

Österreichische Zeitschrift  
für  
**Vermessungswesen**

REDAKTION:

Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Rohrer

emer. o. Professor  
der Technischen Hochschule Wien

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

**Karl Ledersteger**

o. Professor  
der Technischen Hochschule Wien

Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn.

**Josef Mitter**

Vorstand der Abteilung Erdmessung  
des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

**Nr. 4**

**Baden bei Wien, Ende August 1966**

**54. Jg.**

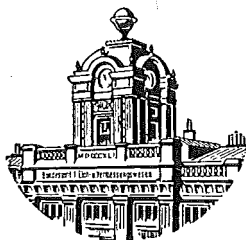
INHALT:

Abhandlungen:

- Zur Bedeutung der Anschlußrichtungen bei der Triangulation ..... P. Gleinsvik  
Über die Tangententachymeter (Schluß) ..... A. Tarczy-Hornoch  
Unabhängigkeit und schwache Abhängigkeit der Funktionen ausge-  
glichener Größen von einzelnen ursprünglichen Beobachtungen (Schluß) K. Kubik

Mitteilungen, Literaturbericht, engl.-franz. Inhaltsverzeichnis

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



Herausgegeben vom

**ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN**

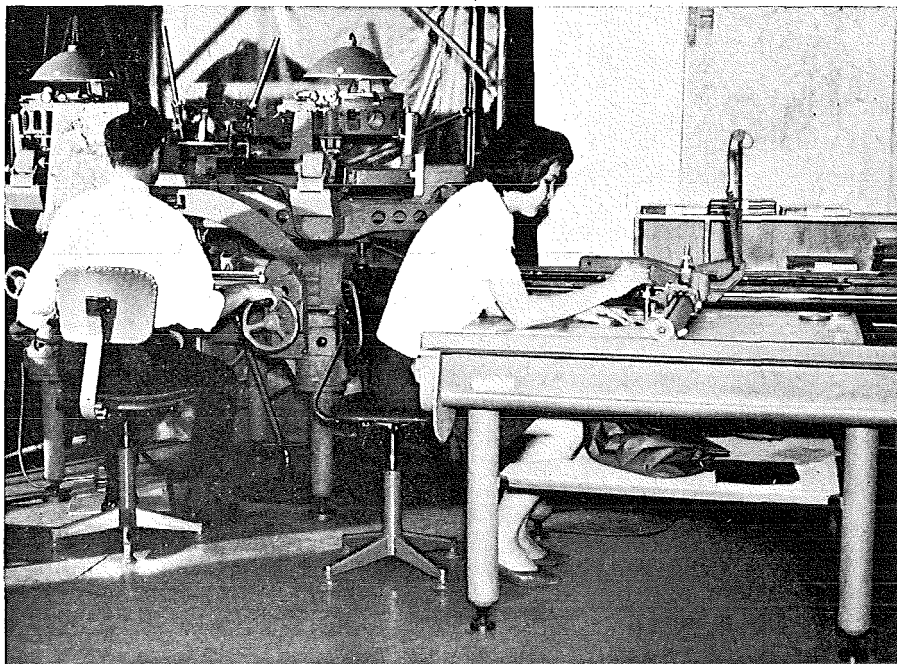
Offizielles Organ

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

**Baden bei Wien 1966**

---

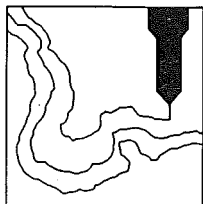
# Photogrammetrie-Operateur- ein interessanter Beruf!



Die neu gegründete **Schweizerische Schule für Photogrammetrie-Operateure** nimmt ihre Lehrtätigkeit auf.

Praktische Ausbildung von leistungsfähigen Instrumenten-Operateuren in ganztägigen Kursen von 6 Monaten Dauer. Vermittlung der für Operateure notwendigen theoretischen Grundlagen sowie der für die praktische Auswertetätigkeit erforderlichen Routine.

Diplomprüfung vor internationalen Experten.

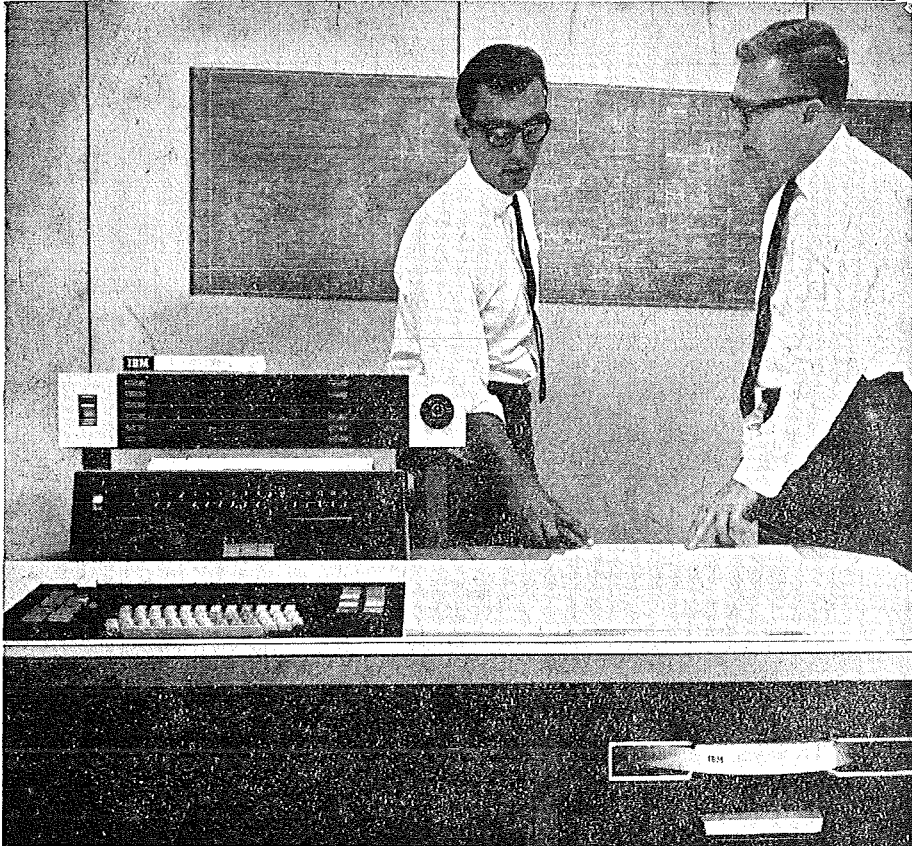


Beginn des ersten Kurses in deutscher evtl. auch in englischer Sprache am 31. Oktober 1966. Kurse in englischer und französischer Sprache ab Juni 1967, Kurse in englischer, französischer oder spanischer Sprache ab Januar 1968.

Prospekt und Anmeldeformulare erhalten Sie durch die **Schweizerische Schule für Photogrammetrie-Operateure, CH-9000 St. Gallen (Schweiz) Rosenbergstrasse 16.**

Anmeldeschluß für alle Kurse 2 Monate vor Beginn

---



## Der Elektronenrechner IBM 1130 für INGENIEURE, TECHNIKER UND WISSENSCHAFTLER

Er addiert 120.000 Zahlen pro Sekunde, hat die Größe eines Büroschreibtisches, kostet ab 20.000 Schilling Monatsmiete; kann aber auch stundenweise gemietet werden. Seine Bedienung ist leicht verständlich und seine Programmiersprache in einem einwöchigen Kurs erlernbar.

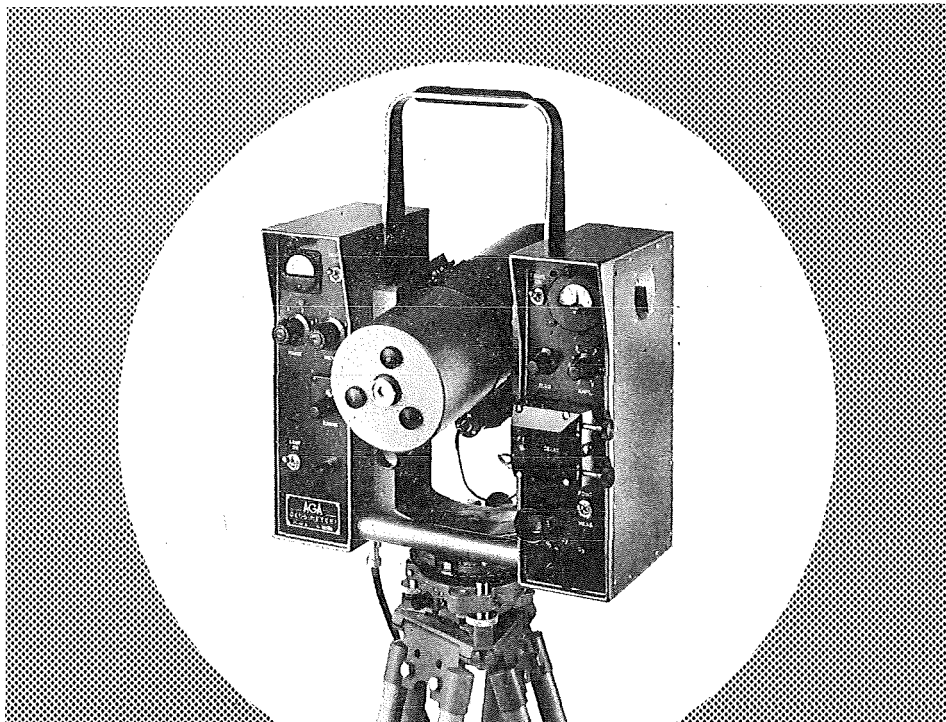
IBM Ingenieure zeigen die IBM 1130 in vollem Betrieb mit Rechenarbeiten aus der Praxis in Wien und den genannten Landeshauptstädten zu folgenden Terminen:

Salzburg	vom 12. 9. - 17. 9.
Innsbruck	26. 9. - 1. 10.
Bregenz	10. 10. - 15. 0.
Klagenfurt	24. 10. - 29. 0.
Graz	7. 11. - 12. 11.
Wien	21. 11. - 10. 12.

Anmeldung erbeten unter:

Tel.: 72 2 92 oder 75 7 83
28 1 60
39 88 oder 41 35
70 9 87
97 1 76 oder 95 4 01
63 12 94

# EIN LICHTSTRAHL ALS BANDMASS



## IM AGA-GEODIMETER MODELL 6

ermöglicht es Ihnen, **schneller, einfacher, genauer** und mit weniger Personal **als je zuvor** Distanz zu messen.

Schon **13 AGA-GEODIMETER** helfen **in Österreich** Vermessungsaufgaben auf das vorteilhafteste zu lösen.

Genauigkeit 10 mm + 2 mm/km (mittlerer Fehler)

Gewicht nur 16 kg

Distanz: 15 m – 25 km je nach Lampe und Sicht

Digitalablesung, Koaxiale Optik und Volltransistorisierung sowie ein bestens durchdachter Transportkasten erleichtern die Arbeit.

AGA – Lidingö 1 – Schweden

Fernruf: Stockholm 65 25 40

---

Alleinverkauf für Österreich

**DR. WILHELM ARTAKER**

1031 Wien III, Reiserstr. 6, Ruf: (0222) 731586△

Wiener Messe Halle M, Stand 1215–1219

---

# EINSCHRAUBEN

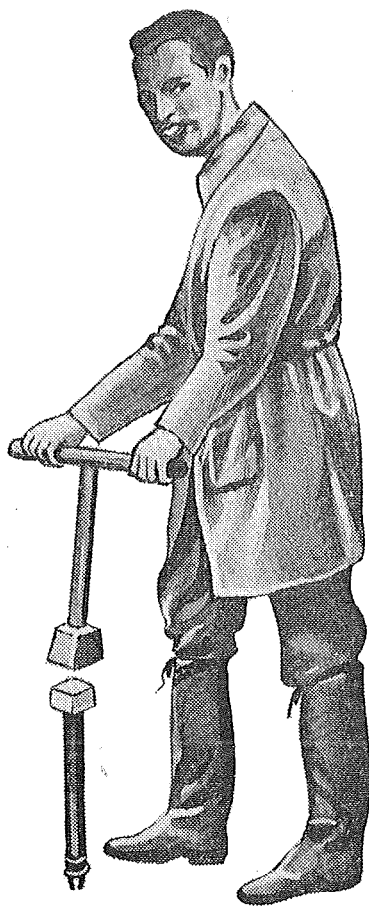
ist viel leichter,  
einfacher und billiger  
als alles bisher Übliche



Sie wiegen nur **2,5 kg**  
sind wirklich unverwüflich und  
mit nur  $\frac{1}{5}$  des bisherigen  
Aufwandes zu versetzen,

die neuen

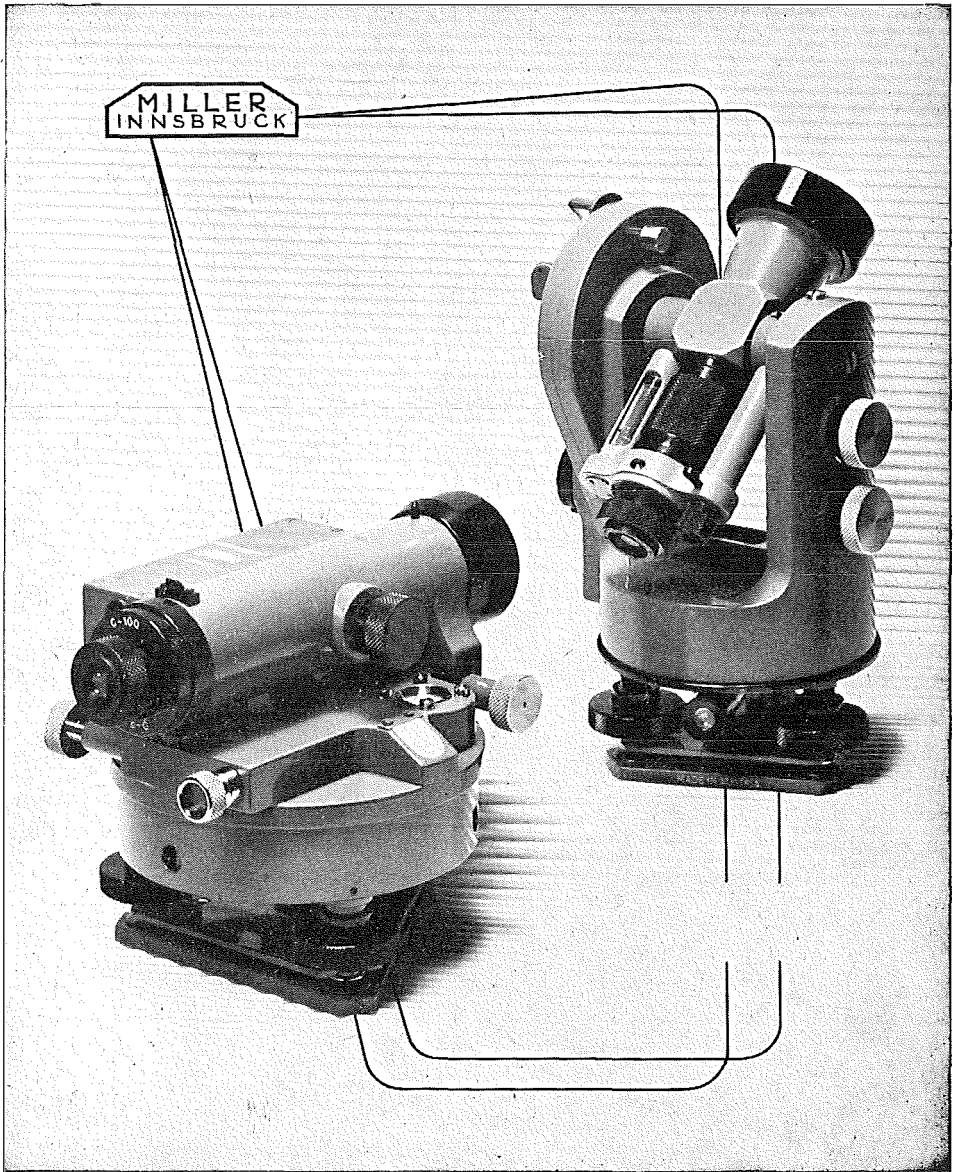
# GRENZMARKEN aus KUNSTSTOFF



Alleinverkauf in Österreich

**DR. WILHELM ARTAKER**

1031 Wien III, Reisnerstr. 6, Ruf: ((222) 7315 86 △  
Wiener Messe Halle M, Stand 1215-1219



OPTISCHE THEODOLITE  
AUTOMATISCHE UND LIBELLEN-NIVELLIERINSTRUMENTE

Gebrüder Miller, Gesellschaft m. b. H.

Kochstraße 6

A-6020 Innsbruck

*Wir empfehlen Ihnen:*

**FROMME<sup>s</sup>**

# PRÄZISIONS-KLEIN-KOORDINATOGRAPH Nr. 324a

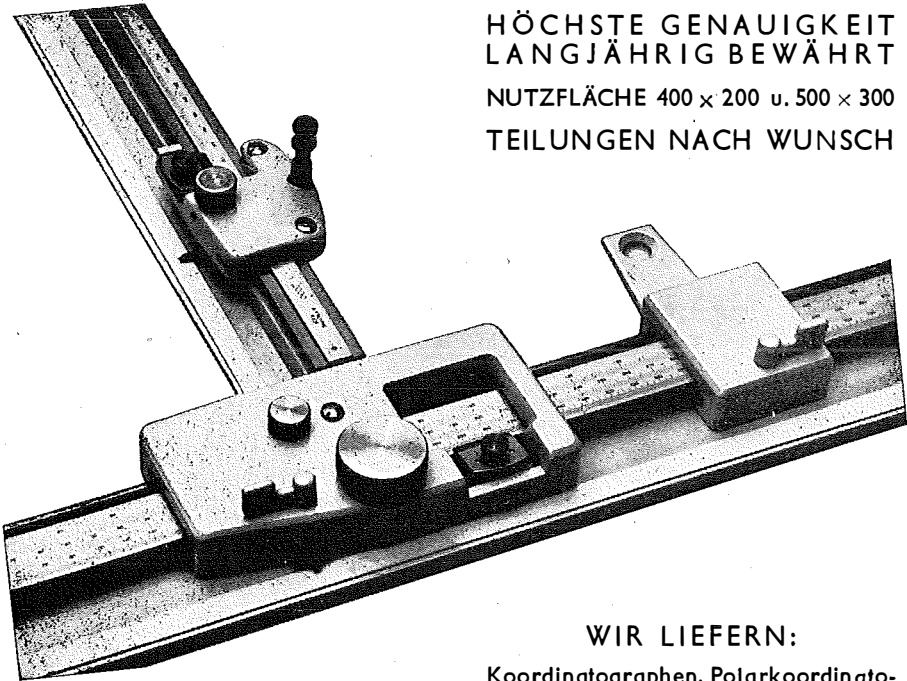
NEUESTE KONSTRUKTION  
MIT VIELEN VERBESSERUNGEN

ALLE ROLLEN KUGELGELAGERT

HÖCHSTE GENAUIGKEIT  
LANGJÄHRIG BEWÄHRT

NUTZFLÄCHE 400 x 200 u. 500 x 300

TEILUNGEN NACH WUNSCH



REPARATUREN VON  
INSTRUMENTEN U. GERÄTEN

WIR LIEFERN:

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

Prospekte und Angebote kostenlos



**ING. ADOLF FROMME**




Geodätische und kartographische Instrumente, Fabrik für Zeichenmaschinen

Gegr. 1835 1180 WIEN 18, HERBECKSTRASSE 27 Tel. (0222) 472294

# Nivellierinstrumente von hoher Präzision



	<b>NK 01</b> Bau-Nivellier
	<b>N 10</b> Kleines Ingenieur-Nivellier

	<b>N 2</b> Ingenieur-Nivellier
	<b>NA 2</b> Automatisches Ingenieur-Nivellier
	<b>N 3</b> Präzisions-Nivellier



Wild Heerbrugg Aktiengesellschaft,  
9435 Heerbrugg/Schweiz.

Alleinvertretung für Österreich:

## RUDOLF & AUGUST ROST

1151 WIEN XV, MÄRZSTRASSE 7 (Nähe Westbahnhof und Stadthalle)  
TELEFON: (0222) 92 32 31, 92 53 53, TELEGRAMME: GEOROST-WIEN



# 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. 4

Baden bei Wien, Ende August 1966

54. Jg.

---

## Zur Bedeutung der Anschlußrichtungen bei der Triangulation

Von *Paul Gleinsvik, Ås* (Norwegen)

### *Zusammenfassung*

In dem vorliegenden Aufsatz wird die Rolle der Anschlußrichtungen bei den Verdichtungs-triangulationen zum Gegenstand einer näheren Untersuchung gemacht, sowohl vom prinzipiellen als vom genauigkeitsmäßigen Gesichtspunkt aus. Als Hauptergebnis stellt sich heraus, daß die Weglassung der Anschlußrichtungen unter Umständen berechtigt sein kann, nämlich dann, wenn die Messung derselben sich nicht ohne beträchtliche zeitliche Einbuße durchführen läßt. Diese Feststellung folgt aus der nachgewiesenen Tatsache, daß die Anschlußrichtungen verhältnismäßig wenig die Genauigkeit der Triangulation beeinflussen. Auch sind sie nicht in prinzipieller Hinsicht für die Triangulation notwendig, abgesehen von dem Spezialfall, daß in einem Festpunkt nur eine einzige Neupunktichtung vorkommt.

### *Résumé*

Le présent article traite du rôle et de l'importance des directions de rattachement lors de la triangulation, aussi bien au point de vue du principe qu'au point de vue de la précision. Il est démontré que l'influence de ces directions sur la précision de la triangulation est relativement faible. En principe, elles ne sont d'ailleurs pas nécessaires pour la triangulation, sauf dans le cas où, à un point fixe, il n'existe qu'une seule direction nouvelle.

Il découle de ces constatations qu'en pratique la suppression de l'observation des directions de rattachement peut être justifiée dans certaines circonstances, à savoir quand leur mesure offre des difficultés qui exigent un supplément considérable de temps et de travail pour être surmontées.

### 1. Einleitung

Wer sich mit Verdichtungstriangulationen beschäftigt hat, wird zweifellos die Erfahrung gemacht haben, daß die Anschlußrichtungen in hohem Maße die praktische Durchführung der Triangulationen erschweren. Das ist besonders dann der Fall, wenn es sich um die Verdichtung eines Netzes erster Ordnung handelt, wobei die Anschlußrichtungen die Länge von etwa 30—50 km aufweisen, während die

anderen Seitenlängen viel weniger, etwa ungefähr 5 km betragen. Die Komplikationen bei den langen Visuren sind vor allem auf folgende drei Gründe zurückzuführen. Erstens: Die Messung derselben erfordert besonders günstige Sicht- und Beleuchtungsverhältnisse. Zweitens: Die langen Visuren bedingen in der Regel den Einsatz eines größeren Instrumentes, so daß man sich entweder mit zwei Theodoliten oder mit einem größeren und teureren Instrument, als es sonst nötig wäre, abfinden muß. Drittens: Lange Visuren komplizieren und verteuern die Signalisierung.

Aber welche Rolle spielen eigentlich die Anschlußrichtungen, und vor allem, wie beeinflussen sie die Genauigkeit der Triangulation? Die meisten Praktiker sind geneigt, den Anschlußrichtungen eine überaus große Bedeutung beizumessen, eine Einstellung, die sowohl in prinzipiellen als auch in genauigkeitsmäßigen Vorstellungen verankert ist.

## 2. Die prinzipielle Bedeutung der Anschlußrichtungen

Auf den ersten Blick erscheint es naheliegend, den Schluß zu ziehen, daß die Anschlußrichtungen für die geometrische Lösung der Triangulationsaufgabe prinzipiell notwendig sind. Bis jetzt bestand nämlich das übliche Berechtigungsverfahren aus zwei getrennten Stufen: zuerst, eine präliminare Orientierung der Satzserien der Festpunkte, und nachher, die Ermittlung der Koordinaten der Neupunkte. Ohne diese vorhergehende Orientierung in den Festpunkten, welche die Anschlußrichtungen ermöglichen, würde die zweite Stufe wesentlich erschwert werden. (Daß sich die Berechnung trotzdem durchführen läßt, ist bei Betrachtung der Ketteneinschaltung in Abb. 2 leicht einzusehen. Ohne Anschlußrichtungen wird sich die Berechnung wie folgt gestalten: ausgehend z. B. vom Pkt. A wird zuerst eine provisorische Berechnung der Kette in beliebigem Maßstab und beliebiger Orientierung durchgeführt. Die dadurch entstandene provisorische Figur erhält so ihre korrekte Lage und Orientierung durch eine Transformierung. In analoger Weise könnte man bei der Berechnung massiver Netze vorgehen.)

Nun besteht aber die strenge Lösung des Problems in einer gemeinsamen Behandlung des gesamten Beobachtungsmaterials nach der Methode der kleinsten Quadrate, also in *einer* Stufe anstelle von zweien. Dies bedeutet, daß die Orientierungswinkel der Festpunkte gemeinsam mit der Lage der Neupunkte bestimmt werden, und nicht wie üblich, durch eine partielle Ausgleichung. Bei dem exakten Berechnungsverfahren verlieren die Anschlußrichtungen somit ihre Bedeutung als notwendige „Ingredienzen“, abgesehen davon, daß die Ermittlung der Näherungskordinaten der Neupunkte erschwert wird, wenn keine Anschlußrichtungen vorhanden sind (diese Schwierigkeit aber ließe sich durch Näherungsmessungen der Anschlußrichtungen beheben). Das Näherungsverfahren in zwei Stufen wurde von der Rücksichtnahme auf eine Begrenzung des Berechnungsumfanges bestimmt. Nach Entwicklung der elektronischen Rechenmaschinen aber gibt es keinen Grund mehr, diesem Punkte noch länger irgendeine Bedeutung zuzumessen, und damit fällt auch die scheinbar prinzipielle Bedeutung der Anschlußrichtungen fort. Nur in dem Fall jedoch, daß in einem Festpunkt nur eine einzige Neupunkttrichtung vorkommt, ist die Mitnahme wenigstens einer Anschlußrichtung prinzipiell notwendig, weil sonst die Messung der Neupunkttrichtung umsonst gewesen wäre. In der Praxis wird

auch ausnahmsweise der Fall eintreten, wo die Beobachtung von Anschlußrichtungen notwendig wird, nämlich dann, wenn sonst die Punktbestimmung unterbestimmt würde (weniger Beobachtungen als die Anzahl der zu bestimmenden Größen).

### 3. Die ausgeführte numerische Untersuchung

#### 3.1. Beschreibung und Ergebnisse

Um Anhaltspunkte zur Beurteilung der Auswirkung der Anschlußrichtungen auf die Genauigkeit der Triangulation zu erhalten, wurden zwei Verdichtungsfälle, nämlich die Netzeinschaltung (Abb. 1) und die Ketteneinschaltung (Abb. 2) zum Gegenstand einer numerischen Untersuchung gemacht.

#### Netzeinschaltung

(Die Punkte A, B und C sind gegeben)

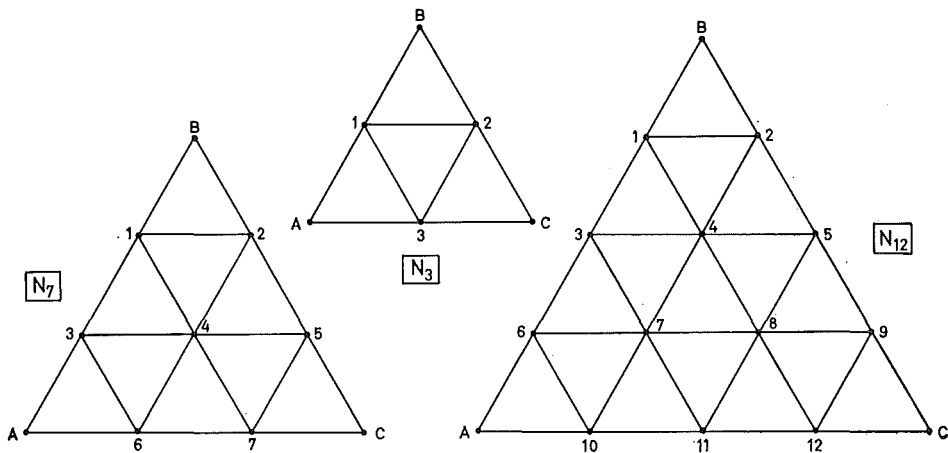


Abb. 1

#### Ketteneinschaltung

(Die Punkte A und B sind gegeben)

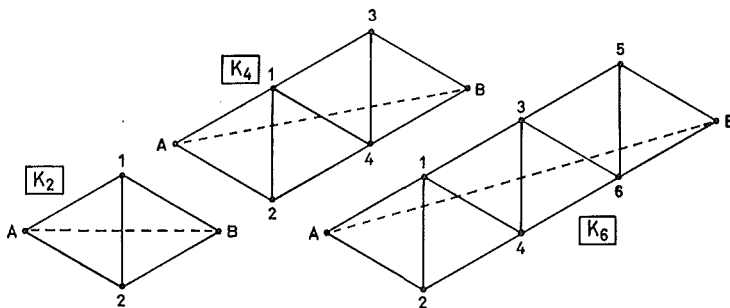


Abb. 2

In Abb. 1 wird jeweils ein gegebenes Dreieck A, B, C mit einem Netz verdichtet, während in Abb. 2 zwischen den zwei Festpunkten A und B Ketten eingeschaltet werden. In sämtlichen Fällen setzen sich die Probefiguren aus lauter gleichseitigen

und gleichgroßen Einzel-Dreiecken zusammen. Es werden Richtungsbeobachtungen von gleicher Genauigkeit vorausgesetzt, deren Gewicht einfachheitshalber gleich eins gewählt wird.

Zur Bezeichnung der angegebenen Fälle werden die Abkürzungen  $N_i$  und  $K_i$  verwendet, wobei  $N$  und  $K$  auf Netz- bzw. Ketteneinschaltung hinweisen, während  $i$  die Anzahl der Neupunkte angibt.

Die 6 Probestaturen wurden einer Untersuchung in bezug auf die Genauigkeit unterzogen, und zwar im Hinblick auf die beiden Alternativen:

1. Sämtliche Anschlußrichtungen (6 Anschlußrichtungen in den  $N$ - und 2 in den  $K$ -Fällen) werden beobachtet.

2. Sämtliche Anschlußrichtungen werden weggelassen.

Außer den Anschlußrichtungen sind sämtliche in den Abb. 1 und 2 angegebenen Richtungen gemessen, d. h. nur die Richtungen zwischen Nachbarpunkten, also keine „übergreifende“ Visuren. Der Untersuchung wurde die vermittelnde Ausgleichung (Koordinatenausgleichung) zugrunde gelegt. Die Fehlergleichungssysteme wurden „manuell“ aufgestellt und die nachfolgende Bearbeitung derselben „elektronisch“ durchgeführt. Primär wurden die Gewichtskoeffizienten der Koordinaten der Neupunkte ermittelt, auf Grund welcher man die verschiedenen Genauigkeitskriterien nachträglich berechnete. Die numerischen Ergebnisse dieser Berechnungen sind den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen (zu den Tabellenwerten über die mittleren Fehler gehört überall  $\frac{S}{\rho} m_r$  als Faktor hinzu, wobei  $S$  die Seitenlänge der gleichgroßen und gleichseitigen Dreiecke ist, welche die „Bausteine“ der Probestaturen darstellen, und  $m_r$  den mittleren Richtungsfehler bedeutet.)

Tabelle 1. Genauigkeitsangaben für die Neupunkte

(Die Klammerwerte beziehen sich auf die Weglassung sämtlicher Anschlußrichtungen)

Probestatur	Punkt	Mittlerer Punktfehler M	$\Delta M$ in %	Achsenverhältnis der Fehlerellipsen A:B	Orientierung der Fehlerellipsen $\varphi_A$
$N_3$	1, 2, 3	1,055 (1,112)	+ 5,4	1,690 (1,592)	33,33% ( 33,33%)
$N_7$	1, 2, 3, 5, 6, 7	1,238 (1,339)	+ 8,2	1,565 (1,454)	24,98 ( 25,20)
	4	1,122 (1,247)	+11,1	1,000 (1,000)	Kreisf. (Kreisf.)
$N_{12}$	1, 2, 6, 9, 10, 12	1,371 (1,503)	+ 9,6	1,602 (1,448)	20,60 ( 21,42)
	3, 5, 11	1,513 (1,689)	+11,6	1,258 (1,211)	33,33 ( 33,33)
	4, 7, 8	1,294 (1,474)	+13,9	1,164 (1,128)	0,00 ( 0,00)
$K_2$	1,2	1,211 (1,258)	+ 3,9	1,587 (1,472)	100,00 (100,00)
$K_4$	1,4	1,539 (1,589)	+ 3,2	2,021 (1,751)	80,02 ( 79,22)
	2,3	1,581 (1,649)	+ 4,3	1,685 (1,473)	113,17 (112,63)
$K_6$	1,6	1,843 (1,920)	+ 4,2	2,212 (1,815)	75,99 ( 75,19)
	2,5	1,859 (1,956)	+ 5,2	1,833 (1,517)	118,87 (118,48)
	3,4	2,241 (2,339)	+ 4,4	2,125 (1,744)	85,87 ( 84,96)

(Die in der letzten Kolonne angeführten Werte für die Richtungswinkel der großen Achsen der Fehlerellipsen der Neupunkte beziehen sich auf die ersten in der zweiten Kolonne angegebenen Punkte. Infolge der Symmetrie der Probefiguren lassen sich auf Grund dieser Werte der  $\varphi_A$  die entsprechenden Werte der übrigen Punkte ohne weiteres ableiten. Die Richtungswinkel beziehen sich auf die  $x$ -Achse, parallel zur Längskante der Druckseite. In sämtlichen Tabellen sind die maximalen prozentualen Ausschläge der mittleren Fehler der verschiedenen Kriterien mit fettem Druck ausgeführt.)

Tabelle 2. *Azimut- und Seitengenauigkeit*

(Die Klammerwerte beziehen sich auf die Weglassung sämtlicher Anschlußrichtungen)

Probefigur	Seite	Azimutgenauigkeit $M_A$	$\Delta M$ in %	Seitengenauigkeit $M_S$	$\Delta M_s$ in %
$N_3$	B-1	0,537 (0,592)	+10,2	0,908 (0,941)	+3,6
	1-2	0,845 (0,845)	0	0,794 (0,794)	0
$N_7$	B-1	0,675 (0,765)	+13,3	1,038 (1,098)	+5,8
	1-2	0,864 (0,871)	+ 0,8	0,850 (0,857)	+0,8
	1-3	0,603 (0,624)	+ 3,5	1,186 (1,192)	+0,5
	1-4	0,776 (0,781)	+ 0,6	0,811 (0,814)	+0,4
$N_{12}$	B-1	0,748 (0,870)	<b>+16,3</b>	1,149 (1,225)	<b>+6,6</b>
	1-2	0,890 (0,910)	+ 2,2	0,881 (0,903)	+2,5
	1-3	0,692 (0,716)	+ 3,5	1,213 (1,223)	+0,8
	1-4	0,785 (0,796)	+ 1,4	0,828 (0,841)	+1,6
	3-4	0,797 (0,803)	+ 0,8	0,842 (0,842)	0,0
	4-8	0,665 (0,673)	+ 1,2	0,820 (0,820)	0,0
$K_2$	A-1	0,758 (0,804)	+ 6,1	0,944 (0,968)	+2,5
	1-2	1,095 (1,155)	+ 5,5	0,816 (0,816)	0,0
$K_4$	A-1	0,726 (0,819)	+12,8	1,356 (1,362)	+0,4
	A-2	0,876 (0,980)	+11,9	1,317 (1,326)	+0,7
	1-2	1,017 (1,038)	+ 2,1	1,007 (1,010)	+0,3
	1-3	0,862 (0,864)	+ 0,2	1,185 (1,210)	+2,1
	1-4	0,805 (0,808)	+ 0,4	0,847 (0,847)	0,0
$K_6$	A-1	0,790 (0,945)	<b>+19,6</b>	1,665 (1,671)	+0,4
	A-2	0,942 (1,113)	+18,2	1,603 (1,608)	+0,3
	1-2	1,016 (1,069)	+ 5,2	1,274 (1,276)	+0,2
	1-3	0,797 (0,812)	+ 1,9	1,315 (1,327)	+0,9
	1-4	0,867 (0,888)	+ 2,4	1,026 (1,026)	0,0
	2-4	0,935 (0,962)	+ 2,9	1,453 (1,472)	<b>+1,3</b>
	3-4	0,962 (0,962)	0,0	0,946 (0,951)	+0,5

### 3.2. Diskussion der Ergebnisse

#### 3.2.1. Die mittleren Punktfehler und die Fehlerellipsen

Der Vergleich der zwei Alternativen (mit und ohne Anschlußrichtungen) muß sich vor allem auf die aus zwei Fällen resultierenden mittleren Punktfehler stützen.

Dies Genauigkeitskriterium drückt nämlich die Lageunsicherheit der Neupunkte explizit aus, und zwar in der Bedeutung, vom Abstand zwischen der korrekten und tatsächlichen Punktlage. In zweiter Linie interessiert auch das Achsenverhältnis der Fehlerellipsen und ebenso deren Orientierung.

Die Angaben der m. Punktfehler der Tabelle 1 lassen den Schluß zu, daß der Genauigkeitsverlust, verursacht durch die Weglassung der Anschlußrichtungen, mit der Größe der Netzfigur (Anzahl der Neupunkte) zunimmt. Die größte Zunahme des m. Punktfehlers trifft für die Punkte 4, 7 und 8 bei  $N_{12}$  ein und beträgt 13,9%. Ebenso ist ersichtlich, daß sich der Verlust für die  $N$ -Fälle stärker auswirkt als für die  $K$ -Fälle, was sich ohne weiteres durch die kleinere Anzahl der Anschlußrichtungen in den  $K$ -Fällen erklären läßt. Um eine klarere Einsicht in die Zusammenhänge zwischen Genauigkeitsverlust und der Anzahl der weggelassenen Anschlußrichtungen zu gewinnen, wurde für die Probefigur  $N_{12}$  eine zusätzliche Untersuchung angestellt, deren Ergebnisse in der Tabelle 3 zusammengestellt sind.

Tabelle 3. Die mittleren Punktfehler bei verschiedener Anzahl der Anschlußrichtungen

Probe- figur	Punkt	Die mittleren Punktfehler				
		A, B, C	keine	A	A, B	A, B, $\frac{1}{2}$ C
$N_{12}$	1	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,463 (+6,7)	1,398 (+2,0)	1,378 (+0,5)
	2	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,469 (+7,1)	1,405 (+2,5)	1,380 (+0,7)
	3	1,513	1,689 (+11,6)	1,620 (+7,0)	1,551 (+2,5)	1,523 (+0,6)
	4	1,294	1,474 (+13,9)	1,414 (+9,3)	1,345 (+3,9)	1,307 (+1,0)
	5	1,513	1,689 (+11,6)	1,642 (+8,5)	1,577 (+4,2)	1,530 (+1,1)
	6	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,438 (+4,9)	1,398 (+2,0)	1,378 (+0,5)
	7	1,294	1,474 (+13,9)	1,414 (+9,3)	1,345 (+3,9)	1,307 (+1,0)
	8	1,294	1,474 (+13,9)	1,414 (+9,3)	1,359 (+5,0)	1,311 (+1,3)
	9	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,469 (+7,1)	1,433 (+4,5)	1,387 (+1,2)
	10	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,438 (+4,9)	1,405 (+2,5)	1,380 (+0,7)
	11	1,513	1,689 (+11,6)	1,620 (+7,0)	1,577 (+4,2)	1,530 (+1,1)
	12	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,463 (+6,7)	1,433 (+4,5)	1,387 (+1,2)

Die Kolonne A, B, C enthält die m. Punktfehler, die sich bei der Messung sämtlicher Anschlußrichtungen ergeben. Die folgenden Rubriken geben die entsprechenden Werte bei der Mitnahme von 0, 2, 4 und 5 Anschlußrichtungen wieder. In den Klammern sind die prozentualen Zunahmen der m. Punktfehler im Verhältnis zum A, B, C-Fall angegeben. Die Tabelle läßt einen fast linearen Zusammenhang zwischen den maximalen Ausschlägen der Einbuße an Lagegenauigkeit einerseits und der Anzahl der weggelassenen Anschlußrichtungen andererseits feststellen.

Kehren wir zur Tabelle 1 zurück und richten die Aufmerksamkeit auf die Daten der Fehlerellipsen, so fällt als erstes die Tatsache auf, daß sich die Weglassung der Anschlußrichtungen günstig auf das Achsenverhältnis der Fehlerellipsen ausgewirkt hat. Weiter wird deutlich, daß die Orientierung der Fehlerellipsen nur wenig berührt wird. (Die größte festgestellte Drehung der Fehlerellipsen beträgt 0,9°.)

### 3.2.2. Die Genauigkeit der Azimute und der Seiten

Da die Vermutung naheliegt, daß die Weglassung der Anschlußrichtungen sich vor allem auf die Azimutgenauigkeit negativ auswirken wird, ist auch dies Genauigkeitskriterium berücksichtigt worden und zusätzlich noch die Genauigkeit der Seitenlängen. Diese Kriterien sind der Tabelle 2 zu entnehmen (infolge der Symmetrie der Probefiguren genügen die in der zweiten Kolonne angegebenen Seiten). Die Angaben der Tabelle 2 bestätigen die Vermutung, daß die Weglassung der Anschlußrichtungen die Azimutgenauigkeit stärker beeinflußt als die Lagegenauigkeit ( $\Delta M_{A_{max}} = 19,6\%$  gegenüber  $13,9\%$  für die m. Punktfehler). *Besonders werden jene Seiten, die von den Festpunkten ausgehen, von diesem Genauigkeitsverlust betroffen.* Ebenso wird klar, daß die Ketteneinschaltung etwas ungünstiger reagiert in bezug auf die Azimutgenauigkeit als die Netzeinschaltung ( $19,6\%$  gegenüber  $16,3\%$  als maximale Ausschläge).

Ein Vergleich zwischen der Seiten- und der Lagegenauigkeit läßt vor allem die Tatsache feststellen, daß die Weglassung der Anschlußrichtungen *die absolute Genauigkeit stärker berührt als die relative.* Die Ausschläge für die Seitengenauigkeit sind nämlich eindeutig geringer als jene der m. Punktfehler. Im übrigen lassen die Angaben über die m. Punktfehler und diejenigen der Seitengenauigkeit die interessante Feststellung zu, daß bei der Netzeinschaltung in einem Fixpunktdreieck, sowohl die absolute als auch die relative Genauigkeit für die Punkte, welche dem Schwerpunkt des gegebenen Dreiecks am nächsten gelegen sind, ihr Maximum erreichten. Bei der Ketteneinschaltung dagegen ist dies nur für die relative Genauigkeit der Fall, jedoch nicht für die absolute (die m. Punktfehler erreichen sogar ihre größten Werte für die in der Mitte gelegenen Punkte).

## 4. Schlußfolgerungen

Man kann wohl kaum sagen, daß die Ergebnisse der ausgeführten Untersuchung, wie sie aus den Tabellen 1, 2 und 3 hervorgehen, die allgemein verbreitete Auffassung von den Anschlußrichtungen als Grundpfeiler bei der Triangulation bekräftigen. Diese Ansicht gewinnt umso mehr an Bedeutung, weil man damit rechnen muß, daß die Angaben der Tabellen die Weglassung der Anschlußrichtungen eher in einem zu ungünstigen Licht erscheinen lassen. Dies hängt damit zusammen, daß die ermittelten Werte des Genauigkeitsverlustes auf der Voraussetzung basieren, daß der Wert von  $m_r$  konstant ist, also unabhängig davon, ob die Anschlußrichtungen gemessen worden sind oder nicht. In Wirklichkeit aber, verhält es sich so, daß die Mitnahme der Anschlußrichtungen in der Regel eine Steigerung von  $m_r$  bedingt, weil die Beobachtung langer Visuren schwieriger ausfällt als die kurzer. Das wird jedenfalls dann zutreffen, wenn die Beobachtungsverhältnisse nicht die allerbesten sind. Es besteht daher Grund, damit zu rechnen, daß der Genauigkeitsverlust durch die Weglassung der Anschlußrichtungen im großen und ganzen weniger in Mitleidenschaft gezogen wird als aus den Tabellen 1 und 2 hervorgeht.

Nach allem, was bisher gesagt wurde, dürfte die angestellte Untersuchung wohl zu folgender Schlußfolgerung berechtigen:

Die Anschlußrichtungen spielen in bezug auf die Genauigkeit bei der Triangulation eine verhältnismäßig bescheidene Rolle. In der Praxis ist daher bei der Durch-

führung von Triangulationen eine beträchtliche „Investierung“ in die Anschlußrichtungen wohl kaum lohnend. Das zuletzt Gesagte ist so zu verstehen, daß man die Anschlußrichtungen nur messen sollte, wenn sich die Verhältnisse hierfür als gut erweisen. Auf der anderen Seite sollte man aber keine Bedenken hegen, sie einfach auszulassen, wenn ihre genaue Messung mit einem bedeutenden Mehraufwand an Zeit und Mühe verbunden ist. Im letzten Falle kann eine „grobe“ Messung von Anschlußrichtungen mit Rücksicht auf die Berechnung der provisorischen Werte der Koordinaten der Neupunkte vor der Ausgleichung vorteilhaft sein.

Durch die Feststellung, daß die Anschlußrichtungen ohne besondere Nachteile weggelassen werden können, eröffnet sich unter anderem die Möglichkeit für eine Erweiterung des Verwendungsgebietes der Kombination von elektronischer Distanzmessung und gewöhnlicher Triangulation. Es wird hier auf den Fall angespielt, bei welchem zuerst ein grobmaschiges Fixpunktsystem durch Trilateration etabliert wird, deren weitere Verdichtung durch Triangulation erfolgt. Wird dann bei der letzteren auf Anschlußrichtungen verzichtet, so steht dem nichts im Wege, daß die Seitenlängen des Trilaterationsnetzes die geodätische Sichtweite überschreiten. Ebenfalls wird man unabhängig von der Existenz geometrischer Sichtverbindungen zwischen den Trilaterationspunkten. Dies wird nicht zuletzt von Bedeutung sein, wenn bei der elektronischen Distanzmessung Methoden verwendet werden, welche auf Zusammenarbeit zwischen Grundstationen und Flugzeugen beruhen, wie dies z. B. bei der Shoran-Methode der Fall ist.

## Über die Tangententachymeter

Von *Antal Tarczy-Hornoch*, Ödenburg

(Schluß)

Zu einem jeden Strich  $u$  der Tangensteilung ist folglich von der gewählten Konstante  $C$  abhängig ein zur Bestimmung des Höhenunterschiedes dienender  $o$ -Strich nach Gl. (5) zuzuordnen bzw. in die Tangensskala einzutragen. Dies ist nur bei  $C = 1$  nicht erforderlich, da in diesem Falle

$$o = 2 u \quad \dots (6a)$$

ist, d. h. der zur Höhenbestimmung dienende Strich  $o$  mit einem der weiteren Tangensstriche zusammenfällt. Bei  $u = 1$  ist  $o = 2$ , bei  $u = 2$  wird  $o = 4$ , bei  $u = 3$  dann  $o = 6$ . Weiter können wir meist nicht gehen, denn mehr als drei Tangensstriche erscheinen in der Regel nicht im Gesichtsfeld des Fernrohres und von einer Kippung des Fernrohres, als von einem unwirtschaftlichen Vorgang wollen, wir Abstand nehmen. Wir ersehen daraus — was auch naheliegend ist — daß die Multiplikationskonstante eins wegen der später zu behandelnden Refraktionseinflüsse nur bei Höhenunterschieden bis etwa 2 m entsprechen kann, da ja hier  $h = L$  ist. In diesem Falle erzielen wir aber eine relativ sehr große Genauigkeit im Höhenunterschied, da die Ablesefehler an der Latte nur mit eins multipliziert in die Höhe eingehen.

Wenn  $h > 2$  m wird, so ist in der Regel eine größere Multiplikationskonstante für die Höhenbestimmung erforderlich. Man wählt dann vorteilhaft  $C = 10$ . In diesem Falle wird nach Gl. (6):

$$o = 1,1 u = u + 0,1 u$$



d. h. der Strich für die Höhe muß von  $u$  mit  $0,1 u$  weitergezeichnet und nachher auf den Zylinder projiziert werden. Bei  $h > 20$  m kann man  $C = 20$ , bei  $h > 40$  m  $C = 50$  oder  $C = 100$  verwenden, wobei:

für  $C = 20$ :  $o = u + 0,05 u$ , für  $C = 50$ :  $o = u + 0,02 u$  und für  $C = 100$ :  $o = u + 0,01 u$  usw. wird. Da hier die Höhenstriche keine zusammenhängenden Kurven bilden, so stört die Verwendung von mehreren Konstanten nicht.

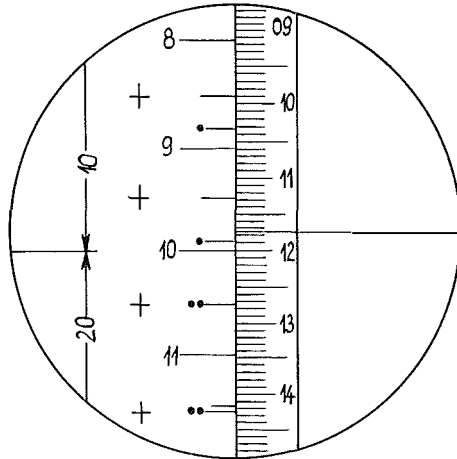


Abb. 7

Man kann so  $C$  z. B. in 1, 10, 20, 50 und 100 wählen, oder aber je nach dem Zweck der Vermessung sich etwa mit 1, 10 und 50 begnügen. Um Verwechslungen zu vermeiden, kann man z. B. Striche für 10 am Ende des Striches mit einem, jene für 20 mit zwei Punkten bezeichnen (vgl. Abb. 7) und dabei dafür sorgen, daß die Höhenstriche immer in den gleichen Intervallen liegen sollen, die mit der Multiplikationskonstante 100 zur Bestimmung der Horizontaldistanz dienen. So kann man dann in einem Intervall auch zwei Höhenstriche, z. B. mit den Multiplikationskonstanten 10 und 20 anordnen, oder aber auch ohne diese in derselben Lage des Fernrohres die Höhe mit dem Höhenstrich eines jeden Intervalls, also mehrfach bestimmen.

Wie sind nun die Multiplikationskonstanten der Höhe zu wählen, damit die Höhenstriche in dieselben Intervalle fallen sollen? In diesem Falle dient nämlich bei der Höhenbestimmung als der zur Ablesung der Latte erforderliche zweite Strich immer der nächstgelegene mit algebraisch kleinerer Zahl bezifferte Tangensstrich. Die Bedingung dafür, daß der Höhenstrich in dasselbe Intervall falle, ergibt sich aus Gl. (5) dadurch, daß dabei  $o - u \leq 1$  sein muß. Daraus die Bedingung:

$$o - u = \frac{u}{C} \leq 1 \quad \dots (7)$$

d. h.

$$C \geq u$$

Man wird folglich zweckmäßig die Höhenstriche mit  $C = 10$  bis  $u = 10$ , jene mit  $C = 20$  bis  $u = 20$ , die mit  $C = 50$  bis  $u = 50$  und die mit  $C = 100$  bis  $u = 100$ , d. h. bis zum Höhenwinkel  $50^\circ$  wählen. Sollten steilere Zielungen vorkommen, so kann entweder  $C = 200$  gewählt werden, oder man kann  $C = 100$  beibehalten, in welchem Falle der Höhenstrich bis  $u = 200$  in das nächste Intervall fällt.

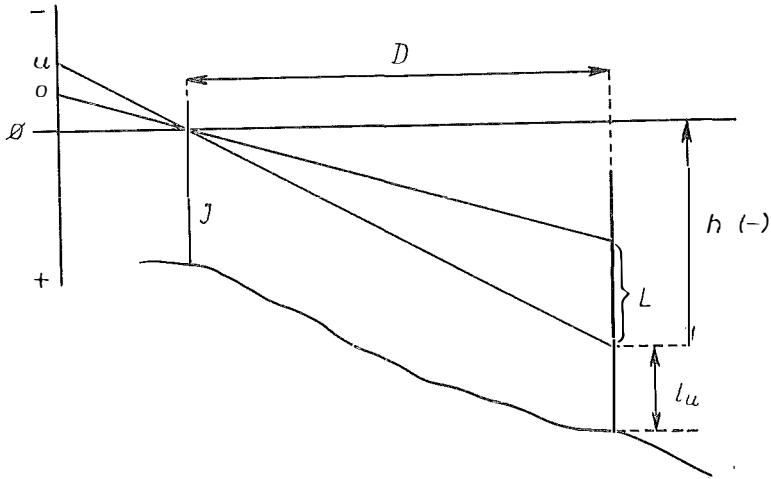


Abb. 8

Bei Zielungen nach tiefer liegenden Punkten gelten bei Berücksichtigung, daß  $tg(\alpha + \omega)$  und  $tg \alpha$ , somit auch  $o$  und  $u$  negativ sind, dieselben Beziehungen. Die Ablesungen an der von Null aufwärts gehenden Skala der Abb. 8 sind somit, ähnlich wie bei *Sanguet*, negativ und dementsprechend liegt der algebraisch kleinere  $u$ -Wert weiter vom  $O$ -Wert der Skala, als der obere. Nach Gl. (5) wird in diesem Falle auch  $C$  negativ und man erhält daher aus Gl. (6) z. B. für  $C = -10$  die Beziehung:

$$o = \frac{-10 + 1}{-10} u = u - 0,1 u$$

Für  $u = -4$  erhalten wir daraus also  $o$  in  $-3,6$ .

Wir haben bisher für  $C$  der Höhenbestimmung zwei zu erfüllende Bedingungen gestellt: Aus der Bedingung, daß der Höhenstrich in dasselbe, die Horizontaldistanz mit der Multiplikationskonstante 100 bestimmende Intervall falle, folgt nach (7) die Bedingung  $C \geq u$ . Aus der Bedingung, daß der Lattenabschnitt zur Bestimmung von  $h$  (in Metern) nicht größer als 2 m werde, folgt  $C \geq \frac{h^m}{2}$ . Es soll nun gezeigt werden, daß beide Bedingungen bis zu einer Horizontaldistanz von 200 m einander nicht widersprechen. Die zweite Bedingung besagt, daß zur Höhenbestimmung (wegen der Refraktion) nur ein Lattenabschnitt  $L \leq 2$  m verwendet werden soll. Nach Abb. 1 genügt aber — unabhängig von dem Höhenwinkel der Ziellinie bzw. der Höhenlage des zu bestimmenden Punktes — für ein Intervall der Tangensskala zur Bestimmung der Horizontaldistanz bis 200 m ein Lattenabschnitt  $L$  von 2 m. Infolge der Erfüllung der ersten Bedingung liegt aber der Höhenstrich *innerhalb*

des in Frage stehenden Intervalls, weshalb der Höhenstrich die Latte innerhalb dieses 2 m Lattenabschnittes treffen muß. Beide Bedingungen widersprechen sich folglich nicht und stehen miteinander in Einklang. Im Falle, daß der Höhenstrich in das nächste Intervall fällt, also bei  $|\alpha| > |50^{\circ}|$ , kann man bei  $L = 2$  m und bei 2 Intervallen der Tangensskala nur bis 100 m Horizontaldistanz gehen.

Für kleine Horizontaldistanzen braucht man kleinere Lattenabschnitte, als 2 m; bzw. von 100 m Horizontaldistanz abwärts kann man den 2 m Lattenabschnitt zur Bestimmung der Horizontaldistanz mit dem doppelten Intervall, d. h. mit einer Multiplikationskonstante 50, und von 50 m abwärts mit dem vierfachen Intervall, d. h. mit einer Multiplikationskonstante 25 verwenden. Für die Höhenbestimmung genügen die Höhenstriche in den einzelnen Intervallen, weil die hierfür geltenden Multiplikationskonstanten meist sowieso wesentlich kleiner als 100 sind. Erforderlichenfalls können wir die Höhenunterschiede mit den Höhenstrichen von mehreren Intervallen, also mehrfach bestimmen, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß die einzelnen Höhenunterschiede sich auf verschiedene, dem jeweiligen  $u$ -Tangensstrich entsprechende Lattenpunkte beziehen.

Die Zweckmäßigkeit der erörterten, mit der von *Stampfer* angegebenen Beziehung nutzbar gemachten Höhenskala, wird dann besonders offenkundig, wenn wir diese Höhenbestimmung mit den bisherigen Methoden der Höhenbestimmung bei den Tangententachymetern vergleichen.

*Laska* geht in seiner bereits erwähnten Konstruktion (Vgl. [19]) von der oberen Zielung des Tachymeters aus. Er liest in dieser Lage des Fernrohres an einer eigens berechneten und auf dem Höhenkreis aufgetragenen Skala jenen Winkelwert ab, mit dem man am Okularmikrometer einen Faden verstellen muß, um so an der Latte in bezug auf die obere Zielung den hundertsten Teil des Höhenunterschiedes zu erhalten. Zwischen Höhen- und Tiefenwinkeln muß das Okularmikrometer um  $200^{\circ}$  verdreht werden. Und man kann dabei nur eine Konstante für die Höhenbestimmung verwenden. Eine nähere Analyse der *Stampferschen* Höhenformel wäre also für ihn sicherlich von Nutzen gewesen.

Es sei bemerkt, daß auch bei unserem Vorschlag der Bezugsstrich der Tangensskala der obere sein kann. Aus Gl. (6) folgt in diesem Falle:

$$u = \frac{C}{C+1} o \quad \dots (8)$$

Bei  $C = 10$  würde dann  $u = \frac{10}{11} o$  sein. Die vorherige Gl. (6) ist einfacher, aber auch die Gl. (8) ist noch immer wesentlich einfacher, als die *Laskasche* Lösung. Bei letzterer würde schon die Auftragung unserer Höhenskala auf den festen Höhenkreis insofern eine merkbliche Vereinfachung bedeuten, daß man die Ablesevorrichtung auf diesen einstellen, und in dieser Lage die Latte ablesen könnte. Ähnliche Lösungen sind zur Bestimmung des Höhenunterschiedes auch an jenen, bereits erwähnten Tachymetern möglich, in deren Ablesemikroskop des Höhenkreises der Tangens des Höhenwinkels erscheint. Bei Verwendung der waagrechten Latte zur Bestimmung der Horizontaldistanz kann zur Höhenunterschiedbestimmung auch die mit cm-Teilung versehene Haltesäule der waagrechten Latte verwendet werden.



beseitigen. Hier soll zunächst der Fall behandelt werden, bei welchem man den sonst sich nicht drehenden Höhenkreis mit der Tangens- und Höhenskala so verstellt, daß der untere Tangensstrich im Gesichtsfeld mit einem ganzen dm zusammenfällt. Die hierzu erforderliche Höhenveränderung an der Latte beträgt offenkundig höchstens 5 cm entweder aufwärts oder abwärts.

Es soll nun der Einfluß der vorher erwähnten Verstellung der Skala auf die Horizontalabstand und auf den Höhenunterschied untersucht werden, wobei in beiden höchstens ein Fehler von  $\pm 5$  cm zugelassen erscheint. Noch günstiger wäre aber, diesen Fehler auf 2,5 cm zu beschränken. Zur Herleitung der beiden Vernachlässigungen gehen wir von den Beziehungen nach Abb. 9 aus.

Bei der Horizontalabstand wird bei der Verstellung des Höhenkreises um den Betrag  $x'$  (max. 5 cm) an der Latte der Höhenkreis mit der Tangensskala um den Betrag  $\varepsilon = \frac{\widehat{\varepsilon}}{\rho}$  verdreht, wobei

$$\widehat{\varepsilon} = \frac{x' \cos \alpha}{D / \cos \alpha} = \frac{x' \cos^2 \alpha}{D} \quad \dots (9)$$

ist. Dementsprechend wird mit Hilfe des von dem Höhenwinkel  $\alpha$  abhängigen, aber jetzt unverändert gebliebenen, distanzmessenden Winkel  $\omega_{\alpha, D}$  an der Latte an Stelle von  $L$  nun  $L'$  abgelesen. Es gelten aber die Beziehungen:

$$D \{ \operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D} + \varepsilon) - \operatorname{tg}(\alpha + \varepsilon) \} = L'$$

$$\text{bzw.} \quad D = \frac{L'}{\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D} + \varepsilon) - \operatorname{tg}(\alpha + \varepsilon)} \quad \dots (10)$$

Durch Reihenentwicklung nach  $\varepsilon$  und bei Vernachlässigung der kleinen Glieder höherer Ordnung wird daraus:

$$D = \frac{L'}{\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) - \operatorname{tg} \alpha} - L' (\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) - \operatorname{tg} \alpha)^{-2} \left( \frac{1}{\cos^2(\alpha + \omega_{\alpha, D})} - \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right) \widehat{\varepsilon}$$

Da aber:

$$\begin{aligned} & (\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) - \operatorname{tg} \alpha)^{-2} \left( \frac{1}{\cos^2(\alpha + \omega_{\alpha, D})} - \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right) = \\ & = (\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) - \operatorname{tg} \alpha)^{-2} (\operatorname{tg}^2(\alpha + \omega_{\alpha, D}) - \operatorname{tg}^2 \alpha) = \\ & = \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) + \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) - \operatorname{tg} \alpha} \quad \dots (10a) \end{aligned}$$

ist, wird aus Gl. (10a)

$$D = \frac{L'}{\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) - \operatorname{tg} \alpha} - \widehat{\varepsilon} L' \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) + \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) - \operatorname{tg} \alpha} \quad \dots (10b)$$

Weil weiters:

$$(\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) - \operatorname{tg} \alpha) d = \Delta(o - u)$$

und im Sinne der Gl. (2)

$$\operatorname{tg}(\alpha + \omega_{\alpha, D}) - \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta}{d} (o - u) = \frac{1}{K}$$

sind, ferner da in dem zweiten Glied der Gl. (10b), also in dem kleinen Korrektionsglied

$$KL' \doteq D \text{ sowie } tg(\alpha + \omega) + tg\alpha \doteq 2tg\alpha$$

gesetzt werden können, so erhalten wir aus Gl. (10a) nach Einführung der Gl. (9) für  $\widehat{\varepsilon}$ :

$$D = KL' - 2x' \sin \alpha \cdot \cos \alpha = KL' - x' \sin 2\alpha \quad \dots (11)$$

Der Lattenabschnitt  $L'$ , den man bei einem der Höhe nach um  $x'$  verstelltem Höhenkreis erhält, liefert mit  $K$  multipliziert eine fehlerhafte Horizontalabstand  $D' = KL'$ . Diese ist nach Gl. (11) noch mit dem Betrag  $-x' \sin 2\alpha$  zu korrigieren, um die richtige Horizontalabstand  $D$  zu erhalten. Die Größe  $x'$  hat ihr Vorzeichen: wird der höher liegende  $dm$ -Strich gewählt, so ist  $x'$  selbst positiv; wird auf den tieferen eingestellt, so ist  $x'$  negativ. Es kann natürlich auch  $\alpha$  sowohl ein Höhen- wie auch ein Tiefenwinkel sein. Im letzten Falle ist  $\sin 2\alpha$  negativ. Der maximale Wert der Vernachlässigung beträgt folglich  $|5 \text{ cm}|$  und wird bei  $50^\circ$  erreicht. Um diese Fehler auf die Hälfte zu reduzieren, kann wie folgt vorgegangen werden: bis  $|\sin 2\alpha| \leq 0,5$ , d. h. bis  $|\alpha| \doteq 17^\circ$  vernachlässigen wir diese Korrektion; bei  $|\sin 2\alpha| > 0,5$ , d. h. bei  $|\alpha| > 17^\circ$  subtrahieren wir aus dem nach der Beziehung  $KL'$  erhaltenen Wert den Verstellungsbetrag  $x'$ , der noch selbst ein Vorzeichen hat und so bei negativem  $x'$  zu addieren ist. An der Tangente des Höhenkreises liegt diese Grenze rund beim Strich 27.

Zur Bestimmung des infolge der Verstellung um den Betrag  $x'$  entstehenden Höhenfehlers gehen wir gleichfalls von der nach Abb. 9 aufzustellenden und hier weiterentwickelnden Beziehung aus: ( $L_h'$  bedeutet im folgenden den bei der Höhenbestimmung beim Höhenwinkel  $\alpha$  erscheinenden höhenmessenden Winkel  $\omega_{\alpha, h}$ . Diese Größen treten an Stelle von  $L'$  und  $\omega_{\alpha, D}$  in Abb. 9).

$$h' = L_h' \frac{tg(\alpha + \varepsilon)}{tg(\alpha + \omega_{\alpha, h} + \varepsilon) - tg(\alpha + \varepsilon)}$$

Durch Reihenentwicklung nach  $\widehat{\varepsilon}$  und bei Vernachlässigung der kleinen Glieder höherer Ordnung erhalten wir daraus:

$$\begin{aligned} h' &= L_h' \frac{tg \alpha}{tg(\alpha + \omega_{\alpha, h}) - tg\alpha} + \widehat{\varepsilon} \cdot L_h' \left\{ (tg(\alpha + \omega_{\alpha, h}) - tg\alpha)^{-1} \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \right. \\ &\quad \left. - tg\alpha (tg(\alpha + \omega_{\alpha, h}) - tg\alpha)^{-2} \cdot \left( \frac{1}{\cos^2(\alpha + \omega_{\alpha, h})} - \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right) \right\} = \\ &= L_h' \frac{tg\alpha}{tg(\alpha + \omega_{\alpha, h}) - tg\alpha} + \widehat{\varepsilon} L_h' \frac{(1 + tg^2\alpha) - tg\alpha (tg(\alpha + \omega_{\alpha, h}) + tg\alpha)}{tg(\alpha + \omega_{\alpha, h}) - tg\alpha} = \\ &= L_h' \frac{tg\alpha}{tg(\alpha + \omega_{\alpha, h}) - tg\alpha} - \widehat{\varepsilon} L_h' \frac{1 - tg\alpha \cdot tg(\alpha + \omega_{\alpha, h})}{tg(\alpha + \omega_{\alpha, h}) - tg\alpha} \quad \dots (12) \end{aligned}$$

Weil aber  $D (tg(\alpha + \omega_{\alpha, h}) - tg\alpha) = L_h$  und daraus  $D = \frac{L_h}{tg(\alpha + \omega_{\alpha, h}) - tg\alpha}$  ist und in der Berechnung des Korrektionsgliedes statt  $L_h$  auch  $L_h'$ , sowie ebenfalls

in der Korrektur an Stelle von  $tg\alpha \cdot tg(\alpha + \omega_{\alpha,h})$  hier  $tg^2\alpha$  gesetzt werden kann, so wird bei Berücksichtigung der Gl. (4a), (5) und (9) aus Gl. (12):

$$h' = C \cdot L_h' + D \frac{x' \cos^2 \alpha}{D} (1 - tg^2\alpha) = CL_h' + x' \cos 2\alpha \quad (\dots 12a)$$

Weil aber der Höhenunterschied  $H$  der Bodenpunkte

$$\begin{aligned} H &= J + h' - l_u' = J + CL_h' + x' \cos 2\alpha - (l_u + x') = \\ &= J + CL_h' + x' (\cos 2\alpha - 1) - l_u \quad \dots (13) \end{aligned}$$

ist, folgt auch hier, daß der größte begangene Fehler  $|5|$  cm ist, der aber hier bei  $\alpha = 0$  auftritt. Will man auch hier den maximalen Fehler mit 2,5 cm begrenzen, so ist einfach zu berücksichtigen, daß bis  $\cos 2\alpha \leq 0,5$ , d. h. bei  $|\alpha| \geq 33^\circ$  man in Gl. (13) zur Ermittlung des Höhenunterschiedes der Terrainpunkte als den unteren Zielpunkt an der Latte jenen beim verstellten Höhenkreis, also den Wert  $l_u'$  mit ganzem dm; dagegen bei  $\cos 2\alpha > 0,5$ , d. h. bei  $|\alpha| < 33^\circ$  den Wert  $l_u$  des ursprünglichen unteren Lattenzielpunktes zu verwenden hat. Der Grenze  $33^\circ$  entspricht an der Tangente rund der 58. Strich.

Wir ersehen jedenfalls, daß durch die Einstellung des distanzmessenden unteren Striches auf das nächste volle dm, man bei der Befolgung der angegebenen einfachen Regeln sowohl in der Horizontalabstand, als auch in der Höhe Fehler von *höchstens* 2,5 cm begeht. Es kann folglich diese Verstellung zur Vereinfachung der Berechnung der Lattenabschnitte selbst bei großen Genauigkeitsansprüchen zugelassen werden.

Es fragt sich nun, ob die Benützung der vertikalen Latten neben vielen offenkundigen Vorteilen gegenüber den horizontal zu verwendenden Latten nicht wegen der Differentialrefraktion nachteilig wird. Diesbezüglich sei auf die Feststellung von *Hugershoff* hingewiesen: „Die vertikale Latte dürfte in der praktischen Tachymetrie der horizontalen Latte unbedingt vorzuziehen sein wegen ihrer bequemen Aufstellbarkeit (auf Hängen, schmalen Wegen, auf bewachsenem Boden, an Hauskanten) und in der sicheren Kontrolle ihrer richtigen Stellung . . . Dem bei Verwendung einer vertikalen Latte theoretisch stärkeren Fehlereinfluß der Refraktion wird im Allgemeinen eine zu große Bedeutung beigelegt“ [24; S. 526]. Auch nach *Martin*: „La mire horizontale est coûteuse, lourde, encombrante, surtout depuis que certains constructeurs, pas assez praticiens peut-être, s'évertuent à y adjoindre des accessoires gênants autant qu'unitiles.“ [25; S. 394]. Besonders eingehende Untersuchungen wurden u. a., *Dohrmann* [26] und *Dürrbaum* [27] ausgeführt. Nach dem ersteren kann das Vorhandensein von Differentialrefraktion wohl nachgewiesen werden, doch bestehen die gegen den vertikalen Latten angeführten Einwände nicht in ihrem vollen Umfang zu Recht. *Dürrbaum* faßt seine Feststellungen noch konkreter. Nach ihm ist die Differentialrefraktion im Falle, daß die untere Zielung 1–1,5 m über dem Boden die Latte trifft, bis 100 m kaum bemerkbar. Auch nach unseren Untersuchungen ist der Einfluß der Refraktion — die untere Zielung nicht unter 1 m vorausgesetzt — bis 150 m in der Regel geringer, als die Meßfehler dieser Strecke beim Stahlband. Wir wollen daher bei genaueren Messungen für die untere Zielung mindestens 1 m und keine größere Entfernungen als 150 m zulassen.

In Verbindung mit den vorher ausgesprochenen Bedingungen muß ein Nachteil des Tangententachymeters angeführt werden. Die beschränkte Verstellbarkeit der Tangensstriche auf den nächsten vollen dm-Strich beseitigt noch immer nicht den Nachteil, daß man hier die Lattenlänge nicht voll ausnützen kann. Wenn z. B. ein Tangensstrich die Latte beim 0,9 m trifft\*), so ist für die untere Zielung nicht dieser, sondern der nächste Strich zu nehmen und die untere Zielung würde in diesem Falle die Latte bei einer horizontalen Entfernung von 150 m, da ja die Größe des Lattenabschnittes nur von der Horizontaldistanz und der Multiplikationskonstante abhängt, bei  $K = 100$  um 1,5 m höher, also bei 2,40 m treffen und für die obere Zielung wäre daher eine Latte von 3,90 m erforderlich. Man kann diese Länge der Latte dadurch herabsetzen, daß man zur Bestimmung der horizontalen Entfernung in der Regel vorhandene Halbierungsstriche der Tangensteilungen verwendet. In diesem Falle entspricht bereits eine Lattenlänge von 3,15 m; die Höhen der unteren Zielung für Horizontaldistanz und Höhenunterschied sind in diesem Falle allerdings verschieden. Es ist jedenfalls ratsam, Latten von mindestens 3,20 m Länge zu verwenden. Im übrigen kann die erforderliche Lattenlänge  $L_l$  bei Nichtverwendung der Halbierungsstriche aus der Beziehung  $L_l = 0,9 + 2 \frac{D}{K}$ , bei Verwendung von Halbierungsstrichen aus  $L_l = 0,9 + 1,5 \frac{D}{K}$  ermittelt werden. Für  $D = 200$  m gibt dies eine Lattenlänge von 3,90 m.

Als Gegengewicht zu dem Nachteil der etwas längeren Latte haben wir aber bei den Tangententachymetern den großen Vorteil der waagrechten Striche, sowohl für die Horizontaldistanz als auch für die Höhenunterschiede. Da diese nicht nur eine genauere Schätzung bei der Ablesung der Latte, sondern zur Erhöhung der Genauigkeit der Ablesung auch die Verwendung von Diagonalteilungen an der Latte nach dem Prinzip des Transversalmaßstabes ermöglichen, so kann man hierzu vorteilhaft je 2 cm mit solcher Transversalteilung versehen, und zwar u. a. so, daß man eine Wendellatte verwendet: auf der einen Seite mit gewöhnlicher Teilung zur Bestimmung von Detailpunkten, auf der anderen Seite mit Transversalteilung zur Bestimmung von Punkten mit größeren Genauigkeitsforderungen. So kann das Tangententachymeter eine erstrebenswerte Mittelstellung zwischen den Diagrammtachymetern und den eigentlichen Präzisionstachymetern einnehmen: dem ersten gegenüber bei annähernd gleicher Meßgeschwindigkeit mit dem Vorteil der größeren Genauigkeit; dem zweiten gegenüber bei etwas kleinerer Genauigkeit mit dem Vorteil der Schnelligkeit der Messung und der unmittelbaren Höhenbestimmung.

Wir wollten in dieser Studie nur einige grundsätzliche Fragen der Tangententachymetrie klären. Auf konstruktive Einzelheiten gehen wir schon aus Zeit- und Raummangel nicht ein. Es sei diesbezüglich nur bemerkt, daß man an Stelle der Stirnteilung auch radiale Teilungen in der Ebene des Höhenkreises, weiters an Stelle des geteilten Gesichtsfeldes in das Gesichtsfeld selbst eingeführte Teilstriche verwendet, wobei die Teilungsebene des Höhenkreises gleichzeitig zur Bildebene des

---

\*) Der größte nicht zulässige Wert für die untere Zielung ergab sich daraus, daß bis 95 cm die Verstellung auf den unteren, also auf den 9. dm-Strich, über 95 cm auf den oberen, 10. dm-Strich erfolgt. Dabei erscheint bei 1 m die untere Zielung auch bei genaueren Messungen als zulässig.



Fernrohres gemacht wird. Es kann weiters das Verhältnis der Brennweite des Fernrohres und des sogenannten imaginären Teilkreis halbmessers außer eins auch in einem anderem Verhältnis gewählt werden, usw. wie einige davon — aber alle ohne unmittelbare Bestimmung des Höhenunterschiedes — durch verschiedene Konstruktionen von *Filotechnica Salmoiraghi* und *Bors* verwirklicht wurden (Vgl. [28; S. 281]). Hier wollen wir nur kurz bemerken, daß die radiale Anordnung der Teilstriche die Verwendung der Transversalteilungen an der Latte nicht beeinträchtigt, da bei einem zwischen zwei Tangenteilungen erscheinenden größten Winkel von rund  $63^\circ$  die Abweichung von der Horizontalen wesentlich unterhalb der in Frage stehenden Beobachtungsgrenze liegt.

Es ist bekannt, daß die durch mechanische Lösung verwirklichte geistreiche Idee der logarithmischen Tachymetrie *Tichy's* durch die *Jänichs*che optische Lösung [29; insbes. S. 165—172 und 193—197] zu einem neuen Leben erwacht ist. Wir glauben, daß auch die für die Tangententachymeter geltenden grundlegenden Beziehungen des Wiener Professors *Stampfer* in optischer Form verwirklicht, bei vielen tachymetrischen Arbeiten sowohl für die unmittelbare Bestimmung der Horizontal-  
distanz, als auch für die des Höhenunterschiedes auch in unserer Zeit mit Erfolg und Nutzen verwendet werden können. Unsere Messungen mit einem nunmehr zur Verfügung stehenden Versuchsinstrument scheinen dies zu bestätigen. So hoffen wir, daß der Name *Stampfer* auch in den erneuerten Tangententachymetern weiterleben wird. Er gehört jedenfalls in die Reihe jener großen Geodäsie-Professoren der Wiener Technischen Hochschule, die das hohe internationale Ansehen der Wiener geodätischen Schule begründet, bzw. gesichert haben. Und diese Reihe wächst zum Ruhme der Technischen Hochschule, aber auch zum Gedeihen der Wissenschaft weiter!

## Unabhängigkeit und schwache Abhängigkeit der Funktionen ausgeglichener Größen von einzelnen ursprünglichen Beobachtungen

Von Kurt Kubik, ITC-Delft

(Schluß)

### 2.2. Ausgleich nach bedingten Beobachtungen

(Ableitung der Beziehung  $\frac{\Delta Q_{ff}}{\Delta p_j}$ )

In diesem Falle wird zuerst die Änderung  $\Delta Q_{ff}$  dargestellt als Funktion eines  $\Delta q_j$  mit  $q_j = p_j^{-1}$

woraus  $\frac{\Delta Q_{ff}}{\Delta p_j}$  folgt mit

$$\frac{\Delta Q_{ff}}{\Delta p_j} = -q_j^2 \frac{\Delta Q_{ff}}{\Delta q_j} \quad \dots (18)$$

Mit den Gewichtskoeffizienten der ausgeglichenen Beobachtungen (1)

$$Q_{(1)(1)} = P^{-1} - P^{-1} A^T Q A P^{-1} \quad \dots (19)$$

3) Ableitung der Beziehung siehe [1].

ergibt sich der Gewichtskoeffizient des Endresultates mit

$$Q_{ff} = FQ_{(l)(l)} F^T \quad \dots (20)$$

Die Ableitung von  $Q_{ff}$  nach  $q_j$  ergibt sich mit

$$\frac{\partial Q_{ff}}{\partial q_j} = F \frac{\partial Q_{(l)(l)}}{\partial q_j} F^T \quad \dots (21)$$

wobei

$$\frac{\partial Q_{(l)(l)}}{\partial q_j} = \frac{\partial Q_{ll}}{\partial q_j} - \frac{\partial Q_{ll}}{\partial q_j} A^T Q A Q_{ll} - Q_{ll} A^T \frac{\partial Q}{\partial q_j} A Q_{ll} - Q_{ll} A^T Q A \frac{\partial Q_{ll}}{\partial q_j}$$

oder nach einiger Umformung

$$\frac{\partial Q_{ff}}{\partial q_j} = F \frac{\partial Q_{ll}}{\partial q_j} P Q_{(l)(l)} F^T + \left( F \frac{\partial Q_{ll}}{\partial q_j} P Q_{(l)(l)} F^T \right)^T - F \frac{\partial Q_{ll}}{\partial p_j} F^T + F Q_{ll} A^T Q \frac{\partial N}{\partial p_j} Q A Q_{ll} F^T$$

Mit den Abkürzungen

$$H = \frac{\partial Q_{ll}}{\partial q_j} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & j & \dots & n \\ 0 & & & & \\ & 0 & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & 1 & \\ & & & & \ddots \\ & & & & & 0 \\ & & & & & & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ \\ j \\ \\ n \end{matrix}$$

$$G = \frac{\partial Q_{ll}}{\partial q_j} P Q_{(l)(l)} = \begin{bmatrix} 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ & & & & & & & & 0 \\ & & & & & & & & \\ & & & \sum_{i=1}^n p_i Q_{(l)(i)} & , & \sum_{i=1}^n p_i Q_{(2)(i)} & , & \sum_{i=1}^n p_i Q_{(3)(i)} & \dots & \sum_{i=1}^n p_i Q_{(n)(i)} \\ & & & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ j \\ \dots \\ n \end{matrix} \quad (22)$$

wobei  $Q_{(r)(i)} = Q_{(tr)(li)}$ , ein Faktor der Matrix  $Q_{(l)(l)}$ ,  $r = 1 \dots n$  und

$$W = Q \frac{\partial N}{\partial q_j} Q \quad \text{mit} \quad \frac{\partial N}{\partial q_j} = \begin{bmatrix} a_j^1 a_j^1, a_j^1 a_j^2, \dots, a_j^1 a_j^k \\ \vdots \\ a_j^k a_j^1, \dots, a_j^k a_j^k \end{bmatrix} \quad \dots (23)$$

$a_j^i$  Koeffizient der Verbesserung  $v_j$  in Bedingungsgleichung  $i$

ergibt sich

$$\frac{\partial Q_{(l)(l)}}{\partial q_j} = G + G^T - H + Q_{ll} A^T W A Q_{ll} \quad \text{und}$$

$$\frac{\partial Q_{ff}}{\partial q_j} = F G F^T + (F G F^T)^T - F H F^T + J W J^T \quad \text{mit} \quad J = F Q_{ll} A^T$$

Der Übergang zu einem endlichen Intervall ergibt

$$\frac{\Delta Q_{ff}}{\Delta q_j} = F G F^T + (F G F^T)^T - F H F^T + J W J^T \quad \text{und} \quad \dots (24)$$

$$\frac{\Delta Q_{ff}}{\Delta p_j} = -q_j^2 \frac{\Delta Q_{fj}}{\Delta q_j} \quad \dots \quad (24a)$$

Es kann hier ebenfalls gezeigt werden, daß  $\Delta Q_{ff}$  existiert und stetig ist im Intervall  $0 \leq q_j \leq q$  ( $q$  endliche beliebig große Zahl,  $\Delta q_j$  endlich, klein). Dadurch kann  $\Delta Q_{ff}$  auch berechnet werden für die Hinzunahme der Beobachtung  $l_j$  ( $q_j$  geht von 0 über zu einem  $q_{j0}$ ).

Eine wesentliche Vereinfachung der Änderung  $\Delta Q_{ff}$ , Formel (24a) ergibt sich für Beobachtungen  $l_j$ , deren ausgeglichene Werte ( $l_j$ ) nicht mehr direkt in der Funktion

$$f = F \cdot (l)$$

enthalten sind (Die Faktoren  $F_j$  der Matrix  $F$  sind 0).

Für diesen Fall folgt:

$$\frac{\Delta Q_{ff}}{\Delta p_j} = -q_j^2 J W J^T = -q_j^2 F Q_{ll} A^T Q \frac{\partial N}{\partial q_j} (F Q_{ll} A^T Q)^T$$

mit  $\frac{\partial N}{\partial q_j}$  siehe Gleichung (23).

Daraus läßt sich der Einfluß der Beobachtung  $l_j$  und ihres Gewichtes  $p_j$  auf  $Q_{ff}$  abschätzen.

### 3. Beispiele

3.1. *Mehrfaches Vorwärtseinschneiden eines Punktes A mit anschließender Verwendung von A zur Bestimmung einer Richtung nach B*

3.1.1. Unter der Annahme einer gegebenen Anordnung von Bestimmungsvisuren für den Neupunkt  $A$  soll jene Visur  $R_{p_j A}$  gefunden werden, deren zusätzliche Verwendung keine Genauigkeitssteigerung der Richtung  $R_{AB}$  zur Folge hat (Beispiel zu Absatz 1.1).

Das Endresultat

$$R_{AB}' = \text{arc tg} \frac{\Delta y_{AB}'}{\Delta x_{AB}'}$$

ergibt linearisiert

$$dR_{AB}' = a_B' dx_{A'} + b_B' dy_{A'} \quad \text{mit} \quad a_B' = \frac{\rho}{s_{AB}} \sin R_{AB}', \quad b_B' = -\frac{\rho}{s_{AB}} \cos R_{AB}',$$

$$s_{AB} \dots \dots \text{Distanz } A-B$$

oder allgemein

$$f' = F' \cdot X', \quad Q_{ff}' = F' Q'_{xx} F'^T \quad \text{mit} \quad F' = [a_B', b_B'], \quad X' = \begin{bmatrix} dx_{A'} \\ dy_{A'} \end{bmatrix}$$

Durch geeignete Wahl des Koordinatensystems kann immer  $b_B$  gleich 0 gemacht werden, so daß  $f$  wird

$$f = F \cdot X, \quad Q_{ff} = F Q_{xx} F^T \quad \text{mit} \quad F = \begin{bmatrix} \rho \\ s_{AB} \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} dx_A \\ dy_A \end{bmatrix}$$

Die Matrix  $X$  (und damit die Koordinaten des Neupunktes  $A$ ) wurde durch Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen aus den Beobachtungen

$$l = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix} \text{ und deren Gewichtsmatrix } P$$

mit den Verbesserungs- und Normalgleichungen

$$v = BX + w$$

$$NX + B^T P w = 0 \quad \text{mit } B = \begin{bmatrix} a_1, b_1 \\ \vdots \\ a_n, b_n \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} a_i = \frac{\rho}{s_i} \sin R_i \\ b_i = -\frac{\rho}{s_i} \cos R_i \\ i = 1 \dots n \end{array}$$

$$\text{und } R_i = R_{APi}, \quad s_i = s_{APi}$$

berechnet.

Damit der Gewichtskoeffizient der Richtung  $R_{AB}$  unabhängig wird von der Beobachtung  $l_j$ , muß Gleichung (5) erfüllt sein.

Dies ergibt die Beziehung

$$a_j Q_{11} + b_j Q_{12} = 0 \quad \text{mit } Q_{ik} \text{ Koeffizienten der Matrix } Q = N^{-1}$$

woraus folgt

$$\frac{a_j}{b_j} = -\frac{Q_{12}}{Q_{11}}$$

oder mit

$$Q_{11} = \frac{1}{[paa.1]}, \quad Q_{12} = -\frac{[pab]}{[pbb][paa.1]} \quad \text{mit } [paa.1] = [paa] - \frac{[pab]^2}{[pbb]}$$

[ ] Gauß'sches Summensymbol

schließlich

$$\frac{a_j}{b_j} = \frac{[pab]}{[pbb]}$$

Eine Verbesserungsgleichung, die der obigen Beziehung genügt, hat keinen Einfluß auf das Endresultat. Für jede Anordnung bereits vorhandener Bestimmungsvisuren können nun jene zusätzlichen Visuren  $R_j$  berechnet werden, deren Mitverwendung das Endresultat und dessen Genauigkeit nicht ändern. Dies wurde für einige numerische Beispiele durchgerechnet (Tafel 1). In den Beispielen 1 und 2 mag es trivial erscheinen, daß die berechneten zusätzlichen Richtungen  $R_j$  keinen Einfluß auf die gesuchte Richtung  $R_{AB}$  haben.

Nr	1	2	3	4	5	6	7
1	300°00 0°00	1 1	100°00	1,00	200°00 (0°00)	170°40 ≤ $\bar{R}_j$ ≤ 229°60 370°40 ≤ $\bar{R}_j$ ≤ 29°60	
2	300°00 350°00	1 1	100°00	1,00	150°00 (350°00)	128°70 ≤ $\bar{R}_j$ ≤ 171°30 328°70 ≤ $\bar{R}_j$ ≤ 371°30	
3	0°00 250°00	1 1	100°00	3,00	20°30 220°30	6°80 ≤ $\bar{R}_j$ ≤ 33°80 206°80 ≤ $\bar{R}_j$ ≤ 233°80	
4	133°33 300°00 350°00	1 1 1	100°00	0,94	143°10 343°10	128°50 ≤ $\bar{R}_j$ ≤ 157°70 328°50 ≤ $\bar{R}_j$ ≤ 357°70	

Tafel 1

Erklärung: Spalte 1: Richtungen  $R_i$  zur Bestimmung des Punktes  $A$

2: Gewichte dieser Richtungen,  $p_i$

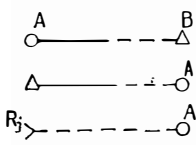
3: Gesuchte Richtung  $R_{AB}$

4: Gewichtskoeffizient  $Q_{RR}$  von  $R_{AB}$  nach deren Berechnung mit Hilfe der  $R_i$

5: Richtungen  $R_j$ , welche keinen Einfluß auf die berechneten  $R_{AB}$ ,  $Q_{RR}$  haben. Falls diese mit einer der Bestimmungsrichtungen für den Punkt  $A$  zusammenfällt, wurde sie in Klammer gesetzt.

6: Intervall, innerhalb dessen die zusätzliche Verwendung einer Richtung  $\bar{R}_j$  mit Gewicht  $\bar{p}_j = 1$  eine Verbesserung von  $Q_{RR}$  um kleiner als 10% bedingt.

7: Situationsskizze: Zeichenerklärung:



Endresultat; Richtung  $R_{AB}$

Gegebene Bestimmungsrichtungen

Zusätzliche Richtungen  $R_j$  ohne Einfluß auf das Endresultat

Intervall der Richtungen  $\bar{R}_j$

Abb. 1

Bei den Beispielen 3 und 4 ist es jedoch nicht mehr unmittelbar ersichtlich, daß die gefundenen Richtungen zu keiner Genauigkeitssteigerung des Endresultates führen.

3.1.2. Berechnung des Intervalles, innerhalb dessen die Hinzunahme von Beobachtungen  $\bar{R}_j$  mit dem Gewicht  $\bar{p}_j = 1$  eine Verbesserung von  $Q_{ff}$  um weniger als einen bestimmten vorgegebenen Wert ergibt.

Dieser Wert wurde willkürlich so gewählt, daß sich der mittl. Fehler der Richtung um weniger als 5% ändert, unter der Annahme, daß eine Verbesserung von  $m_f$  um  $\leq 5\%$  im Hinblick auf die notwendige Mehrarbeit, eine zusätzliche Bestimmungsvisur zu gewinnen, unwirtschaftlich ist.

Nach Gleichung (17c) berechnet sich damit  $\Delta Q_{ff}$  aus

$$\frac{\Delta Q_{ff}}{Q_{ff}} \approx 2 \frac{\Delta m_f}{m_f}$$

mit  $\Delta Q_{ff} = 10\% Q_{ff}$ .

Mit dieser Änderung und der Änderung des Gewichtes der Beobachtung  $\bar{p}_j$ ,  $\Delta \bar{p}_j = 1$  (Übergang von  $\bar{p}_j$  von 0 gegen 1) ergibt sich der Quotient

$$\frac{\Delta Q_{ff}}{\Delta p_j} = 0,10 Q_{ff}$$

Daraus folgen mit Hilfe der unter 3.1.1. angegebenen Größen die Werte  $da$  und  $db$  aus der für diesen Fall quadratischen Gleichung (17b).

Die Grenzen des Intervalles ergeben sich mit

$$\frac{a + da}{b + db} = - \operatorname{tg} \bar{R}_{j1} \quad \text{und} \quad \frac{a - da}{b - db} = - \operatorname{tg} \bar{R}_{j2}$$

und die Größe des Intervalles,  $d$ , mit

$$d = | \bar{R}_{j2} - \bar{R}_{j1} |$$

mit  $R_j$  Visur, von der das Endresultat unabhängig ist.

$s_j$  Distanz des Punktes  $P_j$  nach  $A$ , so gewählt, daß das Gewicht  $p_j$  der Visur  $R_j$  gleich  $\bar{p}_j = 1$  ist.

$a, b$  Koeffizient der Verbesserungsgleichung für Richtung  $R_j$ .

Es wurden für die unter 3.1.1. angegebenen numerischen Beispiele jene Intervalle berechnet, innerhalb deren die Hinzunahme von Beobachtungen  $\bar{R}_j$  (Gewicht  $\bar{p}_j = 1$ ) den Gewichtskoeffizienten  $Q_{ff}$  um  $\leq 10\%$  verbessert (Tafel 1).

Durch Verwendung einer Differentialformel ergibt sich  $dR$  um höchstens 10–15% verfälscht, was für eine Abschätzung als ausreichend erscheint.

### 3.2. Beispiel zu Absatz 1.2.

Es wird angenommen, daß eine Reihe von Größen  $\Phi$  absolut gemessen wurden und unabhängig davon auch die Differenzen  $\Delta \Phi$  zwischen den aufeinanderfolgenden Größen  $\Phi$ .



Das Endresultat ergibt sich als lineare Funktion der ausgeglichenen Beobachtungen mit

$$f = F \cdot (l) \quad F = \begin{matrix} & 1 & 2 & \dots & n & n+1 & \dots & 2n-1 \\ [1, & 1, & 1 & \dots & 1 & | & 0, & 0, & \dots & 0] \end{matrix}$$

Um zu untersuchen, ob die Funktion  $f$  und deren Gewichtskoeffizient  $Q_{ff}$  abhängig ist von der ursprünglichen Beobachtungen  $\Delta\Phi_i$ , wird das Kriterium von Absatz 1.2. verwendet. Dies besagt:

a) Die Koeffizienten  $F_i$  der Matrix  $F$  müssen 0 sein für  $i = n + 1, \dots, 2n - 1$ . Diese Bedingung ist offensichtlich erfüllt.

b) Außerdem muß gelten

$$FQ_{ll}A^T \frac{\partial w}{\partial l_i} = 0 \quad i = n + 1, \dots, 2n - 1$$

Dies ist erfüllt, da die Matrix  $FQ_{ll}A^T$  identisch gleich 0 ist, wie sich leicht nachprüfen läßt.

Daher ist das Endresultat und dessen Gewicht unabhängig von der Messung der relativen Werte.

In diesem Fall ist es nicht notwendig, die relativen Messungen vorzunehmen und diese in einem Ausgleich zu verwenden, da sie auf das Endresultat keinen Einfluß haben.

#### *Zusammenfassung*

Es wird gezeigt, daß lineare Funktionen von ausgeglichenen Größen ebenso wie ihre Gewichtskoeffizienten unabhängig oder schwach abhängig von einzelnen ursprünglichen Beobachtungen und deren Gewichtskoeffizienten sein können. Eine Verwendung solcher Beobachtungen im Rechnungsgang wird daher unnötig oder unwirtschaftlich.

Für Ausgleich nach vermittelnden und bedingten Beobachtungen werden Kriterien abgeleitet, mit deren Hilfe konkrete Beobachtungen, bzw. Bereiche für solche Beobachtungen bestimmt werden können, von denen die gesuchten Endwerte unabhängig bzw. schwach abhängig sind.

An Hand einiger durchgerechneter Beispiele wird gezeigt, daß sich neben trivialen Resultaten auch solche ergeben, die nicht unmittelbar plausibel sind.

Eine Benutzung der abgeleiteten Kriterien bei der Planung praktischer Aufgaben kann daher zu wirtschaftlichen Einsparungen führen.

#### *Literatur*

[1.] Wolf, H.: „Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate“, Lieferung 3, S. 119 bis 142.

## **Mitteilungen**

**Prof. Dr.-Ing. habil., Dr.-Ing. E. h. Max Kneiβl — Ehrendoktor der Technischen Hochschule Graz**

Am 30. Juni 1966 verließ die Technische Hochschule Graz dem international bekannten und anerkannten Münchener Geodäten Prof. DDr. Kneiβl in Würdigung seiner großen wissenschaftlichen und organisatorischen Leistungen das Ehrendoktorat der technischen Wissenschaften. Bei dem Festakt war die Deutsche Bundesrepublik durch Prof. Dr. H. Moritz, Technische Universität Berlin, und das übrige Ausland durch die Professoren Dr. J. Böhm, Prag, Dr. F. Braum, Zagreb, und Dr. Dr. h. c. mult. Tarczy-Hornoch, Antal, Sopron, vertreten. Die Österreichische Akademie



der Wissenschaften hatte zu dieser Ehrung ihres auswärtigen, korr. Mitgliedes Prof. Dr. Ledersteger delegiert, während der Österreichische Verein für Vermessungswesen, dessen Ehrenmitglied Prof. Kneißl schon seit vielen Jahren ist, durch den Vorsitzenden, Prof. Dr. A. Barvir, vertreten war.

In seiner Dankrede, in der Prof. Kneißl in großen Zügen die Geschichte der Geodäsie umriß und besonders die stürmische Entwicklung der letzten Jahrzehnte hervorhob, erwähnte er auch, daß das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut demnächst der Lehrkanzel Prof. Dr. Rinner eine Satellitenbeobachtungsausrüstung leihweise zur Verfügung stellen wird, bis das von der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung geplante Beobachtungsprogramm anlaufen kann.

Bei der anschließenden Tafel würdigte Prof. Rinner in einer längeren Ansprache die Verdienste des neuen Ehrendoktors und dessen enge und herzliche Verbindung mit den österreichischen Geodäten, worauf die Professoren Ledersteger und Barvir kurz die Glückwünsche der Akademie der Wissenschaften und des Österreichischen Vereins für Vermessungswesen überbrachten. Der festliche Tag wurde abends mit einem geselligen Beisammensein im engeren Freundeskreise beschlossen.

Die Fachkollegen der Technischen Hochschule Wien und die Mitglieder des Vereins für Vermessungswesen wollen auch auf diesem Wege ihren hochverdienten Freund zu dieser hohen Auszeichnung herzlichst beglückwünschen! Wir freuen uns aufrichtig über diese neuerliche Würdigung seiner großen Verdienste; diese nochmals aufzuzählen, erübrigt sich: Sie sind uns allen wohlbekannt!

*K. Ledersteger*

### Peter Anich — Zum 200. Todestag

*Peter Anich* war ein großer, genialer Kartograph, der die erste neuzeitliche Karte von Tirol schuf. Die dazu erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten erwarb er sich durch eisernen Fleiß noch in vorgerücktem Alter. Hiezu kommt, daß er die notwendigen Instrumente wie Astrolabium, Universalwinkelmeßinstrument, Meßtisch usw. selbst anfertigte, ja sogar eigene geodätische Instrumente ersann. Er ist weiters als Verfertiger von Himmels- und Erdgloben bekannt.

*Anich* wurde am 22. Februar 1723 als Sohn eines Bauern und Drechslers in Oberperfuß bei Innsbruck geboren. Sein unbezähmbarer Wissensdrang, besonders nach astronomischen Dingen, führte ihn im Alter von 28 Jahren zu dem Professor der Physik des Jesuitenkollegiums in Innsbruck, Pater *Weinhart*, der Anichs außerordentliche Begabung erkannte und ihn über seine Bitten an Samstagen und Sonntagen, um ihn von seinen landwirtschaftlichen Arbeiten nicht abzuhalten, soweit in Mathematik, Geometrie, Astronomie und Feldmeßkunst ausbildete, daß er fähig war, sich durch Selbststudium zu vervollkommen.

Damals hatte der Aktuar *Joseph von Spergs* die Aufgabe übernommen, eine Karte der neu festgelegten Grenze zwischen Tirol und dem venetianischen Gebiet zu entwerfen. Er hatte jedoch die Karte auf ganz Südtirol ausgedehnt. Da Spergs nach Wien versetzt werden sollte, wurde ihm zur Beendigung der Aufnahme in Südtirol Peter Anich als Mitarbeiter beigegeben, der den Abschluß der Arbeiten zur vollsten Zufriedenheit ausführte. Die Karte Spergs ist im Jahre 1762 im Maßstab 1:120000 in Kupferstich erschienen. Da aber für eine gute Karte von ganz Tirol ein dringendes Bedürfnis bestand, beauftragten die Tiroler Landstände auf Vorschlag von Professor *Weinhart* den *Peter Anich* mit der Aufnahme von Nordtirol.

*Anich* führte die Aufnahmen hiezu nach modernen Gesichtspunkten durch. Auf Grund mehrerer direkt gemessener Basen und anschließender Triangulierung, die er mit seinen selbsterzeugten Winkelmeßinstrumenten durchführte, schuf er sich ein Netz von Festpunkten, an die er seine mit dem Meßtisch ausgeführte topographische Aufnahme anschloß, außerdem stützte er sie durch Breitenbestimmungen. Da seine Arbeiten mehr Inhalt besaßen als die Sperks in Südtirol und eine einheitliche Karte von ganz Tirol deshalb nicht zu erwarten war, erhielt er den Auftrag, seine Aufnahme auch auf Südtirol auszudehnen.

Anläßlich einer schweren Erkrankung entschloß sich *Anich*, einen Gehilfen heranzubilden. Seine Wahl entfiel auf den ihm befreundeten Bauernsohn aus seinem Heimatdorf *Blasius Hueber* (geb. 1735, gest. 1814), der schon in seiner Jugend ein besonderes Rechtalent gezeigt hatte. In Verbindung mit Professor *Weinhart* unterrichtete er ihn und nahm ihn zu seinen Vermessungen mit. Schon im nächsten Jahre erkrankte *Anich* aufs neue und diesmal erlag er der Erkrankung am 1. Sep-

tember 1766 in Oberperfuß. *Hueber* beendete im Jahre 1769 die Aufnahmen von Tirol. Die Tiroler Karte erschien dann 1774 in 20 in Kupferstich ausgeführten Blättern im Maßstab 1:103 800.

Es ist zu bewundern, daß die von den beiden Bauern hergestellte Karte von Tirol im Vergleich mit neueren Karten eine überraschende Übereinstimmung in der Lage zeigt. Die Geländedarstellung ist in Kavalierverspektive. Die Karte zeigt gute Plastik, erzielt durch NW-Beleuchtung und Schattenstriche auf der Südostseite. Die Einzelheiten der Karte sind erschöpfend. Das Depot Général de la Guerre in Paris, welches die Karte für seine Zwecke im verkleinertem Maßstab 1:140000 in Kupfer stechen ließ, bezeichnete sie als eine der schönsten Karten des Jahrhunderts. Die Heimatgemeinde *Peter Anichs*, Oberperfuß, hat sein Andenken durch Errichtung eines Museums wach erhalten, in welchem Handschriften, Meßprotokolle, Bücher und Karten sowie sonstige Andenken an ihn und *Blasius Hueber* vereinigt sind. An der Wand der Ortskirche befindet sich eine Gedenktafel mit lateinischer Inschrift, welche die Regierung anbringen ließ.

*Rudolf Henz* hat in seinem Roman „Peter Anich der Sternsucher“ ein Lebensbild von ihm entworfen. Die österreichische Postverwaltung ehrt ihn anlässlich des 200. Todestages durch Herausgabe einer Sonderbriefmarke mit seinem Bildnis. *Rohrer*

## Literaturbericht

### 1. Buchbesprechungen

*Dr.-Ing. Gerhard Lehmann, Photogrammetrie.* 2. neubearbeitete Auflage. 205 Seiten mit 136 Abbildungen, Sammlung Göschen, Band 1188/1188a. Verlag Walter de Gruyter u. Co., Berlin 1966.

Der vorliegende Doppelband der „Sammlung Göschen“ über Photogrammetrie stellt die zweite, neubearbeitete Auflage dar. Der Autor ist bemüht auf 200 Seiten einen möglichst umfassenden Überblick über das Fachgebiet der Photogrammetrie zu geben, wobei im Hinblick auf den zur Verfügung stehenden Raum auf die nicht-geodätischen Anwendungen verzichtet werden mußte.

Trotz des geringen Buchumfanges war der Autor bestrebt, die bereits klassisch gewordenen Ableitungen der Einbild- und Stereophotogrammetrie möglichst ausführlich zu bringen.

Bei der Beschreibung der photogrammetrischen Aufnahme- und Auswertegeräte trägt der Verfasser dem wahrlich großen internationalen Fertigungsprogramm möglichst objektiv Rechnung, wiewohl die Fabrikate von *Zeiss* zuvörderst und mit etwas Abstand die von *Wild* und den anderen beschrieben werden. Hinsichtlich der Aufnahmegерäte und der Zusatzgeräte zur Bestimmung der äußeren Orientierung könnte man vielleicht in der nächsten Auflage eine umfassendere Darstellung ins Auge fassen, da gerade beim derzeitigen Stand der Aerophotogrammetrie diesen Geräten besondere Bedeutung zukommt. Ebenso könnte der Abschnitt über die Paßpunktmessung, leider einer der kostspieligsten Arbeitsabschnitte der Aerophotogrammetrie, noch etwas ergänzt werden. Gerade hier können durch sinnvolle Verwendung zahlreicher geodätischer Unterlagen und durch Anwendung kombinierter Verfahren, wobei der geforderte Maßstab des Endergebnisses und damit die geforderte Genauigkeit maßgebend sind, oft wesentliche Einsparungen bei der Feldarbeit erzielt werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß es dem Verfasser gelungen ist, dem Nicht-photogrammeter einen Einblick in das umfangreich gewordene Spezialgebiet der Photogrammetrie zu gewähren, weiters wird dieses Büchlein für den Studenten einen wertvollen Studienbehelf darstellen und wird schließlich dem Fachmann durch die reichhaltige, gutausgewählte Literaturangabe Hinweise über den derzeitigen Stand dieses Wissensgebietes geben. *H. Schmid*

**Handbuch des öffentlichen Lebens in Österreich.** Ganzleinen, 11 × 15 cm, 676 Seiten, Preis S 88,—, DM 16,—, sfr. 16,—, US \$ 4,—. Verlag Dr. Adolf Heinrich, Wien.

Mit dem 8. Jahrgang dieses Nachschlagewerkes über alle öffentlichen Dienststellen und Institutionen, alle politischen, wirtschaftlichen, kulturellen und kirchlichen Organisationen, Verbände und Vereine, wird die Reihenfolge würdig fortgesetzt. Es berücksichtigt alle bis nun erfolgten Veränderungen und bringt alle wichtigen Stellen mit Adressen und leitenden Persönlichkeiten.

Neu wurde in dieser Auflage ein Verzeichnis der Postleitzahlen *aller österreichischen Ortsgemeinden*, alphabetisch angeführt, aufgenommen. Es sind auch die Postleitzahlen von jenen Orten angeführt, in denen sich kein Abgabepostamt befindet. Sie waren bisher aus keinem Verzeichnis ersichtlich. Es ist das erste vollständige Ortsverzeichnis mit Postleitzahlen.

Mit den Abschnitten „Wegweiser durch Behörden und Gesetzgebung“, „Gebräuchliche Abkürzungen aus Alltag, Wirtschaft und Politik“ und „Wer ist wo und wo ist was in Österreich“ wird das Handbuch zum Lexikon.

Immer wieder erweitert, versucht dieses Handbuch allen Benutzern dienlich zu werden, kann daher für jedermann empfohlen werden und ist auch preiswert. A.

## 2. Zeitschriftenschau

Zusammengestellt im amtlichen Auftrag von Bibliotheksleiter Insp. d. Verm.D. *Karl Gartner*

*Die hier genannten Zeitschriften liegen in der Bibliothek des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien I, Hofburg, auf.*

Geodetický a kartografický obzor, Prag 1966: Nr. 5. *Šilar, F.*: Analyse der Planimeterparameter für die Laufendhaltung der Karten. — *Jurik, S.* und *Tischler, J.*: Perspektiven der weiteren Entwicklung der hydrostatischen Höhenmeßgeräte. — *Kubáček, L.*: Empirische Ellipse des mittleren Fehlers. — *Pichlík, V.*: Festpunktfeld für photogrammetrische Prüfungen. — Nr. 6. *Kukuča, J.*: Beziehung eines Messungspaars zum wirklichen Fehler des Mittels. — *Kubáček, L.*: Einige Bemerkungen zu Messungspaaren und dreimaligen Messungen. — *Šima, J.* und *Štastný, V.*: Neue Technik in der geodätischen Vorbereitung und Projektierung der tschechoslowakischen Autobahnen. — *Michalčák, O.*: Messung der Gärungsbehälterdeformationen.

Geodézia és Kartográfia, Budapest 1966: Nr. 3. *Csatkai, D.* und *Gazsó, M.*: Grundprinzipien der Berechnung der gravimetrischen Lotabweichungen. — *Szabó, B.*: Analog- oder analytische Photogrammetrie? — *Joó, I.*: Erfahrungen der geodätischen Anwendung des Kreiseltheodolits Gi-B1. — *Gebry, J.*: Eine Lösung der graphischen Fehlerverteilung der räumlichen Aerotriangulation. — *Jagasics, B.* und *Németh, Gy.*: Die Erneuerung der Karten von Szombathely. — *Winkler, Gy.*: Die geodätische Anwendung des „Hunor 131“. — *Holéczy, Gy.*: Die Prüfung der infolge von äußeren Einwirkungen entstandenen Bewegungen von Bauten. — *Hunyadi, L.*: Anwendung der Farbenplastik bei der Reliefdarstellung der Schulkarten. — *Balogh, Gy.* und *Fekete, J.*: Die ungarische Produktion geodätischer Instrumente. — *Lehrstuhl der Höheren Geodäsie d. TU Budapest*: Inhalt großmaßstäbiger Karten.

Géomètre, Paris 1966: Nr. 6. *Clos-Arceud, A.*: Les propriétés optiques des matières plastiques. Le champ de leur application.

Photogrammetria, Amsterdam 1966: Nr. 1. *Pajmans, K.*: Typing of tropical vegetation by aerial photographs and field sampling in northern Papua. — *Tienstra, M.*: A parallax converter for the Santoni Stereomicrometer.

Photogrammetric Engineering, Falls Church, Va., USA: Nr. 3. *Edson, D. T.*: Time-Shared Readout. — *Livingston, R. G.*: Airborne Equipment Quality Development. — *Ghosh, S. K.*: Relative Orientation Improvement. — *Schernhorst, J. N.*: Medical Applications in Europe. — *Schmutter, B.*: Vertical-Base 3-D Analysis. — *Batson, R.*: A Large-Scale Stereomapping Project. — *Light, D. L.*: The Orientation Matrix. — *Oswal, H. L.*: Grids for Testing Stereo Instruments. — *Brown, D. C.*: Decentering Distortion of Lenses. — *Hallert, B.*: Quality of Exterior Orientation. — *Monmonier, M. S., Pfaltz, J. L.* and *Rosenfeld, A.*: Surface Area from Contour Maps. — *Lancaster, Ch. W.* and *Feder, A. M.*: The Multisensor Mission. — *Bonfiglioli, L.*: Stereoscopic Model for Four Dimensions.

Przegląd Geodezyjny, Warschau 1966: Nr. 5. *Szerba, A.*: Neue Methoden der Detailvermessung. — *Strzalkowski, J.*: Inventur bei geodätischen Arbeiten. — *Idzik, A.*: Bearbeitung von Karten gebirgigen Geländes 1:10000 mittels differenzierter Methode.

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik, Winterthur 1966: Nr. 5. *Griesel, H.*: Photogrammetrische Vermessung Luguez. — *Ansermet, A.*: Sur le rôle en géodésie des déviations de la verticale. — Nr. 6. *Ledersteger, K.*: Zur Frage der Entblätterung heterogener sphäroidischer Gleichgewichtsfiguren.

Der Vermessungsingenieur, Düsseldorf 1966: Nr. 3. Pfeifer, Fr.: Der Vermessungsingenieur im Ausland. — Reuss, J.: Zweckmäßige Verfahren zur Ermittlung und Absteckung der Sollmaße im Straßen- und Autobahnbau.

Vermessungstechnik, Berlin 1966: Nr. 2. Härry, H.: Internationale Zusammenarbeit zur Förderung der Photogrammetrie. — Hallert, B.: Die Einwirkung von Anliegefehlern in der Kammer auf die innere Orientierung und die Bildkoordinaten. — Zafiroff, P. W.: Aerotriangulation am Stereometrographen mit künstlichen Paßpunkten und blockweiser Ausgleichung. — Nischan, H.: Die Entwicklung der Weltkarte 1:2500000 als Gemeinschaftswerk der sozialistischen Länder — Prautsch, A., Schwarz, W. und Tomczak, G.: Der Einsatz des elektronischen Kleinrechners Cellatron SER 2b bei vermessungstechnischen Berechnungen. — Henning, H.: Liegenschaftsvermessungen mit dem BRT 006. — Merkel, J.: Ergebnisse der Untersuchung eines Meridianrichtungskreisels MRK 2.

Vermessungstechnische Rundschau, Bonn 1966: Nr. 4. Röhr, K.: Bauvermessung (Schluß in Nr. 5). — Nr. 5. Wittke, H.: Winkelbestimmung durch Frequenzmessung. — Wittke, H.: Winkelmessung mit Indktosyn und Multisyn. — Nr. 6. Danial, N. F.: Strenge Ausgleichung von freien und offenen Polygonzügen bei denen ein oder beide Endwinkel gemessen worden sind. — Firmenmitteilung: CALCOMP 565, ein automatisches Zeichengerät. — Wittke, H.: Multiprismat, eine optische Zahnstange für Kartiermaschinen. — Firmenmitteilung: Kintheodolit-Meßanlage mit Steuergerät und Zentrale. — Meyer, E.: Polygonzugtheorie und -praxis (Schluß in Nr. 7). — Nr. 7. Wittke, H.: Elektrostatische Farbkopie. — Moser, K. D.: HI-FIX mit Echolot.

Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart 1966: Nr. 3. Terheyden, K.: Das Grundprinzip der Trägheitsnavigation. — Wolf, H.: Über den Schleppfehler. — Dimow, L.: Gruppenweise Ausgleichung von Nivellementsnetzen gemeinsam nach der Methode der vermittelnden Beobachtungen und nach der Methode der bedingten Beobachtungen. — Kübler, G.: Vermessungsarbeiten bei der Steuerung von gekrümmten Schildvortrieben im Tunnelbau. — Nr. 4. Köhr, J.: Über die optimale Programmierung von Messungen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeitsprinzipien. — Pattas, E.: Das Einketten als Ersatz für Polygonzüge. — Kraus, K.: Untersuchungen zur ebenen, verketteten, linearen Ähnlichkeits-Transformation. — Bonatz, M.: Zum Problem der Gravimeterfehler bei der Erdzeitenregistrierung. — Nr. 5. Fuchs, H. G.: Die Sicherung der Schätzwerte in der Flurbereinigung. — Gleinsvik, P.: Die Auswirkung extremer Seitenlängen bei der trigonometrischen Punktbestimmung. — Kakkuri, J.: Versuche mit dem automatischen Doppelinstrument Zeiss Ni2 beim Stromübergangsnivellement. — Groten, E.: Zur Bestimmung des Geoides aus Satellitenbeobachtungen. — Schmelz, W. C.: Die Einführung des Loseblatt-Grundbuches in Nordrhein-Westfalen und ihre Auswirkungen auf das Liegenschaftswesen und das Kataster. — Nr. 6. Ackermann, F.: Die Bedeutung elektronischer Rechenanlagen im Vermessungswesen. — Lohrberg, W.: Die Lage der Nivellementspunkte auf Helgoland zu Normal-Null. — Seele, W.: Verteilungsfragen in der Umlegung? — Fuchs, H. G.: Die Sicherung der Schätzwerte in der Flurbereinigung. — Löser, H.-G.: Zum Aufsatz „Über den Brechungsindex der Luft“.

---

#### Contents:

Paul Gleinsvik, On the Significance of Reference Directions in Triangulations.  
 Antal Tárczy-Hornoch, On the Tangent-Screw Tacheometer (finished).  
 Kurt Kubik, Independence and Slight Dependence of Functions of Adjusted Quantities with Regard to Particular Original Observations (finished).

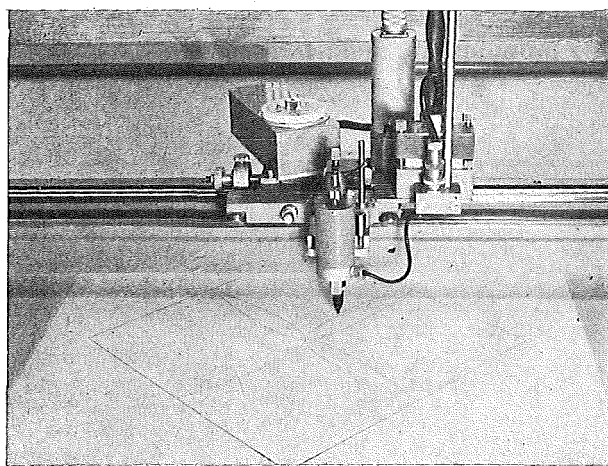
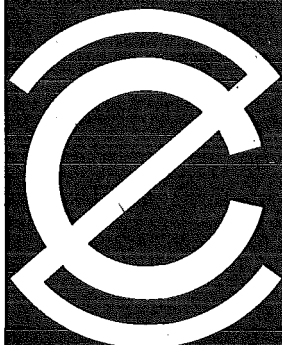
#### Sommaire:

Paul Gleinsvik, Sur l'importance de la direction de rattachement pour la triangulation.  
 Antal Tárczy-Hornoch, Les tachéomètres à tangente (fin).  
 Kurt Kubik, L'indépendance et une faible dépendance des fonctions des valeurs compensées des observations d'origine isolées (fin).

#### Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes:

Prof. Dr. techn. Paul Gleinsvik, Norges landbrukshøgskole, Vollebakk, Norwegen.  
 Prof Dipl.-Ing. Dr. mont. Dr.-Ing. e. h. Antal Tárczy-Hornoch, Sopron, Ungarn.  
 Kurt Kubik, ITC, Kanalweg 5, Delft, Holland.

# Rationalisiertes Herstellen von Zeichnungen und Plänen



Der programmgesteuerte Koordinatograph  
Contraves/Haag-Strel zeichnet  
und beschriftet schnell und zuverlässig Pläne  
und stellt Computer-Daten graphisch dar.

Der frei programmierbare Interpolations-  
rechner der Anlage erlaubt ein genaues  
Aufzeichnen beliebiger Kurven und Geraden.

Tischgrösse des Koordinatographen  
1200 x 1200 mm

Maximale Zeichengeschwindigkeit 80 mm/sec  
Aufzeichnungsgenauigkeit  $\pm 0,06$  mm

Gerne orientieren wir Sie in allen Einzelheiten.  
Bitte verlangen Sie Bulletin 6203  
oder eine unverbindliche Beratung durch  
unsere Ingenieure.

## Contraves

Contraves AG Zürich Schaffhauserstrasse 580

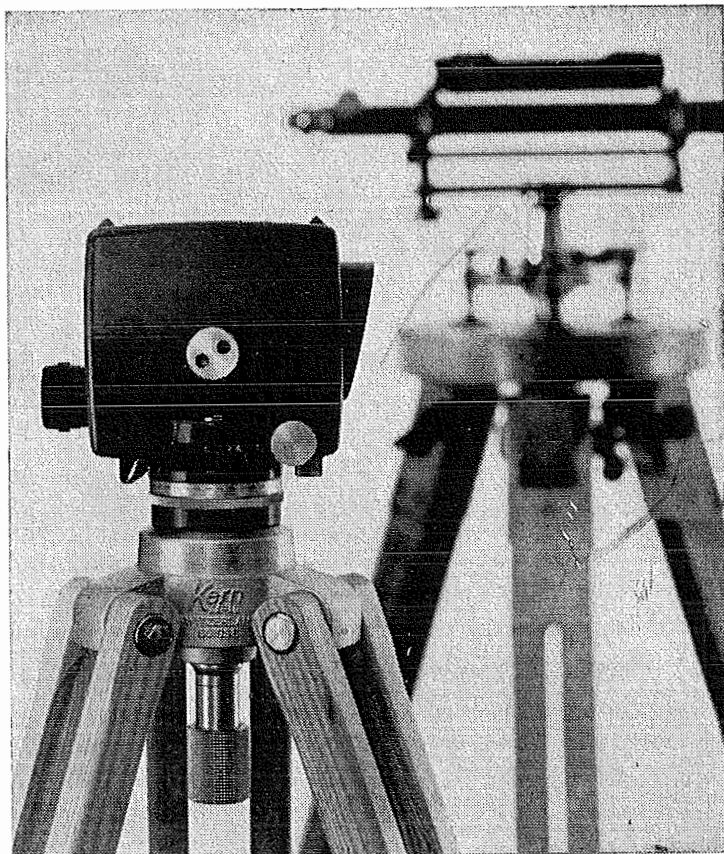
Verkauf für Österreich

**DR. WILHELM ARTAKER**

1031 Wien III, Reisnerstr. 6, Ruf: (0222) 73 1586  $\Delta$

Wiener Messe Halle M, Stand 1215-1219

**Kern  
GK 1-A**



## neues automatisches Ingenieur-Nivellier

Mit dem Kern GK 1-A geht die Arbeit rascher voran, denn es besitzt nur noch zwei Bedienungsknöpfe: Fokussiertrieb und Seitenfeinstellschraube. Vergessen ist das langwierige Horizontieren mit den drei Fußschrauben, vorbei das Einspielen der Fernrohrlibelle vor jeder Messung. Kern-Automatik und Kern-Gelenkkopfstativ: die ideale Kombination für einfachere und schnellere Arbeitsweise.

---

Alleinverkauf für Österreich

**DR. WILHELM ARTAKER**

1031 Wien III, Reiserstr. 6, Ruf: (0222) 73 1586  $\Delta$

Wiener Messe Halle M, Stand 1215-1219

---

Technische Angaben:

Aufrechtes, sehr helles Fernrohrbild.

Genauigkeit:

$\pm 2,5$  mm/km Doppelnivellement

Gewicht mit Kunststoffbehälter: 2,3 kg

Kompensator:

magnetisch aufgehängtes Dachkant-

prisma mit pneumatischer Dämpfung

# Kern

# PG 2

für wirtschaftlicheres Kartieren



Alleinverkauf für Österreich

**DR. WILHELM ARTAKER**

1031 Wien III, Reiserstr. 6, Ruf: (0222) 731586  $\Delta$

Wiener Messe Halle M, Stand 1215-1219

**Einfaches und rasches Auswerten**  
von Überweitwinkel- und allen Weitwinkel-  
aufnahmen in Maßstäben 1:5000 und kleiner

**Vorzüglich geeignet für Aerotriangulation**  
dank hervorragender Genauigkeit

**Vier verschiedene Modelle**  
für alle Anforderungen der Praxis

**Reichhaltiges Zubehör**  
erweitert die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten

Verlangen Sie bitte die ausführlichen  
Druckschriften

# Neuerscheinungen

## von offiziellen Karten der Landesaufnahme

### Österreichische Karte 1:50.000

57 Neulengbach	136 Hartberg	182 Spittal an der Drau
58 Baden	162 Köflach	183 Radenthein
75 Puchberg am Schneeberg	163 Voitsberg	205 St. Paul/Lavanttal
135 Birkfeld	166 Fürstenfeld	206 Eibiswald
	167 Güssing	

Österreichische Karte 1:200.000: Blatt 35<sup>0</sup> 48<sup>0</sup> Preßburg

Umgebungs- und Sonderkarten:

Umgebungskarte von Innsbruck 1:25.000

Umgebungskarte von Wien 1:50.000

### Preise der Kartenwerke ab 8. Februar 1965:

je Blatt S

Österreichische Karte 1:25.000

1/4 Blätter (Halbsektionen) . . . . . 13.—

Zeichenerklärung 1:25.000 . . . . . 5.—

Österr. Karte 1:50.000 ohne Straßen- u. Wegmarkierungsaufdruck 15.—

Österr. Karte 1:50.000 mit Straßen-, ohne Wegmark.-Aufdruck 19.—

Österr. Karte 1:50.000 mit Wegmarkierung, ohne Straßen-  
aufdruck (Wanderkarte) . . . . . 21.—

Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50.000 ohne Wegmarkierung 6.—

Prov. Ausgabe der Österr. Karte 1:50.000 mit Wegmarkierung  
(Wanderkarte) . . . . . 10.—

Dieses Kartenwerk umfaßt insgesamt 213 Blattnummern.

Hievon sind bisher erschienen:

135 Blätter Österreichische Karte 1:50.000 mit Schichten in Mehrfarbendruck sowie 78 Blätter als provisorische Ausgabe der Österreichischen Karte 1:50.000 in Zweifarbendruck (schwarz mit grünem Waldaufdruck); diese Blätter sind mit Schichtenlinien und Schraffen versehen.

Österreichische Karte 1:200.000: Blatt 35<sup>0</sup> 48<sup>0</sup> Preßburg . . . 20.—

Umgebungs- und Sonderkarten:

Umgebungskarte von Innsbruck 1:25.000

mit Wegmarkierung, gefaltet, in Umschlag . . . . . 40.—

Umgebungskarte von Wien 1:50.000

mit Wegmarkierung, gefaltet, in Umschlag . . . . . 40.—

Wachau 1:50.000 mit Wegmarkierung . . . . . 23.—

*Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und in der amtl. Verkaufsstelle des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme), 1080 Wien 8, Krotenthallergasse 3*

### Neuerscheinungen des österr. Wasserkraftkatasters

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

Gurk, Saalach, Alm je S 2.500,—

Bibliographie zur österreichischen Wasserwirtschaft S 48.—

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



# **Offizielle österreichische amtliche Karten der Landesaufnahme**

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

Es werden folgende Kartenwerke empfohlen:

## **Für Amtszwecke sowie für Wissenschaft und Technik**

Die Blätter der

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

## **Zum Zusammenstellen von Touren und Reisen**

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

## **Für Auto-Touren**

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

## **sowie für Motorrad- und Radfahrer**

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

## **Für Wanderungen**

die Blätter der Wanderkarte 1:50.000 mit Wegmarkierungen

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

Auf Wunsch werden Übersichtsblätter kostenlos abgegeben.

ACTA GEODAETICA, GEOPHYSICA ET MONTANISTICA  
ACADEMIAE SCIENTIARUM HUNGARICAE

## Eine neue Zeitschrift der Ungarischen Akademie der Wissenschaften

Schriftleiter: A. TÁRCZY-HORNOCH

Schriftleitung: L. EGYED, A. TÁRCZY-HORNOCH und J. ZAMBÓ

1966 erscheint eine neue Zeitschrift der Ungarischen Akademie der Wissenschaften unter dem Titel ACTA GEODAETICA, GEOPHYSICA ET MONTANISTICA. Wie aus dem Titel ersichtlich, enthält die neue Zeitschrift Studien über Geodäsie, Geophysik und Bergbau, umfaßt also einen breiteren Themenkreis als die SERIES GEODAETICA ET GEOPHYSICA der ACTA TECHNICA, die in ihrem Inhalt als Vorläufer der ACTA GEODETICA, GEOPHYSICA ET MONTANISTICA zu betrachten ist. Die Zeitschrift bringt Studien nicht nur ungarischer, sondern auch ausländischer Wissenschaftler in deutscher, englischer und französischer, zeitweise auch in russischer Sprache.

ACTA GEODAETICA, GEOPHYSICA ET MONTANISTICA erscheint zweimal jährlich in Doppelheften zu einem Band von etwa 400–500 Seiten. Format: 17 × 24 cm.  
Vertrieb: KULTURA, Budapest 62, Postfach 149  
Schriftleitung: Sopron, Postfach 9, UNGARN

## Neuwertige Doppelrechenmaschinen „Brunsviga“, „Thales“, „Odhner“

sowie

einfache und elektrische Rechenmaschinen (z. B. OLIVETTI Tetractys)  
lieferbar.

Generalüberholung von BRUNSVIGA-Rechenmaschinen mit neuer einjähriger Garantie  
*Zahlreiche Referenzen aus österreichischen Fachkreisen*

**F. H. FLASDIECK, 56 Wuppertal-Barmen, Hebbelstraße 3, Deutschland**

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

Unkomplette Jahrgänge:

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

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

Komplette Jahrgänge:

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

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

à 72,— S; Ausland 15,— sfr bzw. DM u. Porto  
Jg. 40 bis 49 ..... 1952 bis 1961

à 100,— S; Ausland 20,— sfr bzw. DM u. Porto  
Jg. 50 bis 53 ..... 1962 bis 1965

à 130,— S; Ausland 28,— sfr bzw. DM u. Porto  
ab Jg. 54 ..... ab 1966

Auf Frühjahr 1967 erscheint:

# Die Projektionen der schweizerischen Plan- und Kartenwerke

bearbeitet von J. Bolliger, Bern

Aus dem Inhalt:

- Erster Teil: Einführung in die Kartenprojektionen, ca. 25 Seiten.
- Zweiter Teil: Ableitung der Übertragungsgesetze, Formeln für die direkte Doppelübertragung und die Projektionskorrekturen, ca. 65 Seiten.
- Dritter Teil: Gesamtflächenverzerrung, Formeln der Bonne-Projektion und Koordinatentransformation zwischen Bonne- und Zylinderprojektion sowie kurze Darstellung der Formelableitung von Rosenmund, ca. 30 Seiten.
- Beilage: Rechenformeln und Beispiele für logarithmisches und maschinelles Rechnen, ca. 10 Seiten.

Das Buch enthält zudem 8 zweifarbige Tafeln und 27 Textfiguren.

Das Werk ist allgemeinverständlich geschrieben, setzt aber für die Ableitungen die Mathematikkenntnisse der Mittelschule voraus.

Preis: Fr. 24,—.

Subskriptionspreis: Fr. 20,—, gültig bis 30. Oktober 1966, sofern beim Verlag:

**Druckerei Winterthur AG**

Postfach 210

**CH-8401 Winterthur (Schweiz)**

bestellt.

---

Der/Die Unterzeichnete(n) bestellt . . . . .

. . . . . Exemplare J. Bolliger, „Die Projektionen der schweizerischen Plan- und Kartenwerke“ zum Subskriptionspreis von Fr. 20,— per Exemplar (nur gültig, wenn bis 30. Oktober 1966 bestellt).

Einzusenden an: Druckerei Winterthur AG, Postfach 210, CH - 8401 Winterthur (Schweiz).

Unterschrift und genaue Adresse des Bestellers:

.....  
.....  
.....



**NEU:**

# PLAN-VARIOGRAPH

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

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

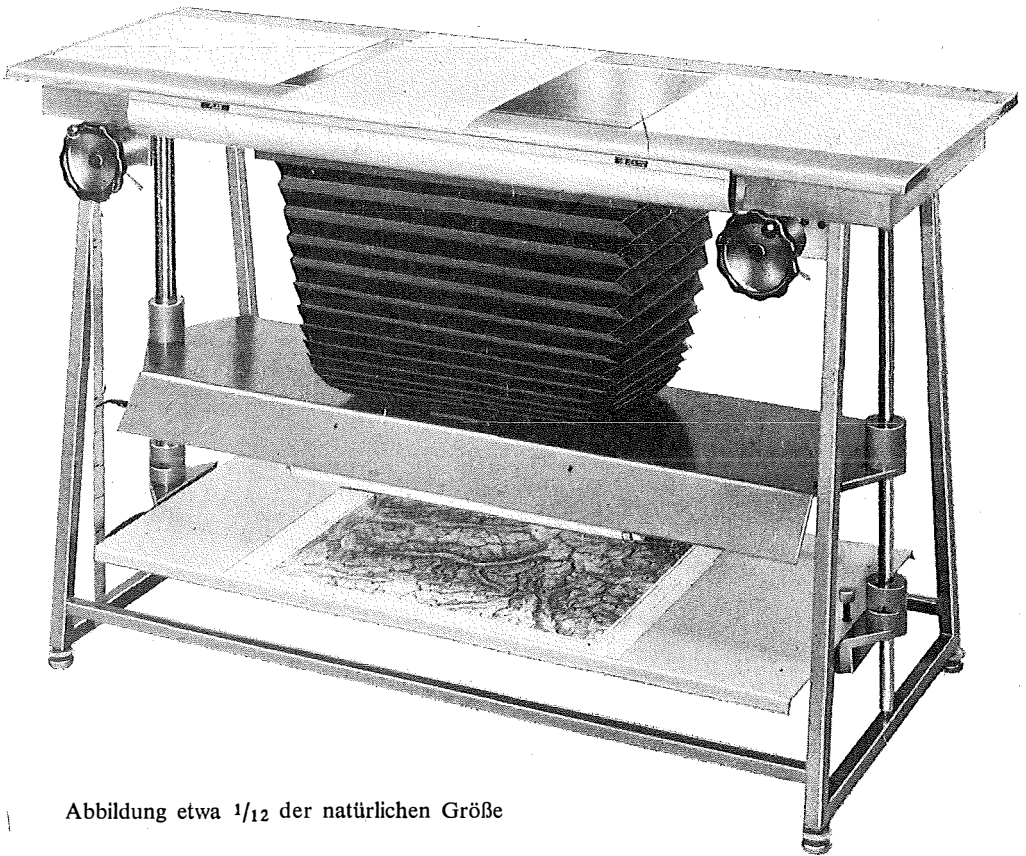


Abbildung etwa  $\frac{1}{12}$  der natürlichen Größe

*Verlangen Sie Prospekt und ausführliches Offert von*

## **RUDOLF & AUGUST ROST**

Fabrik für Feinmechanik, Vermessungsinstrumente und Zeichenbedarf

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

TELEFON: (0222) 92 32 31, 92 53 53      TELEGRAMME: GEOROST-WIEN