

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. e. h. K. Ledersteger und
Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter

Nr. 3

Baden bei Wien, Ende Juni 1969

57. Jg.

Metrische Photogrammetrie mit Farbfilmen

Von *Franz Ackerl*, Wien

Seit dem Beginn der Verwendung von Farbfilmen für photogrammetrische Aufnahmen beschäftigen sich zahlreiche Veröffentlichungen mit dem Vergleich der verfügbaren Emulsionen und der Gegenüberstellung vorhandener Vorteile und Nachteile. Die ab etwa 1964 sich vergrößernde Reihe von Berichterstattungen über praktische Ergebnisse wurde relativ selten von Arbeiten unterbrochen, die mit den physikalischen Grundlagen der Farbenlehre jene Zweifel klärten, die bei rein praktischen Versuchen auftraten. Diese Zweifel hatten eigentlich wenig mit metrischer Photogrammetrie zu tun, denn sie beschäftigten und beunruhigten die Praktiker der *Bild-Interpretation*. Verwöhnt durch die Erleichterung von Entscheidungen durch den Hinzutritt der Farbe forderte man Farbtreue und Farbkonstanz, die am Beginn der Benützung von Farbfilmen oftmals nicht erfüllt waren. Um 1966 wurde gezeigt [1], wie zahlreich jene Störungen sind, die allein schon im Dingraum vorhanden sind und durch ihr Vorhandensein die Erreichung von Farbtreue in erster Phase beschränken. Die zweite Phase möglicher Störungen ist durch alle Einflüsse gegeben, die zwischen der Entstehung des Bildes und seiner Farbentwicklung wirksam werden. Betrachtet man alle diese Zusammenhänge [2], so wird offenbar, daß es geradezu ein Wunder wäre, Farbtreue und Farbkonstanz zu erreichen.

Es soll an dieser Stelle — in Ergänzung der genannten Veröffentlichungen — auf den Umstand hingewiesen werden, daß es im allgemeinen durchaus möglich ist, jedes Farbbild, ob Umkehr-, Negativ- oder auch Papierbild, durch entsprechende Filterung bzw. Beleuchtung subjektiv farbtreu erscheinen zu lassen, nicht aber objektiv, wegen der individuellen Verschiedenheit menschlicher Augen. Es ist nämlich Farbkonstanz wesentlich von der sogenannten „Stimmung des Auges“ abhängig

und diese — auch farbige oder chromatische Adaption genannt — ist ein Anpassungszustand des Auges an die farbige Allgemeinbeleuchtung des Gesichtsfeldes. Nur diese Anpassung ermöglicht überhaupt das Farbsehen. Wäre diese chromatische Adaption des Auges nicht vorhanden, dann würde die wechselnde spektrale Zusammensetzung der Allgemeinbeleuchtung bewirken, daß die farbigen Gegenstände unserer Umgebung ständig in anderen Farben erscheinen. Ein sehr eindringlicher Beleg hiefür ist die Prüfung des Unterschiedes der Farbe von Stoffen bei Kunstlicht bzw. Tageslicht. Der ganze Bereich dieser Fragen erstreckt sich weit in das Gebiet der Physiologie des menschlichen Auges [3] und läßt dadurch erkennen, wie wandelbar die individuelle Auffassung vom Vorhandensein, vom Mangel oder vom Fehlen von Farbtreue ist [4].

Es ist gewiß, daß das Streben nach Farbtreue in gewissen Bereichen der Farbphotographie — etwa der Porträtphotographie — wichtig und notwendig ist. Hier stehen auch heute schon hinreichende Mittel zur Erzielung von individuell empfundener Farbtreue zur Verfügung, insbesondere im Rahmen einer gleichbleibend lichtgesteuerten Umwelt. Es ist aber damit — und als Folge der vorigen Bemerkungen — noch nicht gewährleistet, daß das individuell farbtreue Bild bei der Betrachtung in einer veränderten Allgemeinbeleuchtung farbkonstant erscheint.

Für die Anwendung von Farbemulsionen in der Photogrammetrie sollte ein Mangel an Farbtreue oder Farbkonstanz kein Hindernis sein. Die sich mehrende Verwendung von Falschfarben-Emulsionen dürfte ein guter Beleg dafür sein, daß mindestens bestimmte Bereiche der reinen „Interpretation“ auf Farbtreue verzichten. Es ist sogar anzunehmen, daß zur Bearbeitung von Sonderaufgaben hiefür besonders geeignete Falschfarben-Emulsionen entwickelt werden.

Schließlich ist doch der geübte Auswerter von Schwarzweiß-Filmen sogar — und ohne Schwierigkeit — imstande, ein Negativ zu interpretieren und metrisch auszuwerten, also das Negativ in den normalen Positiveindruck umzudeuten, ohne sich des dazwischenliegenden Denkvorganges bewußt zu werden.

Es ist wohl nicht notwendig jene zahlreichen Untersuchungen zu nennen, als deren Ergebnis endgültig feststeht, daß Farbbilder die Interpretation des Bildinhaltes erleichtern und damit indirekt auch die metrische Auswertung, wenn eine solche durchgeführt werden soll. Die von der Farbigekeit des Bildes dargebotene Stütze zur rascheren oder zweifelfreien Identifizierung von bestimmten signalisierten oder nicht signalisierten Punkten des Bildinhaltes wird vorerst nur in ökonomischer Hinsicht wirksam werden und als Zeitersparnis zu erkennen sein, gegenüber der gleichartigen Auswertung einer Schwarzweiß-Aufnahme desselben Bildinhaltes. Angaben über die Genauigkeit durchgeführter Messungen auf Farbfilmen bezogen sich vorerst auf das Auflösungsvermögen der verwendeten Emulsionen [5] und es dauerte einige Jahre, bis der in Europa in manchen Kreisen verbreitete Glaube überwunden war, daß Farbemulsionen „natürlich weniger scharf“ seien als Schwarzweiß-Emulsionen. Ein plötzlicher Umschwung trat ein, als gelegentlich des ISP-Kongresses 1964 in Lissabon bekannt wurde, daß beim USA-Coast and Geodetic Survey seit Oktober 1963 die Aerotriangulation mit Farben-Diapositivplatten durchgeführt wird [6]. Wenngleich dieser Bericht keine Zahlenangaben zur erreichten Genauigkeit bringt, so wird festgestellt, daß „die erhöhte Güte und Sicherheit der

Interpretation besonders genaue Einstellungen der Paßpunkte an den Modellübergängen ermöglicht und damit eine Steigerung der Genauigkeit der Aerotriangulation bewirkt“. Auch über die physikalische Güte der Farbemulsionen konnte kein Zweifel mehr bestehen, da die für analytische Aerotriangulation erforderlichen Bildpunktkoordinaten mit Monokular-Komparatoren von *Mann*, Modell 422 F bei 20facher bis sogar 60facher Vergrößerung beobachtet werden, ohne Behinderung durch die Körnung der Farbschichten.

Die zur Aufnahme verwendeten Filme (Kodak bzw. Ansco) boten auch größte Sicherheit hinsichtlich Stabilität der Schichtträger, für die seit 1961 Estar Polyester Bänder von 0,004 inch (0,102 mm) Dicke verwendet wurden [7].

Als Durchschnittswerte der Schrumpfung eines Quadrates ergaben sich: in Länge 0,022%, in Breite 0,025%, in den beiden Diagonalen 0,024%.

Um keine Wiederholungen bereits veröffentlichter Tatsachen zu bringen, sei auf jene Darstellung verwiesen, die zur Entwicklung der modernen Anschauungen über die metrischen Qualitäten von Farbfilmen und -Platten in der Besprechung des „Manual of Color Aerial Photography“ (diese Zeitschrift 1968, Heft 6) gegeben wurde. Die Ergebnisse der dort nur kurz erwähnten — mit einem Kostenaufwand von fast 4 Millionen ö. S — großangelegten Testversuche, sind in dem Kapitel VIII auf 40 Seiten mit 21 Tabellen für Aufnahmen mit 5 verschiedenen Film-Typen aus Flughöhen von 30000, 20000 und 10000 Fuß dargestellt. Da zur Auswertung Instrumente dienten, die höchste Genauigkeit gewährleisteten (Zeiss PSK-Stereokomparator, Zeiss C-8-Stereoplanigraph), sind die Ergebnisse der statistischen Analysen von größter Beweiskraft. Die Genauigkeit der vielen tausend Beobachtungen wird durch folgende Durchschnittswerte gekennzeichnet.

$$\begin{aligned} \text{Stereokomparator: } m_1 &= \pm 7 \mu\text{m (68\%)}, m^2_1 = m^2_x + m^2_y \\ \text{(30000'-Platten)} \quad m_{3,5} &= \pm 25 \mu\text{m (99, 8\%)}, m_{3,5} = 3,5 m_1 \end{aligned}$$

Die zur Flughöhe von 30000' (rd. 10 km) gehörigen Lagewidersprüche überschreiten nur in 5 Fällen 1 m. Die Höhenwidersprüche liegen alle unter 1 m.

Gegenüber dem zum Vergleich dienenden Schwarzweiß-Film (Kodak Plus X) ergab sich in m_1 ein größter Unterschied von 3 μm .

Stereoplanigraph: Die folgende Tabelle ist der erste Teil der Tabelle 8.3.22 aus „Manual“ S. 364 und gibt die Unterschiede der 4 verwendeten Farbfilme gegen den eben genannten Schwarzweiß-Film.

Das Ergebnis des Testes kann man etwa mit der folgenden Aussage zusammenfassen.

Die Frage, ob Luftbildaufnahmen mit Farbfilmen gleich genau sind wie solche mit Schwarzweiß-Filmen, wurde gelöst mit dem PSK-Test und bestätigt mit dem C-8-Test. Die statistischen Analysen zeigen, daß die Color-Typen 2a und 2b im allgemeinen gleich genau oder genauer sind als der verwendete Schwarzweißfilm, während die Color-Typen 3 und 4 eine etwas geringere Genauigkeit aufweisen.

Der PSK-Test zeigt an, daß die Color-Typen 2a und 2b den Schwarzweiß-Film an Genauigkeit übertreffen, während die Color-Typen 3 und 4 nahezu gleich genau sind wie der Schwarzweiß-Film.

Tabelle A

Flughöhe 20000 Fuß			Filmtype [8]	Flughöhe 30000 Fuß			Film-Kennzeichen
Zentimeter				Zentimeter			
m_x	m_y	m_z		m_x	m_y	m_z	
-9	+28	+6	Color 2a = Kodak MS entwickelt bei Coast and Geodetic Survey	-8	+1	+63	Kodak Ektachrome MS Aerographic Type 2448, Estar Basis 4-mil. Estar polyester
+5	+32	-6	Color 2b = Kodak MS entwickelt bei Kodak	-28	+1	+5	Type 2448 Estar
0	+25	+27	Color 3 = Ansco D-200 entwickelt bei Coast and Geodetic Survey	+49	0	+56	Ansochrome D-200 Aerial Reversal
+5	+70	+80	Color 4 = Kodak-Color-IR, entwickelt bei Kodak	+2	+61	+59	Type 8443 5, 2-mil. Zellulose Triazetat

- bzw. + Zeichen bedeutet: unterhalb bzw. oberhalb des entsprechenden m bei Schwarzweiß-Film 5

Aus dem Vergleich der Auswertung mit dem Stereoplanigraphen C-8 folgt, daß die Color-Typen 2a und 2b die Typen 3 und 4 übertreffen und alle Typen nahezu ebenso genau sind wie der Schwarzweiß-Film.

„Diese beiden Teste zeigen, daß – abgesehen von geringen Widersprüchen – die geprüften Colorfilme für Luftbildmessungen die gleiche (oder auch eine höhere) Genauigkeit wie die üblichen Schwarzweiß-Filme für Aerophotographie darbieten.“

Die von *Swanson* [6] gegebenen Hinweise hatten dazu geführt, daß in USA die Entwicklung und Erzeugung von Color-Luftbildfilmen einen beträchtlichen Auftrieb erhielten. Eine weitere Folge war es, daß sich nach dem ISP-Kongreß Lissabon 1964 solche Veröffentlichungen mehrten, die bei Untersuchung von Color-Filmen schon deren allgemeine Tauglichkeit für Meßzwecke als gegeben annehmen, aber doch auch die Maßhaltigkeit erwähnten bzw. auf ihre Prüfung eingingen [9], [10], [11] und Vergleiche des Einflusses der Schichtträger anstellten.

Hinsichtlich des Vorganges und der Auswertung eines derartigen Testes sollten die in den Arbeiten von *Brucklacher* [12] und *Wunderlich* [13] gegebenen Hinweise beachtet werden.

Es ist anzunehmen, daß vor dem Beginn und während der ab 1963 in den USA durchgeführten Colorfilm-Teste die schon bekannten physikalischen Eigenschaften und die in [12] veröffentlichten Unterlagen zur Entwicklung einer sehr vollständigen Behandlung des Problems der Maßhaltigkeit von Filmen und Platten für topographische Zwecke anregte [14], natürlich mit besonderem Eingang auf die in USA zur Verfügung stehenden Emulsionsträger.

Für den deutschen Sprachraum besteht derzeit noch keine abgeschlossene Darstellung der Eigenschaften und des möglichen Vergleiches von in Europa herge-

stellten Color-Aufnahmematerialien für photogrammetrische Arbeiten. Die grundlegend wichtige Frage betreffend die Genauigkeit der Abbildung von Schwarzweiß-Negativen auf Diapositivplatten [15], wurde durch Messung der Koordinatendifferenzen untersucht, die bei sorgfältiger Kopierung eines Luftbild-Negativs auf mehrere Diapositivplatten entstehen können. Für die untersuchten Formate $18 \times 18 \text{ cm}^2$, $23 \times 23 \text{ cm}^2$ ergab sich ein durchschnittlicher Punktfehler von $\pm 6 \mu\text{m}$. Dies stimmt überein mit eigenen Versuchen, die vorerst ab 1955 die Kopierung von Infrarot-Negativplatten und später ab 1960 auch von Color-Negativfilmen auf Schwarzweiß-Diapositivplatten betrafen. Die hierbei erhaltenen Resultate waren aus terrestrischen Meßbildern $9 \times 12 \text{ cm}^2$ und $13 \times 18 \text{ cm}^2$ abgeleitet, in Vorträgen mitgeteilt und nur als kurzer Hinweis [16] veröffentlicht.

In einem vor dem Abschluß stehenden Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft stehen nun seit 1962 auch Luftbild-Reihen mit verschiedenen Color-, Falschfarben-, Infrarot- und Schwarzweiß-Filmen mit den Maßstabszahlen 1:6000, 1:10000, 1:15000 über dem gleichen Mittelgebirgs-Waldgebiet zur Verfügung und in Bearbeitung. Es ist anzunehmen, daß die Ergebnisse nicht nur die gewünschte Lösung von vielen Problemen bringen, die bei Anwendung der Luftbildmessung im Forstwesen auftreten, sondern daß insbesondere auch ein Beitrag geleistet werden kann zur Feststellung, daß moderne Colorfilme für metrische photogrammetrische Auswertung voll geeignet sind.

Literatur

- [1] *Corten, F. L.*: Physik des Luftbildes in „richtigen“ und „falschen“ Farben, B u L, 1966, Heft 4.
- [2] *Meier, H. K.*: Farbtreue Luftbilder? B u L, 1967, Heft 5.
- [3] *Mütze, K.; Foitzik, L.; Krug, W.; Schreiber, G.*: ABC der Optik, VEB Edition Leipzig, 1961 (S. 859).
- [4] *Kowaliski, P.*: Notions Techniques de Reproduction des Couleurs, Editions Estienne (Laboratoires Kodak-Pathé) Vincennes, 1964. Théorie de la reproduction des couleurs et filtres de sélection „Couleurs“ Nr. 57, 1er Trimestre, Paris, 1965.
- [5] *Völger, K.*: Neue Versuche mit farbigen Luftaufnahmen, B u L, 1957, Heft 4.
- [6] *Swanson, L. W.*: Aerial Photography and Photogrammetry in the Coast and Geodetic Survey, USA C&GS-Bericht, ISP, Lisbon, 1964.
- [7] *Calhoun, J. M.; Adelstein, P. Z., Parker, J.*: Physical Properties of Estar Polyester Base Aerial Films for Topographic Mapping, Photogrammetric Engineering 1961, Nr. 3.
- [8] *Manual of Color Aerial Photography*, American Society of Photogrammetry, 1968. S. 196, 202.
- [9] *Umbach, M. J.*: Color and Metric Photogrammetry, Paper 197 presented to American Society of Photogrammetry, Congress on Surveying and Mapping Convention, March 5 to 10, 1967.
- [10] *Duddek, M.*: Practical Experiences with Aerial Color Photography Photogrammetric Engineering 1967, Heft 10.
- [11] *Woodrow, H. C.*: The Use of Colour Photography for Large-Scale Mapping, The Photogrammetric Record, No 30, October 1967.
- [12] *Brucklacher, W. A.; Lüder, W.*: Untersuchungen über die Schrumpfung von Meßfilmen und photographischem Plattenmaterial, Veröffentlichung B 31 der DGK, 1956.
- [13] *Wunderlich, W.*: Cronar in der großmaßstäbigen Auswertep Praxis, B u L, 1964, Heft 4.
- [14] *Manual of Photogrammetry*: Third Edition, American Society of Photogrammetry, 1966 (Besprechung in dieser Zeitschrift, 1966, Heft 3).

[15] *Schwidersky, K.*: Zur metrischen Reproduzierbarkeit von Diapositivplatten, B u L, 1966, Heft 3.

[16] *Ackerl, F.*; Die Verwendung von Farbaufnahmen in der Photogrammetrie. Diese Zeitschrift 1967, Heft 3, S. 65.

Der Geodimereinsatz bei der Verdichtung des Festpunktnetzes im Stadtgebiet von Wien

Von *Paul Hörmannsdorfer*, Wien

Die rasche Entwicklung der modernen Technik, der Ausbau des Verkehrsnetzes und die Aufgaben der Planung führten, besonders in den letzten Jahrzehnten, zu einem ungeahnten Aufschwung des Liegenschaftsverkehrs und damit, vor allem in den Städten und ihrer Umgebung, zu einer ständigen Zunahme des Bodenwertes. Sie erhöhten im gleichen Maße die Forderungen und Ansprüche an den Kataster und zwangen zu fortschrittlich verbesserten Methoden in der technischen Erfassung und örtlichen Sicherung. Dieser Entwicklung trägt auch das neue „Vermessungsgesetz über die Landesvermessung und den Grenzkataster“ vom 3. 7. 1968 Rechnung. Erste Voraussetzung für die Neuanlegung eines Grenzkatasters ist aber ein engmaschiges Festpunktnetz.

Das Triangulierungsnetz 5. Ordnung im Raume von Wien aus den Jahren 1948—53 weist eine sehr hohe Genauigkeit auf und entspricht allen Anforderungen, sowohl als Grundlage für die Erstellung von Festpunktnetzen, als auch für die Neuanlegung eines Grenzkatasters. Im Stadtgebiet von Wien zwischen Donau und Gürtel hatten jedoch viele Hochpunkte keine Bodenstabilisierung, bei einigen ist sie verlorengegangen, so daß heute fast 50% der Triangulierungspunkte Hochpunkte (Türme, Schloten etc.) sind, deren unveränderte Lage oder Höhe nur schwierig zu überprüfen ist. Allein die Neustabilisierung all dieser Punkte und das Herstellen einer kontrollierten örtlichen Beziehung ist, wegen der dichten Verbauung der Innenstadt, mit größten Schwierigkeiten verbunden. Die Triang.-Abt. des Bundesamtes f. E. u. Vermessungswesen hat daher, in Zusammenarbeit mit der Mag.-Abt. 41 und dem Vermessungsamt Wien, im Jahre 1967 mit einer generellen Verdichtung des Festpunktnetzes begonnen, die sich von der Inneren Stadt ausgehend, abschnittsweise über das gesamte Gemeindegebiet von Wien erstrecken soll. Die Polygonalmethode mit elektronischer Streckenmessung erschien unter den gegebenen Umständen am geeignetsten und rationellsten. (Die Stadtvermessung in Linz wurde bereits vor einigen Jahren in ähnlicher Art durchgeführt und hat zu ausgezeichneten Ergebnissen geführt.)

Die Führung der Polygonzüge entlang der Hauptverkehrsstraßen ergibt zwangsläufig einen Punktabstand von 200—300 m, bietet die Möglichkeit alle Hochpunkte zu stabilisieren und sie gleichzeitig zu überprüfen. Damit können sie aber auch für die Zwischenorientierung der Polygonzüge verwendet werden, selbst dann, wenn die Entfernung nicht größer als die Länge der Polygonseiten ist. Dies ist deshalb von größter Bedeutung, weil diese nahe gelegenen Hochziele auch bei späteren Messungen als Anschlußrichtungen herangezogen werden können.

Das, auf Grund der bisher durchgeführten Arbeiten, vorliegende Material ist, im Hinblick auf den Einsatz des Geodimeters, sehr aufschlußreich und vielleicht von allgemeinem Interesse.

Bevor ich mich den Ergebnissen der neuesten Arbeiten zuwende, soll ein kurzer Überblick über die historischen Grundlagen der Triangulierung von Wien ein Bild von der städtebaulichen Entwicklung der Stadt vermitteln.

Katastertriangulierungen im Raume Wien

Die Ergebnisse der Katastertriangulierungen im Raume Wien während des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts sind noch im Katasterkoordinatensystem St. Stefan dargestellt. Die einzelnen Detailpunkte sind jedoch zum größten Teil verlorengegangen, einige wurden im Zuge späterer Arbeiten neu bestimmt. Heute haben diese Arbeiten nur mehr geschichtliche Bedeutung. (1.—6.)

Die in den folgenden Jahren durchgeführten Triangulierungen im Raume Wien und Umgebung lieferten bereits die Grundlagen für unser Ausgangsnetz; sie wurden im Meridianstreifensystem M 34⁰ gerechnet.

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Die Triangulierung des stabilen Katasters | 1817—18 |
| 2. Triangulierung der Inneren Stadt | 1845 |
| 3. Eine Übungstriangulierung im Jahre | 1853 |
| 4. Die Wiener Glacis- u. Vorstadttriangulierung | 1858 |
| 5. Reambulierung des Netzes d. stab. Katasters | 1867—68 |
| 6. Verschiedene Kleintriangulierungen | 1891, 1892—95, 1898, 1906
und 1924 |
| 7. Die Triangulierung 2. u. 3. Ordnung des <i>Wiener Beckens</i> (Operat N/63) im Jahre | 1931 |
| 8. Triangulierungen 4. u. 5. Ordnung, Teilgebiete | 1930 |
| 9. Die Triangulierung 2.—5. Ordnung der <i>Umgebung von Wien</i> (Nordwesten) Op. N/66 | 1932 |
| 10. Die Triangulierung 2.—4. Ordnung in <i>Bruck a. d. Leitha</i> (Operat N/36) | 1934 |
| 11. Teilgebiete 3.—5. Ordnung südl. v. Wien | 1937 |
| 12. Die Triangulierung 2.—3. Ordnung im <i>Marchfeld</i> (Operat N/94) im Jahre | 1938 |
| 13. Die Triangulierung 3. u. 4. Ordnung im <i>Marchfeld</i> (Operat N/112) im Jahre | 1941 und |
| 14. Verschiedene Kleintriangulierungen 5. Ordnung während des 2. Weltkrieges; von geringer Bedeutung | |
| 15. Die <i>Triangulierung von Groß-Wien</i> in den Jahren 2.—5. Ordnung (Operat N/120) | 1948—1953 |

Die Triangulierung von Groß-Wien (1948—53)

Die Ergebnisse dieser Arbeit werden im Folgenden etwas eingehender untersucht, da sie die Ausgangswerte für die im Jahre 1967 begonnene Festpunktverdichtung geliefert haben.

Der Zweck dieser unter der Leitung von *R. Krauland* durchgeführten Arbeit war die Schaffung von trigonometrischen Grundlagen zur Erneuerung der Katastermappe und zur Herstellung eines einheitlichen Planmaterials für die Verbauung von Wien. Sie umfaßt das gesamte Gebiet vom 1.—21. Gemeindebezirk und den im Jahre 1938 angeschlossenen Raum von Groß-Wien.

Die Signalisierung erfolgte im Stadtgebiet, abgesehen von Türmen, Schloten etc., durch einzelne Signalstangen oder auch Standsignale. In der Umgebung von Wien mußten 17 Hochstände und einige hohe Standsignale errichtet werden.

Zur Stabilisierung wurden im offenen Gelände und in Grünanlagen Granitsteine mit eingelassenen KT-Bolzen, im verbauten Gebiet Eisenrohre mit einbetonierten Schutzringen oder KT-Versicherungsbolzen verwendet.

Die trigonometrische und rechnerische Bearbeitung des am rechten Donauufer gelegenen Wiener Raumes wurde von Osten nach Westen fortschreitend durchgeführt, 1953 folgte das linke Donauufer.

Von den 72 gegebenen Dreieckspunkten waren 3 Punkte 1. Ordnung, 7 Punkte 2. Ordnung, 8 Punkte 3. Ordnung und 54 Punkte 4. u. 5. Ordnung. Insgesamt wurden 727 Neupunkte geschaffen, von denen 572 eine Bodenstabilisierung aufwiesen. Davon sind 1 Neupunkt 2. Ordnung, 11 Punkte 3. Ordnung und 66 Punkte 4. Ordnung.

Die hervorragende *Genauigkeit der Punktbestimmung* erlaubt es, die neuesten Messungen einer kritischen Untersuchung zu unterziehen, deren Ergebnis vor allem deshalb aufschlußreich ist, weil die Netzverdichtung mit anderen Meßmitteln, anderen Methoden und unter völlig anderen Bedingungen durchgeführt wurde.

Die *mittleren Punktlagefehler* liegen in der 4. Ordnung zwischen $M = \pm 6$ und ± 27 mm, in der 5. Ordnung im Durchschnitt bei $M = \pm 13$ mm. Nur 3% aller Neupunkte haben einen Punktlagefehler zwischen ± 26 und ± 37 mm und liegen durchwegs außerhalb des Stadtgebietes. 76% der Punkte 5. Ordnung haben mittlere Punktlagefehler zwischen $M = \pm 2$ und ± 13 mm.

Die Polygonale Festpunktverdichtung im Raume von Wien

Das neue Festpunktnetz dient als Grundlage für eine weitere Einschaltpunktbestimmung und vor allem, wie bereits eingangs erwähnt, zur Neuanlegung des Grenzkatasters. Es soll sich über das gesamte Gemeindegebiet von Wien erstrecken und wird voraussichtlich noch eine Arbeitszeit von 1—2 Jahren erfordern. Bisher konnte die Feldarbeit nur in den Monaten vor und nach der Außendienstperiode in den Bundesländern durchgeführt werden, also in den Monaten März und Oktober bis Dezember. Ebenso konnten wegen des Personalmangels nur 2 Arbeitsgruppen für die Winkelmessung und ein Geodimetertrupp mit dem AGA-Geodimeter Modell 6 eingesetzt werden.

Die bis zum Jahre 1969 durchgeführten Arbeiten umfassen die Wiener Bezirke I., III.—XI., Teile des II., und den Straßenzug bis Schwechat. Die gesamte Arbeitsdauer betrug 227 Arbeitstage.

Bisher wurden 264 Neupunkte 5. Ordnung geschaffen und Neustabilisierungen bei 58 Altpunkten durchgeführt. Insgesamt wurden 418 Punkte beobachtet und 552 Strecken mit einer Gesamtlänge von 132,8 km gemessen. Die Punktbestimmung

erfolgte durch Polygonzüge mit elektronischer Streckenmessung unter Verwendung aller Zwischenorientierungen, was eine Überprüfung aller gegebenen Hochziele durch mehrere Schnitte bzw. das Herstellen einer neuen Beziehung zu allen bestehenden Bodenstabilisierungen erforderte*). Die dabei festgestellten Veränderungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt:

Tabelle 1

Punkt Nr. Ö. Karte 59	Name	Änderungen
160	Schwechat Pfk.	Höhenänderung des Knaufes um 30 cm
161	Schwechat Dreif.-Kirche	Änderung des Turmbolzens um 11 cm
162	Alder	Änderung des Schlotes um 26 cm durch Umbau
195	Enkplatz	Änderung des Knaufes NW um 4 cm
239	Apostelkirche	Bolzen Süd um 2 cm geändert
244	Rochuskirche	Rohr m. SR. um 4 cm geändert
253	Michaelerkirche	Änderung um 3 cm
257	Univ.-Kirche	Beide Knäufe geändert. Neueinmessung vorgesehen
349	63116	Änderung des Schlotes: Lage 7 cm, Höhe 4 cm
359	Krematorium	Spitze d. Wehrturmes SO um 8 cm geändert
401	Pauker	Schlotveränderung 11 cm
416	Wildganshof	Rohr m. SR um 2 cm verändert
421	St. Marx	Rohr m. SR um 2 cm verändert
433	Dianabad	Rohr m. SR um 3 cm verändert
501	Bosch-Asphalt	Schlot um 14 cm geändert

Diese, an sich wenigen und zum Teil geringfügigen Änderungen, zeigen einerseits die Notwendigkeit der Überprüfung der gegebenen Punkte wegen ihrer Verwendung zur Orientierung der Polygonzüge auch auf geringe Entfernung, andererseits die Unzuverlässigkeit mancher Stabilisierungen auf, auch wenn sie noch so sicher und unverändert erscheinen mögen. Es wurden daher zur *Stabilisierung* der Neupunkte und zur neuen oder zusätzlichen Stabilisierung der Altpunkte, mit Ausnahme einiger Fälle, wo dies nicht möglich war, Gabelpunkte (s. ÖZf. V 1962 Nr. 3, Seite 96 bis 99) verwendet. Bei vielen Punkten, besonders an Kreuzungen und Plätzen waren 2 oder mehr Gabelpunkte notwendig. Die Polygonpunkte selbst wurden, wenn sie nicht mit einem der Gabelpunkte zusammenfielen, durch Eisenrohre oder Nägel im Asphalt markiert. Das Anbringen der Ringbolzen geschah, dem Netzentwurf entsprechend, bereits vorher durch das Vermessungsamt Wien und die Mag.-Abt. 41.

Erst kurz vor der Beobachtung wurde die endgültige *Erkundung*, bei gleichzeitiger Ablotung der Gabelpunkte und Festlegung der notwendigen exzentrischen Standpunkte, durchgeführt. Auf einigen Großbaustellen mußte die Vermarkung der Standpunkte, die Richtungsbeobachtung und die Streckenmessung gleichzeitig durchgeführt werden. Eine sorgfältige Erkundung war daher der wichtigste Faktor für eine reibungslose Durchführung der Arbeit. Von den Baustellen abgesehen, mußte auf

*) Dieser Bericht bezieht sich auf den Stand vom Dezember 1968. Bis zur Drucklegung werden bereits die Ergebnisse im gesamten oben angegebenen Raum (siehe Skizze) vorliegen. Außerdem wurde im April 1969 die Verdichtung des Festpunktnetzes von Wien am linken Donauufer (21. und 22. Bezirk) fortgesetzt und soll im Jahre 1970 auf den 2. und 20. Bezirk ausgedehnt werden.

Parkplätze, Ladezonen, Haltestellen und Halteverbote ebenso Bedacht genommen werden, wie auf bestimmte ungünstige Tageszeiten mit Verkehrsspitzen, Zustelldiensten, Marktverkehr usw. (Die Streckenmessung bietet weniger Schwierigkeiten, denn sie kann jederzeit bei Nacht durchgeführt werden.)

Die *Rechenarbeit* wurde zum größten Teil, aus bereits erwähnten Gründen, mit der Handrechenmaschine durchgeführt. Davon liegen die Ergebnisse von 44 Polygonzügen (s. Skizze) bereits vor.

Der Rechengang war, mit einer Ausnahme (Abschnitt E), bei allen Polygonzügen gleich; und zwar wurde vorerst der Winkelabschlußfehler ohne Zwischenorientierungen bestimmt, dieser Wert umgekehrt proportional den Strecken aufgeteilt und sodann erstmals die Koordinatendifferenzen Δy und Δx berechnet. Die Aufteilung erfolgte bei gestreckten Zügen proportional den Streckenlängen, bei stärker gekrümmten Zügen (Ausbiegung $f > 1,3$) proportional den Koordinatenunterschieden. Mit den daraus resultierenden Näherungskordinaten der Neupunkte konnten die Zwischenorientierungen ermittelt werden. Nach einer neuerlichen Aufteilung der Winkelfehler folgte die endgültige Berechnung der Koordinatendifferenzen. Nur in einzelnen Fällen war, wegen sehr kurzer Zwischenorientierungen, ein dritter Rechengang erforderlich. In diesen Fällen mußten die Orientierungsmittel nach Gewichten gebildet werden ($p = c/S$, wobei S die Entfernung zu dem zur Orientierung verwendeten Zielpunkt bedeutet). Selbstverständlich mußten in jedem einzelnen Fall die Zielpunkte, sofern es sich um gegebene Dreieckspunkte handelte, lagemäßig überprüft oder vorher neu gerechnet werden.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind nun die Abschlußfehler der einzelnen Polygonzüge zusammengestellt. Die Unterteilung in Abschnitte entspricht dem Arbeitsgang bzw. der Reihenfolge der Berechnung, die Punktbezeichnung ist der Punktübersicht der Karte 1:25000, Blatt 59/1, im Abschnitt E der Österr. Karte 1:50000 Blatt 59 entnommen. Die Abschnitte umfassen folgende Gebiete:

- Abschnitt A: Wien I., 15 Polygonzüge
- B: Wien II., 2 Polygonzüge
- C: Wien III., und XI., 29 Polygonzüge
- D: Wien IV., und X., 18 Polygonzüge
- E: Wien XI., — Schwechat, 7 Polygonzüge
strenger Ausgleich (elektronisch).

Daraus ergibt sich die

durchschnittliche Länge einer Polygonseite mit 270 m.

Der durchschnittliche Abschlußfehler $\Delta y = \pm 5,6$ mm
und $\Delta x = \pm 5,7$ mm

und der daraus resultierende lineare Abschlußfehler für eine Polygonseite (von ± 8 mm) entsprechen einem Durchschnittswert

des *Mittleren Punktlagefehlers* von $M = \pm 9$ mm.

Ebenso erhalten wir einen durchschnittlichen Wert für den

Längsfehler einer Polygonseite von $f_L = \pm 6$ mm.

Aus der Gesamtsumme der Längsfehler läßt sich ein

Maßstabsfaktor $k = 0,999993$ oder -7 mm/km ableiten.

Tabelle 2

Polygonzug		Länge der Strecken km	Anz.	Koord.Diff.		Längs- Quer- fehler	
				Δy mm	Δx mm	ΔL mm	q mm
Nr.	von — nach						
Abschnitt A: Wien I., Innere Stadt							
1	277—663—661—657—263	1,2	5	-10	-16	-18	3
2	277—663—662—267 bzw. —663—662—433	1,1	4	-12	0	-6	10
3	433—683—253—246	1,4	5	+8	+53	-22	48
4	266—253—675—650 vorl.	1,6	6	+63	+28	-66	16
5	266—683—254	1,5	6	-64	+43	-69	35
6	266—663	0,7	4	-7	-21	+5	22
7	266—663	0,6	2	-7	-38	-39	0
8	263—657—246	0,8	3	-2	-24	+22	12
9	246—651—236	0,9	3	+19	+28	+2	33
10	236—651—650—235	0,8	4	+50	-15	+52	0
11	651—675—254	0,7	3	-3	+30	+26	14
12	253—675—650	1,1	4	-17	+33	-36	5
13	433—709—659—260	1,2	5	+30	-42	+42	30
14	659—654—650	1,3	4	+27	+19	-32	16
15	654—254	0,8	4	-43	+20	+42	20
	653—674	0,5	2	-4	-2	+5	0
Abschnitt B: Wien II., Praterstraße—Ausstellungsstraße							
1	433—274	0,8	3	-37	-13	-39	11
2	274—604—278	1,6	4	-9	-30	-9	30
Abschnitt C: Wien III., und XI., Landstraße und Simmering							
1	659—765—751—260	0,9	3	+16	-36	+28	26
2	765—760—428	1,1	4	+14	+16	-4	20
3	760—424	1,4	4	-25	-11	-11	25
4	424—755—421	0,8	3	+36	-6	-6	36
5	227—696—416	1,1	3	-6	-9	+3	10
6	227—789—425	1,3	4	+40	+5	-30	25
7	416—401	1,0	3	-10	-3	-3	10
8	195—374	1,3	3	+17	+12	0	20
9	374—362	1,0	3	+1	+13	-9	10
10	696—697—753	0,7	2	29	5	-18	24
11	654—244	0,9	4	-29	-14	-15	28
12	244—700—699—229	0,9	3	-16	+38	-40	7
13	229—697 (2malige Messung)	0,5	2	-32	+51	-60	0
14	696—729—820—417	1,8	7	+11	-21	-17	16
15	820—816—212—395	1,7	7	+7	-11	+13	3
16	740—820	1,3	4	-13	-3	+6	12
17	730—754	0,7	2	44	7	-8	42
18	700—699—739	0,3	2	17	17	-17	17
19	739—737—425	1,2	6	+16	+19	-7	23
20	737—754	0,5	2	21	39	-40	20
21	425—740—825	0,4	2	17	16	-20	0
22	740—743—702 (2malige Messung)	0,9	4	+75	+25	+78	0
23	702—743—701	0,5	4	-11	-11	+5	14
24	702—751	0,6	4	+27	-43	0	50
25	749—748—701	0,4	2	2	27	+27	0
26	748—760	0,6	4	-55	+33	-65	0
27	758—239	0,4	2	5	6	0	8

Polygonzug		Länge	Anzahl	Koord. Diff.		Längs- Quer- fehler	
		der Strecken		Δy	Δx	ΔL mm	q mm
Nr.	von — nach	km		mm	mm		
28	239—734—755	1,0	4	+20	-11	+21	8
29	395—195	1,5	6	-33	+19	-33	19
Abschnitt D: Wien IV., und X., Wieden und Favoriten							
1	230—469	0,8	3	+ 2	-21	+18	10
2	402—723—724—818—417	2,2	8	- 3	- 1	- 4	0
3	230—818	1,3	5	- 3	-20	+17	7
4	818—668—666—198	0,8	3	+12	+10	- 7	14
5	198—191	0,6	2	- 3	-12	+ 9	7
6	191—790—484 bzw. 180	1,3	4	+18	+33	-27	27
7	484—496	1,0	3	-28	+18	-18	28
8	496—776—162	1,2	3	0	+ 5	- 5	0
9	162—776—487	1,7	4	+45	-44	+50	38
10	490—495	1,5	3	- 3	-36	-34	6
11	495—179	1,7	5	-45	-24	-35	36
12	198—666—785	1,1	4	- 3	-10	-11	0
13	185—798—193—723—200	1,3	4	+23	-21	- 6	32
14	796—785—180	2,2	6	-34	+22	-38	12
15	200—198	1,2	4	+39	+ 6	+37	8
16	198—393	1,2	4	-27	+11	-30	0
17	186—484	1,0	3	+26	-28	+13	35
18	179—785—180	1,0	3	-18	+15	-15	18
Abschnitt E: Wien XI, Simmeringer Hauptstraße — Schwechat							
7	362—359—351—349—344— 344—161—160—153	7,6	26	elektronischer Ausgleich			
64 (71)	Summe	67,7 (75,3)	246 (272)	1387	1412	1468	

Die im Abschnitt *E* gemessenen Polygonzüge wurden (elektronisch) streng ausgeglichen (Abt. f. Lochkartentechnik).

Die Gewichtsannahme vor dem Ausgleich: $m_r = \pm 20^{\text{cc}}$ f. Richtungen

$$m_s = \pm 2 \text{ cm f. Strecken}$$

und $\sqrt{p} = \frac{m_r}{m_s} = 100$ für die Streckengleichungen, liefert einen Fehler der Ge-

wichtseinheit $m_0 = \pm 20$

und *mittlere Punktlagefehler* von ± 8 bis ± 16 mm;

der Durchschnittswert liegt bei $M = \pm 13$ mm.

Der berechnete Maßstabsfaktor beträgt: $k = 0,999998$ oder $- 2$ mm/km.

Knotenpunkte:

Die Berechnung der Knotenpunkte wurde wegen der geringfügigen Koordinatendifferenzen näherungsweise durch einfache Mittelung durchgeführt. In der folgenden Tabelle 3 sind die maximalen Koordinatendifferenzen und die Art der Berechnung angegeben.

Tabelle 3

Knoten- Punkt Nr.	Koord. Diff.		Art der Berechnung: (aus Pol.-Zug oder polar)
	Δy mm	Δx mm	
663	0	5	aus A1 und A6
661	24	7	aus A1 und polar aus Pkt. 266
253	3	5	aus A3 und A4
683	5	24	aus A3 und A5
657	3	10	aus A1 und A7
651	4	5	aus A8 und A9
650	14	6	aus A9 und polar aus 235
675	17	17	aus A4 und A10
729	1	18	aus C14 und polar aus 212
816	4	5	aus C15 und polar aus 212
734	12	27	aus C28 und polar aus 422
724	7	10	aus D 2 und polar aus 216
666	3	1	aus D15 und polar aus 198
668	12	41	polar aus 669, 667 und 666
790	40	34	aus D6 und polar aus 180
776	5	5	aus D8 und D9
798	19	25	aus D 13 und polar aus 193
723	8	6	aus D 2 und polar aus 200 und 216
785	14	9	aus D 12 und D 14
797	20	14	polar aus 393, 395 und 186

Die durchschnittliche Koordinatendifferenz ergibt einen linearen Fehler von ± 17 mm. Bei einfacher Mittelung der Koordinaten resultiert daraus im Durchschnitt ein

Mittlerer Punktlagefehler für die Knotenpunkte von $M = 8,5 / \sqrt{2} = \pm 6$ mm. (von ± 2 bis ± 39 mm).

Vergleichsstrecken:

Im Zuge der Arbeit wurden einige, aus Koordinaten gegebene Strecken, zum Vergleich mit dem Geodimeter gemessen. Ebenso gibt es einige Vergleichsmöglichkeiten zwischen Geodimetermessungen und direkt mit Basislatte gemessenen oder in örtlichen Einmessungen aus Dreiecken abgeleiteten Strecken. Die Tabelle 4 zeigt die Längendifferenzen ΔL im Sinne Soll – Ist, wobei letzteres die Geodimetermessung bedeutet. Die Streckenlängen sind angegeben und zeigen, daß auch sehr kurze Strecken für manche Zwecke mit brauchbarer Genauigkeit gemessen werden können.

Der Durchschnittswert von ± 9 mm bestätigt somit alle bereits vorher erhaltenen Ergebnisse.

Vergleiche mit älteren polygonalen Aufnahmen

In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Planungsaufgaben der Stadtverwaltung im Bereich der Innenstadt durchgeführt und zu diesem Zwecke Präzisionspolygonzüge verschiedener Ingenieur-Konsultanten herangezogen, deren

Tabelle 4

von — nach bzw. Punkt-Nr.	Strecken- Länge L in m	ΔL mm	Anmerkungen
274—604	385	+ 19	aus Koordinaten
229—422	172	— 25	aus Koordinaten
216—469	473	— 7	aus Koordinaten
230—236	529	+ 1	aus Koordinaten
aus örtlichen Einmessungen bei Punkt:			
253	58	0	mit Basislatte gemessen
259	76	+ 13	
254	89	+ 4	
745	47	+ 22	
246	64	+ 22	aus Einmessung mit Basislatte
654	60	— 10	
650	64	— 5	
663	130	— 1	
659	96	— 8	
659	85	— 12	
374	103	— 10	
195	124	— 4	

Ergebnisse vorliegen und deren Stabilisierungen zum Teil für die Festpunktverdichtung verwendet werden konnte. Dies gibt nun den willkommenen Anlaß zu einem Vergleich der mit Invar-Basislatte gemessenen Feinpolygonzüge, mit teilweise anderen Verlauf und wesentlich kürzeren Polygonseiten, mit den Ergebnissen aus den mit dem Geodimeter gemessenen Zügen. Die Gegenüberstellung in Tabelle 5 zeigt, daß trotz der geringen Zeitspanne zwischen diesen Messungen, im Festpunktnetz bereits zahlreiche Bodenstabilisierungen verlorengegangen sind oder Änderungen erfahren haben. Die Differenzen sind im Sinne: Ergebnisse aus den Geodimeterzügen — Präz. Pol. Züge d. Ing.-Kons. angegeben, die Übereinstimmung relativ gut.

Zusammenfassung:

Die Zweckmäßigkeit eines Geodimereinsatzes für die Polygonisierung im Stadtgebiet braucht ebensowenig hervorgehoben zu werden, wie seine Wirtschaftlichkeit. Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt dabei die Organisation, die Beweglichkeit der einzelnen Arbeitsgruppen und ein gut eingearbeitetes Personal. In der Zukunft wird die Entwicklung neuer Geräte noch eine weitere Leistungssteigerung und sicherlich auch eine Erhöhung der Genauigkeit der Streckenmessung ermöglichen, doch liegt die Überlegenheit der elektronischen Streckenmessung gegenüber den herkömmlichen Meßmitteln allein schon in der Möglichkeit der Genauigkeitssteigerung durch die rasche Messung *langer* Polygonseiten und damit der Verringerung der Fehlerquellen bei der Winkelmessung.

Ein dichtes Polygonnetz erlaubt darüber hinaus die Einschaltung von Festpunkten auf rationellem Wege durch Trilateration, ebenso kann auf diese Weise die Wiederherstellung verloren gegangener Punkte durchgeführt werden.

Abgesehen von den jährlich durchgeführten Messungen auf der Basis im Wiener Prater und den bisher gewonnenen Erfahrungen mit dem Geodimeter, sind die Ergebnisse aus der polygonalen Festpunktverdichtung in Wien, wenn auch noch unvollständig, den neuzeitlichen Anforderungen durchaus entsprechend. Örtlich auftretende größere Abschlußfehler der Polygonzüge sind trotz Wiederholung der Messungen nicht zu analysieren. Die Ursachen dürften, wenigstens teilweise, im Ausgangsnetz zu suchen sein. Für die Praxis sind sie jedoch unbedeutend und eine aufwendige Untersuchung wäre nicht gerechtfertigt.

Tabelle 5

Punkt-Nr.	Koord. Diff.		Anmerkungen
	Δy mm	Δx mm	
<i>Triester Straße</i>			
185	- 1	+ 22	Ein Rohr m. SR. verloren, Anschl. an KT.
796	0	- 8	
798	- 13	- 56	Bodenstabilisierung verloren. Indirekter Anschluß an den Knauf
799	- 17	- 36	
200	-	-	
<i>Wiedner Hauptstraße</i>			
469	{ + 8	- 12	2 Gabelpunkte m. Anschl. an Turmbolzen
	{ + 7	- 11	
771	{ + 19	- 9	Indirekter Anschluß
772	{ + 34	+ 31	
673	{ + 4	+ 9	
230	{ + 9	- 6	
<i>Kärntner Straße, Graben — Freyung</i>			
236	-	-	Rohr m. SR verloren. Anschl. an KT-Bolzen
651	{ + 6	- 42	
	{ + 8	- 30	Indirekter Anschluß, neue Einmessung
675	{ + 4	- 10	
678	{ - 3	- 1	
254	{ - 16	+ 20	
	{ - 23	+ 29	
681	{ - 10	+ 16	Indirekter Anschluß an 2 Knäufe
	{ - 11	+ 12	
683	{ + 6	+ 4	
	{ + 4	+ 5	Indirekter Anschluß an 2 Knäufe
686	{ + 5	- 5	
	{ + 11	- 1	
266	{ + 9	0	Indirekter Anschluß an 2 Knäufe
	{ + 4	0	
<i>Praterstraße</i>			
433	+ 9	+ 21	Rohr m. SR neu auf 2 TB eingemessen!
704	+ 5	+ 21	
705	{ - 7	+ 24	Indirekter Anschluß an den Knauf
	{ - 9	+ 23	
274	{ - 20	- 1	

Der *mittlere Punktlagefehler* eines Neupunktes ergab sich aus den bisher vorliegenden Ergebnissen im Durchschnitt mit $M = \pm 1$ cm. Dies entspricht nicht nur den Erwartungen, sondern auch in vollem Maße den Anforderungen des Grenzkatasters.

Moderne physikalische Orientierungsmethoden

Von *Kornelius Peters*, Wien

(Veröffentlichung des Institutes für Landes- und Katastervermessung der Technischen Hochschule Wien)

Inhalt:

Nach einem kurzen Überblick über astronomische Schnellverfahren werden Kreisel, Ringlaser und ein neues amerikanisches Gerät beschrieben. Von den Kreiseln wird der schweregefesselte nord-suchende, bandaufgehängte Vermessungskreislauf ausführlich behandelt. Es werden die gebräuchlichen Typen und Orientierungsmethoden geschildert, sodann einige Erfahrungen mit dem Aufsatzkreislauf des Institutes für Landes- und Katastervermessung mit solchen anderer Autoren verglichen und ein Schnellverfahren zur Orientierung auf Grund dieser Untersuchungen vorgeschlagen.

0. *Einleitung*

Die anschaulichsten Größen zur Angabe der relativen Lage zweier Punkte sind Richtungswinkel und Strecken. Während man die Strecken ohne weitere Hilfsgrößen bestimmen kann, muß die Bestimmung der Richtungswinkel mittelbar unter Zwischenschaltung eines Hilfszieles erfolgen. Dieses Ziel ist entweder ein irdisches, dem gesuchten verwandtes mit bekanntem Richtungswinkel. ein „außerirdisches“, wie Gestirn, Satellit, dessen Lage irgendwie bekannt oder zu berechnen ist und aus welcher Beobachtung sich über relativ umständliche Beziehungen der Richtungswinkel ableiten läßt, oder eine fiktive Nordrichtung selbst.

Der erste Fall ist der bekannte, der fast ausschließlich zur Anwendung kommt. Doch fehlen manchmal diese Anschlußziele: sollte ein Landesnetz orientiert werden, wählte man eine Richtung aus, über welche eine astronomische Orientierung vorgenommen wurde; durch Verwuchs u. dgl. entfallen die ursprünglichen Anschlußrichtungen auf einem KT; ein langer, in einem schmalen Tal geführter Polygonzug kann nicht zwischenorientiert werden; eine Richtung soll ohne genaue Kenntnis der Lage des Ausgangspunktes abgesteckt werden; in Schächten sollen obertägige Richtungen übertragen werden, deren untertägige Basis zu kurz ist. Weitere Beispiele ergeben sich zwanglos. Die Verfahren der astronomischen Orientierung, welche ohne irdisches Anschlußziel arbeiten, waren bis vor kurzem, von der ungenauen magnetischen Orientierung abgesehen, der einzige Ausweg. Sie verlangen ungefähre Kenntnis des Standortes, entsprechende Sichtbedingungen und natürlich auch spezielle Tafelwerke.

0.1. *Astronomische Schnellverfahren*

Abgesehen von Problemen der Höheren Geodäsie und der Landesvermessung, welche hier nicht besprochen werden sollen, da für sie routinemäßig astronomische Verfahren zur Anwendung kommen, können auch solche der Lageaufnahme und Absteckung für technische oder katastrale Zwecke astronomisch gelöst werden.

Zwei Methoden kommen hauptsächlich in Frage: mittels Stundenwinkels des Polaris (und somit Winkelmessung zwischen Polaris und irdischem Ziel) oder Stundenwinkels der Sonne. Beobachtet wird die Durchgangszeit durch den Vertikalfaden

unter gleichzeitiger Ablesung des Horizontalkreises. Im ersten Fall muß das gesuchte irdische Ziel oder eine später damit zu verbindende Mire beleuchtet signalisiert werden, außerdem ist einschlägige Übung vonnöten. Im zweiten Fall benötigt man Roelofs'sche Sonnenprismen und Sonnengläser, außerdem ein aktuelles Astronomisches Jahrbuch. Die Deklination des Polaris ändert sich so wenig, daß man mit einem nicht lange zurückliegenden Tafelwerk auskommt.

In beiden Fällen ist auch die Beobachtungszeit vorgegeben, und zwar Nacht bzw. tiefstehende Sonne. Zu den erforderlichen Geräten ist zu sagen, daß man den Theodolit verwenden kann, den man für die konventionelle terrestrische Arbeit verwendet hätte. Die nötigen geographischen Koordinaten entnimmt man der topographischen Karte des Arbeitsgebietes. Die Genauigkeit des ersten Verfahrens ist praktisch nur vom Gerät (einschließlich Korrekturen wegen Steilvisur) abhängig. Die Güte des Sonnenazimutes wird durch einseitige Erwärmung und Einfluß der Zeitmessung nachteilig beeinflusst. Ein Fehler von einer Zeitsekunde bewirkt in erster Näherung einen solchen von einer Neuminute der Orientierung; eine bessere Zeitnehmung ist nur sehr mühsam zu verwirklichen (Radiosignale, steter Uhrvergleich).

Die erste Methode ist in [1], die zweite in [2] beschrieben. Das Beispiel in [1] erscheint abschreckend, doch mit einem modernen Gerät und ohne Zeitbestimmung bleiben nur mehr wenige Rechnungen über. In [2] sollte der mittlere Fehler des Gesamtmittels $\pm 15''$ heißen. Die Beobachtungen in der Natur sind in etwa einer Stunde durchzuführen, daran schließt noch eine etwas umständliche Berechnung, welche nach Meinung des Verfassers durch einen Kleincomputer nicht leicht vereinfacht werden kann, da viele Winkelfunktionen zu berechnen und viele Werte astronomischen Tafeln zu entnehmen sind. Fehlerabschätzungen sind [3] zu entnehmen. Die Formeln in [1] sind für die numerische Auswertung der Beispiele, in [3] für theoretische Überlegungen günstiger. Bei ungünstigem Wetter oder in geschlossenen Räumen (Wald, Stollen) wird die schon sonst schwerfällige astronomische Orientierung unmöglich. In jüngerer Zeit geht man daher zu anderen, nicht auf externen Zielen basierenden Orientierungsmethoden über.

1. Der Kreisel

Fast unübersehbar ist die Literatur über den Kreisel, besonders in Hinblick auf Vermessungszwecke ([4]). Zur ersten Information seien entweder die pädagogisch besonders geglückte Arbeit [5] oder die Beschreibung in [6] empfohlen, welches letztere Werk auch sonst viel für den Vermessungsingenieur Wissenswertes enthält. Ein ähnliches Lob kann man von gerätetechnischen Gesichtspunkten aus [23] spenden. Bereits 1852 wies *Foucault* das Richtvermögen des Kreisels nach. 1922 prägte *Schuler* den Begriff des „Vermessungskreisels“.

Als Kreisel wird allgemein jeder starre Körper bezeichnet, der eine beliebige Drehbewegung ausführt. Im weiteren Sinn gibt es aber auch Flüssigkeits- und Gaskreisel (lt. Vortrag von Prof. *Desoyer* oder [4]). Hier soll jedoch ein Kreisel betrachtet werden, der rotationssymmetrisch ist und sich um die Symmetrieachse mit großer Winkelgeschwindigkeit dreht. Die Impulsachse fällt dann immer mit der Symmetrieachse und der Drehachse zusammen. Der Kreisel soll aber nicht nur

rotationssymmetrisch sein, sondern auch symmetrische Massenverteilung besitzen, so daß sein Schwerpunkt in der Drehachse liegt. Die zwei fundamentalen Merkmale eines Kreisels sind sein Beharrungsvermögen (Trägheit) und die Präzession (Ver-schwenkung).

Die Begriffe der folgenden Ableitungen sind in Abb. 1 dargestellt.

Eine rotierende Masse mit der Rotationsachse in XX , dem Trägheitsmoment Θ bei der Rotations-Winkelgeschwindigkeit ω gerät in den Einflußbereich einer äußeren Kraft F , welche auf die Rotationsachse angreift. Diese erzeugt in Bezug auf den Kreiselstützpunkt ein Drehmoment $M' = r'F$. Dieses Drehmoment erzeugt im kleinen Zeitintervall dt einen zusätzlichen Drehimpuls (Drall) $d|\omega'$, der senkrecht zum Rotationsimpuls (Drallvektor) $|\omega_R = \Theta \omega$ des Kreisels steht.

$$\text{Drallsatz: } M' = \frac{d|\omega'}{dt} \quad (M' \text{ Präzessionsmoment}) \quad \dots (1)$$

Die Resultierende aus $|\omega$ und $d|\omega'$ ist $|\omega_R$. Die Rotationsachse des Kreisels dreht in der Zeit dt um den kleinen Winkel $d\alpha'$ in der vom Drehmomentvektor M' und dem Rotationsvektor $|\omega$ gebildeten Ebene.

$$\text{Mit } d|\omega' = |\omega d\alpha' \text{ wird } M' = |\omega \frac{d\alpha'}{dt} = |\omega \cdot \omega' = \Theta \omega_{Kr} \cdot \omega' \quad \dots (2)$$

$$\text{Die Präzessionsgeschwindigkeit } \omega' = \frac{M'}{|\omega} = \frac{M'}{\Theta \omega_{Kr}} \quad \dots (3)$$

Hochtourige Kreisel und Kreisel großer Masse präzessieren bei Einwirkung eines Drehmomentes somit langsamer als langsam laufende bzw. Kreisel kleiner Masse. Die Präzession dauert so lange, bis der Rotationsvektor $|\omega$ des Kreisels auf den äußeren Drehvektor M' einschwenkt. Die die Präzession störende äußere Kraft F kommt dann in die neue Rotationsebene des Kreisels zu liegen. Wirkt aber die äußere Kraft F dauernd auf die Kreiselachse ein (etwa wie ein an der Achse einseitig angehängtes Gewicht oder einseitige Lagerreibung), so präzessiert der Kreisel dauernd. Dieses Phänomen tritt etwa beim Kinderkreisel oder bei den Polschwankungen der Erde auf.

1.1. Der schweregefesselte nordsuchende Kreisel

Ein auf das örtliche Lot gefesselter Kreisel steht infolge der Erddrehung unter dem Einfluß einer Kraft F , welche die Rotationsachse in den Meridian eindreht (Abb. 2).

$$\text{Die Rotationsgeschwindigkeit der Erde sei } \omega_e = \frac{2\pi}{86164,1 \text{ sec}}$$

Die Horizontalkomponente dieser Rotationsgeschwindigkeit in der geographischen Breite φ ist $\omega_e \cos \varphi$ (4)

$$(4) \text{ in } (2) \text{ eingesetzt, ergibt } M' = |\omega \omega_e \cos \varphi \quad \dots (5)$$

Bildet der Rotationsvektor $|\omega$ des Kreisels mit der Meridianrichtung den Winkel α (in Abb. 2 ist vorerst dieser Winkel $\alpha = 90^\circ$), entsteht eine Richtkraft

Abb. 1

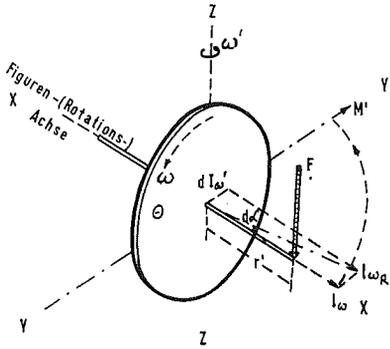


Abb. 2

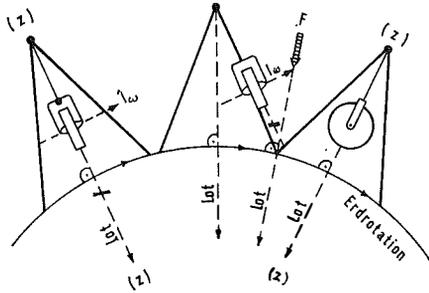


Abb. 3

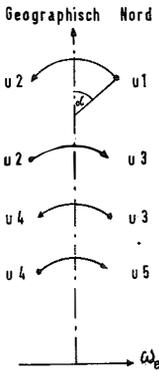


Abb. 4

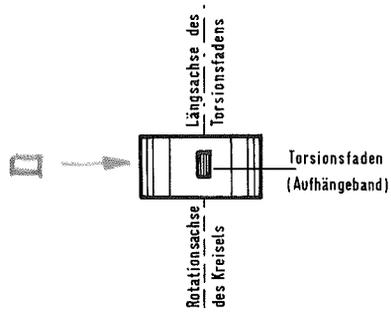


Abb. 6

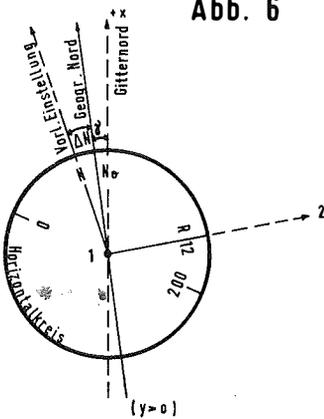
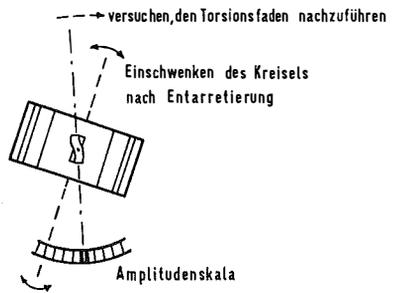


Abb. 5



$R = M \sin \alpha$, die den Kreisel mit der Präzessionsgeschwindigkeit ω' in den Meridian einschwenkt.

$$R = |_{\omega} \omega_e \cos \varphi \sin \alpha = |_{\omega} \omega' \text{ mit } \omega' = \omega_e \cos \varphi \sin \alpha \quad \dots (6)$$

Je größer die Auslenkung von der Nordrichtung, je größer das Trägheitsmoment, desto größer die Richtkraft. In polaren Gebieten versagt der Kreisel. Da ω_e sehr klein ist, muß $|_{\omega}$ besonders groß gemacht werden, um die Messungen wirkungsvoll zu gestalten; dies geschieht aus Gründen der Lagerreibung und des Transportgewichtes hauptsächlich über ω , welches bei den konventionellen Kreiseln etwa 24000 U/min beträgt. Das oben geschilderte Einschwingen des Kreisels in die Nordrichtung kommt natürlich nur allmählich zustande, da der Kreisel an einem elastischen Torsionsfaden an der Kreiselkappe (Gimbal) aufgehängt ist. Die Bandtorsion muß durch Nachführen der oberen Bandklemme ganz ausgeschaltet werden, da sonst eine ungestörte Schwingung nicht gewährleistet werden kann.

Abb. 3 zeigt das Einschwingen der Kreiselachse, dargestellt an einem Punkt der Rotationsachse. 1–5 sind zeitlich aufeinanderfolgende Umkehrpunkte.

Abb. 4 zeigt den Grundriß der Ruhelage des Kreisels, die sogenannte „Bandnullage“; bei nicht rotierendem Kreisel sollen die Achse des Torsionsfadens und die Rotationsachse des Kreisels zusammenfallen. Kleine Abweichungen sind bedeutungslos, können aber gemessen werden, um einen vorgegebenen Maximalwert durch Nachstellen am Gimbal einhalten zu können.

Abb. 5 zeigt eine Abweichung der beiden Achsen und ein tordiertes Aufhängeband, wie es durch das Einschwenken des hochgefahrenen Kreisels geschieht. Der Abweichungswinkel wird auf einer Amplituden-Skala, welche nicht notwendig mit Winkelteilung versehen ist, angezeigt. Um den Faden zu schonen, muß der Kreisel beim Transport oder bei abruptem Schwenken um die Vertikalachse durch eine Dämpfungsvorrichtung etwas angehoben werden. Die gesamte Kreiseleinrichtung ist dann arretiert, der Faden entlastet, κ -Bewegungen sind unmöglich. Wird die Vertikalachse des Kreisels (ZZ) mit der Stehachse eines Theodolits und die Gimbal-(Faden-)Achse mit der Zielachse verbunden, spricht man von einem Kreiseltheodolit. Die Ablesung der Nordrichtung am Horizontalkreis und somit die direkte Bestimmung orientierter Richtungen, nach Anbringung der Meridiankonvergenz auch der Richtungswinkel, ist nun möglich. Wie die Ablesung der geographischen Nordrichtung aus dem Einpendeln heraus vorgenommen werden kann, zeigen die später in 1.1.3 behandelten Beobachtungsmethoden.

1.1.1 Kreiseltheodolite

Der schweregefesselte, nordsuchende Kreisel wurde vor allem an der Bergakademie Clausthal ab 1947, dann auch von der Westfälischen Berggewerkschaftskasse Bochum ab 1953 für den praktischen Gebrauch entwickelt ([13], [14]). Während die erstgenannte Stelle den bandaufgehängten, nicht entlasteten Kreisel forcierte, beschäftigte sich Bochum mit flüssigkeitsentlasteten Systemen, wo das Gewicht des Kreisels durch den Auftrieb einer Tragflüssigkeit kompensiert wird. Torsionseinflüsse des Bandes entfallen bei dieser Lösung. Als Nachteile ergeben sich große

Schwingzeiten und Instrumentengewichte. Beide Entwicklungen wurden mit Hilfe der Firma Fennel vorgenommen und waren etwa um 1958 einsatzfähig. In der Folge setzte sich das erstgenannte Prinzip eindeutig durch. In der UdSSR war vorerst ein zapfengelagerter Kreisel konstruiert worden, doch der seit 1964 erzeugte MT 1 bedient sich auch des in Luft schwingenden Kreisels. Der einzige in jüngerer Zeit gebaute flüssigkeitsentlastete Kreisel ist der „Girolit“ von Anschütz, erzeugt bei Askania, mit automatischer Dämpfung, welcher ohne jede Schwingungsbeobachtung nach etwa 30 Minuten die Richtung mit etwa 1° – 2° genau angibt; Gewicht: 80 kg.

Die elektronische Nachführung zur Vermeidung irgendwelcher Bandtorsionen wurde erstmals von Lear, München, erzeugt (vor 1963)

Während in Europa vorerst nur Fennel Kreiseltheodolite serienmäßig erzeugte, wobei die Kreisel selbst Fremdfabrikate waren, erschien die ungarische Firma MOM ab 1965 mit völlig autarker Produktion auf dem Markt. Der Gi B2 ist das erste Serienfabrikat mit elektronischer Nachführung. In der DDR wurde von Freiberg der den Fennel-KT und MOM-GiB Serien ähnliche MRK ab 1964 erzeugt. Ein völlig anderes System als das bisher beschriebene ist das in den angelsächsischen Ländern bevorzugte der Rate-Kreisel, welche nicht bandaufgehängt sind; die Präzession wird in Form einer induzierten Wechsellspannung von einem Abtaster abgegriffen. Die Gewichte der bandaufgehängten Kreiseltheodolite liegen bei 30–70 kg bei einer Meßdauer von 30 bis 60 Minuten, Richtungsgenauigkeit von etwa 50° . Von der Angabe einer tabellarischen Übersicht wie in [15] wird hier bewußt abgesehen, da die verschiedenen Quellen kein homogenes Material beinhalten und sowohl hinsichtlich Gewicht als auch Genauigkeit und Meßdauer Mißverständnisse auftreten könnten. Diese Kenndaten hängen davon ab, ob Krafteinheit, Stativ, Theodolit u. dgl. einzeln oder gesamt angegeben werden und welche Beobachtungsmethode angewendet wird.

Als Beispiel sei der MOM-Gi B2 angegeben:

Gewicht Theodolit + Kreisel	9,2 kg	} Summe (lt. Prospekt):	
Stativ	7,5 kg		45 kg.
Generator, Krafteinheit	12,0 kg		} In [15] sind jedoch 70 kg
„Zubehör“	16,0 kg		

1.1.2 Aufsatzkreisel

Großes Gewicht und unhandliche Form beeinträchtigen die praktische Verwendbarkeit der Kreiseltheodolite. Daher war ein Gerät erwünscht, welches wahlweise wie ein konventioneller Theodolit verwendet werden kann. Um 1963 gelang Prof. *Rellensmann* und seinen Mitarbeitern in Clausthal die Konstruktion des Aufsatzkreisels. Die Kreiseleinheit kann auf einen durch eine Aufsatzbrücke adaptierten serienmäßigen Theodolit mit einem Handgriff auf die Kippachse auf- und abmontiert werden.

Für die verschiedenen Wirtschaftsbereiche haben die Erzeugung übernommen:

Fennel, DBR, in der TK-Serie;

Wild, Schweiz, in der GAK-Serie (vgl. [10]);

MOM, Ungarn, in der GiC-Serie.

Der Aufsatzkreisel wiegt jeweils um die 2 kg. Er wird bei den erstgenannten Firmen direkt über ein Kabel aus der Batterie- und Konvertereinheit, bei MOM über die Aufsatzzapfen des Theodolits gespeist.

Durch die mechanische Verbindung Kreisel-Theodolit wird die Größe des Eichwertes beeinflusst. Jedes Auf- und Abnehmen erzeugt theoretisch eine Änderung des Eichwertes und verringert somit die Genauigkeit der Orientierung. Die MOM-Geräte sind daher mit einem Umlenkprisma versehen, welches den Mittelfaden der Amplitudenskala in das Theodolitfernrohr abbildet. Mittels Feinschraube am Aufsatz kann man ihn mit dem Vertikalfaden zur Deckung bringen und die Unsicherheit der mechanischen Verbindung Kreisel-Theodolit zumindest teilweise eliminieren. Wild erzeugt übrigens den Aufsatzkreisel in einer autarken Modifikation zum Gebrauch ohne Theodolit, und zwar hauptsächlich für militärischen Einsatz.

1.1.3 Beobachtungsmethoden

Bei allen Beobachtungsmethoden ist eine vorangehende Groborientierung nötig. Diese gewinnt man durch einen (ev. graphisch entnommenen) vorläufigen Richtungswinkel nach einem gegenständlichen Ziel, Vororientierung mittels Bussole oder als arithmetisches Mittel der beobachteten Richtungen der Umkehrpunkte der Kreiselachse an der Amplitudenskala, wobei die Alhidade bei geöffneter Grobklemme von Hand aus nachgeführt wird. Diese Ablesung N am Horizontalreis des Theodoliten muß dann noch um die aus der Beobachtung des Kreisels gewonnene Korrektur ΔN , die Meridiankonvergenz γ und den Eichwert E verbessert werden, um die Ablesung N_0 nach Gitternord zu erhalten. Die Ablesung nach dem gesuchten Ziel, vermindert um N_0 , ergibt den Richtungswinkel zum Ziel. Arbeitet man in einem lokalen System, kann man γ und E entfallen lassen. Sonst entnimmt man γ einer Leitertafel oder der DV 8 des Bundesamtes (vgl. Abb. 8b).

$$v_{12} = R_{12} - (N + \Delta N + \gamma_1) + E \quad (\text{vgl. Abb. 6}) \quad \dots (7)$$

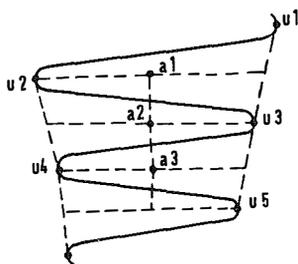
Wie ΔN berechnet wird, ist aus den Gebrauchsanleitungen der Geräte zu sehen. Doch ist die Gegenüberstellung aller Methoden reizvoll.

1.1.3.1 Die Umkehrpunktmethode

Dies ist der älteste und universellste Weg. Die Nullmarke der Amplitudenskala verfolgt das Bild der Kreiselachse und versucht, sie zur Ausschaltung aller Torsionseinflüsse zu decken. Jeder Umkehrpunkt der in langsam abnehmenden Amplituden einpendelnden Kreiselachse wird am Horizontalkreis abgelesen. Die Auswertung geschieht durch das sogenannte *Schuler-Mittel* (Abb. 7), welches höchst plausibel erscheint, doch theoretisch aus den Differentialgleichungen einer schwach gedämpften Schwingung als Näherungslösung relativ schwierig abzuleiten ist (vgl. [7], [8]).

Laut [8] beträgt die optimale Zahl der Umkehrpunkte 4. Die äußeren Einflüsse bzw. die Erwärmung des Motors im Lauf der Messung überwiegen die Ungenauigkeit aus Ablesung und Berechnung bei weitem. Die Fehler in der Nachführung von Hand aus bewirken einen Genauigkeitsabfall bis etwa 50% gegen die optimale und torsionsfreie theoretisch einwandfreie Übereinstimmung der beiden Achsen. Deshalb

Abb. 7

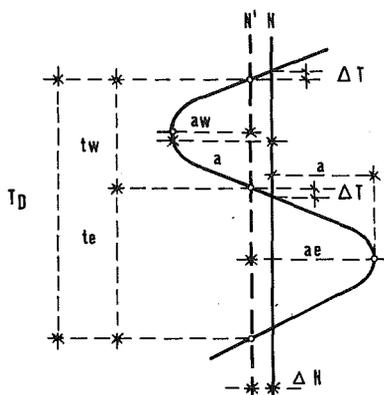


$$a_1 = 1/2 \left(\frac{u_1 + u_3}{2} + u_2 \right)$$

$$a_2 = 1/2 \left(\frac{u_2 + u_4}{2} + u_3 \right)$$

$$\text{Gesamtmittel: } N + \Delta N = \frac{[a]}{n}$$

Abb. 8 a



wurden die unter 1.1.1 angeführten automatischen Nachführungen konstruiert, welche auch wesentlich größeren Beobachtungskomfort bringen.

1.1.3.2 Die Amplitudenmethode

Wird der Kreisel bei der Entarretierung entsprechend gedämpft und ist die Vororientierung ausreichend genau, bleibt das Bild der einschwingenden Kreiselachse auch bei geklemmter Alhidade stets im Blickfeld der Amplitudenskala (vgl. Abb. 5). Kennt man den Umrechnungsfaktor „ k_a = Neuminuten/Einheiten der Amplitudenskala“, kann man ΔN direkt als Produkt $k_a(a_e + a_w)$ berechnen, wenn man nur a_e und a_w , die Ablesungen der Umkehrpunkte an der Amplitudenskala, vorzeichenrichtig behandelt ([9]). $a_e + a_w = \Delta a$.

1.1.3.3 Die Schwendener-Methode (Durchgangsmethode)

Sie ist die derzeit meist verbreitete Methode, besonders beliebt bei Aufsatzkreiseln ([9]). An dieser Stelle sei auf die Erläuterungen in [10] hingewiesen und gleichzeitig ein dort bedauerlicherweise aufgetretener Fehler berichtigt.

Die Durchgangsmethode beruht darauf, daß sich die sinusähnliche Kurve, welche sich bei Abwicklung der Einpendelung (Abb. 3) auf die Zeitachse (Abb. 7) ergibt, in Nähe der Symmetrieachse (geographisch Nord) als Gerade approximieren läßt, so daß ΔN proportional dem Zeitunterschied zwischen den Durchgängen des Bildes der Kreiselachse von a_e und a_w her durch die Mitte der Amplitudenskala und proportional der Gesamtamplitude a gesetzt werden kann: $\Delta N = c \cdot a \cdot \Delta t$; vgl. Abb. 2 aus [10] oder Abb. 8a. . . . (8)

Es soll nun in [10] richtig heißen: „Aus Abb. 2 sieht man, daß $2\Delta T = \frac{T_D}{2} - t_w$,

also $\Delta T = \frac{T_D}{4} - \frac{t_w}{2} = \dots$ “. Weiter unten soll die Ableitung für die Zulässig-

keit des Linearisierens heißen:

$$\begin{aligned} \Delta N^c &= 23 \cdot a \cdot \sin(\Delta t \times 0.357 \times 10^{-2}) = \\ &= 23^c \cdot a \cdot \Delta t^{\text{sec}} \times 0.357 \cdot 10^{-2} - 23^c \cdot a \cdot \frac{(\Delta t \times 0.00357)^3}{3!} + \dots \end{aligned}$$

Der erste Ausdruck entspricht der linearen Beziehung für ΔN in Zahlen ausgeführt, der zweite der Ungenauigkeit beim Linearisieren. Soll er kleiner als $0^c,1$ sein, wird $\Delta t^{\text{sec}} \leq \sqrt[3]{\frac{0^c,6}{23a}} \cdot 280$; bei $a = 10$ wird $\Delta t_{\text{max}} \doteq 40 \text{ sec} \dots$

In der Praxis verfährt man wie nach 1.1.3.2, nimmt aber mittels Schleppzeiger-Stoppuhr die Durchgänge durch die Skalenmitte ab. Abb. 8b zeigt einen Ausschnitt aus einem Original-Meßprotokoll.

(Fortsetzung folgt)

Literatur

- [1] Mühlig: Astronomisch-Geodätische Ortsbestimmung. Wichmann 1960. S. 103 u. 126.
- [2] Bauer: Ein Beispiel für die Berechnung eines Sonnenazimutes. VR 12/65.
- [3] Roelofs: Astronomy applied to Land Surveying. Ahrend, Amsterdam 1950. S. 111 u. 118.
- [4] Pollmann: Vermessungskreisel. VR 4, 6/69 (mit umfassender Literaturangabe in Heft 4).
- [5] Strasser: Der Kreisel. Soldat und Technik, Hefte 5, 6, 7 u. 8/63. Umschau-Verlag, Frankfurt/Main.
- [6] Zeller-Franke: Das physikalische Rüstzeug des Ingenieurs. Darmstadt 1966.
- [7] Grafarend: Chronometrische Nordbestimmung mit Vermessungskreiseln. ZfV 3/69.
- [8] Halmos: Ermittlung der Ruhelage der Schwingungen bei Girotheodolitmessungen. Acta Geodaetica Acad. Sci. Hung. 1/66.
- [9] Schwendener: Verfahren und Erfahrungen bei Nordbestimmungen mit dem Aufsatzkreisel. AVN 4/66.
- [10] Korschineck-Peters; Bekanntschaft mit dem Aufsatzkreisel. ÖZfV 6/66.
- [11] Halmos: Die Schnellbestimmung des Azimuts mit Hilfe von Girotheodolitmessungen. Acta Geodaetica Acad. Sci. Hung. 1/66.
- [12] Grafarend: Fehlertheoretische Untersuchungen und chronometrische Meßverfahren beim Einsatz von Aufsatzkreiseln ... DGK, Reihe C, Heft 112, München 1967.
- [13] Stier: Der Vermessungskreiselkompaß und seine Einsatzbedingungen. ZfV 1, 2/62.
- [14] Liersch: Der Entwicklungsstand bei Vermessungskreiselgeräten. VT 9/64.
- [15] Halmos: Untersuchungen der Kreiseltheodolite sowie deren Anwendungsmöglichkeiten. AVN 10/66.
- [16] Korschineck-Peters: Aufsatzkreisel (GAK 1) im Einsatz. WILD-Reporter 2/69.
- [17] Halmos: Über den Kreiseltheodolit MOM Gi-B2 und seine Anwendung bei unterirdischen Orientierungsmessungen. Mitteilungen aus dem Markscheidewesen 2/68.
- [18] Merkel: Ergebnisse der Untersuchung eines Meridianrichtungskreisels MRK 2. VT 2/66.
- [19] Williams-Belling: Quasi-harmonic patterns of pendulous gyroscopes during protracted oscillation. Tijdschrift v. Kadaster en Landmeetkunde 5/67.
- [20] Gotthardt: Der Einfluß unregelmäßiger Fehler auf Luftbildtriangulationen. ZfV 1944 (Abb. auf S. 79).
- [21] Moritz: An Explanation of the „Systematic“ Effect of Accidental Errors in Aerial Triangulation. Photogrammetria 1/1960/61.
- [22] Wolf: Ausgleichsrechnung. Dümmler 1968.
- [23] Deumlich: Instrumentenkunde. VEB-Verlag f. Bauwesen 1967.
- [24] Knüppel: Der Bau des Düsseldorfer Rheintunnels. AVN 8/61.
- [25] Halmos: Föld alatti létsítmények tájékozása girotheodolittal, különös tekintettel az áttöresi mérsekre. Geodésia és Kart., 1968.

- [26] *Killian*: Zur analytischen Luftbildauswertung der Lagekoordinaten von signalisierten Punkten, deren Höhen terrestrisch bestimmt wurden. ÖZfV 1961, S. 173ff.
- [27] *Berger*: Der Kreisel als Stabilisierungselement bei Tunnel- und Stollenvortriebsmaschinen. Baumaschine und Bautechnik 10/66.
- [28] *Wittke*: Ring-Laser-Theodolit. VR 3/69.
- [29] *Montag*: Anwendungsmöglichkeiten der Laser in der Geodäsie. VT 9, 10/68.
- [30] *Russell*: Der Laser: Anwendungen für militärische Zwecke und in der Raumfahrt. Interavia 5/64.
- [31] *Follow the bouncing ball*: S. 58f., Electronics, Oct. 14, 1968 (Verlag McGraw-Hill).

Referat

Beitrag zur Untersuchung systematischer Fehler der Aerotriangulation*)

Von Peter Waldhäusl, Riyadh

Die Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie hat anlässlich des X. Internationalen Kongresses für Photogrammetrie 1964 in Lissabon in der Resolution Ib der Kommission III empfohlen, in nächster Zukunft die Fehlerursachen der Aerotriangulation und die Fehlerfortpflanzung in Streifen schwerpunktmäßig zu behandeln. Auch im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, war man an ähnlichen Fragen interessiert, vor allem an der Klärung der Ursachen und Wirkungen die zu den Anschlußdifferenzen zwischen aufeinanderfolgenden Modellen führen. Auch in der OEEPE, der Europäischen Organisation für Experimentelle Photogrammetrische Untersuchungen, befaßt man sich intensiv mit diesem Problem. So sollte die vorliegende Arbeit ein Beitrag des Institutes für Photogrammetrie der Technischen Hochschule Wien zu dieser Frage sein.

Die Untersuchung beschränkt sich auf die klassische, freie Aerotriangulation, die wegen der großen Anzahl der in aller Welt vorhandenen Universal-Analogauswertegeräte noch keineswegs als überholt angesehen werden darf, wengleich die analytischen Verfahren der Aerotriangulation an Bedeutung gewonnen haben.

Im folgenden sei der Inhalt der Arbeit kurz zusammengefaßt wiedergegeben:

Nach einer Einleitung werden im zweiten Abschnitt die Fehlerursachen bei der freien, räumlichen Aerotriangulation zusammengestellt. Die damit erreichbare Genauigkeit ist durch die Größe der Fehler in den Streifenrandpunkten begrenzt, da die zu bestimmenden Paßpunkte für die Detailauswertung am Streifenrand liegen und dort auch der Zusammenschluß mit den Nachbarstreifen, möglichst widerspruchsfrei erzeugt werden soll. Die Aerotriangulation kann nicht genauer sein als es die Klaffen zwischen den Folgemodellen zulassen. Die Verfahren zur Glättung dieser Klaffen werden zusammengestellt und kritisch betrachtet. Erst nach einer hinreichend guten Streifenglättung, etwa nach der vom Verfasser in dieser Zeitschrift 1964 vorgeschlagenen, lassen sich die Streifen besser ausgleichen als bisher. Das Problem wird durch Beispiele aus der Praxis näher beleuchtet. An Hand einer Gittertriangulation wird gezeigt, daß auch die Instrumentalfehler für die Klaffen wesentlich mitverantwortlich sind.

Damit erscheint die Folgerung begründet, daß bei der von der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie 1964 empfohlenen, schwerpunktmäßigen Untersuchung systematischer Fehler der Aerotriangulation besonders auch auf die Fehler am Streifenrand Rücksicht genommen werden soll. Um den Verhältnissen in Österreich Rechnung zu tragen, wird in einem den Kern der Arbeit bildenden dritten Abschnitt ein Fortran-Untersuchungsprogramm vorgelegt, worin auch der Einfluß gebirgiger Geländeformen beachtet wird. Die Elektronenrechenmaschine berechnet auf Grund der als Funktion oder als Messungsergebnisse eingegebenen Bildkoordinatenfehler für die freie Aerotriangulation:

*) Autorenreferat über die an der Technischen Hochschule Wien approbierte Dissertation gleichen Themas. 150 Seiten, 90 Abbildungen. Begutachter: Honorarprofessor Ing. Dr. techn. h. c. Karl Neumaier und o. Professor Dipl.-Ing. Dr. techn. Friedrich Hauer.

1. die Modelldeformationen eines Gitterblocknormmodelles, wobei die sechs Gruber'schen Schemapunkte auf verschiedene Geländeformen liegen können.
2. die γ -Restparallaxen nach der gegenseitigen Orientierung in allen Punkten des Normmodelles,
3. die Orientierungselemente des Folgeprojektors,
4. die den Punkten 1. bis 3. entsprechenden Daten für die Folgemodelle,
5. die Anschlußdifferenzen zwischen den Folgemodellen.

Nur die gewünschten Daten werden jeweils in digitaler und/oder graphischer Darstellung ausgegeben.

Zur Erprobung dieses Programmes werden im vierten Abschnitt die Auswirkungen zweier Instrumentalfehler (x -Schiefe und Breitenfehler) bei der normalen, freien Aerotriangulation berechnet und hinsichtlich verschiedener, den Praktiker interessierender Fragen untersucht. Die x -Schiefe ruft untragbare Anschlußdifferenzen und sehr große Streuungen am Streifenrand hervor, welche allerdings durch Streifenglättung wirkungsvoll erfaßt werden können. Der Breitenfehler verursacht außerhalb der „orientierten“ Modellfläche rasch zunehmende γ -Parallaxen, aber keine Anschlußdifferenzen. Bei der Justierung der Auswertegeräte sollte getrachtet werden, unvermeidliche Restfehler in x -Schiefe DT und/oder Breitenfehler DL im linken und rechten Projektor möglichst gleichgerichtet und gleich groß zu erhalten, da in diesem Fall die geringsten Störungen auftreten. DT und DL sollten so genau justiert werden und so genau konstant bleiben, daß im Modell die zehnfache Bildfehlergröße als Streuung bei den Queranschlußdifferenzen zum Nachbarstreifen toleriert werden kann. Ohne Glättung muß sogar mit dem fünfunddreißigfachen Bildfehler DT als Höhen-Queranschlußdifferenz gerechnet werden. Die Streuungen zufolge verschiedener Geländeformen mit Höhenunterschieden von 20% der Flughöhe über Grund sind ebenso groß wie die Fehler in ebenen Modellen. Die Anschlußdifferenzen werden so stark von der Geländeform und der Fehlerverteilung beeinflußt, daß es von vornherein aussichtslos erscheint, mehr als die Streubreite und die Justierungstoleranzen aus diesen Untersuchungen abzuleiten. Allerdings ist die zuverlässige Kenntnis von beiden für das Arbeiten in gebirgigem Gelände wesentlich und nicht aus den Fehlern für ebenes Gelände ableitbar. Y -Asymmetrien werden durch das Anbringen der topographischen Korrekturen teilweise noch verschlechtert, da die Modelldeformationen nicht dem geometrischen Modell der üblichen topographischen Korrekturen entsprechen. Aus der Diskussion der Modelldeformationen folgen daher auch Angaben über die notwendigen Freiheitsgrade der Streifenausgleichsfunktionen, welche sich den tatsächlichen und nicht hypothetischen Verhältnissen anzupassen haben. Einseitige Fehler verursachen halbquadratische Streifenverbiegungen. Als solche werden Streifenkrümmungen bezeichnet, welche durch einen Knick mit jedem zweiten Basiswechsel hervorgerufen werden.

Die praktischen Folgerungen werden im Text jeweils besonders hervorgehoben und im fünften Abschnitt aus der Zusammenschau betrachtet.

Mitteilung

Baurat h. c. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hellmuth Brunner — 70 Jahre

Geboren am 2. Mai 1899 in Pettau in der Steiermark, verbrachte Brunner seine Jugend in Marburg/Drau und legte dort 1919 die Reifeprüfung ab.

Sein Mittelschulstudium wurde durch einen zweijährigen Militärdienst im ersten Weltkrieg unterbrochen. In Graz absolvierte Brunner den Kurs zur Heranbildung von Vermessungsgeometern und legte 1921 die Staatsprüfung ab. Im Jahre 1926 inskribierte er an der Technischen Hochschule Graz an der neu geschaffenen Unterabteilung für Vermessungswesen, welches Studium er im Jahre 1929 beendete.

Nach Praxisjahren von 1921 bis 1926 legte er 1926 die Autorisationsprüfung ab und ist seit nunmehr 43 Jahren ununterbrochen freischaffend in Vöcklabruck als Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen tätig.

Seine praktische Betätigung seitdem war neben Grundbuchvermessungen hauptsächlich der Ingenieur-Vermessungspraxis zugewandt. Im Jahre 1938 begannen die großen Trassierungsarbeiten der Autobahn, wo sich die Möglichkeit bot, Großaufnahmen im Vermessungswesen zu organisieren.

Der zweite Weltkrieg sah ihn wieder bei der Wehrmacht in Frankreich, jedoch schied er 1941 zur Erfüllung kriegswichtiger Aufgaben aus dem Wehrdienst. In der Zeit von 1941 bis 1945 war er an der Neumessung Lenzing, sowie an der Neu-Trassierung der Reschenbahn von Landeck nach Mals tätig. Nach Kriegsende wurde er wieder mit größeren Vermessungsarbeiten betraut und hatte Gelegenheit, beim Ausbau des Kraftwerkes Jochenstein in vermessungstechnischer Hinsicht hervorragend mitzuwirken. Seit im Jahre 1959 der weitere Ausbau der Autobahn in Angriff genommen wurde, hat sich sein Büro auch mit diesen Arbeiten befaßt.

Als jüngster Zweig der Vermessungstechnik ist die Photogrammetrie zu erwähnen, bei welcher sich Dr. Brunner sofort aktiv eingeschaltet hat. Es wurden von ihm für die Gemeinden Braunau und Vöcklabruck Lage- und Höhenaufnahmen durchgeführt und außerdem für die Autobahn in der Steiermark und in Kärnten photogrammetrische Höhenpläne verfaßt.

Dipl.-Ing. Brunner promovierte im Jahre 1954 in Graz zum Doktor der technischen Wissenschaften. Das Dissertationsthema lautete: „Die physiologische Grundlage des Fernrohrzielens“. Diese Arbeit war deshalb sehr interessant, weil das erstmal ein Geodät sich eingehend mit dem Problem der physiologischen Optik befaßte und daraus die sich ergebenden Konsequenzen für die Augleistung beim Fernrohrzielen gezogen hat.

Brunner ist seit dem Jahre 1954 Kammer-Rat der Ingenieurkammer für Oberösterreich und Salzburg. Er hat sich neben der Tätigkeit auf seinem Fachgebiet in steigendem Maße mit Fragen des Berufsstandes der Ziviltechniker befaßt.

Auf Grund seiner Verdienste und seines Ansehens wurde er im Jahre 1966 zum Präsidenten der Ingenieurkammer für Oberösterreich und Salzburg gewählt.

In der Zeit seiner Präsidentschaft hat Brunner mit der ihm eigenen Energie und großen Ausdauer, nachdem ihm die Lenkung der Ingenieurkammer mit den Ziviltechnikern aller Fachrichtungen übertragen worden war, seine ganze Kraft den verantwortungsvollen Aufgaben gewidmet.

Ohne Rücksicht auf Popularität oder billige Effekte hat er als Präsident in zäher Arbeit und unter Überwindung mannigfacher Schwierigkeiten die Interessen des gesamten Berufsstandes erfolgreich vertreten. Er ist jederzeit bereit ohne Anstrengungen zu scheuen, seine ganze Tatkraft einzusetzen wie es sein Amt, zu dem er berufen wurde, verlangt.

Erwähnt sei beispielsweise, daß in der Zeit seiner Präsidentschaft das Vermessungsgesetz zustande kam, woran er hervorragenden Anteil hat. Damit wurde eine lange Zeit intensivster Bemühungen abgeschlossen und ein für die Kollegenschaft richtungsweisendes Gesetz geschaffen, das offenbar auf Jahrzehnte hindurch entsprechend dem Subsidiaritätsprinzip die Berechtigung der Tätigkeiten zwischen Ingenieurkonsulenten und staatlichen Vermessungswesen regelt.

In dieser Zeit kam aber auch das Ingenieurkammergesetz zustande, durch welches eine organisatorische Zusammenfassung der Ziviltechniker der vier Ingenieurkammern unter eine Dachorganisation erreicht wurde. Auch daran hat Brunner maßgeblichen Anteil.

Für seine Verdienste hat der Bundespräsident mit Entschließung vom 20. April 1968 Dr. Brunner den Titel „Baurat honoris causa“ verliehen.

Seit 1927 ist Brunner glücklich verheiratet mit der Tochter des Heimatschriftstellers Karl Bienenstein und hat einen Sohn, der ebenfalls Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen ist und seine Kanzlei in Kirchdorf a. d. Krems hat.

Jeder, der Brunner näher kennt, schätzt ihn als aufrechten Menschen, der seiner Arbeit lebt, offen in seiner Art seine Gedanken ausspricht und den Sinn seines Lebens in der Pflichterfüllung erkennt.

Die gesamte Kollegenschaft wünscht dem Jubilar zu seinem 70. Geburtstag herzlichst noch viele Jahre erfolgreicher Schaffenskraft und Gesundheit.

Meixner

Buchbesprechungen

Walter Großmann: Grundzüge der Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate nebst Anwendung in der Geodäsie. Dritte, erweiterte Auflage, Gr-80, 425 Seiten mit 65 Abbildungen, Springer-Verlag Belrin-Heidelberg-New York 1969. Gebunden DM 66,—.

Die 3. Auflage (1969, 425 Seiten) des wohlbekannten und nicht nur im geodätisch-photo-grammetrischen Fachkreis hochgeschätzten Werkes ist 8 Jahre nach der 2. Auflage (1961, 345 Seiten)¹⁾ erschienen, die ebenfalls nach 8 Jahren die 1. Auflage (1953, 261 Seiten)²⁾ ersetzte. Die Zunahme des Wissensgutes ist aus der Vergrößerung des Buchumfanges deutlich zu erkennen. Da für den Bereich der Ausgleichsrechnung eine Streichung von Fundament-Unterlagen undenkbar ist, das Lehrgebäude aber durch Hinzutreten neuer Verfahren, Darstellungen und Anschauungen wächst, ist der Autor zu einer wohlüberdachten Berücksichtigung dieser Entwicklung und damit zu einer entsprechenden Erweiterung des Buchumfanges gezwungen.

Die hier gegebene Vermehrung um 80 Seiten ist hauptsächlich verursacht:

1. Durch die Aufnahme der Grundlagen der Statistik und deren Anwendung, insbesondere auf die Prüfung von Stichproben aus dem Bereich geodätischer Beobachtungen,
2. durch die Erweiterung der Fehlertheorie und die ausführliche Darstellung der Ausgleichung von korrelierten Beobachtungen, da dieser Zweig der Ausgleichsrechnung eine erhöhte — wenn auch nicht neue — Bedeutung gewann, was durch eine Reihe von interessanten Veröffentlichungenargetan ist,
3. durch die zusätzliche Behandlung größerer Teilgebiete in Matrizen-schreibweise, bei nach-träglicher Darstellung der Grundregeln und Operationen der Matrizenrechnung im Schlußabschnitt VII.

Der im Abschnitt V ganz neue § 43 „Ausgleichen korrelierter Beobachtungen mit Hilfe der Matrix der Gewichtskoeffizienten“ behandelt, nach Hinweisen auf die Arten von möglichen Korre-lationen, den Ablauf des Ausgleichungsverfahrens in Matrizen-Schreibweise.

Für den Studierenden und Praktiker ist es ungemein wertvoll, daß die zahlenmäßige Über-setzung der Matrizendarstellung an Hand von Beispielen mit vollständiger Zahlenrechnung vorge-führt wird.

Der Rezensent glaubt aber auch, daß man *Großmann* sehr danken darf für den in der Einleitung zum Abschnitt V (Ausgleichung korrelierter Beobachtungen) betonten Hinweis:

„Das Problem selbst ist — wenn auch ohne den Begriff ‚korrelierte Beobachtungen‘ — von *F. W. Bessel* gelöst, der dazu das Verfahren der vermittelten Beobachtungen mit Bedingungsgleichun-gen entwickelte“.

Die moderne Darstellung mit Matrizen muß für den entwickelnden Forscher jedes Lebensalters bestechend sein. Für den Praktiker eines mehr als mittleren Alters ist die Matrizendarstellung aber eine Belastung, die ihn nur allzuleicht von der Lesung und Beachtung jener Veröffentlichungen ab-hält, die ein Problem in Matrizendarstellung behandeln. Eigentlich sollte eine moderne hochschul-mäßige Ausbildung in Mathematik die Matrizenrechnung endlich doch so intensiv berücksichtigen, daß ihre Anwendung zur Lösung auch von geodätisch-photo-grammetrischen Aufgaben jedermann möglich ist und Grundwissen wird, wie etwa die Benützung der Differentialrechnung oder der Vari-ationsrechnung.

Einem echten Fortschritt wäre das Tor geöffnet, wenn man zu einer einheitlichen Symbolik der Matrizendarstellung und ihrer Rechenoperationen gelangen könnte.

Da diese Ausbildung derzeit offenbar noch nicht gegeben ist, muß jeder Autor einer „modernen Ausgleichsrechnung“ notgedrungen die Grundregeln der Matrizenrechnung darstellen. Dieser zusätzlichen Arbeit hat sich *Großmann* unterzogen, durch eine Überarbeitung des entsprechenden Teiles der 2. Auflage zum nunmehrigen Schlußabschnitt VII (Anwendungen der Matrizenrechnung auf die Ausgleichsrechnung).

¹⁾ Besprochen in dieser Zeitschrift, 1962, Heft 2, S. 76.

²⁾ Besprochen in dieser Zeitschrift, 1954, Heft 2, S. 61.

Nicht nur die hier gebrachten Zahlenbeispiele, sondern auch die im Verlaufe einzelner Abschnitte eingefügten Gegenüberstellungen von Entwicklungen und Ergebnissen in klassischer Symbolik von *C. F. Gauß* und in Matrizen-Schreibweise sind ein Zeugnis für die lebenslange didaktische Erfahrung und Zielsetzung des Autors.

Die im VI. Abschnitt (Sonderaufgaben und mathematische Statistik) in den §§ 47 . . . 49 gegebene Darstellung zur modern gewordenen Betrachtung der Ausgleichsrechnung als einem Anwendungsgebiet der Statistik ist bei aller Knappheit überaus klar und ansprechend gegeben. Es werden deshalb auch jene Leser beeindruckt sein müssen, die es wissen, daß schon *C. F. Gauß* und jene großen Geister die sein Werk fortsetzten, alle jene Unterlagen in klassischer Symbolik schufen und kannten, die nun als „Ausgleichsrechnung in moderner statistischer Auffassung“ dargestellt werden.

Das aufmerksame Studium des Werkes ließ den Rezensenten nur ganz wenige Druckfehler erkennen, die so unwesentlich sind, daß sie nur brieflich dem Autor genannt werden.

So wie schon in den vorausgegangenen Auflagen die große gleichermaßen theoretische wie praktische Erfahrung des Autors *Großmann* und die zielbewußte Ausnutzung aller pädagogischen Möglichkeiten des Geodäsie-Unterrichtes an einer technischen Hochschule zum Ausdruck kam, so ist mit dieser, auch buchmäßig vorzüglich ausgestatteten 3. Auflage höchste Reife erreicht. Die Empfehlung dieses Werkes von *Großmann* zum Gebrauch in der Fachwelt — für Studierende, Praktiker und Forscher — möchte der Rezensent mit bestem Glückwunsch an den Autor vereinen.

Dadurch, daß dieses Buch nun in die Reihe jener Werke tritt, die das Wissensgebiet der Ausgleichsrechnung in modernster Art und in deutscher Sprache darstellen, ist eine Vollständigkeit erreicht, die der deutschsprachigen Geodäsie zur hohen Ehre gereicht. *F. Ackerl*

Prof. Dr. Richard Finsterwalder — Prof. Dr. Walther Hofmann: Photogrammetrie.
3., völlig Neubearbeitete Auflage, Verlag Walter de Gruyter u. Co., Berlin 1968.
455 Seiten, 64 Abbildungen, 125 Figuren. Preis geb. DM 48,—.

Vor nur wenigen Jahren war die Photogrammetrie noch die Kunst, Rechnungen zu vermeiden. Heute besteht nicht mehr die Notwendigkeit, umfangreichen Rechenoperationen auszuweichen, da Computer aller Größenordnungen zur Verfügung stehen. Diesem Umstand Rechnung tragend, hat Prof. Dr. *Walther Hofmann*, Mathematiker und Geodät, Professor für Photogrammetrie an der Technischen Universität Braunschweig, nach dem allzu frühen Tode seines Lehrers Prof. Dr. *Richard Finsterwalder* das nun schon seit 1938 bewährte und besteingeführte Lehrbuch für Photogrammetrie völlig neu bearbeitet. Der Abschnitt „Luftbildinterpretation“ wurde von Dr. *Ernst Schmidt-Kraepelin*, Bonn, der über „Photographie“ von Prof. Dr. *Hellmut Frieser*, München, geschrieben.

Hofmann war bestrebt, den Charakter des Finsterwalderischen Lehrbuches so weit wie möglich zu erhalten. Der topographischen und kartographischen Seite der Photogrammetrie wurde wieder ein besonderes Gewicht gegeben.

Das Lehrbuch behandelt zuerst die mathematisch-geometrischen Grundlagen der Photogrammetrie und berücksichtigt hier besonders die bei der analytischen Behandlung der bildmeßtechnischen Aufgaben notwendigen räumlichen Drehungen. Dann werden die optischen und photographischen Grundlagen behandelt, das stereoskopische Sehen und Messen sowie die Bildkoordinatenmessung mit Hilfe von Komparatoren. Dem sehr ausführlichen Kapitel über die terrestrische Photogrammetrie folgt das seiner überragenden Bedeutung wegen umfangreichste über die Luftbildmessung. Auch hier wurde wieder auf eine exakte mathematische Behandlung aller Orientierungsaufgaben Wert gelegt (Räumlicher Rückwärtsschnitt, gegenseitige Orientierung, absolute Orientierung). Die verschiedenen Verfahren werden jeweils miteinander verglichen. Bei der Behandlung der Auswertegeräte werden die wichtigsten Entwicklungen aller Firmen erklärt und besprochen. Der Aerotriangulation wird relativ wenig Raum gegeben. Auch inhaltlich könnte hier für die sicher zu erwartende vierte Auflage noch einiges verbessert werden. Ebenso könnte den praktischen Belangen, wie Paßpunktmessung, Identifizierung, Signalisierung sowie den Anwendungen der Photogrammetrie für die geodätische Netzverdichtung, Katastertechnik, Stadtvermessung mehr Raum gegeben werden.

Sehr gut war der Gedanke, die Luftbildinterpretation breiter zu behandeln, als es sonst in Lehrbüchern für Photogrammetrie üblich ist, lernt doch der Leser daraus, daß das Luftbild nicht nur mathematisch-geometrische Informationen, sondern auch semantische sehr ökonomisch mit-erfaßt.

Das neue — übrigens auch sehr gefällige — De Gruyter-Lehrbuch wird sicher dem Wunsch Professor Hofmanns entsprechen, die Erinnerung an die Verdienste Richard Finsterwalders um die Entwicklung der Photogrammetrie in der Theorie und Praxis lebendig zu erhalten. *Waldhäusl*

Topographischer Atlas Bayern. Herausgeber Bayerisches Landesvermessungsamt. Format 24 × 32 cm, 329 Seiten, davon 150 ganzseitige Kartenausschnitte in Farben. Paul-List-Verlag, München 1968. Ln. mit Schutzumschlag. Preis DM 46,—.

Nach den Landesvermessungsämtern von Niedersachsen und Schleswig-Holstein hat nunmehr auch das Bayerische Landesvermessungsamt einen topographischen Atlas herausgegeben, der an Hand von Kartenausschnitten, ergänzt durch Skizzen und Luftaufnahmen, Aufbau, Bild und Interpretation der Landschaft vermittelt.

Der Atlas ist das Ergebnis einer Gemeinschaftsarbeit von Geographen, Geodäten und Kartographen. Die Grundlage bilden hauptsächlich die beiden neuen bayerischen Kartenwerke: die Topographische Karte 1:50000 und die Topographische Übersichtskarte 1:200000. Sie sind beide als mehrfarbige Höhenschichtenkarten mit formenplastischer Geländedarstellung ausgeführt und vermitteln dem Betrachter eine ausgezeichnete Landschaftsdarstellung. Prof. Dr. Hans Fehn vom Geographischen Institut der Universität München hat 150 über das Gebiet von Bayern verstreute Ausschnitte der neuesten amtlichen Karten verschiedener Maßstäbe ausgewählt, die typische Natur- und Siedlungslandschaften wiedergeben. Zu jedem Kartenausschnitt gibt es einen interpretierenden Text, zu welchem die besten Kenner der Landschaftsgebiete aus den geographischen Instituten der bayerischen Universitäten und Hochschulen beigetragen haben.

Dem Atlas ist eine ausführliche, vom Präsident a. D. *Dipl.-Ing. Hanns Velt* verfaßte, Abhandlung über die Kartenwerke der bayerischen Landesvermessung angeschlossen, die die Entwicklung und Bedeutung des amtlichen Kartenwesens behandelt. Dieser Beitrag ist eine wertvolle Ergänzung der landeskundlichen Darstellung. Anschließend folgt ein Literaturverzeichnis zu den benutzten Kartenausschnitten. Den Abschluß des Werkes bildet ein Sachregister.

Der Inhalt des vorliegenden topographischen Atlas ist eine reichliche Fundgrube für die landeskundliche, kulturgeschichtliche, geomorphologische und wirtschaftskundliche Forschung. Ebenso wertvoll ist er für den Unterricht. Dem Bayerischen Landesvermessungsamt ist zur Herausgabe dieses gelungenen, auch äußerlich prächtigen Werkes zu gratulieren. *Rohrer*

Karl Ledersteger: „**Astronomische und Physikalische Geodäsie**“, Band V der zehnten, völlig neu bearbeiteten Auflage des „Handbuches der Vermessungskunde“ von Jordan/Eggert/Kneißl, 1956 — 1968, XIX + 871 Seiten, mit zahlreichen Abbildungen, einem aus vier Tabellen bestehenden Anhang, sowie Namens- und Sachregister. J. B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. DM 240,—.

Während die drei ersten Lieferungen des Werkes, insgesamt 432 Seiten, bereits in den Jahren 1956—58 erschienen sind, konnte die zweite Hälfte erst im Jahre 1968 abgeschlossen werden. Die Gründe für diese große Verzögerung hat der Autor im Vorwort dargelegt. Wenn sich auch diese bedauerliche Verzögerung namentlich bei der so überaus raschen Entwicklung der Höheren Geodäsie in den letzten Jahrzehnten auf den systematischen Aufbau und die Stoffauswahl begrifflicherweise unangenehm auswirken mußte, so ist es dem Verfasser dennoch gelungen, ein geschlossenes, bis in die jüngste Zeit reichendes Bild dieser Entwicklung zu geben. Der riesige Stoff erforderte mancherlei Beschränkungen. So wurden die „Gravimetrischen Instrumente und Meßmethoden“ bereits 1967 von Prof. A. Graf im Band Va gesondert dargelegt, die Kapitel Polhöhen-schwankung und Erdzeiten ausgeschieden und die moderne Satellitengeodäsie nur in ihren wesentlichen Zügen gebracht.

Hinsichtlich der drei ersten Lieferungen dürfen wir auf die ausführlichen Besprechungen in dieser Zeitschrift (Jg. 1957, S. 94–97 und Jg. 1959, S. 87–89) verweisen. Der erste Teil des Buches umfaßt auf 244 Seiten die Astronomische Geodäsie, also die Lehre von den Lotabweichungen und ihre geodätische Verwertung zur Bestimmung bestanschließender Ellipsoide sowie die Theorie des astronomischen Nivellements zur Ermittlung von Geoidschnitten. Die Einbeziehung der Laplaceschen Gleichung in die Netzausgleichung ist in Kapitel III als Problem des naturtreuen Netzes, worunter der Autor eine Pizzetti-Projektion der Geoidpunkte auf das eindeutig gelagerte mittlere Erdellipsoid versteht, eingehend geschildert. Die Beschreibung der geodätischen Methoden der Mondparallaxe (Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen durch den Mond) könnte heute, seit uns die künstlichen Satelliten zur Verfügung stehen, kürzer abgefaßt werden. Doch ist zu bedenken, daß es sich dabei um dasselbe parallaktische Problem handelt wie beim geometrischen Teil der Satellitengeodäsie.

Nicht unbedeutend sind die eigenen Beiträge des Autors zu den dargelegten Problemen. Mit der Unterscheidung der translativen und projektiven Methode (§ 4) konnte er anfangs der Fünfzigerjahre den heftigen Streit zwischen Baeschlin, Vening Meinesz und Hotine schlichten. Die Definition der Naturtreue der Netze und ihrer geodätischen Fehlerfreiheit (§ 5) sowie die eingehende Analyse der Laplaceschen Widersprüche hat viel zur Klärung der einschlägigen Fragen beigetragen. Dem Verfasser gelang auch erstmals die Berechnung des Achsenabstandes von Geoid und Referenzellipsoid (§ 7). Den beiden bekannten Methoden zur Bestimmung bestanschließender Ellipsoide, Gradmessungen und Flächenmethode, fügte er die Methode der Partialsysteme (§ 15) an, welche auf dem von ihm gefundenen Satz von der Invarianz des Schwerpunkts eines Lotabweichungssystems beruht. Es folgen Untersuchungen des Maßstabes der Projektion (§ 19), eine astronomisch-gravimetrische Methode zur Bestimmung der absoluten Lage von Landesfundamentalpunkten (§ 28) und eingehende Studien zur Theorie des trigonometrischen Nivellements (§ 33 und 34).

Der zweite Teil (Seite 245–844) behandelt die Physikalische Geodäsie. Die beiden ersten Kapitel (VI und VII) bringen in möglichst gedrängter Form die mathematischen Unterlagen, die Potentialtheorie, Randwertaufgaben, Eigenwertprobleme, Kugelfunktionen und Lamésche Funktionen. Kapitel VIII behandelt das Rüstzeug der Physikalischen Geodäsie, die Kräftefunktion und die Niveauflächen der Erde, vielfach aufbauend auf der Theorie von Bruns und in der Differentialgleichung der Physikalischen Geodäsie gipfelnd. Die für die Theorie der Geoidundulationen notwendige Näherung 4. Ordnung ist im Anschluß an Helmert durchgeführt. Das Kapitel enthält aber auch neuere Entwicklungen, so die absolute Differentialgeometrie des Schwerfeldes nach Marussi und die darauf begründete sogenannte dreidimensionale Geodäsie Hotines. Kapitel IX bringt die klassische Theorie des Schwerfeldes des Rotationsellipsoides sowie die Theorie des Niveauellipsoides, das aber später für die Daten der Erde als – streng genommen – unmöglich erwiesen wird.

Der wichtigste eigene Beitrag des Autors ist die auf einer Fortentwicklung der Theorie der Gleichgewichtsfiguren beruhende Lösung des Problems des Normalsphäroides der Erde (Kapitel X). Hervorgehoben seien die ergänzenden Betrachtungen zur Clairaut'schen Differentialgleichung (§ 86), die einparametrischen Gleichgewichtsfiguren mit stetigem Dichtegesetz (§ 87 und 89), das allgemeine Niveausphäroid in Näherung 6. und 8. Ordnung (§ 90), die Definition der mehrparametrischen Gleichgewichtsfiguren (§ 92), die Theorie der Wiechert-Modelle (§ 93), die Entblätterung einparametrischer Gleichgewichtsfiguren (§ 94), die hypothetische Lösung für die einparametrischen Gleichgewichtsfiguren (§ 95), die Studien zum Gültigkeitsbereich der Gleichgewichtsfiguren (§ 96), das Problem der Stokes'schen Elemente (§ 97), die Untersuchung des zweiten Formparameters f_6 (§ 97) und schließlich die Ableitung der Gleichgewichtsfigur der Erde und des mehrparametrischen Normalsphäroides, welches als eine Gleichgewichtsanzordnung der Festerde definiert wird (§ 98 bis 100).

In Kapitel XI folgt die Reduktion der beobachteten Schwerewerte und das Problem der Isostasie, das in seinen beiden Formen der lokalen Isostasie nach Pratt-Hayford und Airy dargelegt wird. Auch hier konnte der Autor einen wesentlichen Fortschritt erzielen, indem er auf Grund einer exakten Definition der Topographie den Begriff der horizontalen Isostasie entwickelte, welche erstmals Massengleichheit und Druckgleichheit garantiert und bei einer Regularisierung

der Erdkruste zwanglos auf das Normalsphäroid hinführt. In diesem Sinne darf man in der noch weiter ausbaufähigen horizontalen Isostasie aller Wahrscheinlichkeit nach überhaupt das Regularisierungsgesetz für die Erdkruste erblicken, dessen indirekter Effekt unter völliger Umgehung des Stokes'schen Integrales unmittelbar die absoluten Undulationen des Geoides liefert. So kann der Verfasser im folgenden XII. Kapitel der klassischen Methode der Bestimmung der Geoidundulationen aus der Integralformel von Stokes, welche eine Art Mittelstellung einnimmt, einerseits die moderne, völlige Hypothesenfreiheit anstrebende und mehr geometrische Richtung Molodenskijs, andererseits aber seine streng physikalische Richtung gegenüberstellen, bei welcher der Lösung der Randwertaufgabe die Bestimmung des Normalsphäroides vorangeht, um auf diese Weise absolute Geoidundulationen zu gewinnen, die somit reine Funktionen der Massenstörungen in der Erdkruste sind. Dann könnten schließlich die auf dem Normalsphäroid als generelle Bezugskörper der Geodäsie beruhenden absoluten Geoidundulationen mit dem indirekten Effekt der horizontalen Isostasie verglichen werden und das Problem der Erdfigur wäre bei Übereinstimmung definitiv gelöst. Die Lösung der Randwertaufgabe und die horizontale Isostasie würden sich gegenseitig bestätigen. Aber auch andere Auffassungen bedeutender moderner Forscher, wie Arnold, Bjerhammar, de Graff-Hunter, Heiskanen, Hirvonen, Jeffreys, Levallois und Moritz, werden im Streben nach weitgehender Objektivität entsprechend gewürdigt, schon um zu zeigen, daß zur Lösung des Zentralproblems der Geodäsie verschiedene Wege denkbar und möglich sind. Abschließend werden noch die früheren Gedankengänge des Autors hinsichtlich der Freiluft- und der Kondensationsreduktion etwas weiter analysiert (§ 122).

Die objektive Einstellung des Verfassers kommt auch bei der Schilderung des geodätischen Weltsystems im Sinne Heiskanens zum Ausdruck (Kapitel XIII). Auch hier konnte er verschiedene eigene Beiträge leisten, so die astronomisch-gravimetrische oder absolute Lotabweichungsausgleichung (§ 127) sowie grundlegende Betrachtungen zur Lotkrümmungsreduktion (§ 128). Daneben werden noch die absoluten Lotabweichungen, das astronomisch-gravimetrische Nivellement Molodenskijs, Repräsentation und Interpolation von Schwerestörungen, die Ermittlung der Lotkrümmung nach Gassmann und Arnold, sowie verschiedene Versuche zur Bestimmung der mittleren Bodendichte und der Schweregradienten behandelt, wozu auch die Arbeiten Embachers gehören, welche im Institut des Autors entstanden sind. Es folgt eine Einführung in das geometrische und physikalische Problem der modernen Satellitengeodäsie, wobei die Satellitenbewegung im Gravitationsfeld der Erde aus den Lagrangeschen Gleichungen zweiter Art entwickelt wird. Diese kurze Einführung wird mit einer Kritik der aus den Bahnstörungen der künstlichen Satelliten abgeleiteten Massefunktionen (§ 134) abgeschlossen.

Im Schlußkapitel XIV konnte das Problem Nivellement und Schwere besonders klar und übersichtlich auf Grund der Einführung des neuen Begriffes der vertikalen dynamischen Korrektur dargestellt werden. Im Anschluß an die grundlegenden Definitionen wird im Hinblick auf verschiedene ältere Landeshöhennetze auch noch die frühere sphäroidische Theorie behandelt. Zum Studium des Schwereverlaufs in den Lotlinien eignet sich besonders das Stufenmodell des Autors, das auch für die Geländereduktion sehr gute Resultate liefert (§ 138 und 101). Dynamische und orthometrische Höhen werden an der Nivellementsline Reichenau — S. Bernardino — Biasca ebenso wie die Helmertsche Gebirgsreduktion geprüft. Auch die einheitliche Definition der sogenannten metrischen Höhen geht auf den Autor zurück. Verschiedene metrische Höhen werden an derselben Linie auf ihre Eignung geprüft und schließlich ein Minimalsystem definiert. Den Abschluß des Kapitels bildet die Fehlertheorie der Schwere-reduktion nach Ramsayer.

Der Anhang enthält nur wenige Tabellen, nämlich die Kugelfunktionen erster Art, normiert nach A. Schmidt, bis P_7^0 , die Delfter Entwicklung von Lithosphäre und Hydrosphäre bis zur 32. Ordnung, das Internationale Ellipsoid von 1924 und die Internationale Schwereformel von 1930 und schließlich einige kurze Angaben über das neue geodätische Bezugssystem 1967.

Eine handbuchartige Übersicht über die gesamte astronomische und physikalische Geodäsie existiert bisher nicht in der Vollständigkeit des vorliegenden Buches, das daher schon deshalb auch für die internationale Fachwelt von Interesse sein wird.

Nun sehen wir mit Spannung der Fertigstellung des nächsten Buches unseres Freundes Ledersteger — der Entwicklung einer zusammenfassenden Theorie des Normalsphäroides der Erde und

der Figur des Mondes — entgegen, an dem er bereits mit der ihm eigenen Gründlichkeit arbeitet und das als Sonderheft der Zeitschrift des Österreichischen Vereins für Vermessungswesen erscheinen wird.

A. Barvir

A. Tarczy-Hornoch und W. K. Hristow: Tafeln für alle Aufgaben der Höheren Geodäsie zur Berechnung mit der Rechenmaschine auf dem Ellipsoid von F. N. Krassowskij für die Zone 25° — 50°, Budapest 1968, 20 x 28 cm, 105 Seiten Vorwort, Erläuterungen und Zahlenbeispiele und 440 Seiten Tafeln.

Das Werk ist völlig konform mit dem ersten Teil angelegt, der bereits 1959 für die Zone 40°—50° erschienen ist und in Heft 5/6 des Jahrganges 1959 auf Seite 171 besprochen wurde. Erwähnt sei, daß sich die Abplattung des Krassowskij-Ellipsoides 1:298,3 inzwischen aus den Bahnstörungen der künstlichen Satelliten sehr schön bestätigt hat, während sich die Achse $a = 6378,245$ km gegenüber dem modernen Wert ($a = 6378,160$ m) als zu groß erwiesen hat. Dennoch wird das Krassowskij-Ellipsoid im Einflußbereich der Sowjetunion noch für lange Zeit verwendet werden, was die vorliegende Ausdehnung des Tafelwerkes nach Süden vollkommen rechtfertigt. Auch die Arbeitsteilung zwischen der Ungarischen und Bulgarischen Akademie der Wissenschaften ist dieselbe geblieben. Die ersten 16 Tafeln mit veränderlichen Koeffizienten stammen wieder vom Zentrallaboratorium für Geodäsie in Sofia, die folgenden Tafeln mit konstanten Koeffizienten vom Geodätischen Forschungslaboratorium in Sopron. Es wurden wieder die gleichen Tabellen berechnet: I und II: Die Logarithmen und die natürlichen Zahlenwerte der Grundfunktionen; III: Flächeninhalte, Meridianbogenlängen und Bogenlänge der Parallelkreise; IV: Geographische Breite aus der Meridianbogenlänge; V und VI: Die beiden Übertragungsaufgaben; VII und VIII: Die Verebnung und deren Umkehrung; IX und X: Die beiden Hauptaufgaben in Gauß-Krüger-Koordinaten; XI und XII: Richtungs- und Längenreduktion; XIII und XIV: Transformation der 30°-Streifen in 60°-Streifen mit Umkehrung; XV und XVI: Transformation in den Nachbarstreifen bei 30° und 60°-Streifenbreite; XVII—XIX: Verebnung mit Meridiankonvergenz und Vergrößerungsverhältnis; XX—XXII: Geographische Koordinaten, Meridiankonvergenz und Vergrößerungsverhältnis aus konformen Koordinaten; XXIII und XXIV: Transformation der 30°-Streifen in 60°-Streifen für Gauß-Krüger-Koordinaten mit Umkehrung; XXV und XXVI: Transformation der Gauß-Krüger-Koordinaten in den Nachbarstreifen für 30° und 60°-Streifenbreite; XXVII und XXVIII: Umrechnung konformer Koordinaten von 30° in 60°-Streifen und umgekehrt, ferner in die Nachbarstreifen bei 30° und 60°-Streifenbreite, teilweise unter Berücksichtigung der von Prof. Hazay, Budapest, für kürzere Entfernungen entwickelte Reduktionsmethode.

Mit diesem zweiten Band ist das frühere Tabellenwerk für europäische Verhältnisse wesentlich erweitert, wodurch sich die beiden leitenden Gelehrten ein großes Verdienst erworben haben.

K. Ledersteger

Zeitschriftenschau

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

Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, Florenz 1969: Nr. 1. *Ballarin, S.*: Evaluation of the deflection of the vertical due to the topographic masses and the under lying compensation masses which should be present according to the isostatic hypotheses (wird fortgesetzt). — *Proverbio, E.*: Delays in the propagation and variation in the propagation velocity of the time-signals. — *Fondelli, M.*: Position determinations through photographic circum-meridia records of the Sun. — *Puliti, A. and Galetto, R.*: Experimental studies on the expression of the polynomials by approximating the error surface of the strips in the Reichenbach polygon.

The Canadian Surveyor, Ottawa 1968: Nr. 5. Adler, R. K. H., Eilly, J. P. and Schwarz, Ch. R.: A Generalized System for the Evaluation and Automatic Plotting of Map Projection. — Hadfield, C. D.: The Effect of Bodies of Water in Legal Surveying.

Geodesia, Maastricht 1969: Nr. 1. van der Weiden, F. L. T.: Die Verwendung von Rechen- und Zeichenautomaten bei der Kartenfertigung. — Übersicht: Die elektro-optischen Entfernungsmesser. — Nr. 2. ten Haken, J. H.: Die Gauß-Krüger-Projektion. — Nr. 3. Pelkman, H. N.: Die vermessungstechnischen Gesichtspunkte des „Bantry Bay Project“ in Irland.

Geodézia és Kartográfia, Budapest 1969: Nr. 2. Joó, J., Lukács, T. and Németh, F.: Die Nivellementsnetze Ungarns und die Erforschung der vertikalen Erdkrustenbewegung. — Csatkai, D.: Forschungen auf dem Gebiete der elektronischen Streckenmessung. — Sárdy, A.: Ingenieurgeodätische Anwendung des ausgleichenden Kreises. — Fialowszky, L.: Weiterentwicklung des Moment- und Projektionssatzes der Polygonierung. — Tamás, L.: Horizontale Profilierung mit dem Stereokomparator. — Papp-Váry, Á.: Die Anfänge der Kartenherstellung. — Horváth, K.: Die Berücksichtigung der Refraktion bei den geodätischen Messungen. — Molnár, L.: Ausgleichung geodätischer Netze.

Géomètre, Paris 1969: Nr. 1. Arnaud, M.: Etude critique du tachéomètre autoréducteur KERN DKRV (Schluß in Nr. 2). — Clos-Arceud, A.: A propos de cadrans solaires, ou la recherche du temps perdu. — Nr. 3. Doustaly, R.: Le dessin automatique dans la profession de Géomètre-Expert et son avenir. — XXIIe Congrès de la F.I.G. — Rapport des Commissions.

Photogrammetria, Amsterdam 1968: Nr. 5. Mikhail, E. M.: Horizontal aerotriangulation by independent models using horizon camera photography. — Hallert, B.: Notes on calibration of cameras and photographs in photogrammetry. — Nr. 6. Holden, A.: Engineering soil mapping from airphotos. — Bodechtel, J. und Papadeas, G.: Tectonic aerial interpretation in the Mediterranean region exemplified by the metamorphic series of eastern Greece, near Marathon. — Hallert, B.: Some proposals for the organization of international congress for photogrammetry in the future.

Photogrammetric Engineering, Falls Church, Virginia, USA, 1968: Nr. 11. Weissman, S.: Anthropometric Photogrammetry. — Cochrane, G. R.: „False-Color Film Fails in Practice“. — Erb, D. K.: Geomorphology of Jamaica. — Croom, Ch. H.: Interim Revision. — Schepis, Eu. L.: Time-Lapse Remote Sensing in Agriculture. — Ellassal, A. A.: Data Edit Using Modulator Computer Programs. — Benes, M.: Relative and Absolute Orientation Error Analysis. — Nr. 12. Wert, St. L.: Douglas-Fir Beetle Survey with Color Photos. — Weissman, S.: Auxiliary Data in Strip Adjustment. — Rosenfield, G. H.: Automatic Data Verification. — Le Schack, L. A.: Polaroid Color Film for P. I. — Brown, D. C.: A Unified Lunar Control Network. — Nr. 1/1969. Scherz, J. T., Graff, D. R. and Boyle, W. C.: Photographic Characteristics of Water Pollution. — Parry, A. D.; Cowan, W. R. and Heginbottom, J. A.: Soils Studies Using Color Photos. — Gerlach, A. C.: Geographic Applications Program of the USGS. — Lund, H. G.: Factors for Computing Photo Coverage. — Levine, Sh. H.: Color and B&W Negatives by Condensation. — Schut, G. H.: Photogrammetric Refraction. — Soliman, A. H.: Standard Error in Strip Adjustment. — Nr. 2. Ashley, M. D. and Roger, R. E.: Tree Heights and Upper Stem Diameters. — Letourneaux, Ph. J.: Improving Quality of Aerial Color Prints. — Rib, H. T. and Miles, R. D.: Automatic Interpretation of Terrain Features. — Radlinski, W. A.: Eleventh Congress of ISP Rutland, R. W. R.: Graphic Determination of Slope and of Dip and Strike. — Brown, D. C.: Computational Tradeoffs in a Comparator. — Nr. 3. Donaldson, J. R.: The Lunar Crater Dawes. — Sharpnack, D. A. and Akin, G.: An Algorithm for Computing Slope and Aspect. — Carneggie, D. M. and Reppert, J. N.: Large-Scale 70-mm Aerial Color Photos. — Silvestro, Fr. B.: Multispectral Photographic Determination of Reflectance. — Lawrence, M. W.: Earth Crustal Movments by Precision Analytics. — Rinner, K.: Problems of Two-Medium Photogrammetry. — Jensen, J. R. and Steele, J. J.: Production Mapping with Computational Photogrammetry. — Jarmi, H. and Laughlin, G.: Prototype Film Transport.

The Photogrammetric Record, London 1969: Nr. 33. Autorenkollektiv: The Lausanne Congress. — van der Weele, A. J.: Photogrammetric Observations. — Cheffins, O. W. and Clark, W. A. S.: Close-Range Photogrammetry Applied to Research in Orthodontics. — Jeyapalan, K.: The Height Adjustment of a Single Strip. — Jones, A. D.: Aspects of Comparative Air Photo-Interpreation in the Dyfi Estuary.

Photogrammétrie, Brüssel 1968: Nr. 93. *Baetslé, P.-L.*: Le XIe Congrès international de Photogrammétrie, Lausanne 1968. — Nr. 94. *Baetslé, P.-L.*: Le Congrès de Lausanne; La Commission I. — *Van Twembeke, U.*: Evolution de la théorie, des méthodes et des appareils de restitution en photogrammétrie. Compte rendu des activités de la Commission II au Congrès de Lausanne.

Proceedings of the Institute of Geodesy and Cartography, Warschau 1968: Nr. 3/36. *Wyrzycowski, T.*: Levelling Correction due to Diurnal Changes in Plump Line Direction caused by the Moon and the Sun. — *Gaździcki, J.* and *Skórczynski, A.*: Mean square errors of function of adjusted observations. — *Szacherska, M. Kr.*: Analysis of the distribution of triangle-closure errors in the filling network. — *Stencki, T.*: Laboratory tests of electromagnetic distance meters. — *Majdanowa, Z.* and *Torunski, A.*: The Electro-Optical Distance Measuring Instrument „Kristall“ and the possibilities of its application to geodetical survey.

Przegląd Geodezyjny, Warschau 1969: Nr. 2. *Odlanicki-Poczobutt, M.*: Die Probleme der Literatur und der Information über die Geodäsie am XII. Kongreß der FIG. — *Janecki, J.*: Arbeitsschutz und -hygiene bei Vermessungsarbeiten. — *Baran, W.*: Die Beteiligung der Station Olsztyn an den Beobachtungen und Forschungen über künstliche Erdsatelliten. — *Ney, B.* und *Klin, F.*: Verschiedene Methoden der Behandlung von Abweichungen des Serienabschlusses und der Präzision des Triangulierungsnetzes. — *Dobrowski, T.*: Geodätische Arbeiten bei der Montage hoher Stahlmaste. — *Gralak, A.* und *Gralak, B.*: Die Prüfung der Brauchbarkeit des Fernmessers BRT-006 für Höhenmessungen. — *Dobrzynska, M.*: Neuigkeiten aus der Rechentechnik. — *Galas, Br.*: Photogrammetrische Beobachtung von Rutschstellen und der Geländevertlagerung in einer Braunkohlengrube. — Nr. 3. *Pielog, J.*: Die Genauigkeit von Kontrollmessungen an Industrieschornsteinen, die unter der Einwirkung von Bergbaubetrieben stehen. — *Idzik, A.*: Integrale Systeme der Bearbeitung der Geländeformen. — *Skurzak, A.*: Zyanotypkopien.

Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali, Rom 1967: Nr. 5–6. *Bonifacino, B.*: Ein Schnellverfahren zur Wiederherstellung von Dreieckspunkten in der Katastervermessung. — *Unguendoli, M.*: Die Selbstzielung bei der Libellenprüfung.

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik, Winterthur 1969: Nr. 3. *Vetterli, P.*: Das Topometer-Polar-Programmsystem zur Kontrolle, Rekonstruktion und kleinstquadratischen Berechnung von Polarnetzen. — Nr. 4. *Pavlov, K.*: Formules destinées à la transformation des coordonnées rectangulaires spatiales X, Y, Z en coordonnées géographiques φ , λ , H pour les grandes hauteurs.

Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, 's-Gravenhage 1968: Nr. 3. *van Gent, H. L.*: Automation in Geodesy. — Nr. 1/1969. *Roelofs, R.*: Quelques développements récents dans la photogrammétrie. — *Visser, J.*: Aperçu de l'état actuel dans le domaine des méthodes et possibilités de mise en carte photogrammétrique. — *van den Hout, C. M. A.*: Transformation des points dans la photogrammetrie. — *Tienstra, M.*: Instruments photogrammétriques.

Der Vermessungsingenieur, Düsseldorf 1969: Nr. 1. *Kröger, K.*: Vermessungstechnische Bauwerkskontrolle. — *Riemann, W.*: Zur Entwicklung des ZEISSschen Steckzapfens. — *Ebenfeld, D.*: Verschiedene Übergänge am zweiteiligen Korbbogen. — *Heyink, J.*: Halbgraphische Ermittlung von Schnittpunkten einer neuen Straßengrenze mit den aufstoßenden alten Grundstücksgrenzen. —

Vermessungstechnik, Berlin 1968: Nr. 11. *Meinig, M.*: Gegenwärtiger Stand und zukünftige Aufgaben der Untersuchungen über Kontinentaldriften mit Hilfe geodätisch-astronomischer Beobachtungen. — *Reicheneder, K.*: Betrachtungen zu gegeneinander schwingenden Reversionspendeln. — *Hemming, H.*: Katastrale Integration bodenbezogener Strukturen. — *Eidam, Chr.* und *Werner, H.*: Einschätzung erster praktischer Messungen mit dem optischen Lotinstrument QLA der TU Dresden in der Stämmauer Rauschenbach. — *Hübner, E.*: Technologie für die Messung kurzzeitiger Polygonzüge mit dem elektrooptischen Entfernungsmesser EOS. — *Stephan, K.*: Austauschmaterialien für Gravierstichel. — *Müller, S. O.*: Die Folienkopie in der Praxis. — *Lindner, K.*: Grundlagen der Kreisorientierung. — *Hackert, K.*: Ein Verfahren zur Ortsbestimmung bei Gewässeraufnahmen. — Nr. 12. *Finzel, G.* und *Steinich, L.*: Ergebnisse trigonometrischer Höhenbestimmungen. — *Dimow, L.*: Ausgleichung von Nivellementsnetzen in Gruppen. — *Pauli, W.*: Zur Genauigkeit des EOS. — *Fialovszky, L.*: Eine Ausweitung des Moment- und Projektionssatzes der Polygonierung. — *Sydow, G.*: Eine einfache Lösung der Standortoptimierung. — *Seltmann, G.*: Optische Zenit-Nadir-Lotung mit

allseitiger Stabilisierung der Ziellinie. — *Lindner, K.*: Orientierungsmessungen mit dem Meridianrichtungskreis MRK-2. — *Gaebler, V.*: Das Kartenzeichen. — *Ogrissek, R.*: Über bestimmte Zusammenhänge von Signaturengewicht, Generalisierung und Automatisierung bei der Kartenherstellung. — *Höth, J.*: Eine neue Mehrzweckplatte. — *Bartoschek, P.*: Praktische Erfahrungen mit der Klebevermarkung auf Baustellen. — 1969: Nr. 1. *Marek, K.-H.*: Die programmgesteuerte Bahnverfolgung von Satelliten. — *Szangolies, K.*: Anwendung von Topocart, Orthophot und Orograph zur Auswertung von Luftbildern im mittleren und kleinen Maßstäben. — *Giindel, W.*: Betrachtungen zum anallaktischen und quasianallaktischen Punkt. — *Jakob, G.*: Verfahren und Genauigkeit der Konstantenbestimmung bei Doppelbildentfernungsmessern. — *Roza, W.*: Zur Laufendhaltung des staatlichen Kartenwerkes der Hauptstadt der DDR, Berlin. — *Wächter, S.*: Beitrag zur Objektivierung von Meridiandurchgangsbeobachtungen (Dissertation). — *Pietschmer, J.*: Grundlagen der Matrizenrechnung.

Zeitschrift für Geophysik, Würzburg 1969: Nr. 2. Voppel, D.: Ein Spulentheodolit zur Messung der erdmagnetischen Komponenten mit dem Protonenmagnetometer.

ZEISS-Informationen, Oberkochen 1969: Nr. 71. Ahrend, M.: Photogrammetrische Großgeräte; III. Photogrammetrische Auswertegeräte für Kartenherstellung und Koordinatenermittlung.

Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1969: Nr. 1. Meissl, P.: Über zufällige Fehler in regelmäßigen gestreckten Ketten. — *Ruopp, M.*: Präzisionsentfernungsmessung mit Geodimeter 6. — *Mayr, W.*: Zur Annäherung von Funktionen. — Nr. 2. *Hristov, W.*: Ausgangsparameter für das Erdellipsoid und die Formel für die Normalbeschleunigung. — *Ecker, E.*: Das äußere Schwerfeld der Niveaueugel und innere Massenverteilungen. — *Ehrnsperger, W.*: Ein Koordinatenarchiv auf Magnetband. — *Linkwitz, Kl.*: Einige Bemerkungen zum Fehlerfortpflanzungsgesetz und über die Einführung von Ersatzbeobachtungen. — *Koch, W.*: Entschädigung von Flurschäden infolge Vermessungsarbeiten. — *Hallert, G.*: Untersuchung von Stahlmeßbändern und Skalen mit photogrammetrischen Methoden. Nr. 3. *Höpcke, W.*: Einige Ergänzungen zur Theorie der Richtungsmessungen. — *Kakkuri, J.*: Über den Einfluß von Temperaturveränderungen auf das bei Stromübergängen benutzte automatische Doppelinstrument Zeiss Ni2. — *Grafarend, E.*: Chronometrische Nordbestimmung mit Vermessungskreiseln. — *Mihelcić, M.*: Die Anwendung der Theorie linearer Vektorräume auf die Ausgleichung bedingter Beobachtungen. — *Sonderheft Nr. 14.* Herausgeg. v. *Dipl.-Ing. H. Ahrens*: Berichte zum XII. Kongreß der Fédération Internationale des Géomètres (FIG) vom 2. bis 12. September 1968 in London. — Nr. 4. *Krauss, G.*: 150 Jahre Preußische Meßtischblätter. — *Witte, B.*: Die Berechnung von Schwerstörungen im Außenraum mit Hilfe des Greenschen Satzes. — *Kern, F.*: Zur Geometrie der räumlichen Affintransformation.

Contents

Franz Ackerl: Metric Photogrammetry with Colour Films.
 Paul Hörmannsdorfer: The Employment of the Geodimeter for Net Work Interpolation in the Vienna Urban Area.
 Kornelius Peters: Modern Physical Methods of Orientation.

Sommaire

Franz Ackerl: La photogrammétrie métrique avec films en couleurs.
 Paul Hörmannsdorfer: L'emploi du géodimètre à l'augmentation des Points fixes dans le territoire de la ville de Vienne.
 Kornelius Peters: Méthods physiques modernes d'orientation.

Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes:

o. Professor Dr. Franz Ackerl, 1190 Wien, Peter Jordan Straße 82.
 ORdVD Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Hörmannsdorfer, 1090 Wien, Grünentorgasse 16
 Hochschulassistent Dipl.-Ing. Kornelius Peters, 1040 Wien, Karlsplatz 13.