliten (Satellitengeodäsie). — *Grossmann, W.*: Die Odermattsche Grundgleichung des schweizerischen Projektions-systems.

Vermessungstechnik, Berlin 1961: Nr. 11. *Stange, L.*: Die Genauigkeit der Distanzmessung mit dem Lotakeil 004. — *Lemke, F.*: Grundsätze und Erfahrungen bei der Erkundung und Ver-

markung von Nivellements-festpunkten. — *Pöhle, M.* und *Wunderlich*: Über die Abweichungen von Bussolennmessungen in künstlichen Störungsfeldern des erdmagnetischen Feldes. — *Szangolies, K.*: Über die Anforderungen, die die analytische Photogrammetrie an Rechenautomaten stellt. — *Reimann, H. F.*: Die elektrische Streckenmessung — Teil III. — Nr. 12. *Bahnert, G.*: Das neue Reisebussolentachymeter RBT 18 vom VEB Feinmeß Dresden. — *Neubert, K.* und *Rössler, J.*: Über den Einsatz von selbsthorizontierenden Nivellierinstrumenten. — *Tarczy-Hornoch, A.*: Über die Messung mit Sekundenlibellen. — *Totel, R.*: Einige Ergebnisse der Teilflächenbildung unter Zuhilfenahme des Luftbildes. — *Berendorf, H.*: Über die Herstellung der Forstgrundkarte durch Luftbildauswertung. — *Töpfer, F.*: Untersuchungen zur Beurteilung topographischer Schichtliniendarstellungen. — 1962/Nr. 1. *Leonhardt, G.*: Das sowjetische Gravimeter GAK-3 M. — *Schädlich, M.*: Zur Genauigkeit interpolierter astronomisch-geodätischer Lotabweichungen im Gebiet der DDR und deren Einfluß auf die Reduktion der Richtungsmessungen. — *Lang, H.*: Vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung von Kreisteilungsfehlern nach den Verfahren von Heuvelink und Wild. — *Fiebert, H.*: Einsatz von Hubschraubern im Signalbau. — *Gerth, O.* und *Szangolies, K.*: Die analytische Bestimmung der Daten der äußeren Orientierung und deren Anwendung bei der aerophotogrammetrischen Auswertung. — *Szörényi, S.*: Anwendung der terrestrischen Photogrammetrie zur Herstellung von Fassadenplänen in schmalen Straßen. — *Haack, E.*: Zur Darstellung der Ortschaften in topographischen Karten. — *Deunlich*: Ein Theodolit mit elektrooptischem Entfernungsmesser.

Vermessungstechnische Rundschau, Hamburg 1962: Nr. 2. *Claas, W.*: Meßtischblätter als Hilfsmittel zur Erforschung der Technik-Geschichte (Schluß in Nr. 3). — *Grabner, K.*: Autobahn-Hochbrücke „München-Freimann“. — Nr. 3. *Hampe, O.* und *Grünler, G.*: Das photogrammetrische Geräteprogramm von Zeiß-Aerotopograph, München.

Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1962: Nr. 2. *Nittinger, J.*: Die Vermessungsgesetzgebung in der Bundesrepublik. — *Mohr, G.*: Die neue Topographische Karte 1:50000. — *Stier, K. H.*: Der Vermessungskreiselpaß und seine Einsatzbedingungen (Forts. u. Schluß aus Nr. 1). — *Gotthardt, E.*: Die Auswirkungen unrichtiger Annahmen über Gewichte und Korrelationen auf die Genauigkeit von Ausgleichungen. — Nr. 3. *Barvir, A.*: Die Lagerstättenforschung als Arbeitsgebiet des Vermessungsingenieurs. — *Kasper, O.*: Ein Beitrag zum Bau trigonometrischer Hochsignale aus Stahlrohren.

Contents:

Hans Bernhard, Questions of Precision and the Actual Efficiency-Limits of the Position Finding of Air-Signalized Points by Means of Numerical Single-Picture Photogrammetry.
 Franz Halwax, A Study on the Photogrammetric Evaluation of the Austrian-Bavarian Boundary.
 Alois Stickler, The Test „Gedorf“.
 Walter Kamenik, Large-Scale Photogrammetry — a Method of Cadastral Surveys.
 Herbert Muzik, Investigation on the Serviceability of the Chambered Level-Tube for Approximate Determination of the Nadir Distance.

Sommaire:

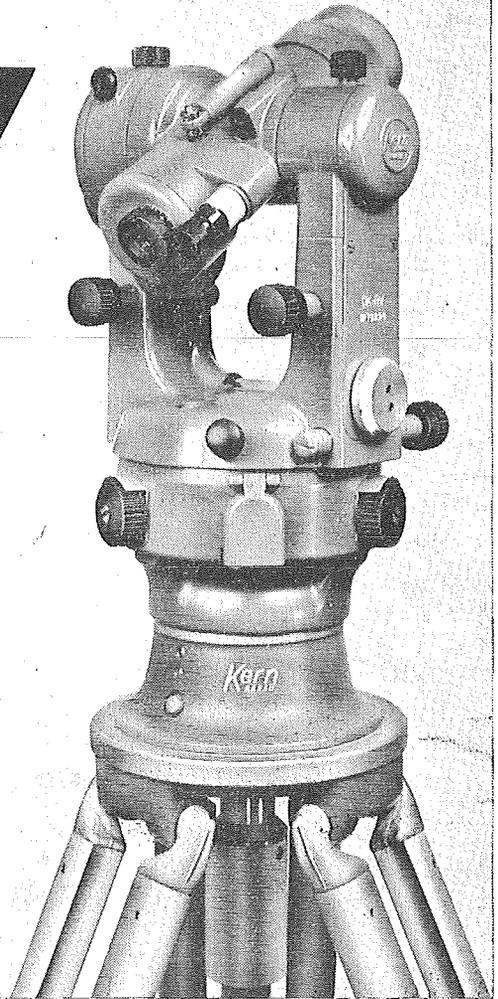
Hans Bernhard, Questions sur la précision et les limites actuels en déterminant avec l'aerophotogrammétrie numérique sur une vue unique la position des points signalisés.
 Franz Halwax, Sur le procédé d'usinage photogrammétrique de la frontière autrichienne-bavaroise.
 Alois Stickler, L'expérience „Gedorf“.
 Walter Kamenik, La photogrammétrie à grande échelle — une méthode de la mesure cadastrale.
 Herbert Muzik, Recherche sur l'applicabilité du niveau à réservoir pour la détermination approximative de la distance nadirale.

Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes:

RdVD. Dipl.-Ing., Dr. techn. Hans Bernhard, Wien VIII, Krotenthallergasse 3.
 RdVD. Dipl.-Ing., Dr. techn. Franz Halwax, Wien VIII, Krotenthallergasse 3.
 ORdVD. Dipl.-Ing. Alois Stickler, Wien VIII, Krotenthallergasse 3.
 ORdVD. Dipl.-Ing. Walter Kamenik, Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3.
 RdVD. Dipl.-Ing. Herbert Muzik, Wien VIII, Krotenthallergasse 3.

Der neue Reduktions-Tachymeter für vertikale Meßlatte mit höherer Genauigkeit

DK RV



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

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

Kern & Co. AG Aarau (Schweiz)

Alleinverkauf für Österreich

DR. WILHELM ARTAKER

Wien III, Reisnerstr. 6, Ruf: 0222/73 15 86 Serie

Österreichischer Verein für Vermessungswesen

Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3

I. Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen

- Sonderheft 1: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 70. Geburtstag.* 198 Seiten, Neuauflage, 1948, Preis S 18.—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 2: Lego (Herausgeber), *Die Zentralisierung des Vermessungswesens in ihrer Bedeutung für die topographische Landesaufnahme.* 40 Seiten, 1935. Preis S 24.—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 3: Ledersteger, *Der schrittweise Aufbau des europäischen Lotabweichungssystems und sein bestanschließendes Ellipsoid.* 140 Seiten, 1948. Preis S 25.—.
- Sonderheft 4: Zaar, *Zweimedienphotogrammetrie.* 40 Seiten, 1948. Preis S 18.—.
- Sonderheft 5: Rinner, *Abbildungsgesetz und Orientierungsaufgaben in der Zweimedienphotogrammetrie.* 45 Seiten, 1948. Preis S 18.—.
- Sonderheft 6: Hauer, *Entwicklung von Formeln zur praktischen Anwendung der flächentreuen Abbildung kleiner Bereiche des Rotationsellipsoids in die Ebene.* 31 Seiten. 1949. (Vergriffen.)
- Sonderh. 7/8: Ledersteger, *Numerische Untersuchungen über die Perioden der Polbewegung. Zur Analyse der Laplace'schen Widersprüche.* 59+22 Seiten, 1949. Preis S 25.—.
- Sonderheft 9: *Die Entwicklung und Organisation des Vermessungswesens in Österreich.* 56 Seiten, 1949. Preis S 22.—.
- Sonderheft 11: Mader, *Das Newton'sche Raumpotential prismatischer Körper und seine Ableitungen bis zur dritten Ordnung.* 74 Seiten, 1951. Preis S 25.—.
- Sonderheft 12: Ledersteger, *Die Bestimmung des mittleren Erdellipsoides und der absoluten Lage der Landstriangulationen.* 140 Seiten, 1951. Preis S 35.—.
- Sonderheft 13: Hubeny, *Isotherme Koordinatensysteme und konforme Abbildungen des Rotationsellipsoides.* 208 Seiten, 1953. Preis S 60.—.
- Sonderheft 14: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 90. Geburtstag.* 764 Seiten und viele Abbildungen. 1952. Preis S 120.—.
- Sonderheft 15: Mader, *Die orthometrische Schwerekorrektion des Präzisions-Nivellements in den Hohen Tauern.* 26 Seiten und 12 Tabellen. 1954. Preis S 28.—.
- Sonderheft 16: *Theodor Scheimpflug — Festschrift.* Zum 150jährigen Bestand des staatlichen Vermessungswesens in Österreich. 90 Seiten mit 46 Abbildungen und XIV Tafeln. Preis S 60.—.
- Sonderheft 17: Ulbrich, *Geodätische Deformationsmessungen an österreichischen Staumauern und Großbauwerken.* 72 Seiten mit 40 Abbildungen und einer Luftkarten-Beilage. Preis S 48.—.
- Sonderheft 18: Brandstätter, *Exakte Schichtlinien und topographische Geländedarstellung.* 94 Seiten mit 49 Abb. und Karten und 2 Kartenbeilagen, 1957. Preis S 80.— (DM 14.—).
- Sonderheft 19: *Vorträge aus Anlaß der 150-Jahr-Feier des staatlichen Vermessungswesens in Österreich, 4. bis 9. Juni 1956.*
- Teil 1: *Über das staatliche Vermessungswesen,* 24 Seiten, 1957. Preis S 28.—.
- Teil 2: *Über Höhere Geodäsie,* 28 Seiten, 1957. Preis S 34.—.
- Teil 3: *Vermessungsarbeiten anderer Behörden,* 22 Seiten, 1957. Preis S 28.—.
- Teil 4: *Der Sachverständige — Das k. u. k. Militärgeographische Institut.* 18 Seiten, 1958. Preis S 20.—.
- Teil 5: *Über besondere photogrammetrische Arbeiten.* 38 Seiten, 1958. Preis S 40.—.
- Teil 6: *Markscheidewesen und Probleme der Angewandten Geodäsie.* 42 Seiten, 1958. Preis S 42.—.

- Sonderheft 20: H. G. Jerie, *Weitere Analogien zwischen Aufgaben der Mechanik und der Ausgleichsrechnung*. 24 Seiten mit 14 Abbildungen, 1960. Preis S 32.—.
- Sonderheft 21: Mader, *Die zweiten Ableitungen des Newton'schen Potentials eines Kugelsegments — Topographisch berechnete partielle Geoidhebungen. — Tabellen zur Berechnung der Gravitation unendlicher, plattenförmiger, prismatischer Körper*. 36 Seiten mit 11 Abbildungen, 1960. Preis S 42.—.
- Sonderheft 22: Moritz, *Fehlertheorie der Graphisch-Mechanischen Integration — Grundzüge einer allgemeinen Fehlertheorie im Funktionenraum*. 53 Seiten mit 6 Abbildungen, 1961. Preis S 52.— (DM 9.—).

II. Dienstvorschriften

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

III. Weitere Publikationen

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

Behelf für die Fachprüfung der österreichischen Vermessungsingenieure

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

Neuerscheinungen

von offiziellen Karten der Landesaufnahme

Österreichische Karte 1:50.000

27 Braunau am Inn	45 Ranshofen
28 Altheim	46 Mattighofen
31 Eferding	68 Kirchdorf an der Krems
32 Linz	108 Deutschkreuz
33 Steyregg	144 Landeck
42 Gänserndorf	171 Nauders
43 Marchegg	187 Bad St. Leonhard i. L.
44 Ostermiething	194 Csákánydoroszló

Preise der Kartenwerke:

je Blatt S

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

Dieses Kartenwerk umfaßt insgesamt 213 Blattnummern.

Hievon sind bisher erschienen:

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

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

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

Neuerscheinungen des österr. Wasserkraftkatasters

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

Malta, Lieser, Bregenzer Ache je S 250.—

Bibliographie zur österreichischen Wasserwirtschaft S 48.—

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

Offizielle österreichische amtliche Karten der Landesaufnahme

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

Es werden folgende Kartenwerke empfohlen:

Für Amtszwecke sowie für Wissenschaft und Technik

Die Blätter der

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

Zum Zusammenstellen von Touren und Reisen

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

Für Auto-Touren

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

sowie für Motorrad- und Radfahrer

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

Für Wanderungen

die Blätter der Wanderkarte 1:50.000 mit Wegmarkierungen

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

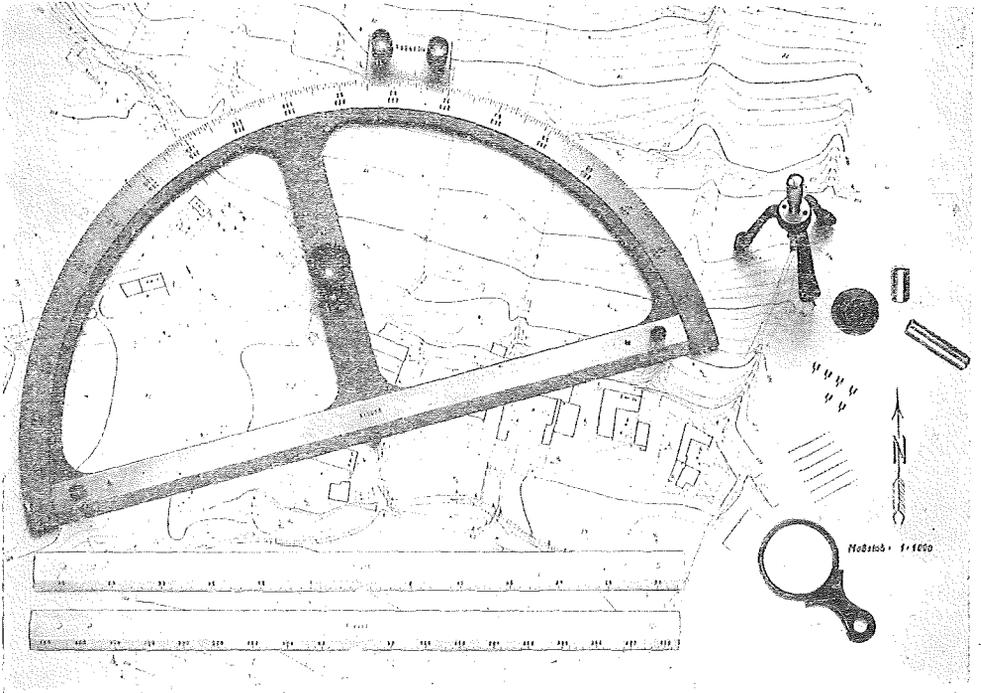
Auf Wunsch werden Übersichtsblätter kostenlos abgegeben.

Erscheinungsort: Baden bei Wien
Verlagspostamt: Baden bei Wien 1



Polarkartierer 616 N

Jetzt mit auswechselbaren Distanzlinealen



VORZUGE:

- Rasches und präzises Arbeiten
- Billig in der Anschaffung

Als Drehzentrum des Transporteurs dienen kleine, zylindrische Nadelpole, die über dem Stationspunkt mit einem Polsetzer eingestochen werden.

Die Winkelwerte können auf $1'$ bzw. 2° an einem fliegenden Nonius, der auf der Arbeitsfläche fixiert ist, abgelesen werden.

Zum Auftragen der Distanzen besitzt der Transporteur jetzt auswechselbare Facettenlineale, die in jedem gewünschten Maßstab geteilt werden können, z. B. 1:1000, 1:500, 1:2500, 1:2880 usw.

Verlangen Sie, bitte, ausführlichen Prospekt und Angebot von:

RUDOLF & AUGUST ROST

WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (NÄHE WESTBAHNHOF)
TELEFON: (0222) 92 32 31, 92 53 53 TELEGRAMME: GEOROST-WIEN