

Verlagspostamt: Baden bei Wien 1
Erscheinungsort: Baden bei Wien

P. b. b.

Österreichische Zeitschrift
für
Vermessungswesen

REDAKTION:

Dipl.-Ing. Dr. techn. **Hans Rohrer**

emer. o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

Hofrat Dr. phil., Dr. techn. h. c., Dr.-Ing. E. h.

Karl Ledersteger

o. Professor
der Technischen Hochschule Wien

Hochschuldozent Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn.

Josef Mitter

Vorstand der Abteilung Erdmessung
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

Nr. 6

Ende Dezember 1971

59. Jg.

INHALT:

Abhandlungen:

Praktische Methoden der Paßpunktbestimmung für Luftbildauswertung H. Schmid

Messung von Vertikalgradienten im kleinen Vermessungsbereich B. Bauer

„Remote Sensing“ — Neue Entwicklungen zur Wahrnehmung auf Abstand. Eine
geometrisch orientierte Einführung F. Leberl

Mitteilungen, Literaturbericht, engl.-franz. Inhaltsverzeichnis
Mitteilungsblatt zur „Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen“,
redigiert von Dipl.-Ing. Friedrich Blaschitz



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 1971

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen

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

Redakteure:

o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Rohrer, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
o. Prof. Hofrat Dr. phil., Dr. techn. eh. Karl Ledersteger, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule

Hochschuldozent Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter, A 1080 Wien VIII, Friedrich-Schmidt-Platz 3

Redaktionsbeirat:

o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alois Barvir, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Friedrich Hauer, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Hubeny, A 8020 Graz, Techn. Hochschule, Rechbauerstraße 12

Prof. Ing. Dr. techn. eh. Karl Neumaier, Präsident i. R. des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, A 1040 Wien IV, Techn. Hochschule

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

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

Die Zeitschrift erscheint ab 1. 1. 1972 viermal jährlich, u. zw. Ende März, Juni, September und Dezember.

Redaktionsschluß: jeweils Ende des Vormonats.

Auflage: 1090 Stück

Bezugsbedingungen: pro Jahr, ab 1. Jänner 1972

Mitgliedsbeitrag für den Österr. Verein für Vermessungswesen S 100,—
Konto 119093

Mitgliedsbeitrag für die Österr. Gesellschaft für Photogrammetrie S 100,—
Konto 131994

Abonnementgebühr für das Inland S 160,— und Porto

Abonnementgebühr für Deutschland DM 30,— und Porto

Abonnementgebühr für das übrige Ausland S 210,— od. sfr 35,— und Porto

Einzelheft S 45,— Inland bzw. DM 8,— oder ö. S 60,— Ausland

Anzeigenpreis pro 1/2 Seite 125 × 205 mm S 1650,— einschl. Anzeigensteuer

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

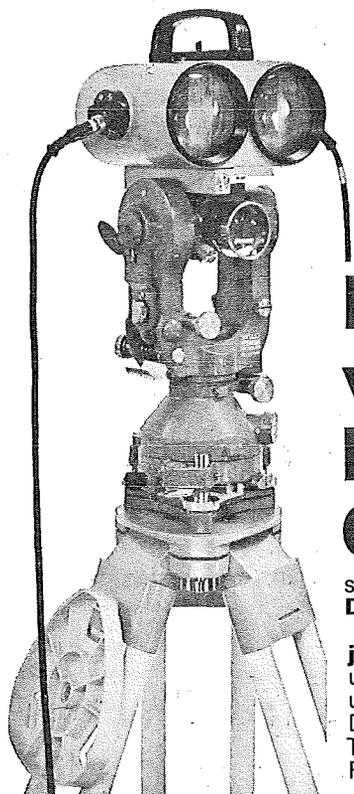
Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 125 × 50 mm S 550,— einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 125 × 25 mm S 440,— einschl. Anzeigensteuer

Prospektbeilagen bis 4 Seiten S 990,— einschl. Anzeigensteuer

Postscheck-Konto Nr. 119.093

Telephon: 42 92 83



Erfahrungen von 2000 im Einsatz stehenden Geräten

stecken im **neuen Modell** des
Distomat Wild D110

jetzt mit großer Reichweite von **2000 m**
und passend auf Wild-Theodolite T1A, T16
und T2.

Das bewährte, ideale Meßsystem für
Tachymetrie, Absteckung und
Polygonierung.

**Spart
Steigert
Bewährt
Garantiert**

Zeit, Arbeit, Geld.
Genauigkeit, Leistung, Gewinn.
seit vier Jahren im weltweiten Einsatz.
Service durch erfahrene Fachleute in allen
fünf Kontinenten.

Verlangen Sie bitte ausführlichen Prospekt.

WILD
HEERBRUGG

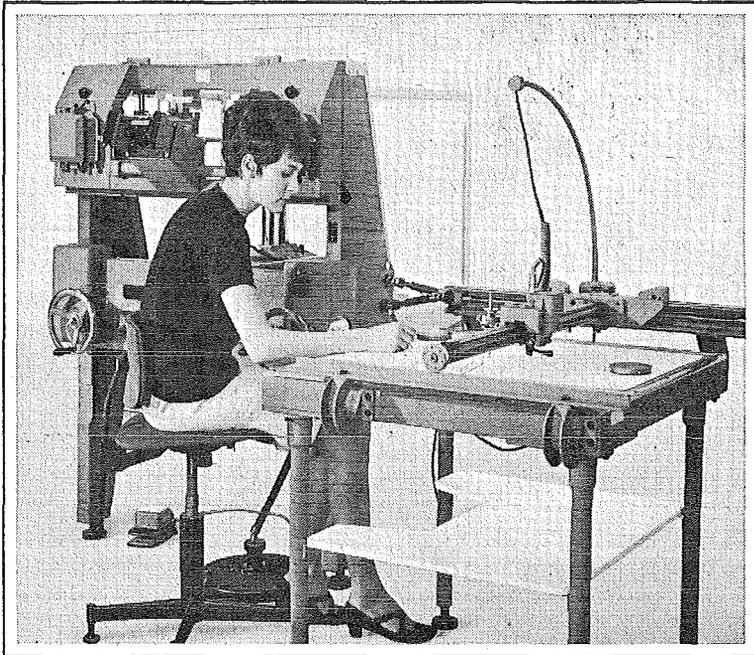
Wild Heerbrugg AG
CH-9435 Heerbrugg Schweiz

Verlangen Sie Prospekte und Angebote von der
ALLEINVERTRETUNG FÜR ÖSTERREICH

RUDOLF & AUGUST ROST

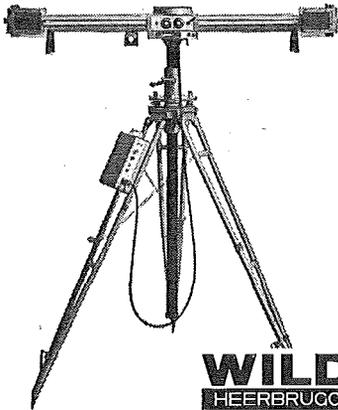
1151 WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)
TELEFON: (02 22) 92 32 31, 92 53 53, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

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



Weitwinkel-Stereometer- Kammern Wild C120/C40 und Autograph Wild A40

Das bewährte Instrumentarium für die
Nahbereichs-Photogrammetrie



Weitwinkel-Stereometerkammer Wild C120/C40.
Festes Basisrohr von 120 cm oder 40 cm Länge,
Bildweite 64 mm, Plattenformat 65 mm x 90 mm.
Auf Wunsch Neigekopf für $\pm 10^\circ$, 30° , 60° , 80°
und 90° .

Autograph Wild A40. Bildweitenbereich
54–100 mm. Auf Wunsch Transformations-
getriebe für die Auswertung von Aufnahmen
mit $\pm 30^\circ$ und 60° geneigten Aufnahmeachsen.

Anwendungsgebiete: Polizeiliche Tatbestands-
aufnahmen, Architektur, Denkmalpflege, Kul-
turgüterschutz, ingenieurwissenschaftliches
Versuchswesen, Maschinen- und Fahrzeugbau,
Medizin, Zoologie, Land- und Forstwirtschaft
usw.

Wir senden Ihnen gerne unsern Prospekt P1212.

Wild Heerbrugg AG, CH-9435 Heerbrugg
Schweiz

WILD
HEERBRUGG

Verlangen Sie Prospekte und Angebote von der
ALLEINVERTRETUNG FÜR ÖSTERREICH

RUDOLF & AUGUST ROST

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

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

ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom

Österreichischen Verein für Vermessungswesen

Offizielles Organ

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

REDAKTION:

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

Nr. 6

Baden bei Wien, Ende Dezember 1971

59. Jg.

Praktische Methoden der Paßpunktbestimmung für Luftbildauswertungen

Von *Hans Schmid*, Wien

1. *Einleitung*

Die Kosten der Paßpunktmessung bei der Luftbildauswertung sind bekanntlich ein sehr wesentlicher Summand. Es ist daher die Auswahl dieser Punkte bzw. deren Sichtbarmachung im Luftbild ein außerordentlich wichtiger Arbeitsprozeß. Bekanntlich ist die „Grubersche Punktlage“ sowohl für die Relativ- als auch für die Absolutorientierung sehr vorteilhaft, jedoch muß auch die Frage gestellt werden, ob die auszuwertende Streifenbreite und die erforderliche Genauigkeit den mitunter großen Aufwand, den diese Punktlage in besonders gelagerten Fällen erforderlich macht, rechtfertigt. Insbesondere wird man im Gebirge immer wieder Fehlerabschätzungen vornehmen müssen, um die Lage der Paßpunkte auch dort vorsehen zu können, wo sie noch erreichbar sind, wenngleich sie nicht mehr mit der idealen Punktlage übereinstimmen.

Dieser Aufsatz, der sich vor allem an die mit den photogrammetrischen, praktischen Arbeitsmethoden weniger gut vertrauten Kollegen wendet, soll zeigen, welche große Zahl von Möglichkeiten bei der Paßpunktbestimmung bestehen, wenn man alle vorhandenen Vermessungsunterlagen, die bei den Vermessungsstellen des Bundes, der Länder, der Gemeinden, der Elektrizitätsgesellschaften, der Österr. Bundesbahnen usf. aufliegen, sinnvoll verwendet. Es werden hauptsächlich die Verhältnisse bei den großen und mittleren Maßstäben bis etwa 1:10000 behandelt, da dies für österreichische Verhältnisse am wichtigsten ist. Es wird über die Größe und Art des Signalisierungsmaterials und die zu verwendenden Farbanstriche berichtet. Weiters werden die Methoden der Punktbestimmung beschrieben und schließlich

die Möglichkeiten erörtert, die bei der Entnahme von Daten aus bereits vorhandenen Vermessungsoperaten bestehen.

Die wichtigste Frage bei der Bestimmung der Paßpunktkoordinaten und Höhen ist die nach der gewünschten oder besser erforderlichen Genauigkeit. Die Tabelle 2 in [1] gibt auf Grund zahlreicher praktischer Ergebnisse Antwort auf diese Frage. Durch diese Genauigkeitsangaben sind die Meßverfahren im großen und ganzen bereits zwangsläufig bestimmt. Sie umfassen für die Lagebestimmung alle geodätischen Verfahren von der Triangulierung bis zur graphischen Koordinatentnahme und für die Höhenbestimmung vom Nivellement bis zur Entnahme aus topographischen Karten. Wie bei fast allen Genauigkeitsüberlegungen in der Geodäsie gilt auch hier als Grenze die erforderliche und nicht die erzielbare Genauigkeit.

2. Die im Luftbild sichtbare Stabilisierung der Paßpunkte

2.1 Vermarktungsmaterial

Zur Sichtbarmachung der Bodenpunkte werden meist Hartfaserplatten oder Kunststoffplatten verwendet, die, mit einer hellen Farbschicht versehen, zentrisch über den Bodenpunkten befestigt werden. Der Bodenpunkt ist dauerhaft zu vermarken, da er meistens den nachfolgenden Vermessungsarbeiten als Anbindepunkt dienen soll, damit das photogrammetrische und das geodätische Festpunktsystem einheitlich werden. Insbesondere ist hier an die Absteckungsarbeiten gedacht. Die dauerhafte Vermarktung erfolgt daher durch Stahlrohre, jetzt immer häufiger durch Plastikmarken oder Kunststoffplatten, seltener oder fast nicht mehr durch Steine. Die Befestigung der Hartfaserplatten geschieht durch zentrisches Festnageln auf zwei Holzpflocken, die in der Diagonale der Platte liegen. Mit großem Vorteil werden auch Kunststoffmarken verwendet, die einen mattweißen Farbanstrich haben und auf einen in den Boden zu rammenden Metalldorn aufgesetzt und mittels Feder gehalten werden. Diese Zeichen haben sich sehr gut bewährt, wie der Autor aus eigener Erfahrung berichten kann. Die Größe der quadratischen Flächen ist im wesentlichen eine Funktion des Bildmaßstabes. Es gilt die Formel $d = \frac{m}{N}$ in cm, wobei m die Bildmaßstabszahl und N ein Faktor ist, den Brucklacher mit 650 und O. Hofmann mit 300 angibt [2]. Die Praxis hat gezeigt, daß N ebenfalls mit dem Bildmaßstab variabel ist. Für große Maßstäbe bis etwa 1:12000 gilt $N = 300$, dieser Wert nimmt dann für kleinere Maßstäbe zu, bis er beim Maßstab 1:25000 etwa den Wert $N = 500$ erreichen soll. Diese Angaben stimmen gut mit Schwidofsky's Werten [5] überein, der eine Signalgröße von 0,05 bis 0,02 mm im Bild fordert. Hier gilt für die großen Maßstäbe der Wert 0,04 mm (bis 1:5000) und ab 1:15000 der Wert 0,02. Praktische Erfahrungen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen und eigene Erfahrungen haben gezeigt, daß die nachstehenden Faustregeln gute Sichtbarkeit im Luftbild gewährleisten:

Große Maßstäbe bis 1:12000 erfordern eine Signalgröße von $20 \times 20 \text{ cm}^2$.

Große Maßstäbe bis 1:20000 erfordern eine Signalgröße von 30^2 bis 40^2 cm^2 .

Große Maßstäbe bis 1:30000 erfordern eine Signalgröße von 50^2 bis 60^2 cm^2 .

Über Farb- und Kontrastwirkungen wurden Versuche unternommen, die in [3] und [4] ihren Niederschlag finden. Als Ergebnis beider Versuchsreihen ergab sich,

daß gelbe und weiße Signalfarben am besten sichtbar sind, wobei Weiß stärker überstrahlt als Gelb. Rot überstrahlt nicht, ist aber weniger gut sichtbar. Neueste Untersuchungen ergaben, daß auch Rosa sehr gut sichtbar ist und wenig überstrahlt. Neben den Kunststoffplatten haben sich auch emaillierte Blechscheiben sehr gut bewährt. Den besten Kontrast liefern die Farben gelb auf heliogenblauem Untergrund. Es empfiehlt sich daher bei hellem Untergrund die gelbe Signaltafel mit einem heliogenblauen, etwa 10 bis 20 cm breiten, Farbrand zu umgeben. Weiters ergab sich, daß Grenzsteine ohne Markierung unsichtbar bleiben. Im Stadtgebiet wird es meist genügen, zentrisch um den Paßpunkt (Gasrohr, Nagel) ein gelbes oder weißes Farbquadrat auf den Boden aufzubringen, wobei allerdings unbedingt der Kontrastkranz vorzusehen ist.

2.2 Auswahl der Punktorte

Wir wollen die beiden signifikantesten Beispiele, nämlich den Flächen- oder Blockflug und den Streifenflug in unseren Betrachtungen behandeln.

2.2.1 Streifenflug

Hier wird es sich meist um die Erstellung einer Projektgrundlage für einen Linienbau (Straße, Eisenbahn, Autobahn, Fluß) handeln.

Die in Tabelle 2 von [1] angegebenen Werte sollen hier kurz wiederholt werden:

Maßstäbe	Punktgenauigkeit in Meter	
	Lage	Höhe
1:500	0,03	0,03—0,04
1:1000	0,03	0,05—0,06
1:2000	0,05—0,06	0,05—0,11
1:5000	0,11—0,15	0,12—0,27
1:10000	0,23—0,30	0,23—0,53

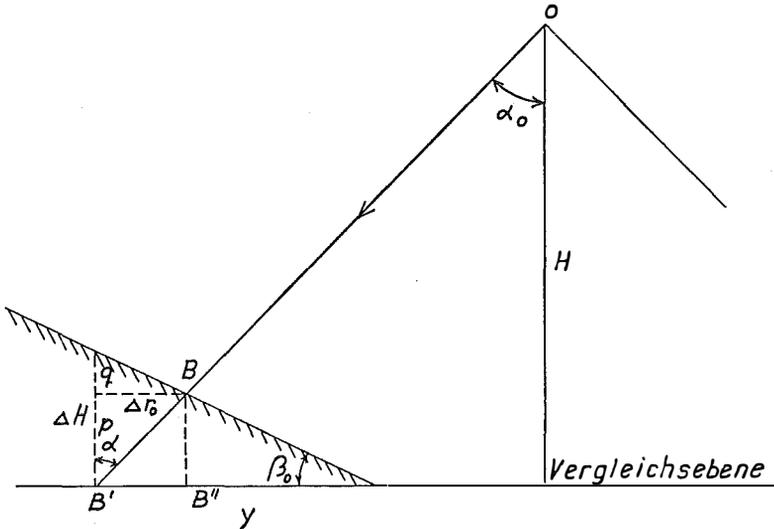
Diese Zahlen veranschaulichen, daß für die Maßstäbe 1:500 bis 1:2000 zwecks ausreichender Punktidentifikation eine Signalisierung vor dem Bildflug vorgenommen werden muß. Für die Maßstäbe 1:5000 und kleiner ist die Verwendung von natürlichen im Luftbild erkennbaren Punkten ausreichend. Es kann sich jedoch auch bei diesen Maßstäben als notwendig erweisen, zusätzlich Punkte vor dem Bildflug zu signalisieren, wenn es die Bodenbeschaffenheit erfordert. Dies wird in Gebirgsregionen, Steppen- und Wüstengebieten, Seen- und Gletschergebieten oft der Fall sein. Für die Durchführung einer Befliegung zum Zwecke der Herstellung eines Lage- und Höhenplanes von 1:1000 bis 1:2000 erfordert das Versetzen der Paßpunkte die ausgearbeitete Flugplanung, welche auf der ÖK 1:50000 durchgeführt wird. Ist ein generelles Projekt vorhanden, so daß Planunterlagen etwa 1:5000 greifbar sind, überträgt man sie vorteilhaft in dieses Operat.

Bei der Auswahl der Punktorte hat man nun eine Reihe von Zwangsbedingungen zu beachten, und zwar:

a) Die Höhenunterschiede im Modell, die Flughöhe (Basislänge) und die Längs- und Querüberdeckung.

b) Den Bodenbewuchs bzw. die Höhe von Objekten, den Verbauungsgrad und die verwendete Aufnahmekammer.

zu a) Bekanntlich bewirken Höhenunterschiede im Gelände eine radiale Versetzung der Abbildung des Geländepunktes im Bezug auf das gedachte Bild seines Grundrisses, bezogen auf eine Vergleichsebene, etwa die Horizontalebene durch den absolut tiefsten Geländepunkt. Diese radiale Versetzung ist leicht zu bestimmen, so daß man in Gebirgstälern sofort den tatsächlichen Aufnahme- bzw. Überdeckungsbereich bestimmen kann. Die Geländeneigung und den Höhenunterschied ΔH entnimmt man der Flugplanungsgrundlage, woraus sich Δr für jede Grundrißrichtung des Aufnahmestrahles bestimmen läßt. Für $\tan \alpha$ variieren die Werte je nach der



$$\Delta H = p + q = \frac{\Delta r}{\tan \alpha_0} + \frac{\Delta r}{\cot \beta_0}$$

$$\Delta r = y \frac{\tan \alpha_0}{\cot \beta_0 + \tan \alpha_0}$$

$$\Delta r = y \cdot \frac{1}{1 + \frac{y}{\Delta H}}$$

für $\alpha_0 = 50^\circ$

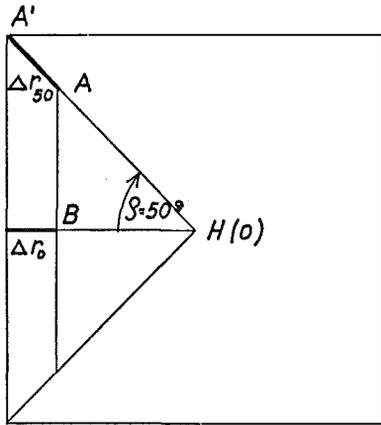


Abb 1

Größe von ρ von $1 \times Q$ bis $Q \times \sqrt{2}$, wobei Q der Quotient aus halbem Bildformat durch Brennweite bedeutet. Bei großen Höhenunterschieden ΔH sind diese Änderungen des Öffnungswinkels zu berücksichtigen. Die Geländeneigung ist, wie Abb. 1 zeigt, in Richtung des Radialstrahles (Grundriß des Aufnahmestrahles) zu bestimmen. In Abb. 2 wird die tatsächlich stereoskopisch überdeckte Fläche im Falle eines

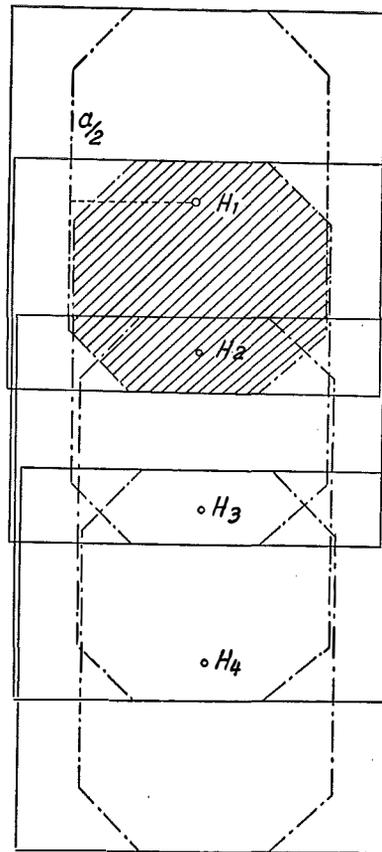
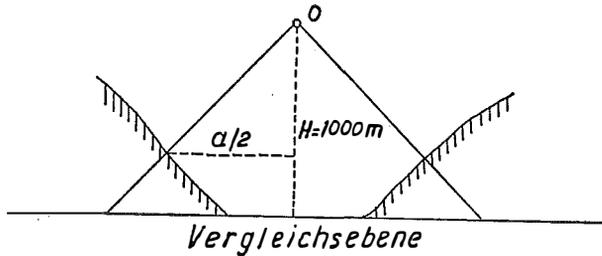


Abb. 2

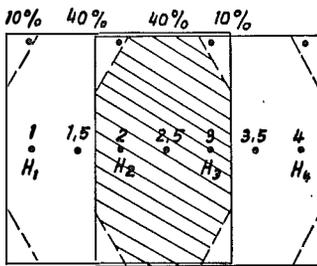
U-Tales dargestellt. Die Flughöhe beträgt 1000 m über der Talsohle und die Hänge hätten eine Neigung von 100% ($\cot \beta = 1$) und $\Delta H = 60\% H$, (Verhältnisse, wie sie in unseren Alpentälern häufig vorkommen). Aus Abb. 2 sieht man erstens, daß es unbedingt notwendig ist, vor dem Auslegen der Punktsignale die Konstruktion

der tatsächlich stereoskopisch gedeckten Fläche durchzuführen und daß zweitens in dem zur Flugrichtung senkrechten Vertikalschnitt durch die Hauptpunkte die Randpaßpunkte *nicht* vorzusehen sind, da diese Räume nur einfach gedeckt sind.

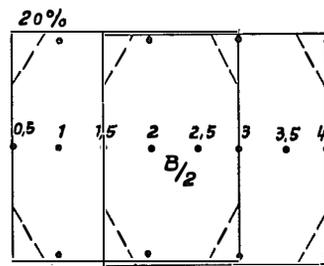
Man hat also in den Vertikalebene $x_i = \frac{B}{2} + iB$ ($i = 0, 1, 2, 3, \dots$) die Randpunkte vorzusehen, wobei dazu die navigatorisch sehr schwer zu erfüllende Zwangsbedingung der Hauptpunktzentrierung kommt.

Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen lehnt es i. a. ab, Aufträge für sogenannte Punktflüge zu übernehmen, weil dies namentlich im Gebirge außerordentlich schwierig ist. Man kann dieser Schwierigkeit begegnen, wenn man nun in jeder Vertikalebene $x = i \cdot \frac{B}{2}$ einen Paßpunkt im Grundriß der Flugachse vorzusehen, wobei diese Paßpunkte in einem entsprechenden Abstand vom herzustellenden Objekt vorzusehen sind, damit sie später für die Absteckung verwendet werden können. Es ist daher der Abstand von $\frac{B}{2}$ durchaus nicht zu klein, vielmehr wird man sogar häufig einen Polygonzug vorsehen, wobei die Polygonpunkte für den Bildflug sichtbar gemacht werden. Über die Vermessung eines derartigen Zuges wird im nächsten Abschnitt berichtet.

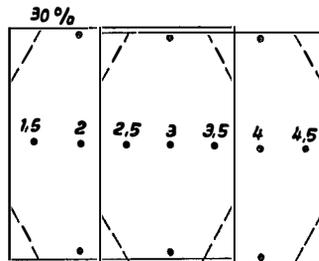
Für den Aufnahmefall von Abb. 2 beträgt $\frac{B}{2}$ 20% von $6667 \times 23:100$ in Metern, d. s. rund 300 m, so daß man hier noch 2 bis 3 Polygonpunkte dazwischenschalten wird. An den Modellrändern hat man die Paßpunkte im entsprechend reduzierten y -Abstand, wie er sich aus der Konstruktion oder Berechnung für Δr ergibt, ab-



0% Verschiebung
Abb 3a



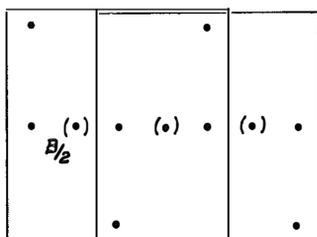
10% Verschiebung
Abb 3b



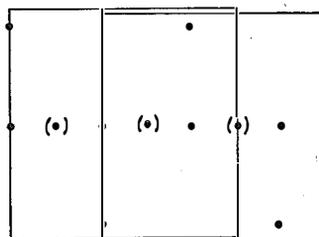
20% Verschiebung
Abb 3c

wechselnd im Vertikalschnitt $x = \frac{B}{2} \cdot i$, am oberen bzw. am unteren Bildrand usf. vorzusehen. Diese Situierung im Gelände liefert bei einem Minimum an signalisierten Punkten ein Optimum an Orientierungssicherheit für den Maßstab und die Längsneigung φ . Zur besseren Bestimmung der Querneigung werden im folgenden Abschnitt noch zusätzliche Möglichkeiten angegeben. Wie die folgenden Abbildungen 3 a, b, c zeigen, erhält man minimal 4 Paßpunkte je Modell. Sollte unglücklicherweise der Fall c) eintreten, d. h. ein Paßpunkt der Hauptpunktreihe an oder sehr in die Nähe des Bildrandes fallen, so könnten unter Umständen nur 2 Paßpunkte im Modell abgebildet werden, wenn die Randpunkte durch die topographische Konfiguration bedingt nur einfach gedeckt sind. In diesem Fall ist noch der eine oder andere Randpaßpunkt zusätzlich vorzusehen. Man sieht daraus, daß gerade im Gebirge die topographischen Vorstudien sehr wichtig und notwendig sind und man nichts dem Zufall überlassen darf, soll die Genauigkeit der Auswertung erhalten bleiben.

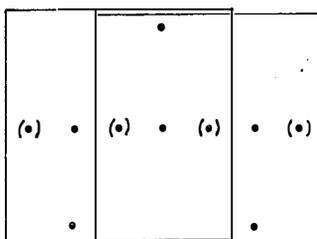
Im ebenen Gelände wird man die Randpunkte nur im Abstand $x_i = B \cdot i$ abwechselnd am oberen und unteren Modellrand vorsehen müssen, wie dies die Abbildungen 4a, b, c veranschaulichen. Hier ergeben sich im Maximum 5 und im Minimum 3 Paßpunkte, da man in der Flugachse immer die Abstände $\frac{B}{2}$ vorsehen wird.



0% Verschiebung
4 (5) Paßpunkte
Abb 4a



10% Verschiebung
2 (3) Paßpunkte
Abb 4b



20% Verschiebung
2 (4) Paßpunkte
Abb 4c

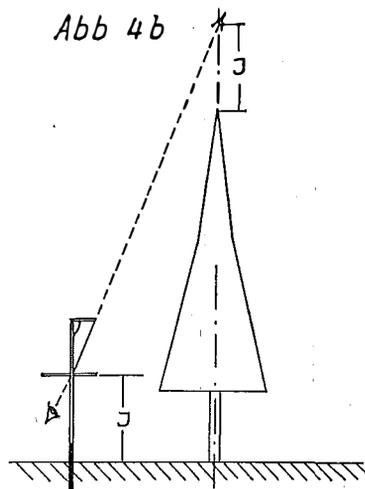
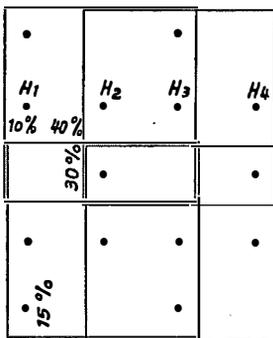


Abb 5

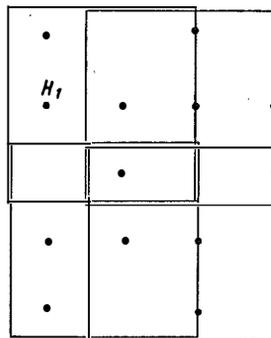
zu b) Der Bodenbewuchs und der Baumbestand bzw. die Art der Verbauung bilden einen weiteren Zwang bei der Auswahl der Paßpunktorte. Im geschlossenen Waldgebiet ergibt sich i. a. nur die Möglichkeit, Signaltafeln auf Baumwipfeln vorzusehen. Sowohl die Anbringung wie auch die Einmessung ist sehr zeitraubend. Man wird daher jede Waldlichtung als Paßpunktort unbedingt ausnützen. Hier erfordert nicht der gewünschte Kartenmaßstab das Auslegen der Paßpunkte vor der Befliegung, sondern lediglich der Mangel an natürlichen Paßpunkten überhaupt. Insbesondere bei der Erstellung von Grundlagen für Forsteinrichtungen wird dieses Problem auftreten. Will man auf einer Waldlichtung Paßpunkte auslegen, so hat man neben der Baumhöhe auch den maximalen Öffnungswinkel der Aufnahmekammer zu beachten. Es gilt $\frac{1}{2}\alpha_{\max} = \zeta_{\max}$, wobei man unter ζ_{\max} die maximale Zenitdistanz zu verstehen hat, unter der ein Aufnahmestrahle in das Gelände einfallen kann. Es ist daher zweckmäßig für die Punktauswahl im Gelände ein einfaches Hilfsgerät zu verwenden, das aus 2 Holzstäben und einem Stück Draht besteht, welche, wie Abb. 5 zeigt, ζ_{\max} darstellen. Die Senkrechtstellung erfolgt durch eine Stabwaage und die ganze Einrichtung ist drehbar auf einem Holzbrettchen anzubringen. Stellt man nun die „optische Achse“ senkrecht, so zeigt die Parallele zum Visurstrahl an, ob eine Abbildung wegen der Baumhöhe erfolgen kann oder nicht. Natürlich hat die Flugplanung dafür zu sorgen, daß diese so wichtige Waldlichtung im stereoskopisch gedeckten Raum liegt. Um die „Instrumentenhöhe“ I muß der Visierstrahl über die höchsten Baumwipfel hinweggehen.

2.2.2. Flächen- oder Blockflug

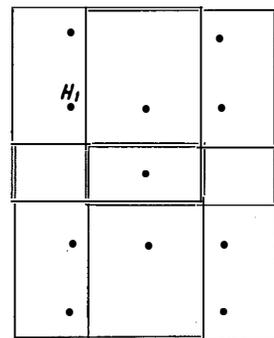
Hier hat man besonders darauf zu achten, daß die Randpunkte in zwei benachbarten Bildstreifen verwendet werden können. In Fällen, wo die Sichtbarkeit der Randpunkte in beiden Streifen fraglich wird, empfiehlt es sich daher, sogenannte Zwillingspunkte zu setzen, da die Einmessung des „Zwillings“ sehr einfach durchzuführen ist. Diese Fälle können durch Höhenunterschiede im Modell, durch Verbauungsformen oder durch den Bodenbewuchs eintreten. Im verbauten Gebiet gibt es meist eine große Anzahl von natürlichen Paßpunkten, die durchaus den Genauigkeitsansprüchen einer großmaßstäblichen Auswertung genügen [2]. Wenn zusätz-



0% Verschiebung
Abb. 6 a



10% Verschiebung
Abb. 6 b



20% Verschiebung
Abb. 6 c

liche Punkte signalisiert werden müssen, so empfiehlt es sich meist, die im Punkt 2.1 bereits beschriebene Kontrastmarkierung anzuwenden. Das Minimum an Punkten im ebenen oder fast ebenen Gebiet ist durch die Abbildung 6 dargestellt. Hier erhält man je Modell 4, im Minimum nur 2 Paßpunkte. Bei einem Bildmaßstab 1:4000 und dem Format 23×23 beträgt die Basis 370 m. Ein 10%iger Versetzungsfehler betrüge also 90 m d. s. 2 mm in der Ö. K. 1:50000. Ein derartig kleiner Orientierungsfehler ist durchaus im Bereich der Möglichkeiten. Auch der seitliche Versetzungsfehler darf im Maximum nur 10% des Bildformates in der Natur betragen, sollen die Randpaßpunkte in beiden Bildstreifen in den noch günstigen Auswertezonen abgebildet werden.

2.2.3 *Folgerungen*

Wie bereits angedeutet, soll man im Randbereich von 10% des Bildformates i. a. nicht mehr auswerten und daher noch weniger Paßpunkte in dieser Zone vorsehen. Es folgt daraus, daß es angezeigt erschiene, der Flugzeugbesatzung Orientierungshilfen, besonders zur Vermeidung der seitlichen Versetzung, zu geben, die darin bestehen könnten, an den Enden der Flugstreifen eine Reihe von aus der Luft leicht erkennbaren Punkten in der Verlängerung der Hauptpunktreihen anzuordnen. Der Versetzung in der Flugrichtung begegnet man einfach dadurch, daß man eine Überdotierung mit Signalen vornimmt, und nach erfolgtem Bildflug die Auswahl der einzumessenden Paßpunkte durchführt. Es muß von Fall zu Fall die Wirtschaftlichkeit überprüft werden. In schwierigem Gelände wird das Auslegen von Orientierungspunkten vorzuziehen sein.

Weiters sind vor der Befliegung unbedingt alle im Aufnahmegelände liegenden Triangulierungs-, Polygon- und Einschaltpunkte zu signalisieren, da sie eine sehr wertvolle Ergänzung des Paßpunktbestandes liefern. Auch die Signalisierung von Nivellementpunkten hat sich stets sehr gut bewährt. Es muß vorweggenommen werden, daß auch bei einer Minimaldotierung mit Lagepunkten immer noch zusätzlich Höhenpunkte nach erfolgtem Bildflug auf Grund der Kontaktabzüge eingemessen werden sollen. Diese Bestimmung ist leichter als die Lagebestimmung und liefert eine sehr gute Stützung für die absolute Orientierung. Eine praktische Grundregel ist daher, die Anzahl der Lagepunkte möglichst auf das Minimum zu reduzieren, dafür jedoch Höhenpunkte zur Kontrolle in größerer Zahl vorzusehen, da sie bekanntlich auch zur Maßstabkontrolle verwendbar sind. Drei Lagepunkte je Modell sind das Maximum einer wirtschaftlichen Arbeit. Höhenpunkte sollen über das ganze Modell zusätzlich verteilt sein. Sollen bestimmte Punkte, etwa Anbindepunkte von vorhandenen und einzuarbeitenden Operaten, Koordinaten erhalten, so wird man jene auch signalisieren. Eine unentbehrliche Hilfe für den Auswerter ist die Anfertigung von Topographien der signalisierten Punkte, wobei zu beachten ist, daß sie so darzustellen sind, wie sie im Luftbild abgebildet werden, d. h. daß nur Details darzustellen sind, die im Luftbild noch aufgelöst werden können. Entfernungsangaben sind in Metereinheiten zu machen, da z. B. im Bildmaßstab 1:4000 einem Meter eine Strecke von 0,25 mm entspricht.

3. Paßpunktbestimmung

3.1 Vermessungsmethoden

3.1.1 Triangulierung und Polygonisierung

Im allgemeinen werden die trigonometrischen und polygonometrischen Methoden angewendet. Bei der Punkteinschaltung auf trigonometrischem Wege erübrigt sich die strenge Ausgleichung immer. Die Bildung des arithmetischen Mittels bzw. in besonderen Fällen die graphische Ausgleichung liefern ausreichend genaue Ergebnisse. Bei der Polygonzugmessung werden die Wellenmeßgeräte mit Vorteil eingesetzt. Die Genauigkeit sowohl der lichtoptischen, als auch der elektromagnetischen Geräte ist völlig ausreichend, wenn bei der Winkelmessung mit Zwangszentrierung gearbeitet wird. Damit die Seitenlängen möglichst groß werden, hat es sich in der Praxis als vorteilhaft erwiesen, etwa im Hauptpunktspolygon nur jeden zweiten oder gar dritten signalisierten Punkt als Polygonpunkt zu verwenden und die dazwischen liegenden kontrolliert einzubinden. Die Ergebnisse der Berechnung derartiger Feinpolygonzüge zeigen, daß die Genauigkeit der Punktlage die gleiche ist wie bei den Triangulierungsmethoden [6]. Die seitlichen Paßpunkte werden einfach als Polarpunkte angehängt und durch Richtungsmessungen oder Streckenmessungen kontrolliert.

3.1.2 Kombinierte Methode

Häufig ergibt sich der Fall, daß nur ein schmaler Geländestreifen auszuwerten und darzustellen ist. Dies wird bei der Schaffung von Projektgrundlagen für den Linienbau eintreten. Für die Absolutorientierung ist dann die Bestimmung der Querneigung nicht in aller Strenge vonnöten. Man bedient sich daher gerne einer Iterationsmethode: in der Normalprojektion der Flugachse auf die Geländeoberfläche wird ein Polygonzug luftsichtbar signalisiert. Nach erfolgtem Bildflug wird anlässlich der Polygonzugmessung die Zenitdistanz von seitlich gelegenen, mit den Kontaktabzügen in der Natur gut identifizierbaren Gelände- oder Objektpunkten mitgemessen. Die Seitpunkte sind so auszuwählen, daß die Verbindungsstrecke Polygonpunkt—Seitpunkt in einem Stereomodell liegt. Man kann dann bei der Absolutorientierung die Länge dieser Strecke sofort graphisch entnehmen. Ist dies aus gegebenen topographischen Umständen nicht möglich, so muß man bei der Absolutorientierung die Strecke aus Koordinaten berechnen, wobei die Seitpunktkoordinaten graphisch entnommen werden müssen. Aus den Ergebnissen der Polygonberechnung (Lage und Höhe) leitet man die Werte für den Maßstab, die Verkantung und die Längsneigung Φ ab. Mit diesen Daten beginnt man die absolute Orientierung. Für die Querneigung wird ein beliebiger Wert angenommen oder aber ein vorläufiger sich aus Hilfsgeräten (Libellenstand) ergebender Betrag eingedreht. Jetzt wird der Seitpunkt mit der Raummarke und eingekuppeltem Kartiergerät erfaßt und der Punkt markiert. Die Distanz Polygonpunkt—Seitpunkt wird abgegriffen oder wie bereits beschrieben berechnet. Die Streckenlänge wird mit dem \cot der Zenitdistanz multipliziert und man erhält so den Höhenunterschied von Polygonpunkt—Seitpunkt. Die Differenz Instrumentenhöhe—Zielhöhe ist additiv anzubringen. Korrekturen wegen Refraktion und Erdkrümmung sind meist zu vernach-

ergeben sich wieder Absoluthöhen, die eine durchgreifende Kontrolle der Absolutorientierung gestatten.

Tabelle 1

$$s = H \tan \alpha = 500 \quad \Delta(\Delta H) = \Delta s \tan \alpha$$

Ω	Δsm	Änderung von ΔH wegen Δs für α von:				
		10 ^c	1 ^g	10 ^g	20 ^g	50 ^g
10 ^c	0	—	—	—	—	—
50 ^c	0,02	—	—	—	0,01	0,02
1 ^g	0,06	—	—	0,01	0,02	0,06
5 ^g	1,54	—	0,02	0,24	0,50	1,54

3.1.3 Photogrammetrische Methoden

Es ist festzuhalten, daß sich die photogrammetrische Paßpunktbestimmung i. a. nicht für großmaßstäbliche Auswertungen eignet. Für Planmaßstäbe 1:5000 und kleiner kann jedoch diese Methode sehr wirtschaftlich sein. Aus einem vorhandenen, mit Paßpunkten ausreichend dotierten Bildflug werden Punkte ausgewählt, die im auszuwertenden Bildflug eindeutig identifizierbar sind. Für diese Punkte werden Koordinaten und Höhen photogrammetrisch bestimmt und bilden in ihrer Gesamtheit die Paßpunkte des neuen Bildfluges. Gerade in Österreich tritt dieser Fall häufig auf, da für das gesamte Bundesgebiet Ö. K.-Flüge vorhanden sind, die sich für die Herstellung von Planunterlagen 1:5000 gerade noch eignen. Eine kombiniert photogrammetrische Methode ist auch das Überbrücken von wenigen Modellen durch Setzen von Randpunkten, wie dies bereits in einem anderen Zusammenhang geschildert wurde. In diesem Fall ist jedoch unter allen Umständen für terrestrisch bestimmte Kontrollpaßpunkte zu sorgen, um das „Bridgen“ kontrollieren zu können. Die Summe der Triangulierungspunkte und der Nivellementpunkte mit ihren Topographien bilden eine wertvolle Ergänzung, da häufig ihre Lage im Modell recht gut festlegbar ist. Hier handelt es sich um *nicht* luftsichtbar gemachte Festpunkte.

3.2 Entnahme aus Operaten

Wir stellten eingangs fest, daß diese Art der Paßpunktbestimmung nur für Operate geringer Genauigkeitsanforderung und damit kleinem Maßstab, also 1:10000 und kleiner, geeignet ist. Die Summe der zu verwendenden Operate besteht aus:
 der Katastermappe,
 der Österr. Karte 1:50000,
 der Summe der Triangulierungs-, Polygon- und Einschaltpunkte,
 der Summe der Punkte des Technischen und des Präzisionsnivellements und schließlich
 aller vorhandenen sonstigen Planunterlagen in geeignetem Maßstab.

Wir haben festzustellen, woher erstens die lagemäßige Festlegung und damit der Maßstab gewonnen werden soll und wie zweitens der Höhenanschluß vorzunehmen ist. Es sind daher meist zwei voneinander unabhängige Operategruppen zu

verwenden. Die Lage kann etwa aus der Katastermappe gefunden werden, wobei idente Paßpunkte oder besser „Paßfelder,, in den geforderten Planmaßstab übertragen werden. Dies geschieht je nach Größe der Aufgabe auf photographischem oder zeichnerischem Wege. In diese Unterlage sind nun ausreichend Höhenpunkte einzutragen, die aus der Ö. K., den Trig.-Operaten und den Nivellementsoperaten entnommen werden können. Hierbei leisten Punktstopographien und Grundstücksverzeichnisse wertvolle Unterstützung. Vorhandene Planunterlagen, wie Projektgrundlagen in Form von Lage- und Schichtplänen, können für die Modellorientierung wertvolle Hilfe bedeuten. Es lohnt und empfiehlt sich eventuell auch, zu Identifizierungszwecken mit Plan und Luftbild eine Geländerekognoszierung anzusetzen, da man dadurch die kostspielige Paßpunktmessung z. T. reduzieren kann. Hierher gehört auch die barometrische Höhenbestimmung an gut identifizierbaren Geländepunkten.

4. *Schlußfolgerungen*

Die Fülle der aufgezeigten Möglichkeiten der Paßpunktbestimmung läßt es unbedingt geraten erscheinen, vor Beginn der einschlägigen Arbeiten eine möglichst sorgfältige „Grundlagenerhebung“ vorzunehmen. Aus der Fülle dieses Materials und aus der notwendigen Genauigkeit des Ergebnisses ist die Methode der Paßpunktbestimmung abzuleiten. Meist wird eine Kombination der mannigfachen Möglichkeiten die wirtschaftlichste Lösung der Aufgabe bringen. Der mit Paßpunktbestimmungen beschäftigte Vermessungsingenieur sollte vor Inangriffnahme der Arbeiten unbedingt und in jedem Fall mit dem photogrammetrisch Versierten Kontakt aufnehmen, da die Bestimmung der Paßpunkte und ihre Verwendung im Orientierungsvorgang zwei eng „korrelierte“ Vorgänge sind.

Literatur

- [1] *Schmid u. Stickler*: Über die Genauigkeit der Paßpunktmessung... ÖZfV 1968, S. 104ff.
- [2] *Hirn, Stickler, Waldhäusl*: Zur Signalisierung in Stadtgebieten, ÖZfV 1966, S. 158ff.
- [3] *Hlawaty u. Stickler*: Signalisierungsversuch, Photogrammetria 1955—56, S. 236ff.
- [4] *Schwedefsky u. Kellner*: Beiträge zur Punktsignalisierung... Bildm. u. Luftb. 37. Jahrg., S. 97ff.
- [5] *Schwedefsky*: Grundriß der Photogrammetrie, Teubner-Verl., Stuttgart 1963, 6. Aufl., S. 331.
- [6] *Hörmannsdorfer*: Der Geodimeteereinsatz... ÖZfV 1969, S. 74ff.

Messung von Vertikalgradienten im kleinen Vermessungsbereich

Von *Bruno Bauer*, Innsbruck

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird eine der Möglichkeiten aufgezeigt, im sehr begrenzten Vermessungsbereich mit einem modernen Gravimeter selbst feine Strukturen im Untergrund zu erfassen. Die Genauigkeit eines heutigen astasierten Schweremessers gestattet es, Horizontal- und Vertikalgradienten zu messen, wobei die Meßstationen nicht mehr als 1,5 bis 2 m voneinander entfernt sind. Die voraus berechneten Werte für ein bestimmtes Massendefizit konnten durch Messungen selbst bestätigt werden.

Von den älteren bisher ausgeführten Vertikalgradientenmessungen seien besonders genannt die Arbeiten von St. Thyssen-Bornemisza und W. F. Stackler mit einem Worden-Gravimeter (1955) mittels eines 4 m hohen Holzstativs [1], die Messungen von H. Bodemüller (1958/59) mit einem North-American-Gravimeter in hohen Gebäuden mit Höhenunterschieden von etwa 10 m [2] und (1961/62) die Vertikalgradientenmessungen von W. Embacher auf einem 2–3 m hohen transportablen Hochstand mit einem Askania-Gravimeter GS 11 [3].

Alle diese Methoden waren erst ein Anfang und nicht überall anwendbar, da einerseits die mit großer innerer Genauigkeit in hohen Gebäuden erhaltenen Werte nur einen mittleren Gradienten in einige Höhe über der Erdoberfläche brachten (zusätzlich zur Bindung an gewisse Beobachtungsorte), und andererseits die beweglichen Türme und Stative bis zu einem halben Tag zur Aufstellung benötigten und geringere Genauigkeiten lieferten.

Klaus Hilbert hat danach 1963 mit Hilfe eines 4 m hohen Holzturmes mit 5 Meßebenen Vertikalgradienten gemessen, wobei er die Unterteilung nur zur Genauigkeitssteigerung für W_{zz} verwendete und nicht W_{zzz} direkt zu messen versuchte [4]. Dabei kam ein Askania-Gravimeter Typ GS 11 zum Einsatz, dessen Kompensationsfeder zur Steigerung der Ablesegenauigkeit nicht verändert wurde, und somit Galvanometerausschläge nach einer vorhergehenden Eichung als Maß für Schwereänderungen dienen konnten. Die erreichten Genauigkeiten waren demzufolge besser als bis dahin (etwa 10 Eötvös), die praktische Messung mit dem schweren Gerüst gestaltete sich jedoch immer noch mühsam.

Grundsätzlich stehen heute zwei Wege zur Messung von Gradienten offen:

A) Messung mit einem sehr empfindlichen astasierten Gravimeter in zwei, gegebenenfalls auch mehreren Punkten der Lotlinie, was im lokalen Bereich sehr gute Ergebnisse liefert. Ein solches Gerät kann ohne viel Aufwand auf jeden Meßstandpunkt eingestellt werden und liefert außerdem bei Anschluß an absolut bekannte Punkte am Anfang und Ende der Messung einigermaßen brauchbare Schwerewerte für das ganze Meßfeld, wenn der lineare Gang so klein ist wie z. B. beim La Coste u. Rhomberg-Gravimeter.

B) Messung mit noch empfindlicheren Geräten, wie z. B. mit elektrischen Federn und damit Galvanometerablesungen wie sie von R. Brein vorgeschlagen und in letzter Zeit auch zur Gezeitenregistrierung verwendet werden [5]. Ein Nachteil wäre bei dieser Methode, daß jeweils am Meßpunkt das Gerät mittels Hilfseinrichtungen auf die dort herrschende Schwere einzustellen wäre, was bei bedeutenden Unterschieden, wie sie im Gebirge auftreten, nicht leicht sein dürfte. Außerdem scheinen die derzeit verwendeten Geräte noch nicht robust genug, um einem Feldeinsatz standzuhalten.

Vorerst dürften also Feldmessungen von Vertikalgradienten am besten mit astasierten Gravimetern auszuführen sein. Der Verfasser hatte Gelegenheit, mit einem La Coste und Rhomberg-Gravimeter (Nr. 251) Versuchsmessungen durchzuführen. Dabei hatten die beiden Meßebenen einen Höhenunterschied von ca. 1,5 m. Begonnen wurde jeweils auf einem dazu angefertigten horizontierbaren Metalltischchen (A) in einer Höhe von etwa 0,1 m über dem natürlichen Boden. Als zweiter

Aufstellpunkt diente eine auf einem normalen Dreibeinstativ befestigte, mittels Kugelkopf horizontierbare Metallplatte (B).

Es wurden mehrere Meßanordnungen versucht:

1. ABABA — mit Kontrolle jeder Ablesung und Möglichkeit der Mittelung gegen Gezeiteneinwirkungen (länger dauernde Vermessungen auf größeren Feldern).

2. ABA — ohne Kontrolle der Ablesung in B, wobei grobe Ablesefehler hier (Verwechslung der Ableselinie) zu ganz absurden Werten führen würden und sofort erkannt werden. Diese Methode war für das verwendete Gerät optimal, da ausreichende Genauigkeiten bei einer annehmbaren Meßgeschwindigkeit erreicht wurden.

3. AB — für kurzdauernde, sehr lokale Einsätze und mit besonderer Sorgfalt wegen Ablese- und Einstellfehlern anzuwenden.

Bei allen Messungen des Vertikalgradienten konnte regelmäßig die dritte Stelle (30 E) zu Aussagen herangezogen werden, obwohl die Ablesegenauigkeit laut Hersteller nur 0,01 m gal beträgt. Die strenge Einhaltung eines Zeitplanes und eine ständige Beobachtung des Gerätes schon während der Einspielzeit tragen dazu wesentlich bei.

Zur Diskussion der Meßergebnisse wurden die Formeln für die Schwere eines Prismas von Mader [6] in Algol programmiert und lieferten Schwerewerte sowie beliebig wählbare Differenzenquotienten für Gradient (Wzz) und dessen Änderung (Wzzz).

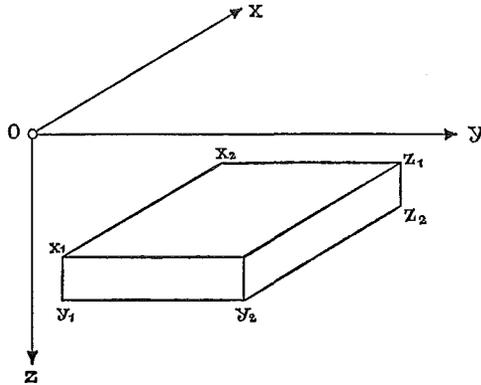


Abb. 1
Koordinatensystem

Das unbestimmte Integral

$$VZ: = X \cdot \text{LN}(Y + \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}) + Y \cdot \text{LN}(X + \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}) - Z \cdot \text{ARCTAN } XY/Z \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

wurde als Funktion abgestellt, mit den jeweiligen bestimmten Grenzen achtmal aufgerufen und die berechneten Funktionswerte summiert. Sofern man die Dichte in g/cm³ angibt und die Koordinaten der Prismeneckpunkte in m, muß die Attraktionskonstante als 66,7 · 10⁻⁴ eingegeben werden, um den Schwerewert des Prismas in Z-Richtung in m gal zu bekommen. Mit diesem Programm kann auch ein ganzes Feld von Aufpunkten berechnet werden, um die Reichweite von Massenstörungen theoretisch genau festlegen zu können.

Um der praktischen Messung besser zu entsprechen, wurden für die Berechnung von WZZ zwei Berechnungen von Wz in verschiedener Höhe ausgeführt und voneinander subtrahiert. Bei Verkleinerung der Stufe kann man die Annäherung des Differenzquotienten an den Differenzialquotienten beobachten, was übrigens nicht in jedem Fall unter der Meßgenauigkeit liegt.

Um sicher gehen zu können, daß die gemessenen Vertikalgradienten auch tatsächlich repräsentativ für die ganze Meßstelle sind, wurde die 3. Ableitung als Fehler des mittleren Gradienten berechnet. Alle Messungen erfolgten in annähernd ebenem Gelände, so daß der Mittelwert der Stationen A_i und B_i jeweils um maximal 0,2 m unregelmäßig schwankte. Im angegebenen Beispiel waren die Unterschiede sogar nur höchstens 0,07 m. Bei gleichmäßiger Änderung des Stationnmittelwertes (langer schräger Hang), treten ja unterirdische Strukturen durch den Vertikalgradienten genauso wie in der Ebene zutage.

Als Störmassen wurden eine senkrechte Stufe mit einem relativen Dichteunterschied von $\Delta\sigma = +0,6 \text{ g/cm}^3$ in einer Tiefe von 2 m unter der Erdoberfläche und ein Schacht mit $\Delta\sigma = -2,2 \text{ g/cm}^3$ untersucht, die sehr schön erkennen lassen, daß eine geringe Schwankung von $(HA + HB)/2$ keinen Einfluß auf die gemessenen Vertikalgradienten hat. Die Ordinaten sind dabei mit Eötvös-Einheiten (E) beziffert [$10^{-6} \cdot \text{sec}^{-2}$].

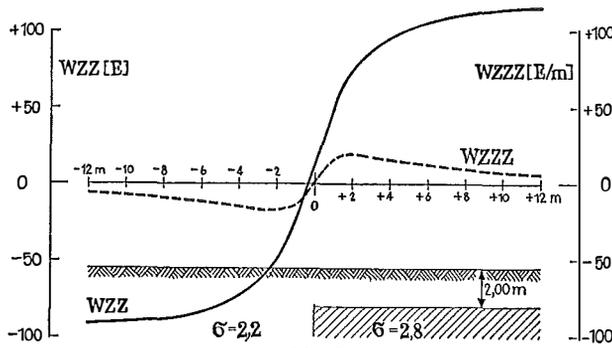


Abb. 2

Felsbank im Schotter (senkrechte Stufe), 2 m überschüttet, $\Delta\sigma = +0,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

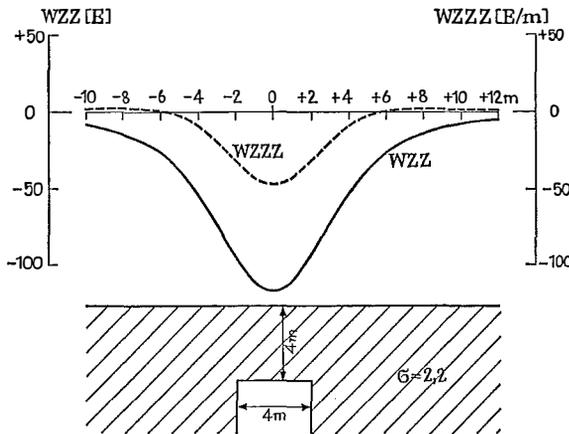


Abb. 3

Hohlraum im Gestein (Brunnen, Schacht), 4 x 4 m, 4 m überdeckt, $\Delta\sigma = -2,2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Es zeigt sich also, daß bis zu einer unregelmäßigen Änderung der Stationshöhenmittel von 0,5 m bzw. 0,2 m kein störender Einfluß auf die Vertikalgradienten zu befürchten ist, wenn man einen Fehler von nur 10 E zuläßt. Gerade für den zweiten Fall des großen Dichtesprunges läßt sich jedoch erwarten, daß mit einer Messung in mehreren Ebenen auch die Werte W_{zz} meßbar werden.

Mit dem nachfolgend angeführten Meßbeispiel soll einerseits die gute Übereinstimmung der Kurve W_{zz} mit den theoretischen Werten gezeigt werden. Dies ist eine Folge des geringen Einflusses der Geländegestalt auf den Vertikalgradienten. Andererseits sind die Schwerewerte W_z von der Topographie ziemlich stark abhängig, was die Unsymmetrie gegenüber der Schachttachse erklärt und die Senkung der Kurve nach Süden bewirkt.

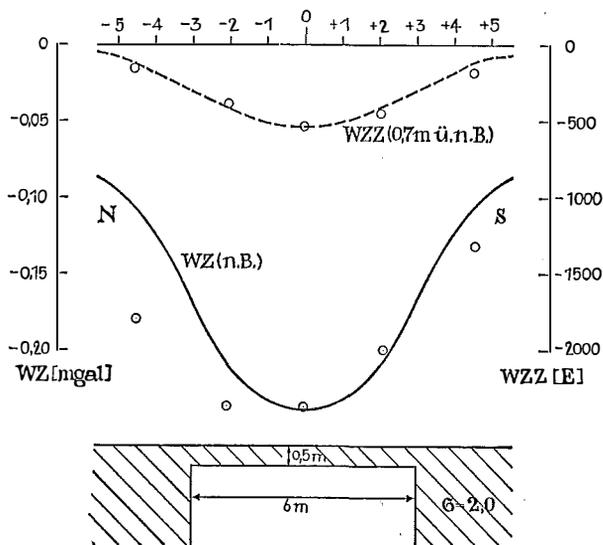


Abb. 4

Schacht 6×6 m, 0,5 m überdeckt, $\Delta\sigma = -2,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Literatur

- [1] *Thyssen-Bornemisza, St. u. Stackler, W. F.*: Observation of the vertical gradient of gravity in the field; *Geophysics*, Tulsa 21 (1956) 3.
- [2] *Bodemüller, H.*: Beitrag zur Messung und Auswertung vertikaler Schweregradienten; *ZfV*, Jg. 85 (1960) Nr. 4.
- [3] *Embacher, W.*: Die Lotkrümmung und das Gravimeterversuchsfeld am Buschberg; *ÖZfV*, Jg. 53 (1965) Nr. 1.
- [4] *Hilbert, K.*: Messungen von Vertikalgradienten der Schwerkraft mit einem Askania-Gravimeter und geodätische Auswertung der Ergebnisse; *D. G. K.*, Reihe C (1967) Nr. 107.
- [5] *Brein, R.*: Ein Gerät zur Messung kleiner Schweredifferenzen; Bericht über die Tätigkeit des Instituts für angewandte Geodäsie im Jahre 1970, Frankfurt a. M.
- [6] *Mader, K.*: Das Newtonsche Raumpotential prismatischer Körper u. seine Ableitungen bis zur dritten Ordnung, Sonderheft 11 d. *ÖZfV* (1951).

„Remote-Sensing“ — neue Entwicklungen zur Wahrnehmung auf Abstand

Eine geometrisch orientierte Einführung

Von *Franz Leberl*, Delft

1. Einleitung

Als zu Beginn der sechziger Jahre ein von der amerikanischen Armee an der Universität von Michigan in Auftrag gegebenes Forschungsprojekt den Namen „Remote-Sensing“ erhielt, begann man, diesen Begriff als Name für ein damals zum Teil schon bestehendes Wissensgebiet zu verwenden. In die deutsche Sprache wird dieser Name mit „Fernerkundung“ oder „Fernwahrnehmung“ übersetzt.

„Fernerkundung“ umfaßt als Begriff alle Methoden der Beobachtung von entfernten Objekten, also auch die Methoden der Photogrammetrie. Deren Vertreter jedoch betrachten ihr seit Jahrzehnten in der Praxis erfolgreich angewandtes Fachgebiet als unabhängig vom Gebiet der „Fernerkundung“ das sich in einem noch sehr experimentellen Stadium befindet. Die Forschungsergebnisse über „Fernerkundung“ bestehen zum großen Teil aus Spekulationen über potentielle Anwendungen in der Zukunft. Die Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie (IGP) wies jedoch in diesem Jahre den Themenkreis, soweit metrische Probleme betroffen sind, ihrer Kommission I (Bildformung und Navigation) zu, wohl im Bewußtsein, daß die neuen Entwicklungen von vitalem Interesse auch für die photogrammetrische Gemeinschaft sind.

„Fernwahrnehmung“ im engeren Sinne, also ohne Photographie, begann mit dem RADAR (= Radio Detection and Range) des II. Weltkrieges. Die Erfindung einer großen Menge von militärischen Verfahren zur Messung von Eigenschaften entfernter Objekte wurde damit eingeleitet. Als sie später der zivilen Forschung zugänglich gemacht wurden, begann man systematisch, die neuen Möglichkeiten zu erweitern. Hierbei folgte man dem Prinzip, 1. nicht nur den engen Bereich aus dem elektromagnetischen Spektrum zu betrachten, für welchen photographische Emulsionen bestehen, sondern den weit größeren Bereich von der UV-Strahlung bis zu den Radiowellen, 2. auch ähnliche Beobachtungen für Schallwellen und Felder (elektrische, magnetische, gravimetrische) auszuführen, 3. nicht nur die Strahlungsintensität zu messen, sondern auch Phase, Polarisation, (Doppler-) Frequenz usw. Als Resultat entstanden Systeme, die die gemessenen Eigenschaften des Objektraumes in analoger Form teils als Abbildungen ähnlich einer Fotografie, teils bloß als Diagramme darstellen.

Die Gewinnung der Meßdaten stellt kein Problem mehr dar. Wohl aber die Verwertung und Interpretation. Die damit zusammenhängenden Aufgaben sind nur zum geringen Teil „grammetrisch“ also mit der „Messung aus Abbildungen“ betroffen. Probleme von (photo-)grammetrischem Interesse sind in dem zur topographischen Kartierung der Erdoberfläche entwickelten seitwärts gerichteten Radarsystem (SLAR von Side Looking Airborne Radar) und dem für die Unterwassernavigation und Kartierung des Meeresbodens entwickelten Unterwasserschallechoabtaster (SONAR von SOUNd NAVigation Ranging) primär.

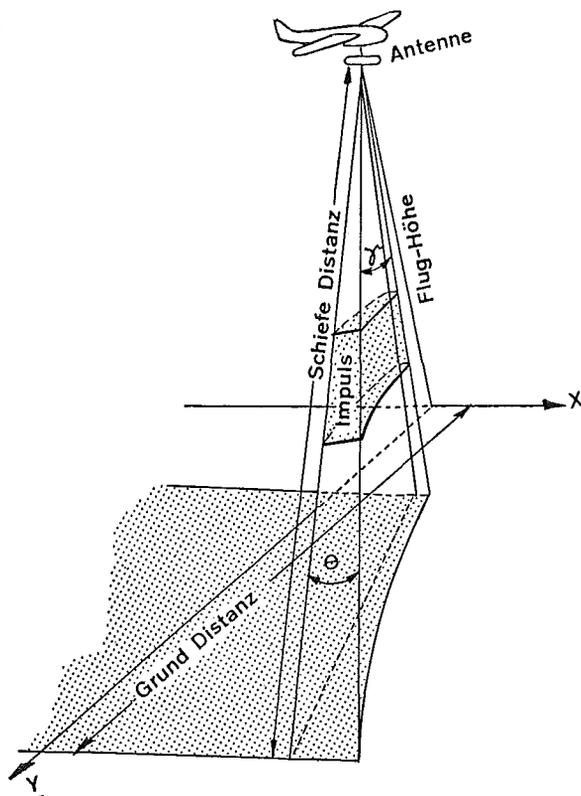
Diese zwei Geräte werden im folgenden als Echozeit messende Abtastsysteme beschrieben. Im Anschluß daran wird das Prinzip des optisch-mechanischen Abtasters und seine Anwendung für die Infrarot-Linienabtastung (IRLS von Infra Red Line Scanning) und das multispektrale Wahrnehmen (MSS von Multi Spectral Sensing) behandelt. Die geometrischen Probleme, die mit diesen Systemen zusammenhängen, sind allerdings sekundär. Schließlich werden noch die geometrischen Aufgaben im „nicht abbildenden“ Remote-Sensing an einem Radiometer demonstriert, das keine einer Fotografie ähnlichen Abbildungen, sondern nur linienförmige Diagramme von Strahlungsintensitäten erzeugt.

2. Echozeit messende Abtastsysteme

2.1. Konventionelles SLAR-System

SLAR wurde in den fünfziger Jahren entwickelt, um bei jedem Wetter und auch nachts die Erdoberfläche abbilden zu können. Gegenüber dem zur Flugüberwachung und Navigation verwendeten „Rundblick-Radar“ (PPI von Plan Position Indicator) besitzt SLAR den Vorteil eines überlegenen Auflösungsvermögens.

Eine langgestreckte Antenne, an der Seite des Flugzeugkörpers mitgeführt, sendet einen kurzen Mikrowellenimpuls quer zur Flugrichtung aus. Diese Strahlung pflanzt sich entlang einer Kegeloberfläche mit der Antenne als Kegelachse fort. Der Öffnungswinkel dieses Kegels ist nahezu 2π , so daß für viele Überlegungen angenommen wird, daß sich der Impuls in einer Ebene ausbreitet. In der Kegeloberfläche ist die Strahlung in einem Bündel vom Öffnungswinkel γ konzentriert (Abb. 1a).



Der Impuls wird an der Erdoberfläche reflektiert. Die Reflektionen von Objekten, die dem Flugzeug nahe liegen, werden als erste von der Antenne aufgefangen, Reflektionen von weiter weg gelegenen Objekten zu einem etwas späteren Zeitpunkt. Diese Reflektionen werden in elektrische Analogsignale umgewandelt und zur Modulation der Intensität des Lichtpunktes einer Kathodenstrahlröhre verwendet. Dieser Lichtpunkt bewegt sich in einer geraden Linie über den Schirm der Röhre und wird kontinuierlich auf einem Film aufgenommen, der mit einer Geschwindigkeit transportiert wird, die der Flugzeuggeschwindigkeit proportional ist.

Das Aussenden und Empfangen der Impulse wie auch die Bewegung des Lichtpunktes über die Röhre wird per Sekunde einige tausend Mal wiederholt. Es entsteht die Abbildung eines Streifens seitlich vom Flugzeug (Abb. 1b). Das Bild ist

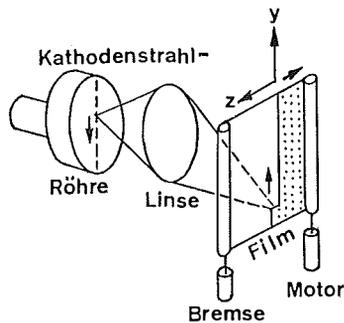


Abb. 1b

ein Analogon der Reflexionseigenschaften des aufgenommenen Gebietes. Die Reflektivität eines Objektes ist hauptsächlich von dessen geometrischer Form, nicht sosehr aber von seinen physikalischen Eigenschaften bestimmt.

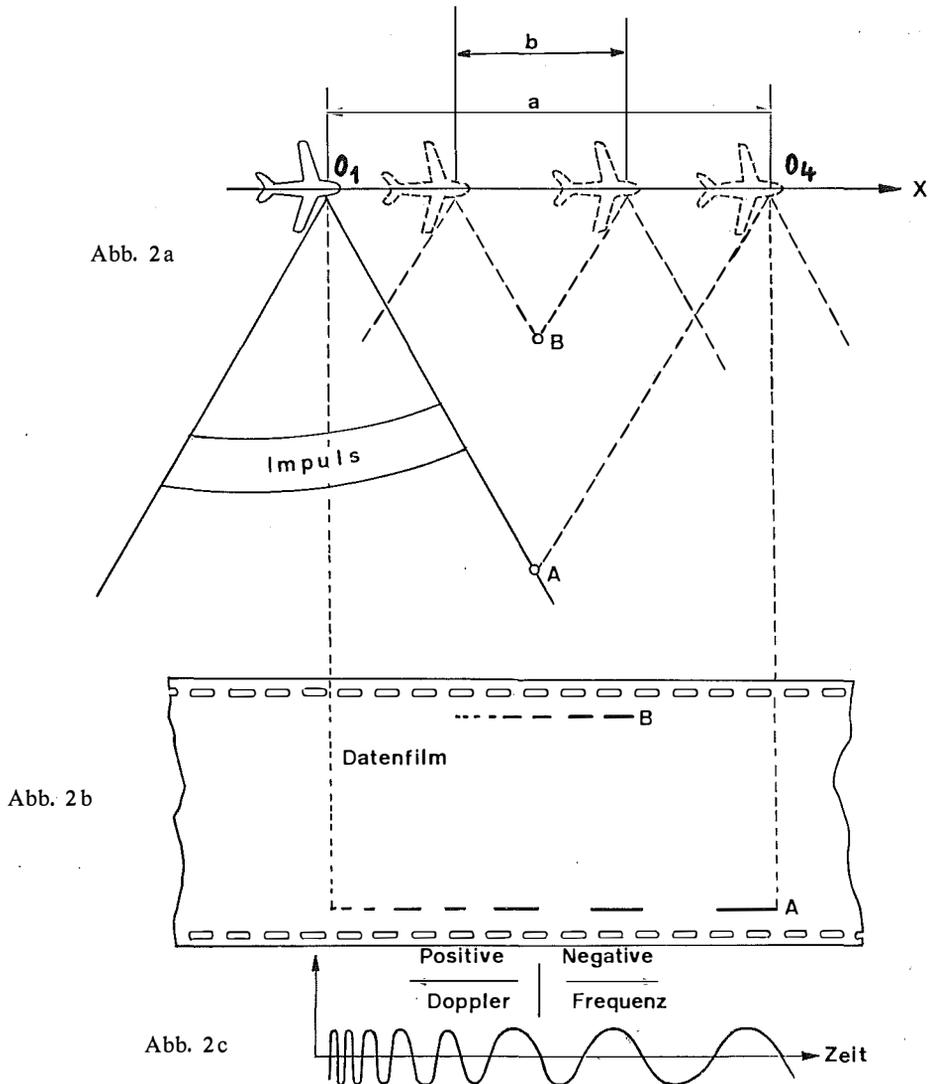
Der offensichtliche Vorteil dieses Aufnahmeverfahrens liegt darin, daß es von der Tageszeit nicht und vom Wetter kaum abhängt, da das Gelände durch Mikrowellen vom Flugzeug aus „beleuchtet“ wird. Überdies wird mit einem Flugstreifen ein sehr großes Gebiet abgebildet (Streifenbreiten bis zu 100 km und mehr sind möglich!), wobei oft mittels zweier Antennen das Gebiet zu beiden Seiten des Flugweges aufgenommen wird. Drei wesentliche Nachteile des Systems sind: 1. schlechte geometrische Eigenschaften der Aufnahmen, 2. das Auflösungsvermögen ist wesentlich geringer als jenes einer konventionellen Kamera, 3. hohe Anschaffungskosten (~ 2,5 Mill. Schilling).

Das Auflösungsvermögen eines SLAR-Systems quer zur Flugrichtung (Y -Richtung) ist nur eine Funktion der Länge der ausgesandten Impulse: zwei Objektpunkte werden getrennt abgebildet, wenn sich ihre Abstände zur Antenne um mehr als die halbe Impulslänge unterscheiden. Dieses Auflösungsvermögen ist dabei unabhängig vom Abstand Antenne-Objekt! Längs der Flugrichtung (X -Richtung) werden zwei Objektpunkte getrennt abgebildet, wenn ihr Abstand in X -Richtung größer als die Breite des Radarstrahles ist. Diese wird aber durch den Winkel θ in Abb. 1a definiert, so daß sie wohl vom Abstand zwischen Antenne und Objekt abhängt. Der Winkel θ ist umgekehrt proportional zur Länge der Antenne. Da dieser praktische Grenzen gesetzt sind, ist das Auflösungsvermögen vor allem in X -Richtung wesentlich schlechter als jenes einer Kamera.

Abbildungen mittels konventionellem SLAR-System besitzen meist einen Maßstab kleiner als 1:100000. Gegenwärtig wird ein Gerät, jenes der amerikanischen Westinghouse Gesellschaft, kontinuierlich kommerziell genutzt, um vor allem topographische Übersichtsaufnahmen für Öl- und Mineralfirmen herzustellen. Das bisher berühmteste Beispiel einer Radarkarte ist jene der Darien-Provinz in Panama [1].

2.2. SLAR-System mit künstlich verlängerter Antenne („synthetische“ Antenne)

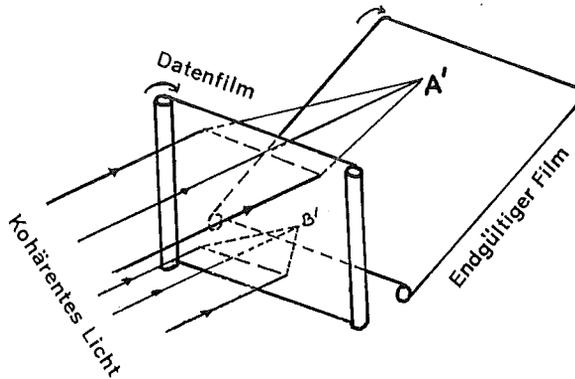
Wird neben der Intensität der zurückgesandten Mikrowellen auch ihre Phase auf dem fotografischen Film festgehalten, so verliert diese Aufzeichnung ihre Ähnlichkeit mit einer herkömmlichen Fotografie. Erst in einem optischen Transformationsprozeß, wie er in Abb. 2d angedeutet ist, muß von der vorläufigen Aufzeichnung – „Datenfilm“ genannt – der endgültige Film hergestellt werden.



Die Antenne sendet Strahlungsimpulse aus, jedoch sind diese im Gegensatz zum gewöhnlichen SLAR kohärent. Dazwischen empfängt sie die reflektierten Signale. Jeder Impuls erzeugt eine Bildlinie quer zur Bewegungsrichtung des Films, genauso wie im gewöhnlichen SLAR. Während der Zeit, in der von einem individuellen Objektpunkt (z. B. Punkt A in Abb. 2a) Signale empfangen werden, wird die Antenne eine bestimmte Strecke fortbewegt (z. B. Distanz a in Abb. 2a). Wegen des Dopplereffektes variiert die Frequenz der empfangenen Signale, wie es in Abb. 2c angedeutet ist. Am Ort O_1 (Abb. 2a) ist die von A empfangene Frequenz größer als die ausgesandte, am Ort O_4 kleiner.

Die reflektierten Impulse werden mit einer kohärenten Referenzschwingung zur Interferenz gebracht. Im Falle konstruktiver Interferenz wird der Film geschwärzt, im Falle destruktiver Interferenz nicht. Jedes von einem Objektpunkt empfangene und konstruktiv interferierende Signal erzeugt also auf dem Datenfilm einen Punkt; diese Punkte addieren sich zu einer gebrochenen Linie (Abb. 2b). Der Datenfilm zeigt also wie in Abb. 2b für jeden Objektpunkt ein Interferenzmuster, auch „Hologramm“ genannt.

Wird nun kohärentes Licht durch den Daten-Film gesandt, so zeigt sich, daß durch Beugung an den registrierten Signalen hinter dem Datenfilm ein scharfer Bildpunkt entsteht, so als wäre er von einer sehr langen Antenne erzeugt worden (Abb. 2d). Je weiter ein Objektpunkt vom Flugzeug entfernt ist, desto länger ist das von ihm erzeugte Signal auf dem Datenfilm und desto länger die für diesen Punkt



A' = Reelles Bild

Abb. 2d

„künstlich verlängerte“ Antenne. Je länger die Antenne, desto schärfer wird die X -Dimension eines Objektpunktes abgebildet. Je größer der Abstand vom Flugweg, desto unschärfer wird die X -Dimension eines Objektpunktes abgebildet. Kompensieren einander die zwei entgegengesetzt gerichteten Effekte, so kann ein SLAR-System auch in X -Richtung ein von der Entfernung unabhängiges Auflösungsvermögen haben, im idealen Fall gleich der halben Länge der tatsächlichen Antenne.

Der Vorteil dieses Systemes ist offensichtlich. Sein Nachteil sind die Kosten und die komplizierte, störanfällige und teure Laboreinrichtung zur Umwandlung des Datenfilms in das Endprodukt.

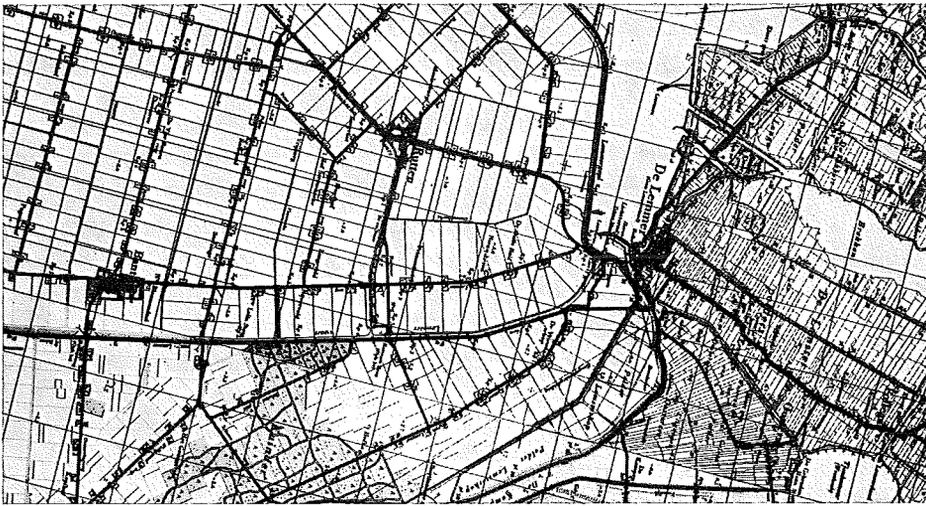
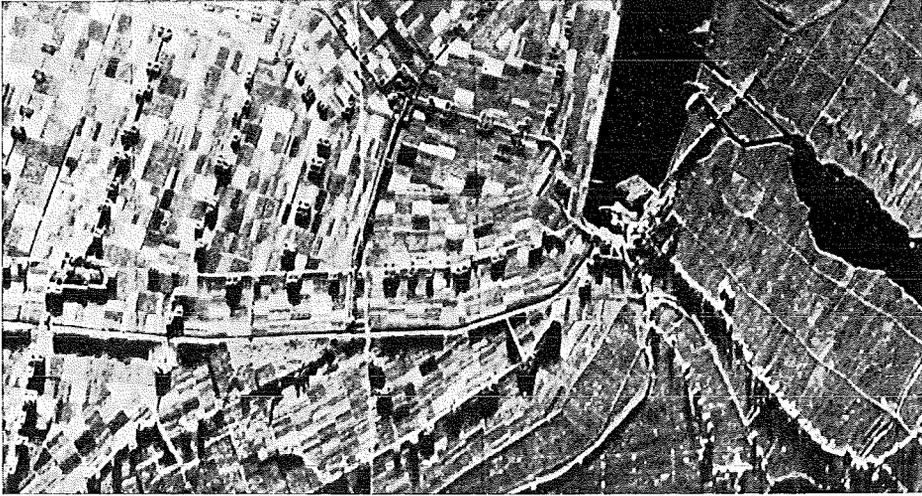


Abb. 3

Ausschnitt im Maßstab 1:125 000 aus einer nichtkohärenten Radarschrägaufnahme und der Karte 1:50 000 des Nordost-Polders in den Niederlanden. (Aufnahme in 170 m Flughöhe durch das Royal British Radar Establishment, siehe auch de Loor 1969)

2.3. Seitwärts gerichteter Sonar

Der seitwärts gerichtete Unterwasserschallechoabtaster (SONAR von SOUND NAVIGATION RANGING) verwendet Schallwellen im Wasser, um in vollkommener Analogie zu SLAR ein Bild des Meeresgrundes zu formen. Das Auflösungsvermögen ist geringer als jenes von SLAR. Die Reichweite beträgt derzeit 22 km.

2.4. Geometrische Eigenschaften der Abbildungen

Die x -Bildkoordinatenachse liegt in Richtung des Filmtransportes, die y -Bildkoordinaten werden senkrecht hiezu gemessen. Sie sind proportional zum Abstand Antenne – Objekt. Daher bezeichnet man ein SLAR-Bild oft als „Schiefe-Distanz“-Darstellung.

In einer vorhergehenden Arbeit [3] wurde der Unterschied zwischen einem SLAR-Bild und einer äquidistanten Zylinderprojektion abgeleitet. Vernachlässigt man den Krümmungsradius der Erde, so vereinfachen sich die Formeln auf das Wesentliche:

$$k \cdot \Delta y = (s - G) - (2H\Delta h - \Delta h^2)/2G - (G/s)db y + (H/s)db z + (G/2s)d\alpha^2$$

$$k \cdot \Delta x = H \cdot d\varphi + G \cdot d\alpha - db x$$

s ist die schiefe Distanz zwischen Objekt und Antenne, H die Flughöhe, $G = (s^2 - H^2)^{\frac{1}{2}}$, $db x$, $db y$, $db z$ sind die Abweichungen der Flugzeugposition von einer horizontalen, geraden Linie, $d\varphi$, $d\alpha$ ist die fehlerhafte Orientierung des Flugzeuges, k ein Maßstabsfaktor, Δh der Höhenunterschied im Gelände. In der obigen Formel sind die Erdkrümmung, Kegelform des Radarstrahles, Refraktion und Terme höherer Ordnung vernachlässigt. Das erste Glied stellt die systematische Bildverschiebung wegen der Aufnahmegeometrie dar („schiefe Distanz“), das zweite deren Einfluß auf die Darstellung der Höhenunterschiede im Gelände. Alle anderen Ausdrücke repräsentieren Verzerrungen wegen der fehlerhaften äußeren Orientierung.

3. Optisch-mechanischer Linienabtaster

Elektromagnetische Strahlung von einem Objektpunkt wird mittels eines rotierenden Spiegels oder Prismas auf einen Detektor projiziert, der die Strahlungsintensität einer spezifischen Wellenlänge in ein elektrisches Analogsignal umwandelt (Abb. 4a). Die Reihe von Analogsignalen kann nun auf einem Magnetband gespeichert und später zu einer Bildformung verwendet oder direkt zu einem Bild zusammengesetzt werden, entweder wie in Abb. 1 b oder optisch-mechanisch wie in Abb. 4a. Die Erdoberfläche wird durch das rotierende Prisma Linie für Linie abgetastet (Abb. 4b). Die gemessene Strahlung kann durch eine mitrotierende Beleuchtungsquelle auf den Objektpunkt projiziert und reflektiert worden sein („aktives“ System). Ist dies wie in den zwei folgenden Beispielen nicht der Fall, so spricht man von einem „passiven“ System.

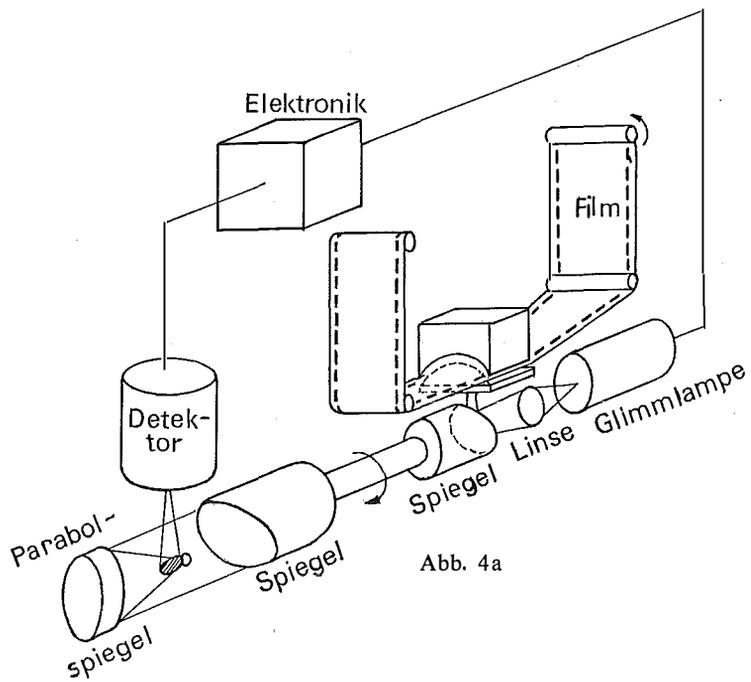


Abb. 4a

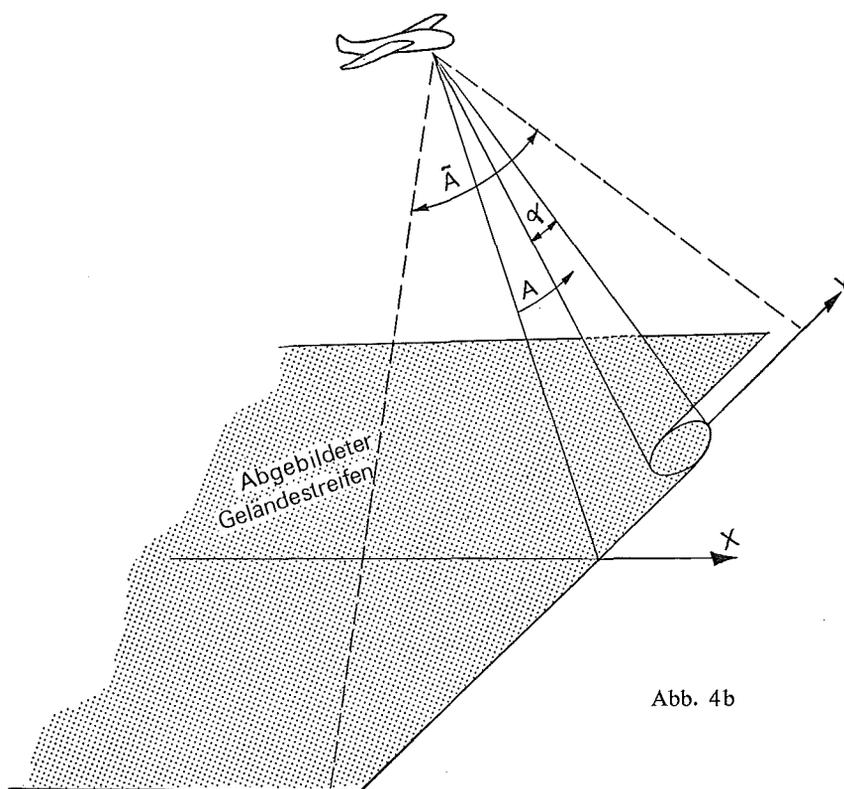


Abb. 4b

3.1. Infrarot-Linienabtaster

Ist die gemessene Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen $1 \mu\text{m} - 14 \mu\text{m}$, dem nahen und mittlern Infrarot, so spricht man von IRLS. Für Wellenlängen größer als $4 \mu\text{m}$ ist auch tagsüber die gemessene Strahlung von den Objekten emittiert und nicht reflektierte Sonnenstrahlung. Daher heißen die resultierenden Bilder oft „Wärmebilder“, da sie Temperatur-Unterschiede im Objektraum aufzeigen. IRLS wird zur Entdeckung von Waldbränden und Wasserverschmutzung schon operationell angewandt.

3.2. Multispektrales Wahrnehmen

Wird die vom rotierenden Prisma projizierte Strahlung durch ein Refraktionsprisma gesandt, so daß sie in Spektralbänder zerlegt wird, und wird jedes Band getrennt registriert, so spricht man von MSS (siehe Abb. 4c). MSS wird auch sinnvoll

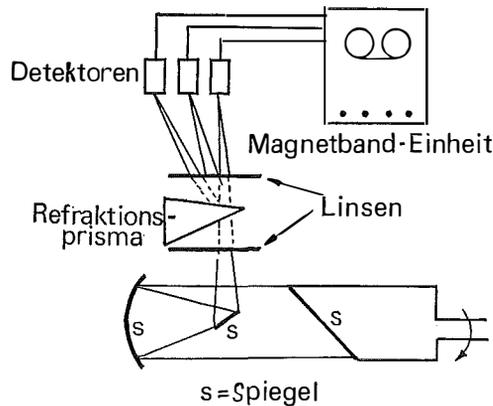


Abb. 4c

für sichtbares Licht angewandt, da es — im Gegensatz zur Photographie — ein digitales Signal liefern und daher eine automatische Spektralanalyse der aufgenommenen Strahlung sehr erleichtern kann. In den USA wird dieses System erfolgreich zu einer Art „automatischer Interpretation“ verwendet und hat dort von allen Fernerkundungsverfahren die höchste Priorität für weitere Entwicklung. Mit einer operationellen Anwendung kann in naher Zukunft gerechnet werden.

3.3. Geometrische Eigenschaften der Abbildungen

Die y -Bildkoordinate jedes mit dem optisch-mechanischen Abtastsystem erzeugten Bildes ist proportional dem Winkel A zwischen der Flugzeughochachse und der Verbindungslinie Flugzeug-Objekt. Daher treten die folgenden Abweichungen von einer Orthogonalprojektion auf:

$$k \cdot \Delta y = H \cdot (A - \tan A) + \Delta h \cdot \tan A - \cos^2 A \cdot db y - \frac{1}{2} \cdot \sin(2A) \cdot db z -$$

$$\frac{1}{4} \cdot H \cdot \sin A \cdot (2 \cdot A) \cdot dx^2 - H \cdot d\omega$$

$$k \cdot \Delta x = H \cdot \tan A \cdot dx - db x + H \cdot d\varphi$$

Es gelten die selben Vernachlässigungen wie für die SLAR-Formel. Der erste Ausdruck, $H(A - \tan A)$, stellt die systematische Verzerrung wegen der Aufnahmegeometrie dar: Gegen den Bildrand zu nimmt der Bildmaßstab rasch ab.

$\tan A \cdot \Delta h$ ist die Radialverschiebung des Bildpunktes wegen der Höhenunterschiede im Gelände. Im Gegensatz zu SLAR kann die Bildgeometrie von IRLS durch den Rollwinkel $d\omega$ empfindlich gestört werden.

4. Nichtabbildende Fernerkundung

Eine Vielzahl von denkbaren Systemen kann der Klasse der nichtabbildenden Fernerkundung zugeordnet werden. Allgemein bekannt ist der APR (Airborne Profile Recorder), ein Gerät, das mittels Radar kontinuierlich die relative Flughöhe mißt. Das metrische Problem besteht unter anderem darin, auch die Lagekoordinaten des Messungsortes zu ermitteln. Ähnliche Probleme bestehen bei vielen anderen Systemen, die in Profilform entlang des Flugzeuges kontinuierlich oder diskret magnetische oder gravimetrische Felder, Strahlungsintensität usw. messen. Die Problemstellung wird im folgendem am Beispiel eines Radiometers demonstriert.

4.1. Abtastendes Mikrowellen-Radiometer [2]

Dieses Gerät mißt auf passive Weise mittels einer in einem Flugzeug montierten Antenne die vom Objektraum kommende Strahlung im Mikrowellenbereich. Die Antenne ist etwas nach vorne gerichtet und ein wenig um die Flugzeuglängsachse schwenkbar (Abb. 5). Der Schwenkbereich ist $\sim 20^\circ$, die Schwenkgeschwindigkeit

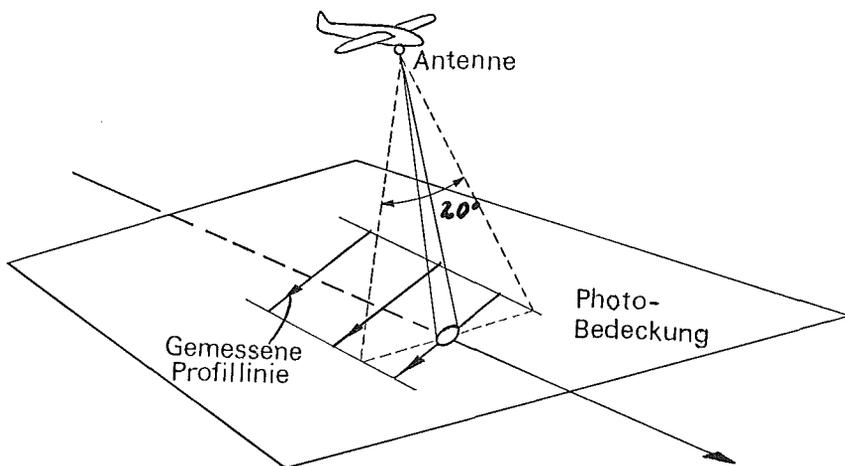


Abb. 5

gering ($90^\circ/\text{s}$). Ähnlich wie im vorigen System wird auch hier der Objektraum Linie für Linie abgetastet, jedoch kein Bild, sondern ein Diagramm der Strahlungsintensität gegen die Zeit erzeugt. Die Identifizierung der Linien im Objektraum, die zu dem Diagramm Anlaß gaben, wird mittels einer Reihe von Photographien, die während des Meßfluges aufgenommen werden, ermöglicht. Referenzzeichen auf dem Diagramm geben die Belichtungszeitpunkte an. Die daraus folgende Zuordnung resultiert in einer Liste von Bildkoordinaten von Objektpunkten, die in der optischen Achse der Antenne gelegen waren und deren Mikrowellenstrahlung gemessen werden.

4.2. *Das geometrische Problem*

Für die Zuordnung, also die Lösung des für den Photogrammeter interessanten Problems, müssen die relativen Bewegungen des Flugzeuges bekannt sein. Da sich eine aufwendige Messung dieser Daten nicht lohnt, beschränkt man sich darauf, sie durch eine relative Orientierung des Streifens von Referenzphotographien an diskreten Punkten des Flugweges zu bestimmen. In diesem Zusammenhang ist es interessant festzustellen, daß die angedeutete Lösung des Problems von Elektrotechnikern gefunden wurde. Die photogrammetrische Methode der relativen Orientierung wurde hierfür „wiedererfunden“ [2]. Die sicherlich auch erforderliche absolute Lage der Punkte im Objektraum könnte durch einige Grundkontrollpunkte leicht in einem Arbeitsgang ermittelt werden. In der zitierten Referenz [2] ist aber hiervon keine Sprache.

Die vermessungstechnisch fachgerechte Auswertung eines „Fernwahrnehmungs“-Projektes mit vier zu kombinierenden Aufnahmesystemen, die derzeit in England zur Auffindung von Bodenschätzen von Fairey Air Surveys durchgeführt wird, ist zu erwarten. Über die Probleme hierbei ist jedoch noch nichts berichtet.

5. *Schluß*

Drei Remote-Sensing-Prinzipien und zugehörige Geräte wurden beschrieben:

Die Echo-Zeit-Messung, angewandt in SLAR und SONAR, die optisch-mechanische Abtastung, angewandt in IRLS und MSS, sowie ein nachtabbildendes System, das abtastende Mikrowellen-Radiometer. In dieser Beschreibung wurden die geometrischen Aspekte betont.

Der beschränkte Raum erlaubte es nicht, auf mehr als nur die technischen Grundlagen einiger wesentlicher Systeme einzugehen. Probleme des Kartierens mit Hilfe von „Fernerkundungs“-Abbildungen bestehen und sind in großer Vielzahl denkbar: analytische Auswertung von Blöcken aus überlappenden Bildstreifen gleicher oder unterschiedlicher geometrischer Charakteristik, Integration verschiedener peripherer Fernerkundungsdaten usw. Zum geringen Teil sind diese Probleme in Angriff genommen oder gar gelöst.

Ein großer Aufwand von Untersuchungen führte bisher zu einer Unzahl von Systemen zur Datengewinnung und Spekulationen über ihren eventuellen Wert. Im Verhältnis hierzu ist der Anteil der bis jetzt in der Praxis angewandten Methoden gering. Doch Prof. Schermerhorn, einer der Wegbereiter der Photogrammetrie, meinte am Symposium der Kommission IV der IGP in Delft im September 1970 während einer Diskussion über den Wert von Remote-Sensing-Methoden:

„Die Diskussion heute nachmittag erinnert mich an die Situation vor 50 Jahren, als die Photogrammetrie hauptsächlich von zwei Seiten unterstützt wurde, nämlich von der Industrie und von Leuten, die die Lösung aller Kartierungsprobleme der Welt versprochen. Dasselbe gilt heute für die Fernerkundung. Ich habe — in einem anderen Zusammenhang — ein vertrautes Gefühl.“

Referenzen

- [1] *Crandall, C. J.*: „Radar Mapping in Panama“, Photogramm. Engineering, Vol. XX XV, Nr. 7, 1969, p. 641—646.

[2] *Eppler, W. L.* und *Derrill, R. D.*: „Relating Remote-Sensor Signals to Ground Truth Information“, Proc. IEEE, Vol. 57, Nro. 4, 1969, p. 665–675.

[3] *Leberl, F.*: „Metric Properties of Imagery Produced by Side-Looking Airborne Radar and Infrared Linescan Systems“, Proc. Symp. Komm. IV, 1970, ITC-Publ. Serie A, Nr. 50.

Einführende Literatur

Hempenius, S. A.: „Image Formation Techniques for Remote-Sensing from a Moving Platform“, ITC-Publ., Serie A, No. 46, 1969.

Konecny, G. und *Derenyi, E. E.*: „Geometrical Consideration for Mapping from Scan-Imagery“, Proc. Symp. Remote Sensing of the Environment“, 4th, Univ. of Mich. Ann Arbor, 1966, p. 327–338.

Konecny, G.: „Metric Problems in Remote-Sensing“, Proc. Symp. Komm. IV, 1970, ITC-Publ. Serie A, Nr. 50.

Levine, D.: „Radargrammetry“, McGraw-Hill, New York, 1960.

Loor, G. P. de.: „Possibilities and Uses of Radar and Thermal Infrared Systems“, Photogrammetria, Vol. 24, 1969, p. 43–58.

Mitteilungen

Prof. Dr. Embacher — Ehrung

Der o. Univ.-Prof. *Dipl.-Ing. Dr. techn. Wilhelm Embacher*, Vorstand des Institutes für Vermessungswesen der Universität Innsbruck, wurde am 28. 9. 1971 zum korrespondierenden Mitglied der Deutschen Geod. Kommission im Rahmen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften ernannt.

Wir gratulieren Prof. Embacher zu dieser Ehrung.

B.

o. Prof. Dr. Hans Schmid — Berufung an die TH Wien

Der Vorstand des III. Institutes für Geodäsie an der Technischen Hochschule Graz, o. Prof. *Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Schmid*, wurde mit Wirksamkeit vom 1. Oktober 1971 zum Vorstand des Institutes für Landes- und Katastervermessung an der Technischen Hochschule Wien berufen. Damit ist Prof. Schmid wieder an die Stätte zurückgekehrt, an der er vor seiner Berufung nach Graz lange Zeit als Assistent und Honorarprofessor tätig gewesen ist.

Schmid besuchte die RV Wien Reinprechtsdorferstraße, wo er 1938 die Matura mit Auszeichnung ablegte und im Herbst an der Techn. Hochschule Wien das Vermessungswesen inskribierte. Durch seine Einberufung und langjährige Kriegsdienstleistung im II. Weltkrieg wurde sein Studium unterbrochen, doch legte er 1946 die II. Staatsprüfung aus dem Vermessungswesen ab und drei Jahre später promovierte er zum Doktor der techn. Wissenschaften mit der Dissertation „Fehlertheorie der gegenseitigen Orientierung von Luftbildern und Aerotriangulation“. In der Folge wurden ihm vom Professorenkollegium der Techn. Hochschule für seine zahlreichen mit Auszeichnung bestandenen Prüfungen die seltene Auszeichnung der „Karoline- und Guido-Kraft-Medaille“ verliehen. 1951 erwarb Schmid noch die Befugnis eines Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen und 1955 habilitierte er sich an der Techn. Hochschule Wien für das Fach „Photogrammetrie und Katastertechnik“.

Schmid, der schon zum Teil vor 1946 als wissenschaftliche Hilfskraft an der Lehrkanzel für Angewandte Geodäsie gearbeitet hatte, war von diesem Jahr bis 1960 ununterbrochen an dieser Lehrkanzel tätig und weiterhin nach Neubesetzung der mittlerweile umbenannten Lehrkanzel auf Institut für Landes- und Katastervermessung auch unter dem neuen Vorstand Prof. Dr. Barvir als Assistent und Hochschuldozent. In Anerkennung seiner bedeutenden Leistungen wurde Schmid 1964 mit dem Titel eines a. o. Hochschulprofessors ausgezeichnet.

Im Jahre 1969 erhielt Schmid die Berufung als o. Professor für Geodäsie III an der Techn. Hochschule Graz. Kaum hatte er dort den Betrieb nach seinen Wünschen eingerichtet, erreichte

ihn mit Wirksamkeit vom 1. Oktober 1971 die Berufung als o. Professor an seine ehemalige Wirkungsstätte, dem Institut für Landes- und Katastertechnik als Nachfolger des infolge der Altersgrenze erfolgten Emeritierung von Prof. Dr. Alois Barvir.

Mit dieser Berufung ist ihm sein Herzenswunsch in Erfüllung gegangen. Der Berichterstatter, ehemaliger Vorstand dieser Lehrkanzel, freut sich ganz besonders, daß ein so ausgezeichnete Geodät, Hochschullehrer und gewiegter Praktiker die Leitung des Institutes übernommen hat. Möge er in dieser Eigenschaft recht viel Erfolg haben!

Rohrer

Dipl.-Ing. Ernst Menzinger †

Völlig überraschend ist am 10. Oktober 1971 Dipl.-Ing. Ernst Menzinger von Preisenthal, Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen, Bruck an der Mur, in Graz einem Herzinfarkt erlegen. Der Verewigte wurde am 17. Juli 1896 in St. Pölten geboren, besuchte die Realschule in Waidhofen an der Ybbs, welche er 1913 mit der Matura abschloß. Von der Militärakademie Wien musterte er 1915 als Leutnant aus und nahm anschließend an etlichen Isonzoschlachten und den Kämpfen am Tonalepaß teil. Mehrfach wegen Tapferkeit ausgezeichnet, geriet er 1919 in Kriegsgefangenschaft.

1920–1922 besuchte Menzinger den Geodätischen Kurs an der Technischen Hochschule in Graz und war anschließend bis zum Jahre 1926 in Eisenerz bei der Österreichischen Alpine-Montan-Aktiengesellschaft angestellt.

Vom Jahre 1927 bis zum Jahre 1968, in welchem er seine Befugnis ruhend stellte, war Menzinger Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen in Bruck. Um seine Kenntnisse zu vervollkommen, studierte er 1938–40 an der Technischen Hochschule in Brünn und graduierte zum Diplom-Ingenieur.

Mit Dipl.-Ing. Menzinger ist eine profilierte Persönlichkeit der steirischen Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen dahin gegangen. Sein aufrichtiger, gerader, ritterlicher und großzügiger Charakter, der den ehemaligen Offizier stets erkennen ließ, wurde allgemein hochgeachtet und geschätzt. Sein Beruf war ihm niemals nur die Grundlage zum Erwerb seines Lebensunterhaltes, sondern vielmehr menschliche Aufgabe und Erfüllung einer Berufung. Rückblickend erscheint es daher zwangsläufig Ausfluß seines Charakters gewesen zu sein, sich nicht nur der technischen und menschlichen Sorgen seiner Klienten und Mitarbeiter anzunehmen, sondern darüber hinaus in der Ingenieurkammer als seiner Standesvertretung aktiv und energisch mitzuarbeiten. Fast 20 Jahre war er auf diesem Gebiet tätig und hat insbesondere auch an der bekannten Verordnung Nr. 204 aus dem Jahre 1932 wesentlich mitgearbeitet. Vom Jahre 1950 bis zum Jahre 1953 übte er die Funktion eines Vizepräsidenten der Konsulentensektion der Ingenieurkammer für Steiermark und Kärnten aus. Auch die späteren rechtlichen Entwicklungen des Standes der Ziviltechniker fanden sein reges Augenmerk, wie das Ziviltechnikergesetz 1959 und das Vermessungsgesetz 1968.

Ebenso beteiligte er sich während seines leider nur kurzen Ruhestandes oft an den Veranstaltungen seiner Kollegen.

Die steirischen Vermessungsingenieure werden Dipl.-Ing. Menzinger ein ehrendes Andenken bewahren.

Bosse

Internationales Symposium Satellitentriangulation und terrestrische Triangulation

Graz, 29. Mai bis 2. Juni 1972

Dieses Symposium wird als gemeinsame Tagung der Westeuropäischen Subkommission der Internationalen Kommission für künstliche Satelliten der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG), und der IAG-Spezialstudiengruppe Nr. 1. 26, „Auswirkungen der Ergebnisse der Satellitengeodäsie auf die terrestrische geometrische Geodäsie“ stattfinden. Ort der Tagung ist die Technische Hochschule in Graz.

Der Hauptpunkt der Westeuropäischen Subkommission wird die Beratung über die Berichte der Rechenzentren sein, welche zu Anfang Mai erwartet werden. Das Hauptthema der Tagung der SSG 1. 26 ist die Verwendung und Optimierung der Raumtriangulation nach Satelliten und Ballonen zur Verbesserung der Güte terrestrischer Dreiecksnetze.

Wegen weiterer Information wende man sich an Prof. Dr. K. Rinner, Technische Hochschule in Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz.

M.

Buchbesprechungen

Dr.-Ing. habil. Ernst Gotthardt: Grundsätzliches zur Fehlertheorie und zur Ausgleichung von Polygonzügen und Polygonnetzen. Format $17 \times 24,5$ cm, VIII, 46 Seiten mit 29 Abbildungen. Herbert-Wichmann-Verlag, Karlsruhe, 1970. Kartoniert DM 22,50.

Die vorliegende Veröffentlichung gibt in 2 Kapiteln mit sechzehn Paragraphen einen sehr guten Überblick über die Grundlagen für die Berechnung und Ausgleichung bzw. die Fehlertheorie von Polygonzügen und -netzen, wobei auf die aktuelle Entwicklung sowohl der Aufnahmegeräte (Wellen-Distanzmesser), als auch der Rechengeräte (Computoren) Bedacht genommen wird.

Die 11 Paragraphen des ersten Kapitels sind den Polygonzügen gewidmet, wobei sich der Autor mit den mathematischen Modellen, welche den einzelnen Ausgleichskalküls zugrunde liegen, auseinandersetzt. Weiters wird die Formierung des mathematischen Modells im Hinblick auf die physikalischen Umstände kritisch geprüft. Die fehlertheoretischen Untersuchungen werden mit der für den Autor bekannten Elegance dargestellt. Eine große Anzahl instruktiver Abbildungen ergänzt die klaren mathematischen Formulierungen.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß vom Verfasser dieser Zeilen in der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen, 49. Jahrgang, 1961, Seite 113, ein näherungsweise Ausgleich veröffentlicht wurde, bei dem die Änderungen der Brechungswinkel durch die Koordinatenverbesserungen stetig erfolgen soll. Wirksam wird dieses halbgraphische Verfahren, wenn vom Polygonzug Absteckungen wie zum Beispiel Straßenachsen durchgeführt werden sollen und große Koordinatenabschlußfehler vorhanden sind. Bei vorhandenen kleinen Abschlußfehlern, wie sie heute im allgemeinen auftreten, ist dieses Berechnungsverfahren nicht zu empfehlen.

Das interessanteste Ergebnis des ersten Kapitels ist auf Seite 19 tabellarisch zusammengefaßt. Es besagt, daß alle Fehler, gleichviel nach welchem Verfahren sie ausgeglichen oder aufgeteilt werden, von der Punktzahl „n“ in der selben Weise abhängen, so wächst der Richtungsfehler der Polygonzugsseiten sowie der Abszissenfehler (in Zugsrichtung) stets mit \sqrt{n} und der Ordinatenfehler mit $\sqrt{n^3}$.

Verglichen wurden die folgenden Anschlußarten:

- a) ohne Richtungsabschluß (fliegender Zug);
- b) mit Richtungsabschluß;
- c) mit Richtungs- und Koordinatenabschluß (strenger Ausgleich);
- d) nur Koordinatenabschluß (strenger Ausgleich);
- e) mit Richtungs- und Koordinatenabschluß (genäherte Ausgleichung), also die üblicherweise verwendete Fehleraufteilung;
- f) mit Koordinatenabschluß (genäherte Ausgleichung), also der eingehängte Zug.

Im zweiten Kapitel wird u. a. die strenge bedingte Ausgleichung von Knotenpunkten behandelt, wobei der Autor zu dem Schluß kommt, daß hier das übliche Näherungsverfahren aus mehreren Gründen der strengen Lösung vorzuziehen ist. Schließlich wird im letzten Paragraphen die auch bei uns immer häufiger angewendete vermittelnde Ausgleichung von Richtungs- und Streckensystemen behandelt, die sich bekanntlich am besten für die Programmierung eignet.

Zusammen mit dem Schriftennachweis stellt die vorliegende Arbeit eine wohlgelungene Zusammenstellung für alle jene dar, die sich mit den Problemen der Polygonzugslage, Berechnung und Ausgleichung praktisch und theoretisch beschäftigen. Die Ergebnisse, welche nach strengen mathematischen Kalküls gefunden wurden, stimmen — wie zu erwarten war — mit den bekannten Näherungsergebnissen sehr gut überein. Auch für spezielle Studien wird die Arbeit sehr gute Dienste leisten.

H. Schmid

Jean Carré: Lecture et exploitation des Photographies Aériennes. Tome 1. Collection technique de l'Institut Géographique National. Editions Eyrolles Paris V. 213 Seiten mit 116 Abbildungen, 6 Photographien und 2 tabellarischen Übersichten, broschürt.

Der vorliegende broschürte Band ist der erste Teil einer zweibändigen Veröffentlichungsreihe über das Luftbild. Wie der Autor im Vorwort erläutert, befaßt sich der erste Band vornehmlich mit den Fragen des Informationsinhaltes des Luftbildes. Die Art der Geländeabbildung und deren Rekonstruierbarkeit sowie Feststellungen über die Grenzen der Identifikation will der Autor mit dem Wort „Lecture“ im Titel des 1. Bandes verstanden wissen. Unter „Exploitation“ hingegen sollen im 2. Band, dessen Erscheinen angekündigt wird, Untersuchungen über die charakteristischen geometrischen Zusammenhänge der im Luftbild dargestellten Objekte, angestellt werden; ihre horizontalen und vertikalen Ausdehnungen und ihre Lage in einem vorgegebenen Bezugssystem. Die Lektüre setzt mathematische und physikalische Kenntnisse der Abschlußklassen einer allgemein bildenden höheren Schule (Lycée) voraus und ist ein Lehrbehelf für Ingenieur-Elèves des ersten Jahrganges der „Ecole Nationale des Sciences Géographiques“ (etwa Bundeshochschule der geographischen Wissenschaften). Mit diesem Lehrbehelf soll eine Einführung in den Gebrauch des Luftbildes gegeben werden. In elf Kapiteln werden nun folgende Gebiete behandelt:

1. Kapitel: *Allgemeines über das Luftbild*

Hier werden die geometrischen Zusammenhänge von Luftbild und Karte besprochen.

2. Kapitel: *Der Mechanismus des Lebens*

Dieses Kapitel befaßt sich u. a. mit dem monokularen und stereoskopischen Sehen, mit dem Kontrast- und Farbsehen sowie mit den Grenzen des Auflösungsvermögens beim natürlichen Sehen.

3. Kapitel: *Luftaufnahme*

Hier wird das Wichtigste über Kammern, Flugplanung (Navigation in einfacher Darstellung) geboten.

4. Kapitel: *Das Einzel-Senkrechtbild: Geometrische Zusammenhänge*

In einfacher Darstellung werden die geometrischen Zusammenhänge von Flughöhe, Brennweite und Maßstab abgeleitet, ferner perspektive Zusammenhänge wie Einfluß der Geländeform und Abstand vom Nadir auf die Abbildung im Luftbild aufgezeigt. Schließlich wird noch der Einfluß der Neigung der Aufnahmeachse auf die Abbildung generell dargestellt.

5. Kapitel: *Die physikalischen Probleme der Senkrechtaufnahme*

Hier wird der Einfluß der atmosphärischen aber auch der topographischen Fakten besprochen. Probleme der Sichtbarmachung aus der Luft und Fragen der Emulsion in relativ breiterer Darstellung bilden den weiteren Inhalt dieses Kapitels.

6. Kapitel: *Allgemeines über die Bildung eines stereoskopischen Luftbild-Modelles*

Hier wird grundsätzlich über die geometrischen Zusammenhänge im Stereomodell von Senkrechtaufnahmen abgeleitet.

Das 7. Kapitel ist den einfachen stereoskopischen Betrachtungsgeräten gewidmet.

Im 8. Kapitel werden die Formierungsmöglichkeiten eines Stereomodelles etwa durch Anaglyphen oder im Auswertegerät behandelt.

Das 9. Kapitel ist dem allgemeinen Aufnahmefall mit geneigter Aufnahmerichtung vorbehalten. Hier wird auch der Begriff der Modelldeformation und ihre mannigfaltigen Ursachen erläutert.

Die beiden letzten Kapitel befassen sich mit Identifikations- und Interpretationsfragen. Bemerkenswert ist noch, daß am Ende jedes Kapitels einige Rechenbeispiele bzw. Aufgaben angegeben sind. Der vorliegende Band gibt einen recht guten Einblick in die behandelte Materie, wobei wie eingangs erwähnt, nur einfache mathematische Kenntnisse erforderlich sind. Man kann mit Interesse auf Band 2 warten.

H. Schmid

Festschrift **50 Jahre Wild-Heerbrugg 1921—1971**. Geodäsie und Photogrammetrie, 141 Seiten mit zahlreichen, teils farbigen Abbildungen. Herausgegeben von Wild-Heerbrugg A. G.

In diesem Jahr konnte die Firma Wild Heerbrugg AG das Jubiläum ihres fünfzigjährigen Bestandes feiern. Grund genug diesen Anlaß zur Herausgabe einer Festschrift zu benützen, zu welcher namhafte Wissenschaftler Beiträge leisteten. Das Inhaltsverzeichnis der Beiträge läßt für sich allein schon den Umfang des Produktionsprogrammes zumindest im Bereich des Vermessungswesens erkennen, die Zusammenstellung unterstreicht mit ihren Zahlen die Bedeutung und die weltweite Verbreitung der Erzeugnisse dieser Firma und berechtigt sie mit Genugtuung auf die Leistungen der vergangenen fünfziger Jahre zurückzublicken und mit Vertrauen der Zukunft entgegenzusehen.

Besonders ist auch die vorbildliche und sorgfältige Ausstattung der Schrift, welche in Händen von Dr.-Ing. G. Strasser lag und die Kurzfassung der Geschichte der Firma zu erwähnen, welche Einblicke in die verschiedenen Stadien der Entwicklung einer kleinen Werkstätte zu einer Weltfirma und die Persönlichkeiten welche hinter dieser Entwicklung standen, auch zu Ansehen brachte.

Neumaier

Zeitschriftenschau

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

Bildmessung und Luftbildmessung, Karlsruhe 1971: *Nr. 6. Lorenz*: Zur Problematik der Fernerkundung der Erdoberfläche mit Hilfe der thermischen Infrarotstrahlung. — *Kritikos, G.*: Einige Verfahren der digitalen Bildverarbeitung. — *Badewitz, D.*: Sozialräumliche Gliederung als Ergebnis stadtgeographischer Luftbildinterpretation. — *Schneider, S.*: Erforschung der natürlichen Hilfsquellen und Fernerkundung der Erdoberfläche. — *Diskussion*: Zur Definition des Begriffes „Flughöhe“. — *Cenan, Ö.*: Die strenge Verschmelzung photogrammetrischer Einzelstreifen und Einzelblöcke zu übergeordneten Blocksystemen (Dissertation). — *Stephani, M.*: Beitrag zur Zweistufenausgleichung eines blockartigen photogrammetrischen Modellverbandes. — *von Berckefeldt, P.*: Versuche zur Herstellung, Rekonstruktion und Ausmessung von Hologrammen. — *Schmidt-Falkenberg, H.*: Bericht von . . . : XIII. Internationaler Kongreß der Vermessungsingenieure und 56. Deutscher Geodätentag in Wiesbaden.

Bulletin Géodésique, Paris 1971: *Nr. 101. Trencov, I.*: Sur les valeurs propres des matrices normales obtenues en compensation par la méthode des moindres carrés. — *Grafarend, E.* and *Niemeier, W.*: The free nonlinear boundary value problem of physical geodesy. — *Lambeck, K.*: Determination of the earth's rotation from laser range observations to satellites. — *Rapp, R. H.*: Methods for the computation of geoid undulations from potential coefficients. — *Sharni, D.*: Model anomalies for the earth from crustal data. — *Morrison, F.*: Density layer models for the geopotential. — *Goguel, J.*: Bouguer au Chimborazo. — *Andersson, F.*: On the absolute determination of the deflections of the plum-line.

The Canadian Surveyor, Ottawa 1971: *Nr. 1. Altenhofen, R. E.*: Small-Scale Mapping on a National Level. — *Pinch, M. C.*: An Evaluation of the Accuracy of an Autotape Survey. — *Fleming, J.*: Patterns of Aerial Photo Weather in Canada. — *McLaughlin, J.*: Modeling Techniques for the Design of Land Survey Systems and Some Initial Conclusions. — *Nr. 2. Schmid, H. H.*: A World Survey Control System and its Implications for National Control Network. — *McLellan, C. D.*: Computer Program GALs. — *Krakiwsky, E.* and *Konecny, G.*: Analysis of the Primary and Secondary Control Networks of New Brunswick — Implications for a Readjustment to Satellite Control. — *Schmid, E.*: The General Term in the Expansion for Meridian Length.

Geodetický a kartografický obzor, Prag 1971: *Nr. 9. Čipera, J.*: Die Aufgaben der Liegenschaftsevidenz in der CSR im Zeitraum bis 1975. — *Hazucha, L.*: Die Aufgaben im Bereich

der Liegenschaftsevidenz in der SSR für den Zeitabschnitt bis 1975. — *Autorenkollektiv*: Laser-Satellitenradar. — *Loyda, L.*: Tektonik der Flußtäler und Nivellementsmessungen. — *Nr. 10. Olejník, S.* und *Převá, J.*: Korrelation zwischen den Schwereanomalien, den Reduktionen aus dem Geländereief und den Meereshöhen auf dem Gebiet der ČSSR. — *Irmner, R.*: Anwendung des Doppelbildentfernungsmessers „Diemess 002“ bei der Streckenmessung mit vertikaler Latte. — Organisation der Arbeiten im Gelände bei der Aufnahme wirtschaftstechnischer Karten; System der Kontrollen und Datenaufbereitung für die Darstellung auf einem automatischen Koordinatographen. — *Martinek, M.*: Anwendung des Systemzuganges zur Formulierung der Konzeption des komplexen regionalen Atlases der Stadt als Bild des Lebensmilieus.

Geodetski list, Zagreb 1971: *Nr. 1–3. Klak, Stj.*: Die Vermarktung der Höhenpunkte mit Rohren. — *Božičnik, M.*: Das Problem der Automation der katastralen Verbücherung in Kroatien (wird fortgesetzt). — *Šafranko, U.*: Kurzdarstellung der Vermessungsarbeiten im Schiffbau in zwei Hälften. — *Križaj, E.*: Erfahrungen aus der Messung mit WILD-Distomat DI 10 (wird fortgesetzt). — *Nr. 4–6. Nikolić, Lj.*: Die Ergebnisse der parallelen Prüfung der Sekundentheodolite der Firmen Wild, Carl Zeiss JENA und MOM. — *Kalafadžić, Zv.*: Der Einfluß der Neigungsänderung auf die Größe des Lattenabschnittes bei der Reichenbachschen Entfernungsmessung. — *Jenko, M.*: Automatischer Koordinatograph CORADOMAT.

Geodézia és Kartográfia, Budapest, 1971: *Nr. 3. Fialovszky, L.*: Ausgleichung der mit Längenmessung kombinierten eingepaßten Dreiecks-kette. — *Halmos, F.*: Einige prinzipielle meßtechnische und rechentechnische Fragen des Satellitenpolygons Arktis-Antarktis. — *Miskolczy, L.*: Bindepunkte und die Bindepunktebewegung im Nivellement der Erdkrustenbewegungs-Untersuchung. — *Kiss Papp, L.*: Die Prüfung der Ausbiegung von Stahlstangen mittels der Stereophotogrammetrie. — *Toniolo, S.*: Die thematische Rolle der Farben in den Straßenkarten. — *Ottenreiter, B.*: Maßänderungs-Diagramme. — *Hóbor, L.*: Der juristische Schutz der geodätischen Festpunkte, — *Székely, D.*: Navigationsprobleme des photogrammetrischen Bildfluges. — *Sipeki, Z.*: Quadratwurzeln nach einer unmittelbaren Methode. — *Klinghammer, I.*: Kartogrammerstellung durch Photomaskverfahren.

Geodezja i Kartografia, Warschau 1971: *Nr. 3. Chojnicki, T.*: Détermination des paramètres de marée par la compensation des observations au moyen de la méthode des moindres carrés. — *Barlik, M.*: De la solution du problème de Bjerhammar sur les terrains montagneux. — *Sikorski, K.*: Compensation des réseaux de triangulation avec le rejet d'infailibilité des points de rattachement. — *Barlik, M.* et *Czarnecki, A.*: Graduation des gravimètres type GAK 7T et Sharpe CG par la méthode d'inclinaison, au Laboratoire Gravimétrique de l'École Polytechnique de Varsovie. — *Adamczewski, Zdz.*: L-analyse nonlinéaire de l'exactitude d'un réseau géodésique. — *Trojanowski, K.*: Le parcours des isolignes de sédimentation et des directions principales de déformation du terrain en conformité avec les principes de la géométrie différentielle de surface.

Géomètre, Paris 1971: *Nr. 7. Charlot, P.*: Un mode de compensation à disque pendulaire appliqué à la géodésie. — *Puycouyoul, J.* et *Alajouanine, Y.*: Procédé rapide de mise en station d'un théodolite muni d'un plomb optique. — *Nr. 8–9. Maillol, B.*: La cartographie automatique appliquée à l'analyse de données urbaines. — *Allain, P.*: Une application de calcul électronique et de dessin programmé au C.N.E.T.G.E.F. — *Nr. 10. Charlot, P.*: Un mode de compensation à disque pendulaire appliqué à la géodésie.

Photogrammetric Engineering, Falls Church, USA; 1971: *Nr. 5. Wallen, V. R.* and *Philbotts, L. E.*: Disease Assessment with IR-Color. — *Mikhail, E. M.*: Hologrammetric Measurement and Mapping System. — *Shin-yi Hsu*: Population Estimation. — *Trinder, J. C.*: Psychophysics. — *Rampal, K. K.*: Strip Adjustment Using Harmonic Analysis. — *Makarovic, B.*: Semi-Automatic Mapping Techniques. — *Nr. 6. Nyberg, St., Orhaug, T.* and *Svensson, H.*: Optical Processing for Pattern Properties. — *Stafford, D. B.* and *Langfelder, J.*: Air Photo Survey of Coastal Erosion. — *Avery, T. Eu.*: Two Cameras for Parallax Height Measurements. — *Estes, J. E.* and *Senger, L. W.*: An Electronic Multi-Stage Processor. — *McDonnell, M. M.*: „Speckle“ in Holograms. — *Yost, E.* and *Wenderoth, S.*: Multispectral Color for Agriculture and Forestry.

Photogrammétrie, Paris 1970: Nr. 101. *Baetslé, P.-L.*: Optimisation d'une représentation cartographique. — Nr. 102. *Baetslé, P.-L.*: Quelques problèmes élémentaires d'optimisation dans les levés planimétriques.

Przegląd Geodezyjny, Warschau 1971: Nr. 8. *Michnicka, A.* und *Wódkiewicz, A.*: Bestimmung der Veränderungen der geographischen Breite auf Grund von Beobachtungen eines Paares heller Sterne nach der Talcottmethode außerhalb des Ortsmeridians. Beurteilung der Ergebnisse und eine Analyse der Genauigkeit. — *Niebylski, J.* und *Bielak, A.*: Über geodätische Netze im Hinblick auf die Haltbarkeit und die Brauchbarkeit im Bauprozeß. — *Bryś, H.* und *Bielecki, T.*: Eine indirekte Meßmethode der Veränderungen der Weite von Dilatationsspalten. — *Dzierżega, A.*: Ermittlung des Kreiselazimuts nach der Übergangsmethode. — *Szymonski, J.*: Über Probleme und Qualität von Geodätischen Geräten Polnischer Produktion. — *Kujawski, E.* und *Niepokólczycki, M.*: Prüfung der Genauigkeit von photogrammetrischen Methoden bei Aufgaben der Ingenieurvermessung. — Nr. 9. *Zubelewicz, M.*: Zu aktuellen Fragen der Stadtvermessung. — *Zglinski, A.*: Allgemeine Formel für die Verbindung räumlicher rechtwinkliger Koordinaten mit astronomischen und geographischen Koordinaten. — *Wereszczynski, J.*: Polygonisierung unter Wasser. — *Bajerski, J.*: Einiges zum Thema Xerographie. — Nr. 10. *Bryś, H.*: Einwirkung der horizontalen Differentialrefraktion auf die optische Entfernungsmessung. — *Gromysz, J.* und *Pielok, J.*: Periodische Messung der Ausbiegung von Industrieschornsteinen mit Einsatz des hydrostatischen Klinometers nach der Entwicklung von Dipl.-Ing. S. Sawczuk. — *Proszynski, W.*: Ermittlung der Auswirkung der nicht-vertikalen Lage der Um drehungsachse des Meßgerätes auf die Messung der Abweichung von Punkten von der Vertikalen. — *Jeż, B.*: Formelmäßige Erfassung der fehlerhaften Flächenlage in der Karte. — *Jaronski, A.*: Entfernungsmessung mit dem Entfernungsmesser DISTOMAT Di 10 in Nigerien. — *Niepokólczycki, M.*: Modernisierungsversuch des Stereoautographen 1318EL. — *Cytowski, H. W.*: Die Farbe und andere Begriffe in der Kartographie.

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik, Winterthur 1971: Nr. 8. *Härry, H.*: Rückblick auf Entwicklungen im schweizerischen Vermessungswesen (Instrumente und Verfahren). — *Zeller, M.*: Entwicklungen in der Photogrammetrie (Erlebtes und Erfahrungen). — *Imhof, Ed.*: Erlebtes und Erstrebtes. Entwicklungen im schweizerischen Kartenwesen. — Nr. 9. *Köchle, R.*: Der Tischcomputer als Hilfsmittel bei der Orientierung von Luftaufnahmen. — Nr. 10. *Ansermet, A.*: Sur le calcul des déviations de la verticale.

Svensk Lantmäteritidskrift, Stockholm 1971: Nr. 4. *Möller, Sv. G.*: Quality of primary maps. — *Bjerhammar, A.*: The new generation of electro-optical distance measuring instruments. — *Ussisoo, I.*: Adjustment of different kinds of observations. — *Söderberg, K.-I.*: ADB today and tomorrow. — *Rydstern, N. O.*: Decisions concerning compensation for loss of right to exploit gravel.

Vermessungstechnik, Berlin 1971: Nr. 7. *Byl, J.*: Ergebnisse von Erdzeitenbeobachtungen in Potsdam (Messungen der zeitlichen Variationen der Lotlinie). — *Höpfner, J.*: Analyse der Beobachtungsergebnisse der astronomisch-geodätischen Längenbestimmung Borowiec-Dresden-Potsdam aus dem Jahre 1966. — *Meier, S.*: Ausgleichung horizontaler Punktverschiebungen nach vermittelnden Beobachtungen und Beobachtungsdifferenzen. — *Rodig, K.-H.*: Zum Einfluß systematischer Fehler beim Nivellement, insbesondere beim motorisierten Präzisionsnivellement. — *Steinich, L.*: Bearbeitung trigonometrischer Aufnahmenetze als Richtungs-Strecken-Netze. — *Seltmann, G.*: Lotverfahren für zentrische und exzentrische optische Nadirlotung. — *Voss, G.*: Das Gerätesystem Industriephotogrammetrie des VEB Carl Zeiss JENA. — *Töpfer, G.*: Die Bedeutung von Modellen für die Erforschung von Gesetzmäßigkeiten kartographischer Prozesse. — Nr. 8. *Montag, H.*: Stand und Entwicklungstendenzen der Meeresgeodäsie. — *Kautzleben, H.*: Bemerkungen zur Präzisionsgravimetrie. — *Zimmermann, B.*: Beitrag zur Bestimmung der Erdkrustenbewegungen aus Beobachtungen der Meeresoberfläche. — *Peter, H.*: Das TRANSMARK — ein Punktübertragungsgerät mittels Laser — ein Jahr im praktischen Einsatz in der DDR. — *Färber, P.*: Die Planung vermessungstechnischer Arbeiten am Investobjekt einer Autobahn-Neubaustrecke mit Hilfe der Netzplantechnik (CPM-Verfahren). — *Müller, B.*: Einführung einer einfachen und standfesten Punktvermarktung für Zentren auf Bauwerken. — *Cyrklaff, G.*: Baukontrollmessungen beim Bau des Futterschaftes von Stahlbetonschornsteinen. — *Tobis, F.*: Thematische

Karten in der geologischen Forschung und Erkundung. — *Friedlein, G.*: Prinzipien der kartographischen Darstellung der Bedienung der Bevölkerung für Planungszwecke.

Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1971: Nr. 9. *Wolf, H.*: Geoid und Mohorovičić-Diskontinuität. — *Hradilek, L.*: Bestimmung der Refraktion in Prag. — *Rinner, K.*: Über Festpunktfelder für die Küstenvermessung. — *Mittermayer, E.*: Eine Verallgemeinerung der Methode der kleinsten Quadrate zur Ausgleichung freier Netze — Nr. 10. *Hektor, E.*: Probleme der Automatisierung im Vermessungswesen. — *Ramsayer, K.*: Untersuchung der Genauigkeit eines Raumpolygonzuges. — *Schulte, H.*: Punktnummerierung und Punktbenennung bei Katastervermessungen. — *Procházka, E.*: Fortpflanzung von Messungsfehlern und Fehlern der Ausgangspunkte bei der Absteckung und Triangulation. — *Kahmen, H.*: Erfahrungen bei polygonometrischen Netzverdichtungen in Nordafrika.

Contents

Hans Schmid: Practical Methods of Pass-Point Determination for Air-Photo-Evaluation.
 Bruno Bauer: Measurement of the Vertical Gradient of Gravity in a Small Surveying Region.
 Franz Leberl: „Remote-Sensing“ — New Procedures for Reconnaissance Across Distances.

Sommaire

Hans Schmid: Méthods pratiques de la détermination de points de contrôle pour la restitution de vues aériennes.

Bruno Bauer: Mesure de gradients verticaux dans un petit rayon de levé.

Franz Leberl: „Remote Sensing“ — développements modernes pour la reconnaissance de loin.

Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes

o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Schmid, 1040 Wien, Karlsplatz 13, Technische Hochschule, Institut für Landes- und Katastervermessung.

Hochschulassistent Dipl.-Ing. Bruno Bauer, Institut für Vermessungswesen, Universität Innsbruck, Technikerstraße 13.

Dipl.-Ing. Franz Leberl, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede (The Netherlands).

Das Inhaltsverzeichnis des Jahrganges 1971 wird aus technischen Gründen erst dem Heft 1/1972 beigelegt.

Die Schriftleitung

Neuwertige Doppelrechenmaschinen,

einfache Kurbel- sowie elektr. halb- und vollautomatische Rechenmaschinen
BRUNSVIGA usw. lieferbar.

Generalüberholungen von BRUNSVIGA- u. THALES-Maschinen mit neuer Garantie.

Lieferung evtl. durch PKW!

F. H. FLASDIECK, D 56 Wuppertal 2, Futterstr. 17, Ruf (02 121) 55 55 54

Österreichischer Verein für Vermessungswesen

A 1180 Wien XVIII, Schopenhauerstraße 32

Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen

Sonderheft 20: H. G. Jerie, *Weitere Analogien zwischen Aufgaben der Mechanik und der Ausgleichsrechnung*. 24 Seiten mit 14 Abbildungen, 1960. Preis S 32,— (DM 5,50).

Sonderheft 21: Mader, *Die zweiten Ableitungen des Newton'schen Potentials eines Kugelsegments — Topographisch berechnete partielle Geoidhebungen. — Tabellen zur Berechnung der Gravitation unendlicher, plattenförmiger, prismatischer Körper*. 36 Seiten mit 11 Abbildungen, 1960. Preis S 42,— (DM 7,50).

Sonderheft 22: Moritz, *Fehlertheorie der Graphisch-Mechanischen Integration — Grundzüge einer allgemeinen Fehlertheorie im Funktionenraum*. 53 Seiten mit 6 Abbildungen, 1961. Preis S 52,— (DM 9,—)

Sonderheft 23: Rinner, *Studien über eine allgemeine, voraussetzungslose Lösung des Folgebildanschlusses*. 44 Seiten, 1960. Preis S 48,— (DM 8,—)

Sonderheft 24: *Hundertjahrfeier der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung 23. bis 25. Oktober 1963*. 125 Seiten mit 12 Abbildungen, 1964. Preis S 120,— (DM 20,—)

Sonderheft 25: *Proceedings of the International Symposium Figure of the Earth and Refraction*; Vienna, March 14th—17th, 1967. 342 Seiten mit 150 Abbildungen, 1967. Preis S 370,— (DM 64,—).

OEEPE, Sonderveröffentlichungen

Nr. 1: Rinner, *Analytisch-photogrammetrische Triangulation eines Teststreifens der OEEPE*. 31 Seiten, 1962. Preis S 42,—.

Nr. 2: Neumaier und Kasper, *Untersuchungen zur Aerotriangulation von Überweitwinkelaufnahmen*, 4 Seiten, 2 Seiten Abbildungen, 1965. Preis S 10,—.

Nr. 3: Stickler und Waldhäusl, *Interpretation der vorläufigen Ergebnisse der Versuche der Kommission C der OEEPE aus der Sicht des Zentrums Wien*, 4 Seiten, 8 Tabellen, 1967. Preis S 20,—.

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

Unkomplette Jahrgänge:

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

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

Komplette Jahrgänge:

à 40,— S; Ausland 8,— sfr bzw. DM u. Porto

Jg. 6 1908
13 bis 16 1915 bis 1918
18 1920
20 bis 35 1922 bis 1937
36 bis 39 1948 bis 1951

à 72,— S; Ausland 15,— sfr bzw. DM u. Porto

Jg. 40 bis 49 1952 bis 1961

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

Jg. 50 bis 53 1962 bis 1965

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

ab Jg. 54 ab 1966

Offizielle österreichische amtliche Karten der Landesaufnahme

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen
in 1080 Wien VIII, Krotenthallerg. 3 / Tel. 42 75 46

Neuerscheinungen von offiziellen Karten der Landesaufnahme

Österreichische Karte 1:50000

5 Gmünd	8 Geras	19 Zwettl-Stadt
6 Waidhofen an der Thaya	13 Engelhartzell	20 Gföhl
7 Groß Siegharts	18 Weitra	118 Innsbruck
		119 Schwaz

Österreichische Karte 1:200000:

Blatt 48/12 Kufstein 48/16 Wien

Umgebungs- und Sonderkarten:

Hochschwab 1:50000

Umgebungskarte Mayrhofen (Zillertal) 1:50000

Burgenland 1:200000

In letzter Zeit berichtigte Ausgaben der Österreichischen Karte 1:50000

29 Schärding	108 Deutschkreutz	164 Graz
32 Linz	120 Wörgl	191 Kirchbach/Stmk.
51 Steyr	162 Köflach	192 Feldbach

Österr. Wasserkraftkataster

Im Zuge der Bearbeitung des neuen österr. Wasserkraftkatasters ist
erschienen: Gurk, Saalach, Alm je S 250,—

Bibliographie zur österreichischen Wasserwirtschaft S 60,—

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

Es werden folgende Kartenwerke empfohlen:

Für Amtszwecke sowie für Wissenschaft und Technik

Österreichische Karte 1:25000

Österreichische Karte 1:50000

Österreichische Karte 1:200000

Arbeitskarten 1:200000 und 1:500000 von Österreich

Für Wanderungen

die Blätter der Wanderkarte 1:50000 mit Wegmarkierungen
und verschiedene Umgebungskarten

Zum Zusammenstellen von Touren und Reisen

Übersichtskarte von Österreich 1:500000, mit Suchgitter
und Namenverzeichnis

Preise der amtlichen österr. Kartenwerke

I Österreichische Karte 1:25000 (nicht fortgeführt)	13,—
II Österreichische Karte 1:50000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	23,—
Österreichische Karte 1:50000 mit Straßenaufdruck	20,—
Österreichische Karte 1:50000 ohne Aufdruck	18,—
Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	16,—
Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50000 ohne Wegmarkierung .	10,—
III Österreichische Karte 1:200000 mit Straßenaufdruck	21,—
Österreichische Karte 1:200000 ohne Straßenaufdruck	18,—
IV Alte Österreichische Landesaufnahme 1:25000	10,—
V Generalkarte von Mitteleuropa 1:200000	
Blätter mit Straßenaufdruck (nur für das österr. Staatsgebiet vor- gesehen)	15,—
Blätter ohne Straßenaufdruck	12,—
VI Übersichtskarte von Mitteleuropa (Projektion Bonne) 1:750000 ..	10,—
VII Übersichtskarte von Mitteleuropa (Projektion Albers) 1:750000 .	10,—
VIII Gebiets- und Sonderkarten	
Hochschwab 1:50000 mit Wegmarkierungen	38,—
Hohe Wand 1:40000 mit Wegmarkierungen	15,—
Innsbruck 1:25000 mit Wegmarkierungen und Umschlag	45,—
Innsbruck 1:25000 mit Wegmarkierungen, flach	40,—
Innsbruck 1:25000 ohne Wegmarkierungen, flach	33,—
Lienzer Dolomiten 1:25000	31,—
Mariazell 1:40000 mit Wegmarkierungen	21,—
Schneealpe 1:50000 mit Wegmarkierungen	13,—
Schneeberg und Rax 1:25000 mit Wegmarkierungen	35,—
Schneeberg und Rax 1:25000 ohne Wegmarkierungen	26,—
6 Großblätter von Wien 1:25000	20,— je Blatt
Umgebung von Wien 1:50000 mit Wegmarkierungen und Umschlag	45,—
Umgebung von Wien 1:50000 mit Wegmarkierungen, flach	40,—
Umgebung von Wien 1:50000 mit Straßenaufdruck und Umschlag	43,—
Umgebung von Wien 1:50000 mit Straßenaufdruck, flach	38,—
Umgebung von Wien 1:50000 ohne Aufdruck, flach	33,—
Umgebungskarte Mayrhofen (Zillertal) 1:50000 mit Wegmarkierungen ..	38,—
Gebietskarten 1:200000: Burgenland	38,—
Gebietskarten 1:200000: Albanien in 2 Blättern	40,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, mit Namensverzeichnis, gefaltet	53,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, ohne Namensverzeichnis, flach	35,—
Namensverzeichnis allein	15,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, Politische Ausgabe mit Namensverzeichnis, gefaltet	48,—
Übersichtskarte von Österreich 1:500000, Politische Ausgabe ohne Namensverzeichnis, flach	30,—
Historischer Atlas der österr. Alpenländer, 2. Abt. (Pfarr- und Diözesan- karte)	120,—

**Die Karten sind in der amtlichen Verkaufsstelle 1080 Wien VIII,
Krotenthallergasse 3, und in Buchhandlungen erhältlich**

Auf Wunsch werden Übersichtsblätter kostenlos abgegeben



Jetzt noch besser

PLAN-VARIOGRAPH

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

- Tischform — horizontale Arbeitsfläche — geringer Platzbedarf
- einfache Bedienung — stufenlos durch Handräder — Einstellmaßstab
- gleichmäßig helle Ausleuchtung der Vorlage mit Kaltlicht
- Vergrößerungen und Verkleinerungen bis 6fach (z. B. 1:2880 auf 1:500) mit Zusatzobjektiv bis 13fach

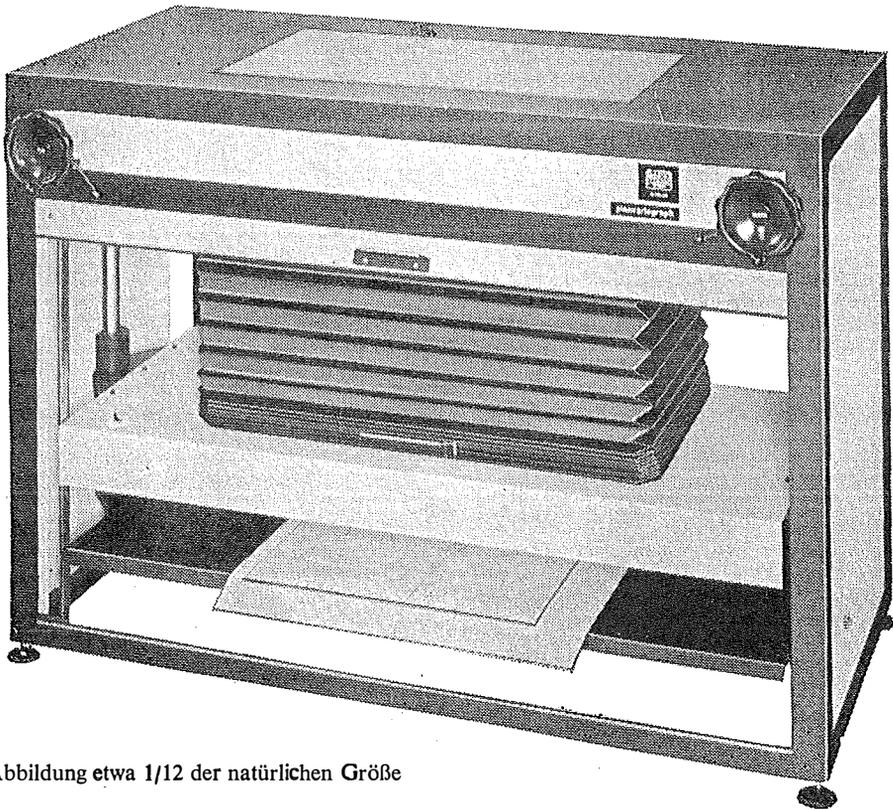


Abbildung etwa 1/12 der natürlichen Größe

- Vergrößerte Projektionsfläche
- Verstellbares Objektiv
- Beidseitige Blendschutzjalousie

Auf Wunsch: Andruckplatte für Photopapier — Neigunglibelle
Einfacher Verschluss für Photoarbeiten — Punktiermikroskop

Angebote und Prospekt direkt vom Erzeuger:

RUDOLF & AUGUST ROST

Fabrik für Feinmechanik - Instrumente für Vermessungs- und Zeichenbedarf

1151 WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)

TELEFON: (02 22) 92 32 31, 92 53 53, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN

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